

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**О. І. Лялін**

# **ҐРУНТОЗНАВСТВО**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2019**

**Лялін О. І.** Ґрунтознавство : конспект лекцій для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство / О. І. Лялін ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 130 с.

Автор

канд. с.-г. наук, доц. О. І. Лялін

Рецензент

**С. І. Мусієнко**, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою лісового та садово-паркового господарства, протокол № 1 від 29.08.2018.*

Конспект лекцій складено з метою допомогти студентам 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство під час підготовки до занять та іспиту з навчальної дисципліни «Ґрунтознавство».

© О. І. Лялін, 2019

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

## ЗМІСТ

<b>1 ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА ҐРУНТОГЕНЕЗУ.....</b>	<b>4</b>
1.1 Визначення і призначення ґрунтознавства .....	4
1.2 Загальна схема процесу ґрунтоутворення.....	6
<b>2 МІНЕРАЛЬНА ТА ОРГАНІЧНА ЧАСТИНА ҐРУНТУ .....</b>	<b>12</b>
2.1 Гранулометричний склад ґрунтів та ґрунтотворних порід .....	12
2.2 Походження, склад і властивості органічної частини ґрунту .....	21
2.3 Вплив факторів ґрунтоутворення на гумусонакопичення .....	33
2.4 Екологічна роль органічних речовин ґрунту .....	38
<b>3 СТРУКТУРА ТА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ .....</b>	<b>40</b>
3.1 Ґрунтовий профіль, ґрунтові горизонти та їх індексація .....	40
3.2 Основні морфологічні ознаки генетичних горизонтів .....	48
<b>4 ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ВБИРНА ЗДАТНІСТЬ ҐРУНТУ .....</b>	<b>51</b>
4.1 Хімічний склад ґрунту .....	51
4.2 Хімічні елементи та їх сполуки в ґрунтах.....	57
4.3 Мікроелементи ґрунтів .....	63
4.4 Ґрунт та ґрунтові колоїди.....	64
4.5 Вбирна здатність ґрунту .....	65
4.6 Ємність вбирання ґрунтів .....	71
4.7 Екологічне значення вбирної здатності ґрунту .....	73
<b>5 РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ .....</b>	<b>74</b>
5.1 Загальні положення щодо родючості ґрунтів .....	74
5.2 Фактори родючості ґрунтів.....	76
5.3 Категорії родючості ґрунту.....	89
5.4 Підвищення родючості та окультурювання ґрунтів.....	90
<b>6 ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОШИРЕННЯ ҐРУНТІВ.....</b>	<b>92</b>
6.1 Принципи класифікації ґрунтів .....	92
6.2 Закономірності географічного розповсюдження ґрунтів .....	98
6.3 Ґрунтово–географічне районування України .....	104
<b>7 ДЕГРАДОВАНІ ТА АНТРОПОГЕННО-ПЕРЕТВОРЕНІ ҐРУНТИ .....</b>	<b>108</b>
7.1 Поняття про деградацію ґрунтів та причини деградації .....	108
7.2 Вплив рівня сільськогосподарського освоєння території на якість ґрунтів та санітарний стан ґрунтів України.....	108
7.3 Техногенне ущільнення, деградація ґрунтів та основні шляхи припинення процесів деградації у ґрунті.....	111
<b>8 БОНІТУВАННЯ ҐРУНТІВ І ҐРУНТОВОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ .....</b>	<b>114</b>
8.1 Бонітування ґрунтів.....	114
8.2 Ґрунтово-екологічний моніторинг .....	118
<b>9 РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ҐРУНТІВ.....</b>	<b>126</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>129</b>

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА ҐРУНТОГЕНЕЗУ

## 1.1 Визначення і призначення ґрунтознавства

На початку вивчення ґрунт ототожнювали з поняттям «земля» – ділянкою поверхні, на якій проживає людина. В XIX ст. його переважно розглядали як орний шар, на якому вкорінюються рослини (так звана агрономічна точка зору), а також як геологічне утворення.

Офіційною датою народження ґрунтознавства вважається 10 грудня 1883 р., коли вперше були сформульовані теоретичні концепції цієї науки Василем Васильовичем Докучаєвим у праці «Русский чернозем». Перше наукове визначення ґрунту дав В. В. Докучаєв у праці «Лекції з ґрунтознавства» (1901): «ґрунтом треба називати «денні» або зовнішні горизонти гірських порід (усе одно яких), природно змінених сумісною дією води, повітря і різного роду організмів, живих і мертвих». Учений ставив ґрунт у ряд самостійних природних тіл, які якісно відрізняються від інших. Це тіло історичне, має свій вік, історію утворення. Воно пов'язане з іншими явищами й природними тілами. Згідно з визначенням В. В. Докучаєва, встановити різницю між ґрунтом і корою вивітрювання неможливо.

**Ґрунт – це складна поліфункціональна, полідисперсна, гетерогенна, відкрита чотирифазна структурна система в поверхневій частині кори вивітрювання гірських порід, що володіє родючістю і є комплексною функцією гірської породи, організмів, клімату, рельєфу та часу.**

Тобто ґрунт – це поверхневі шари кори вивітрювання, постійно мінливі під сукупним впливом рельєфу, клімату, тварин, рослинних організмів і віку країни.

**Кора вивітрювання – продукти руйнування гірських порід.**

**Отже, ґрунтознавство – наука про ґрунти та їх генезис, будову, склад, властивості й географічне поширення; закономірності походження,**

**розвитку, ролі в природі, шляхи й методи їх охорони, родючість, раціональне використання в господарській діяльності людини.**

Найбільш важливими розділами ґрунтознавства є наступні:

- 1) учення про формування й розвиток (генезис) ґрунтів;
- 2) учення про ґрунтовий покрив як цілісне просторове утворення, взаємопов'язане із зовнішнім середовищем (екологія та географія ґрунтів);
- 3) учення про родючість ґрунтів і про принципи його регулювання агротехнічними й меліоративними заходами;
- 4) учення про охорону ґрунтового покриву.

Поряд із головними – у складі ґрунтознавства виділяються його фундаментальні розділи за властивостями ґрунтової маси (фізика, хімія, біологія, мінералогія, картографія, систематика, екологія, інформатика, родючість, меліорація, ерозія, охорона ґрунтів тощо) і прикладні розділи за формами використання ґрунтів (агрономічне, лісове, меліоративне, санітарне, інженерне, екологічне ґрунтознавство), які мають важливий вплив на розвиток теорії ґрунтознавства. Особливий розділ – класифікація ґрунтів, яка базується на використанні матеріалів усіх розділів ґрунтознавства.

Основними положеннями ґрунтознавства є:

1. Поняття про ґрунт як самостійне природноісторичне тіло, яке формується в часі й просторі під впливом факторів ґрунтоутворення.
2. Учення про фактори та умови ґрунтоутворення (клімат, рельєф, ґрунтоутворюючі породи, живі організми, час).
3. Учення про ґрунтоутворюючий процес як складний комплекс елементарних ґрунтових процесів.
4. Учення про родючість ґрунту – його основну генетичну властивість.
5. Принципи систематики й класифікації ґрунтів.
6. Учення про зональність ґрунтів.

Перші відомості про ґрунтовий покрив України відносяться до початку XIX ст. у ґрунтових картах Європейської Росії. Розвиток географії й картографії ґрунтів України пов'язаний з дослідженнями В. В. Докучаєва в Полтавській

губернії в 1888–1894 р.р. Вони дали можливість установити географічні й топографічні закономірності ґрунтового покриву лівобережного Лісостепу.

На Україні, починаючи з 1957 р., були розгорнуті великі ґрунтокартографічні роботи з дослідження ґрунтів і складання ґрунтових карт у кожному господарстві. Ці роботи, в яких брало участь близько 1900 спеціалістів, проведені на площі 30 млн. га в 7 000 господарств. У «Методиці крупномасштабного обстеження ґрунтів колгоспів і радгоспів Української РСР» (1958) на високому науковому рівні подані організаційна структура ґрунтових вишукувань, номенклатура й діагностика, агровиробниче групування ґрунтів. Кожне господарство країни отримало ґрунтову карту в масштабі 1:10 000 або 1:25 000 із комплектом картограм і пояснювальний текст до них. У результаті узагальнення матеріалів великомасштабних ґрунтових досліджень складені карти районів, областей і республіки в цілому.

В останні роки все більше уваги надається вивченню еволюції ґрунтового покриву, класифікації ґрунтів, направленої зміні ґрунтоутворних процесів під впливом окультурення, розробці і створенню математичних моделей родючості ґрунтів тощо (М. І. Полупан, Н. М. Бреус, Д. Г. Тихоненко, В. Д. Муха, І. І. Назаренко, Т. О. Грінченко, М. В. Лісовий, С. А. Балюк та ряд інших дослідників). Перспектива розвитку сучасного ґрунтознавства зводиться до:

- а) підвищення ефективності використання меліорації;
- б) раціонального використання добрив;
- в) мінімізації обробітку ґрунту;
- г) раціональної структури посівних площ сільськогосподарських угідь, екосистем.

## **1.2 Загальна схема процесу ґрунтоутворення.**

### **1.2.1 Стадії ґрунтоутворення**

Основи загальних теоретичних уявлень про ґрунтоутворювальний процес сформувалися в результаті наукової творчості видатних вчених ґрунтознавців –

В. В. Докучаєва, П. А. Костичева, М. М. Сибірцева, В. Р. Вільямса, П. С. Коссовича, К. Д. Глінки, Ф. Дюшофура та ін. У розвитку сучасних уявлень про теорію ґрунтоутворювального процесу важливу роль відіграли роботи І. П. Герасимова, В. А. Ковди, Б. Б. Полинова, І. В. Тюріна, О. А. Роде, С. П. Яркова та інших дослідників.

Ґрунтоутворювальний процес відноситься до категорії біофізикохімічних процесів. За визначенням Олексія Андрійовича Роде, **ґрунтоутворювальним процесом** називається сукупність явищ перетворення і пересування речовин і енергії, які протікають у ґрунтовій товщі. Агентами ґрунтоутворення є живі організми та продукти їхньої життєдіяльності, вода, кисень повітря і вуглекислота.

*Найважливі складові ґрунтоутворювального процесу:*

- 1) перетворення (трансформація) мінералів гірської породи, з якої утворюється ґрунт, а згодом і самого ґрунту;
- 2) накопичення органічних залишків і їх поступова трансформація;
- 3) взаємодія мінеральних і органічних речовин з утворенням складної системи органомінеральних сполук;
- 4) накопичення (акумуляція) у верхній частині ґрунту ряду біофільних елементів і перш за все елементів живлення;
- 5) пересування продуктів ґрунтоутворення з рухом вологи у профілі ґрунту, що утворюється.

В результаті біологічного кругообігу речовин, процесу синтезу та руйнування органічної речовини ґрунтоутворювальна порода безперервно взаємодіє з рослинами і тваринами, з продуктами їхньої життєдіяльності, а також з продуктами розкладання органічних решток. Ці процеси в сукупності призводять до поступового формування ґрунту і становлять сутність ґрунтоутворного процесу.

Таким чином, відповідно до загальної схеми формування ґрунту (за І. С. Каурічевим) на всіх фазах різних його етапів спостерігаються зміни ґрунтових ознак та процесів:

1. *Початкова стадія ґрунотворного процесу:*

а) відсутні чітко виражені ознаки ґрунту в твердій фазі

б) наявність мікропроцесів;

в) слабо виражені масштаби біологічного кругообігу речовин;

г) наявність масштабних неґрунтових абіотичних процесів (еолове переміщення піску, водна ерозія породи);

д) слабкий зв'язок процесів, які відбуваються в межах біологічного кругообігу з абіотичними процесами і тому слабка вираженість біогеохімічного кругообігу.

2. *Стадія формування ґрунту у фазі прискореного розвитку характеризується:*

а) прогресивним розширенням масштабів біологічного кругообігу;

б) формуванням ґрунтових мезопроеесів, які ведуть до появи головних ознак ґрунту;

в) формуванням специфічної ґрунтової диференціації, упорядкуванням властивостей, ознак і процесів; г) формуванням біогеохімічних кругообігів.

3. *Стадія формування ґрунту у фазі загальмованого розвитку:*

а) знижується інтенсивність розширення масштабів біологічного кругообігу;

б) розвиваються профілеутворювальні макропроцеси.

4. *Стадія рівноважного функціонування головних процесів, які відбуваються в рамках відносно стабільного біогеохімічного кругообігу (відносна стабілізація головних ознак ґрунтів).*

*Початок ґрунтоутворення співпадає з початком функціонування наземних систем (біогеоценозів) в умовах одночасної взаємодії п'яти факторів ґрунтоутворення.*

Вже на початковій стадії функціонування екосистем формується біологічний кругообіг речовин, але він є надзвичайно обмеженим через те, що учасники цієї стадії мають низьку біологічну продуктивність (гриби, бактерії, водорості, лишайники). Одночасно з біологічним кругообігом речовин на



первинній стадії відбуваються процеси небіологічного напрямку: фізичні, фізикохімічні. Ці процеси не є специфічними для ґрунту, вони можуть проходити і в інших природних тілах. Причому вони відбуватися незалежно один від одного і не зв'язані в одну систему. Характерною рисою початкової стадії ґрунтоутворення є наявність специфічних для ґрунтів процесів трансформації та переносу речовин. Це є нібито підготовча стадія утворення ґрунту.

*Першою стадією* утворення ґрунту можна вважати стадію, коли формується резервний фонд поживних речовин, доступних для організмів. На цій стадії розвивається ґрунт, у якому вже формуються запаси мінеральних та органомінеральних речовин відносно доступних для рослин.

Сукупність всіх процесів, які проходять на первинній стадії формування ґрунту, зумовлює істотне перетворення фізичного стану, будови ґрунту. В ґрунті з'являються певні агрегати твердої фази. Ця перша попередня стадія розвитку ґрунту переходить в нові дві стадії, які є більш складними. На цих стадіях відбувається процес опідзолення, гумусоутворення, лессіваж, торфоутворення, агрегатоутворення. Тобто формується специфічний речовинний склад ґрунту та його фізичні властивості.

Власне ґрунтоутворювальні процеси призводять до формування не окремих ознак ґрунту, які вже були сформовані на первинних стадіях розвитку, а формують вже цілі типи ґрунтів з властивими для них системами генетичних горизонтів: чорноземи, підзолисті і т.д.

Причиною формування різноманітних горизонтів є просторове роз'єднання по вертикалі міграції та акумуляції речовин, розчинення та осаджування, окисновідновні процеси, гумусоутворення, мінералізація органічної речовини і т.д. На цьому етапі формування типу ґрунту особливе місце належить *біологічному кругообігу речовин*, де він відіграє більш важливу роль, ніж на перших стадіях формування ґрунту. Отже рослини здійснюють перекачування головних біофільних елементів з різноманітних горизонтів на поверхню ґрунту. Це дуже яскраво видно в ґрунтах лісів.

Важливе місце в загальній схемі формування ґрунту належить швидкості розвитку ґрунту. Якщо ґрунт в результаті свого розвитку досяг стану, при якому досягнуті рівноважні показники: вміст гумусу, фонди лабільних речовин, потужність горизонту, то вважають, що ґрунт перейшов в наступну стадію розвитку – зрілу стадію, або клімаксну. Важливо пам'ятати, що термін встановлення рівноваги в різних частинах ґрунту різний. Так, в верхніх горизонтах рівновага ознак настає за декілька десятків років, в той час як процес руйнування силікатів в тій же частині ґрунту проходить протягом сотні й більше років.

*Стадія формування ґрунту* може тривати сотні, тисячі й більше років. За цей час може змінитися один з факторів ґрунтоутворення, наприклад, клімат. У цьому випадку може виникнути така ситуація, коли ґрунт, який досяг клімаксного стану за окремими ознаками, знову перейде в нерівновагу за цими ознаками і почнеться нова фаза його розвитку зі зміненими умовами. І так може повторюватися безперервно.

Таким чином, довготривала й складна стадія розвитку ґрунту протікає нескінченно і може перерватись лише з припиненням життя на Землі. Однак в умовах довготривалої стабілізації зовнішніх умов ґрунти можуть досягти стану, близького до рівноваги з навколишнім середовищем та його факторами, що зумовить стабілізацію його властивостей і процесів. У такому випадку можна вважати, що ґрунт перейшов у наступну фазу життя – функціонування в зрілому стані.

*Зріла стадія ґрунту.* Природному біоценозу характерний біологічний кругообіг, кожен цикл якого повторює попередній, при цьому в кругообіг включаються сполуки та елементи, які пройшли цикли біологічного вивітрювання. На цій стадії включення елементів з мінералів материнської породи відбувається, але дуже в обмеженій кількості. В сільськогосподарському виробництві під час використання ґрунтів ця рівновага зміщується, що спричиняє зміну властивостей ґрунту.

Правильне використання ґрунтів з врахуванням законів ґрунтоутворення дозволяє із застосуванням спеціальних заходів покращити ґрунтів і відновити їх родючість.

### **1.2.2 Енергетика ґрунтоутворення**

У процесі ґрунтоутворення виникають не лише нові органічні та мінеральні речовини, а й накопичується енергія, джерелом якої є сонячна радіація. Основна частина цієї енергії витрачається на випаровування води з поверхні суші та океану, на теплообмін з атмосферою (тобто на формування клімату, океанічних течій).

Зелені рослини засвоюють лише від 0,5 до 5 % сонячної енергії. Кількість енергії, акумульованої в живій речовині, залежить від зольних та місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Із  $6 \times 10^{19}$  кДж, яка накопичена в цілому в біомасі суші  $5 \times 10^{19}$  кДж, або 83 %, зосереджено в гумусовій оболонці Землі.

Загальний запас акумульованої в ґрунті енергії складається з запасів енергії основних компонентів ґрунту.

В. А. Ковда вказував на те, що ґрунт, «як компонент біосфери, являє собою універсальний земний акумулятор і економний розподілювач найбільш цінної для підтримання життя частини енергії, зв'язаної в гумусі і необхідної для нормального обміну та кругообігу речовин у природі».

За дослідженням В. Р. Волобуєва в природних умовах витрати сонячної енергії на ґрунтоутворення в основному визначаються радіаційним балансом, відносним зволоженням (відношенням опадів до випаровуваності за Висоцьким) та біологічною активністю біогеоценозу.

В агроecosистемах на цю величину також будуть впливати теплоємність ґрунту, його фактичне зволоження (особливо при зрошенні) та продуктивність сільськогосподарських культур.

Ґрунтоутворення завжди тісно пов'язано з еволюцією рослинності на планеті та розвитком геологічних процесів. Також в процесі ґрунтоутворення та вивітрювання відбуваються суттєві зміни і в енергії мінеральної частини ґрунту.

Вони обумовлені руйнуванням первинних мінералів, синтезом вторинних мінералів та збільшенням дисперсності первинних гірських порід.

Так як кількість вологи та повітря, а також маса органічної речовини, суттєво змінюється на протязі року, необхідно розглядати енергетичний режим ґрунтів в сезонних циклах. Це особливо важливо для вивчення культурного ґрунтоутворення, яке характеризується збільшенням інтенсивності біологічного кругообігу.

## **2 МІНЕРАЛЬНА ТА ОРГАНІЧНА ЧАСТИНА ҐРУНТУ**

### **2.1 Гранулометричний склад ґрунтів та ґрунтоутворних порід**

*Ґрунт складається з твердої, рідкої та газоподібної фаз.* Основою всіх специфічних особливостей ґрунту, як середовища для росту і розвитку рослин, тваринного світу, що мешкає у ньому, є його тверда фаза. Тверда частина ґрунту не інертна, вона змінюється під впливом зовнішніх умов, живе та розвивається в часі. До її складу входять уламки гірських порід і мінералів різного ступеню роздроблення, органічні речовини (живі та відмерлі) з різним ступенем розкладу, які перебувають у тісній фізичній, хімічній та біологічній взаємодії з мінеральною частиною ґрунту.

Первинні ґрунтові часточки, представлені мінеральними зернами, органічними та органомінеральними гранулами, що вільно суспендуються у воді після руйнування клейких матеріалів, називаються *механічними (гранулометричними) елементами або елементарними ґрунтовими частинками ЕҐЧ.*

Різний ступінь роздроблення речовин твердої фази ґрунту називається його дисперсністю. Який би ґрунт ми не взяли, він завжди складається з *елементарних ґрунтових частинок (ЕҐЧ)* самих різних розмірів і, таким чином, за своєю природою полідисперсний. ЕҐЧ можуть мати будь-яку геометричну форму: шар, куб, призма тощо. Умовно форму їх приймають за кулеподібну, враховуючи так званий ефективний діаметр. Механічні частинки приблизно однакового діаметру

об'єднують у фракції, оскільки вони володіють подібними властивостями. Групування частинок за розміром називається *класифікацією гранулометричних елементів*.

*Гранулометричним складом ґрунту* називають відносний за масою вміст груп частинок або фракцій ґрунту різної величини, вираженої у відсотках до загальної маси абсолютно сухого ґрунту. Гранулометричний склад переважної більшості ґрунтів приблизно на 90 % представлений елементарними ґрунтовими частинками мінеральної природи. В нашій країні найбільш поширеною є класифікація проф. Н. А. Качинського (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікація гранулометричних елементів ґрунтів та порід (за Н. А. Качинським)

Гранулометричні елементи	Розмір елементів в мм	Гранулометричні елементи	Розмір елементів в мм
Каміння	>3	Пил крупний	0,05–0,01
Гравій	3–1	Пил середній	0,01–0,005
Пісок крупний	1–0,5	Пил дрібний	0,005–0,001
Пісок середній	0,5–0,25	Мул грубий	0,001–0,0005
Пісок дрібний	0,25–0,05	Мул тонкий	0,0005–0,0001
		Колоїди	< 0,0001

Крім того, М. М. Сибірцев усі механічні елементи ґрунту поділив на дві групи фракцій: фізичний пісок (>0,01 мм) і фізичну глину (<0,01 мм), відокремивши в складі ЕГЧ скелет (часточки крупніші 1 мм) і дрібнозем (менші 1 мм).

Кожна фракція володіє певними характерними властивостями, по різному впливає на властивості ґрунтів, що пояснюється неоднаковим мінералогічним і хімічним складом, фізичними та фізикохімічними її властивостями.

Фракція **каміння** представлена переважно уламками гірських порід. Каменястість – явище незадовільне, оскільки наявність у ґрунті значної кількості включень літогенного походження призводить до збільшення енергетичних затрат ґрунтової біоти на їх огинання при рості або русі, а також до ускладнення його обробітку та прискорення зношення сільськогосподарських знарядь. За ступенем каменястості ґрунти поділяють на некам'янисті – вміст каміння не

перевищує 0,5 %, слабокам'янисті – 0,5–5 %, середньокам'янисті – 5–10 %, сильнокам'янисті – понад 10 %. За типом каменястості ґрунти можуть бути валунні, галечникові та щебенюваті.

**Гравій** складається з уламків первинних мінералів. Високий вміст гравію в ґрунтах не впливає на обробіток, але створює несприятливі властивості, такі як низька вологомісткість, провальна водопроникність і відсутність водопідйомної здатності.

**Піщана фракція** складається з уламків первинних мінералів, перш за все кварцу та польових шпатів. Ця фракція володіє високою водопроникністю, не набухає, не пластична, а також володіє деякою вологомісткістю та капілярністю. На ґрунтах із великим вмістом цієї фракції та за інших сприятливих умов добре розвивається фітоценоз з підвищеною вимогливістю до повітряного та теплового режимів.

**Крупнопиловата фракція** мало чим відрізняється від піску, тому її властивості дуже схожі.

Проте **середньопиловата фракція** збагачена слюдами, що значно підвищує пластичність і зв'язність. Середній пил більш дисперсний, ліпше утримує вологу але має слабку водопроникність, нездатний до коагуляції та не бере участі у структуроутворенні і фізикохімічних ґрунтових процесах. Як наслідок, ґрунти, збагачені цими фракціями, будуть володіти відповідними властивостями.

**Пил дрібний** це досить високодисперсна фракція, що складається з первинних і вторинних мінералів. Здатна до коагуляції, бере участь у структуроутворенні, володіє поглинальною здатністю, містить значну кількість гумусових речовин. Велика кількість неагрегованого дрібного пилу в ґрунтах спричиняє такі негативні властивості, як низька водопроникність, значна кількість недоступної вологи, висока здатність до набухання й усадки, липкість, тріщинуватість, висока щільність складення.

**Мул** складається переважно з високодисперсних вторинних мінералів. З первинних подекуди зустрічаються кварц, ортоклаз, мусковіт. Мулиста фракція

займає провідне місце у формуванні фізикохімічних властивостей ґрунтів. Мул містить значну кількість гумусу та елементів живлення для рослин. Ця фракція відіграє провідну роль у структуроутворенні. Володіє високою ємністю поглинання та коагуляційною здатністю. Проте надвисокий вміст мулу в ґрунтах є причиною погіршення їхніх фізичних властивостей.

**Колоїдна частина** це найважливіша з точки зору формування обмінних властивостей та структури ґрунту.

В основу розподілу гранулометричних фракцій покладена головним чином різниця воднофізичних властивостей частинок певного розміру. Так, кам'яниста частина ґрунту, або скелет ґрунту, не здатна утримувати вологу, яка проникає крізь неї, а також підіймати її знизу догори. Пісок (1–0,05 мм) характеризується лише дуже слабкою водоутримуючою і водопідйомною здатністю. Пил (0,05–0,001 мм) дуже добре утримує воду і добре підіймає воду. В пилюватих ґрунтах вода по капілярах може підійматися вгору на 4–5 м від рівня ґрунтових вод. У мулі (<0,001 мм) погана водопровідність та менша, ніж у пилюватих частинок, водопідйомна здатність, так як капілярні проміжки між частинками мулу дуже малі, а при зволоженні вони ще більш зменшуються за рахунок утворення навколо кожної частинки плівки води, яка утримується силами молекулярного притягання. У вологому стані фракція мулу сильно набрякає, а при висиханні – стискується.

При зміні величини гранулометричних фракцій ґрунту змінюється і їх хімічний склад. Вивчення хімічних аналізів окремих фракцій показує, що з подібненням в процесі вивітрювання ґрунтоутворювальних порід співвідношення різних хімічних компонентів змінюється.

Чим крупніше гранулометрична фракція, тим більше у ній таких інертних сполук, як кремнекислоти; більш дрібні частинки ґрунту збагачуються оксидами заліза та алюмінію; в тонких фракціях збільшується кількість калію, фосфатної кислоти та інших елементів живлення рослин, в тому числі й мікроелементів. Мулисті фракції багаті гумусом і характеризуються сприятливими вбирними властивостями.

Отже, кам'яниста частина ґрунтів, пісок, пил та мул відрізняються одне від одного не тільки за фізичними властивостями, але й за хімічним складом, – тому виділення різних фракцій, визначення їх кількісного складу в ґрунті представляють подвійну цікавість: для наступного гранулометричного складу й мінералогічного аналізу.

В основу сучасних наукових визначень гранулометричного складу ґрунту лягла головним чином двочленна класифікація, встановлена М. М. Сибірцевим і удосконалена Н. А. Качинським, яка побудована на співвідношенні фізичної глини (частинки менше 0,01 мм) і додатково враховуються переважаючі гранулометричні фракції: піщана (1–0,05 мм), крупно пилювата (0,05–0,01 мм), пилювата (0,01–0,001 мм) та фракцій мулу (< 0,001 мм) (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Класифікація ґрунтів і порід за гранулометричним складом (за Н. А. Качинським)

Вміст фізичної глини (частинки < 0,01 мм),%			Коротка назва за гранулометричним складом
ґрунти підзолистого типу ґрунтоутворення	ґрунти степового типу	солончаки і сильно солонцюваті ґрунти	
0–5	0–5	0–5	Пісок пухкий
5–10	5–10	5–10	Пісок зв'язаний
10–20	10–20	10–15	Супісок
20–30	20–30	15–20	Суглинок легкий
30–40	30–45	20–30	Суглинок середній
40–50	45–60	30–40	Суглинок важкий
50–65	60–75	40–50	Глина легка
65–80	75–85	50–65	Глина середня
>80	>85	>65	Глина важка

Користуючись цією класифікацією, можна давати як коротке так і більш повне визначення гранулометричного складу ґрунту. Коротке визначення проводиться за шкалою, яка наведена в таблиці де враховується вміст фізичної глини, або фізичного піску.

Фізичний пісок (частинки > 0,01мм) буде складати різницю між 100 % і вмістом фізичної глини (частинки < 0,01 мм). Суглинок важкого ґрунту степового типу складає:  $100\% - (45-60\%) = 55-40\%$ .

Якщо потрібно дати більш повну характеристику гранулометричного складу, то спочатку проводиться розподіл фракцій за співвідношенням фізичної



глини і фізичного піску (двочленна класифікація), а потім додаються переважаючі фракції. Наприклад, якщо чорнозем південний має фізичної глини 60 %, мулу 32 %, пилу середнього і дрібного – 28 %, пилу крупного – 23 %, піску – 17 %, то за кількістю фізичної глини цей чорнозем відноситься до важкого суглинку: першою основною фракцією в ньому буде мул, другою – пил (середній і дрібний), третьою – крупний пил, четвертою – пісок.

Отже повна назва різновиду даного ґрунту за гранулометричним складом буде *чорнозем південний важкосуглинковий пилуватомулистий*. Як видно з прикладу, при детальному визначенні гранулометричного складу виділяються дві фракції – переважаюча і супутня: переважаюча фракція ставиться на останньому місці. В нашому прикладі – фракція мулу. Цим підкреслюється її визначне значення.

Скелетну частину ґрунту (кам'янистість) класифікують залежно від кількості в ґрунті фракцій більше 3 мм (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Класифікація кам'янистості ґрунтів (за Н. А. Качинським)

Частинки більше 3 мм, %	Ступінь кам'янистості ґрунту	Тип кам'янистості
<0,5	Некам'янистий	Встановлюється за характером скелетної частини
0,5–5	Слабокам'янистий	Встановлюється за характером скелетної частини
5–10	Середньокам'янистий	Ґрунти можуть бути валунні, галькові, щебенюваті
>	Сильнокам'янистий	Ґрунти можуть бути валунні, галькові, щебенюваті

Класифікація складена з врахуванням генетичної природи ґрунтів та здатності їх глинистої фракції до агрегування, що залежить від вмісту гумусу, складу обмінних катіонів, мінералогічного складу. Чим вища ця властивість, тим менше проявляються глинисті властивості при однаковому вмісті фізичної глини. Тому степові ґрунти, червоноземи та жовтоземи, як більш структурні, переходять у категорію більш важких при вищому вмісті фізичної глини, ніж солонці та ґрунти підзолистого типу.

Кожний тип ґрунту характеризується певним специфічним профільним розподілом фракцій, особливо тонкодисперсних. Наприклад, у підзолистих, дерновопідзолистих ґрунтів, солонців – елювіальноілювіальний тип розподілу; у чорноземів, дернових ґрунтів – рівномірноаккумулятивний тощо.

### 2.1.1 Гранулометричний аналіз

Кількісне визначення механічних елементів називають *гранулометричним аналізом*.

При *гранулометричному* (від лат. *granulum* – зернятко і грец. *μέτρῶ* – вимірюю) *аналізі* – визначають відсотковий вміст частинок різних розмірів у пухких гірських породах, ґрунтах тощо. За допомогою гранулометричного аналізу встановлюють відсотковий вміст гранулометричних фракцій порід, ґрунтів (гравійних, піщаних, пилюватих та ін.). Скелетні та фракції крупного і середнього піску розділяють за допомогою сит, дрібний пісок, пилюваті фракції та фракції мулу – за швидкістю падіння в спокійній воді (*метод піпетки*).

Метод піпетки базується на залежності між радіусом частинки і швидкістю вільного падіння її у в'язкому середовищі. За Стоксом, для кулеподібних тіл, які рухаються у в'язкому середовищі під впливом власної маси, при досягненні постійної швидкості падіння буде справедливе за формулою 2.1:

$$v = \frac{2r^2}{9\eta(d-d_0)g} \quad (2.1)$$

де  $v$  – швидкість осідання, см/с;

$r$  – радіус тіла, см;

$\eta$  – коефіцієнт в'язкості середовища;

$d$  – щільність твердої фази;

$d_0$  – густина води;

$g$  – прискорення вільного падіння, 981 см/с<sup>2</sup>.

Отже, знаючи швидкість падіння та щільність частинок, в'язкість і густину води, можливо вирахувати і розміри частинок ґрунту.

Так як швидкість падіння частинок пропорціональна квадрату їхнього радіуса, то суспензія частинок ґрунту у воді через деякий проміжок часу  $t$

розподілиться відповідно швидкості падіння окремих часток відносно їх діаметрів. Беручи проби на відстані  $h$  від поверхні спеціальною піпеткою через проміжки часу від початку осідання  $t_1, t_2, t_3, t_4$  і т.д., можна визначити відносний вміст частинок ґрунту, котрі мають швидкість  $h/t_1, h/t_2, h/t_3$  і т.д. Вираховуючи одержані величини поступово, визначимо відносну масу фракцій із швидкостями в межах  $h/t_1 - h/t_2, h/t_3 - h/t_4$ , або в межах певних діаметрів часток. Методом піпетки можна визначати розміри частинок в межах 0,25–0,000 1 мм.

Існують й інші методи визначення гранулометричного складу ґрунту, серед яких варто назвати *центрифугування*. Цей метод теоретично більш обґрунтований, ніж повільне осідання під дією гравітаційних сил тому, що дуже дрібні частинки через силу броунівського руху повільно дифундують з ділянок суспензії, де їх більше туди, де концентрація їх менша або дифундують проти напрямку осідання. Крім того, центрифугування дозволяє проводити дисперсний аналіз частинок <0,1 мк. Складність виготовлення центрифуг не дозволяє цей метод зробити масовим.

У польових умовах гранулометричний склад визначають приблизно за зовнішніми ознаками і на дотик (органолептичний метод). *Мокрий органолептичний метод* полягає у тому, що зразок розтертого ґрунту зволожують і перемішують до тістоподібного стану. З підготовленого ґрунту на долоні роблять кульку і пробують зробити з неї шнур товщиною близько 3 мм, а потім звернути кільце діаметром 2–3 см. Залежно від гранулометричного складу результати будуть різні: пісок – не утворює ні кульки, ні шнура; супісок – утворює кульку, розкачати шнур не вдається, утворюються тільки зачатки шнура; легкий суглинок – розкачується в шнур, але дуже нестійкий, легко розпадається на частини при розкачуванні або знятті з долоні; середній суглинок – утворює суцільний шнур, який можна звернути в кільце з тріщинами й переломами; важкий суглинок – легко розкачується в шнур, утворює кільце з тріщинами; глина – утворює довгий тонкий шнур, котрий потім легко утворює кільце без тріщин.

### 2.1.2 Значення гранулометричного складу ґрунту

Гранулометричний склад ґрунту є однією з найважливіших його характеристик. Від гранулометричного складу ґрунтоутворюючих порід і ґрунтів в значній мірі залежить інтенсивність багатьох ґрунтоутворюючих процесів, які пов'язані перетворенням, переміщенням та накопиченням речовин.

Гранулометричним складом ґрунту визначаються його фізичні, фізико-механічні і водні властивості (пористість, вологомісткість, водопідйомність, структурність та інші), а також повітряний і тепловий режими. З гранулометричним складом пов'язаний також вміст у ґрунті зольних елементів та азоту.

Гранулометричний (механічний) склад ґрунту має важливе значення в педогенезі, у формуванні родючості ґрунту. Від нього залежать водні, теплові, повітряні, загальні фізичні й фізико-механічні властивості ґрунту. Механічний склад ґрунту зумовлює окисно-відновні умови, величину ємності вбирання, перерозподіл у ґрунті зольних елементів, накопичення гумусу тощо. Інтенсивність багатьох ґрунтоутворювальних процесів залежить від механічного складу: на піщаних породах вона незначна, на суглинкових – досить висока. Від механічного складу залежать умови укорінення фітоценозу та чисельність риючої фауни, а також спосіб обробітку ґрунту, терміни польових робіт, норми добрив, розміщення сільськогосподарських культур. Наприклад, легкі (піщані та супіщані) ґрунти легко піддаються обробітку, швидко прогріваються, мають добру водопроникність та повітряний режим. Але мають низьку вологомісткість, бідні на гумус і елементи живлення, мають незначну поглинальну здатність, піддаються вітровій ерозії. Важкі (важкосуглинкові й глинисті) ґрунти володіють високою в'язкістю й вологомісткістю, краще забезпечені поживними речовинами та гумусом. Безструктурні важкі ґрунти мають несприятливі фізичні та фізико-хімічні властивості: слабку водопроникність, здатність запливати й утворювати кірку, високу щільність і та ін. Найкращими з цієї точки зору є суглинкові ґрунти.

Знання гранулометричного складу дозволяє до певної міри характеризувати ґрунти та їх родючість. Ґрунти піщані та супіщані легко піддаються обробітці, їм притаманна добра водопроникність і сприятливий повітряний режим, але вони бідні гумусом, елементами живлення, мають низьку вологомiсткість.

Суглинкові та глинисті ґрунти відрізняються від піщаних і супіщаних більш високою в'язкістю і вологомiсткістю, меншою водопроникністю. Обробіток цих ґрунтів потребує більше енергетичних затрат, тому їх прийнято називати важкими ґрунтами, а піщані та супіщані – легкими.

Легкі ґрунти, крім цього, відносять ще до «теплих» ґрунтів тому, що в результаті доброї аерації (повітрообміну між ґрунтом і атмосферою) вони швидше прогріваються сонцем і раніше готові до обробітці. На відміну від них суглинкові та глинисті ґрунти відносять до «холодних».

## **2.2 Походження, склад і властивості органічної частини ґрунту**

Невід'ємною складовою частиною ґрунту є його органічні речовини. Ґрунт без органіки – це лише ґрунтоутворююча порода, яка становиться ґрунтом тільки тоді коли до складу мінеральної частини породи приєднується органічна.

Основне джерело органічної речовини в ґрунті – опад рослинного покриву у вигляді коріння, яке відмирає, і надземної маси. Менша частина органічної маси надходить в ґрунт у формі відмерлих тварин і мікроорганізмів. Їхній склад та внесок наведені на рисунку 2.1.

На початковому етапі ґрунтогенезу накопичення органічних речовин відбувається в результаті життєдіяльності нижчих організмів, до складу органічних речовин яких входять білок, а з ним і азот, один з головних органогенних елементів, якого немає у вивіреному рухляку магматичних порід.

Після мінералізації органічних речовин нижчих організмів азот переходить у рухому форму і здатний засвоюватись як елемент мінерального живлення вищих рослин. З їх появою значно прискорюється накопичення органіки в ґрунті.

Основна маса органічних решток надходить з наземним та кореневим опадом вищої рослинності і коливається в широких межах – від 10 ц/га в холодних та жарких пустелях до 250 ц/га вологих субтропічних лісах. Помірно посушливі та лучні степи дають щорічно 100–140 ц/га органічних решток. Під лісовою рослинністю більша частина органічних решток надходить на поверхню ґрунту, під трав'янистою рослинністю – переважно у ґрунт при відмиранні коріння.



Рисунок 2.1 – Структурна схема складу органічної частини ґрунту (за В. П. Дмитренко, Н. М. Осадчою, С. А. Чернецькою)

Кількість опадів, що надходить у ґрунт залежить від видового складу рослинних асоціацій і кліматичних умов. Так, під злаковорізотравною рослинністю в помірнопосушливих умовах опад досягає 15 т/га, в посушливих степових районах – близько 5 т/га. Після збирання зернових культур опад становить у середньому близько 4 т/га, а під багаторічними травами 3–4-річного віку – 4–6 т/га.

До складу органічних решток входять білки, віск, жири, смоли, целюлоза, геміцелюлоза, розчинні вуглеводи і лігнін (табл. 2.4). Суттєво виділяються

високим вмістом воску та смол хвоя дерев. Вагоме накопичення білків характерне для бобових трав і особливо для бактерій.

До складу рослинних решток входять також різноманітні органічні кислоти жирного та ароматичного рядів: оцтова, янтарна, бензойна та ряд інших. В органічних рештках присутні зольні елементи: макро – (Ca, K, P, Na, Mg, S, Fe), мікро – (Si, Al, Mn, B, Mo, Cu, Zn, Co) та інші.

Таблиця 2.4 – Хімічний склад фітогенних решток нижчих та вищих рослин, % сухої речовини (за М. М. Коновою, 1963)

	Білки	Віск, жири, смоли	Целюлоза	Геміцелюлоза, розчинні вуглеводи	Лігнін, дубильні речовини
Бактерії	40–70	не визначали	немає	-	немає
Водорості	10–15	не визначали	5–10	50–60	немає
Лишайники	3–5	не визначали	5–10	60–80	8–10
Мохи	5–10	не визначали	15–25	30–60	немає
Хвоя дерев	5–7	20–25	20	15–20	15
Листя дерев	4–10	3–5	15–25	10–20	10
Багаторічні злаки	5–10	5–12	25–30	25–30	15–20
Багаторічні бобові	10–15	10–15	20–25	25–30	10–15

Органічні речовини, що потрапили до ґрунту, зазнають в ньому цілий ряд перетворень, які призводять їх до мінералізації і формування з проміжних продуктів розкладу та продуктів життєдіяльності мікроорганізмів – нових, специфічних високомолекулярних органічних сполук – *гумусових речовин ґрунту*.

Процеси *мінералізації і гуміфікації* відбуваються одночасно, складним чином суміщаючись один з одним. Обидва процеси протікають при активній участі мікроорганізмів, що мешкають у ґрунті (бактерій, грибів, актиноміцетів), фауни безхребетних, води і кисню.

Механізм дії мікроорганізмів на рослинні рештки полягає в тому, що ними в процесі життєдіяльності виділяються особливі речовини – *ферменти*, які діють як каталізатори, тобто як прискорювачі хімічних реакцій. В результаті дії різних ферментів відбуваються різноманітні біохімічні реакції: гідролізу, окислення, відновлення та інші.

Мікроорганізми, що мешкають у ґрунті по відношенню до живлення (трофності) поділяються на *автотрофні та гетеротрофні*. Цим відношенням в значній мірі визначаються їхні функції в процесах розкладення та синтезу органічних речовин. В процесах мінералізації та гуміфікації особливо велике значення має група гетеротрофних мікроорганізмів. Вони потребують для свого живлення готових органічних речовин і живуть за рахунок енергії, яка виділяється при їх розкладі.

По відношенню до повітря мікроорганізми діляться на *аеробні та анаеробні*.

*Аеробні мікроорганізми* – всі гриби, більша частина актиноміцетів, багато бактерій, живуть при вільному доступі кисню повітря. Функції їх досить різносторонні. Є група аеробів, що розкладають целюлозу: бактерії – *Cytophaga lutea*, *Cellvibrio fulva*, гриби – *Trichoderma*, *Fusarium*, деякі види *Aspicilium* і деякі актиноміцети. Ряд мікроорганізмів окислюють пектинові речовини (*Bacillus subties*, *Bac. mesentericus*), жири (*Aspergillus niger*).

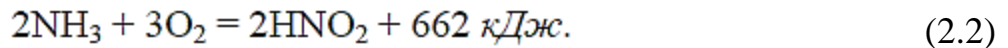
*Анаеробні мікроорганізми* живуть без доступу кисню повітря або при його нестачі. Необхідний для процесів дихання і в якості енергетичного матеріалу кисень вони одержують від різних хімічних кисневих сполук. В анаеробному розкладі клітковини приймають участь бактерії із роду *Clostridium*, *Caducens*, *Plectridium*, які викликають процеси бродіння з утворенням недоокиснених сполук (спиртів, органічних кислот та ін.).

В процесах *мінералізації* ряду органічних речовин приймають участь не тільки гетеротрофні, але й хемотрофні мікроорганізми, які одержують необхідну їм для асиміляції вуглекислоти енергію за рахунок екзотермічних хімічних реакцій. До таких реакцій належать окислення азоту і сірки.

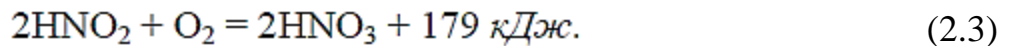
В мінералізації білків приймають участь різні групи аеробних мікроорганізмів, які окислюють азот. Тут важливу роль відіграють групи мікроорганізмів амоніфікаторів, які амоніфікують білкові речовини: *Bact. vulgare*, *Bact. fluorescens*, *Bact. coli*, *Bact. mycodies* та ряд інших. В результаті їх діяльності в ґрунтах з'являється аміачний азот.



Загальна схема розкладу білків така. В результаті розщеплення білкової молекули виділяються вільні аміносполуки, в яких зв'язаний азот зазнає *амоніфікації* з виділенням аміаку і утворенням вуглекислого амонію (внаслідок реакції аміаку з вугільною кислотою, яка розчинена в ґрунтовій вологі). Аміачні сполуки підлягають подальшому окисленню, або *нітрифікації*. Окислення аміачного азоту спочатку відбувається до азотистої кислоти  $\text{HNO}_2$  за формулою 2.2:

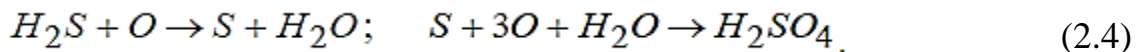


В цій реакції приймають участь нітрозні бактерії (*Nitrosomonas*, *Nitrosospora*, *Nitrosocystis*). Далі в окисленні азотистої кислоти до азотної за формулою 2.3 приймають участь бактерії з роду *Nitrobacter*:



Азотна кислота, взаємодіючи з катіонами ґрунту (Ca, Na, K), утворює азотнокислі солі – різні селітри. Вони легкорозчинні і вільно засвоюються кореневими системами рослин. Енергія, яка виділилася при окисленні азоту, дозволяє бактеріям – нітрифікаторам асимілювати атмосферну вуглекислоту. Цей процес одержав назву *хемосинтезу*.

Окислення сірки у формулі 2.4, яка входить до білкових тіл і виділяється при розкладі білка у вигляді сірководню, відбувається в ґрунтах особливими сіркобактеріями і називаються *сульфофікацією*. Сірчана кислота, яка утворилася при сульфофікації, дає з різними катіонами солі (сульфати), більша частина яких добре розчинна у воді й доступна рослинам.



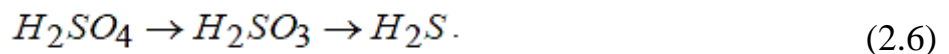
При сукупній дії аеробних мікроорганізмів відбувається бистре окислення і мінералізація органічних решток з утворенням кисневих сполук. Вуглець окислюється до вуглекислоти  $\text{CO}_2$ , водень – до води  $\text{H}_2\text{O}$ , азот – до азотистої кислоти  $\text{HNO}_2$ ; азотної  $\text{HNO}_3$  кислот фосфор – до фосфорної кислоти  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , сірка – до сірчаної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Одержується ряд сильних кислот, які з'єднуючись з основами, що знаходяться в золі рослин і ґрунті, утворюють різні

солі. Багато з цих солей розчинні у воді і служать джерелом живлення для рослин.

Процес розкладу органічних решток, який відбувається при вільному доступі кисню, називається *тлінням*. При нестачі кисню при участі анаеробних мікроорганізмів йдуть *процеси відновлення* мінеральних сполук. Нітрати відновлюються до аміаку і молекулярного азоту. Цей процес називається *денітрифікацією* і відбувається при участі *Bact. denitrificans* та інших анаеробних мікроорганізмів за формулою 2.5:



Сульфати відновлюються до сірководню при дії анаеробних бактерій *Spirillum desulfuricans*. Цей процес називається *десульфифікацією* і відбувається за формулою 2.6:



Таким чином, під впливом життєдіяльності анаеробів ряд хімічних елементів, що змінюють свою валентність (N, S, Fe, Mn, та інші) відновлюється. При анаеробному розкладі органічних сполук продуктами мінералізації є безкисневі сполуки: водень (H<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), аміак (NH<sub>3</sub>), молекулярний азот (N<sub>2</sub>), фосфористий водень (PH<sub>3</sub>), сірководень (H<sub>2</sub>S). Ці газоподібні речовини входять до складу ґрунтового повітря і частково при газообміні з атмосферою видаляються з ґрунту. Процеси анаеробного розкладу органічних решток називаються *гниттям*.

*Процеси гуміфікації*. Вони є специфічними з точки зору новоутворень і характерні тільки для ґрунту. Рештки зелених рослин, що потрапляють в ґрунт або на його поверхню, розкладаються мікроорганізмами і використовуються ними як джерело енергії та живлення. В процесі розкладу ці рештки втрачають анатомічну будову, а речовини, які входять до їх складу, переходять в більш рухомі і прості сполуки. Одна частина цих сполук повністю мінералізується мікроорганізмами, і продукти розпаду використовуються новими поколіннями зелених рослин, а друга частина продуктів розпаду використовується

гетеротрофними мікроорганізмами для синтезу вторинних білків, жирів, вуглеводів та інших речовин, які утворюють плазму нових поколінь мікроорганізмів. І на кінець, деяка частина проміжних продуктів розпаду перетворюється в специфічні складні високомолекулярні речовини – *гумусові кислоти*. Цей процес називається *гуміфікацією*, його агентами є вода, кисень, ферменти мікроорганізмів.

Активну роль в перетворенні органічних решток в гумус приймають мікро та макроскопічні тварини, котрі перемішують з ґрунтом всю масу органічних решток і продуктів їх розкладу і гуміфікації, переробляють їх і викидають невикористану частину у вигляді екскрементів в товщу ґрунту. Особливо велика роль в цьому процесі належить *дощовим черв'якам*.

Відносно природи гумусу на сучасному етапі розвитку науки ґрунтознавства існує багато різнобічних теорій і гіпотез.

Згідно з дослідженнями Марії Михайлівни Конової гуміфікація протікає за наступною схемою:

1. Початкові стадії процесу гуміфікації рослинних решток відбуваються при участі мікроорганізмів і супроводжується мінералізацією частки компонентів, що входить до них, до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  та ін.

2. Всі компоненти рослинних тканин є першоджерелами фенольних сполук (продуктів метаболізму та продуктів розпаду), амінокислот і пептидів (продуктів розпаду та ресинтезу). Ці компоненти є структурними одиницями, з яких формуються гумусові речовини.

3. Конденсація структурних елементів відбувається шляхом окислення фенолів фенолоксидазами до хінонів, які взаємодіють з амінокислотами і пептидами.

4. Остання ланка в формуванні гумусових речовин – поліконденсація (полімеризація)

Інша гіпотеза гуміфікації запропонована Іваном Володимировичем Тюріним і одержала розвиток в роботах Людмили Миколаївни Александрової. За цією гіпотезою в процесах конденсації гумусових речовин приймають участь

не прості, мономірні, а складні, високомолекулярні проміжні продукти розпаду органічних речовин, які мають циклічну будову (білки, дубильні речовини, лігнін та ін.). Біохімічне окислення високомолекулярних продуктів розпаду супроводжується їх конденсацією. В процесі окислення і конденсації різко зростає число карбоксильних груп (COOH), зберігаються і фенолгідроксильні групи (OH). Це зумовлює кислотну природу гумусових речовин, які утворилися.

Загальна схема процесів гуміфікації та геохімічного обігу гумусових речовин наведена на рисунку 2.2.

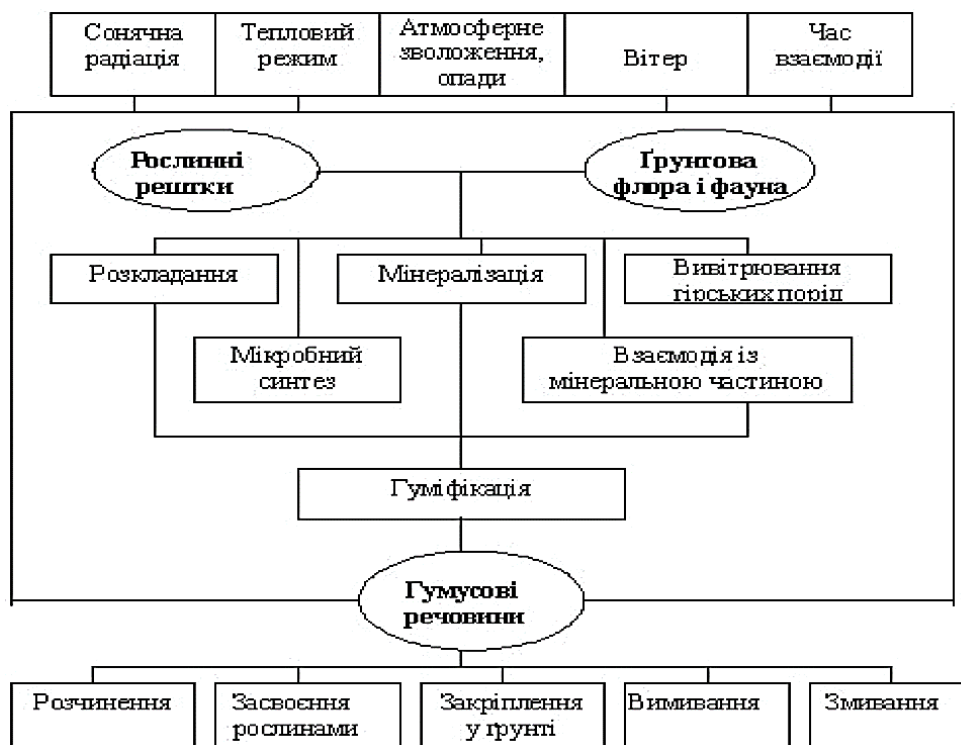


Рисунок 2.2 – Схема процесів гуміфікації та геохімічного обігу гумусових речовин (за В. П. Дмитренко, Н. М. Осадчою, С. А. Чернецькою)

**Склад гумусу.** Гумус ґрунту – складний комплекс органічних сполук, представлених двома головними групами речовин:

- 1) органічними сполуками індивідуальної природи, неспецифічними для ґрунтів; вони присутні в рослинних і тваринних тканинах та ін.;
- 2) комплекси органічних речовин складної природи, специфічні для ґрунтів; це власне гумусові речовини.

1. *Індивідуальні органічні речовини* надходять в ґрунт при розкладі органічних рештків і як продукти метаболізму мікроорганізмів. Багато з них

водорозчинні і вилуговуються вже на перших стадіях розкладу. Це цукор, прості органічні кислоти, розчинні поліфеноли, що входять до складу рослинних клітин. Інші звільнюються або знову утворюються в наступних стадіях розкладу. Це численні аліфатичні кислоти, амінокислоти, протеїни, вуглеводи, фенольні сполуки, органічні фосфати.

В сумі речовини індивідуальної природи складають невелику долю від загального вмісту в ґрунті органічних речовин – не більше 15 %. Проте їх роль в ґрунтоутворенні дуже значна. Вони беруть активну участь в процесах вивітрювання мінералів, що входять до складу ґрунту і утворенні органомінеральних компонентів. Багато з них є добрими структуроутворювачами. Речовинам індивідуальної природи притаманна властивість фізіологічної активності. Навіть мізерна кількість деяких з них впливає на рослини, проявляючи позитивні або негативні дії на їх ріст і розвиток.

2. *Група специфічних гумусових речовин* складає 85–90 % від загальної кількості органічних речовин в ґрунті.

*Гумусові речовини* – це система високомолекулярних азотовмісних органічних сполук циклічної будови і кислотної природи. Маючи кислотні властивості, гумусові речовини реагують з мінеральною частиною ґрунту, утворюючи органомінеральні комплекси, частина яких дуже стійка і добре закріплюється в ґрунтах.

*Гумусові речовини ґрунту* – гетерогенна система полімерів різного ступеня конденсації із змінними властивостями: відносною молекулярною масою, хімічним складом, кількістю груп в бокових ланках, здатних до реакції заміщення водню на основи, ступенем розчинності, оптичними та іншими характеристиками. Загальна схема процесів гуміфікації та складу гумусових речовин наведена на рисунку 2.3.

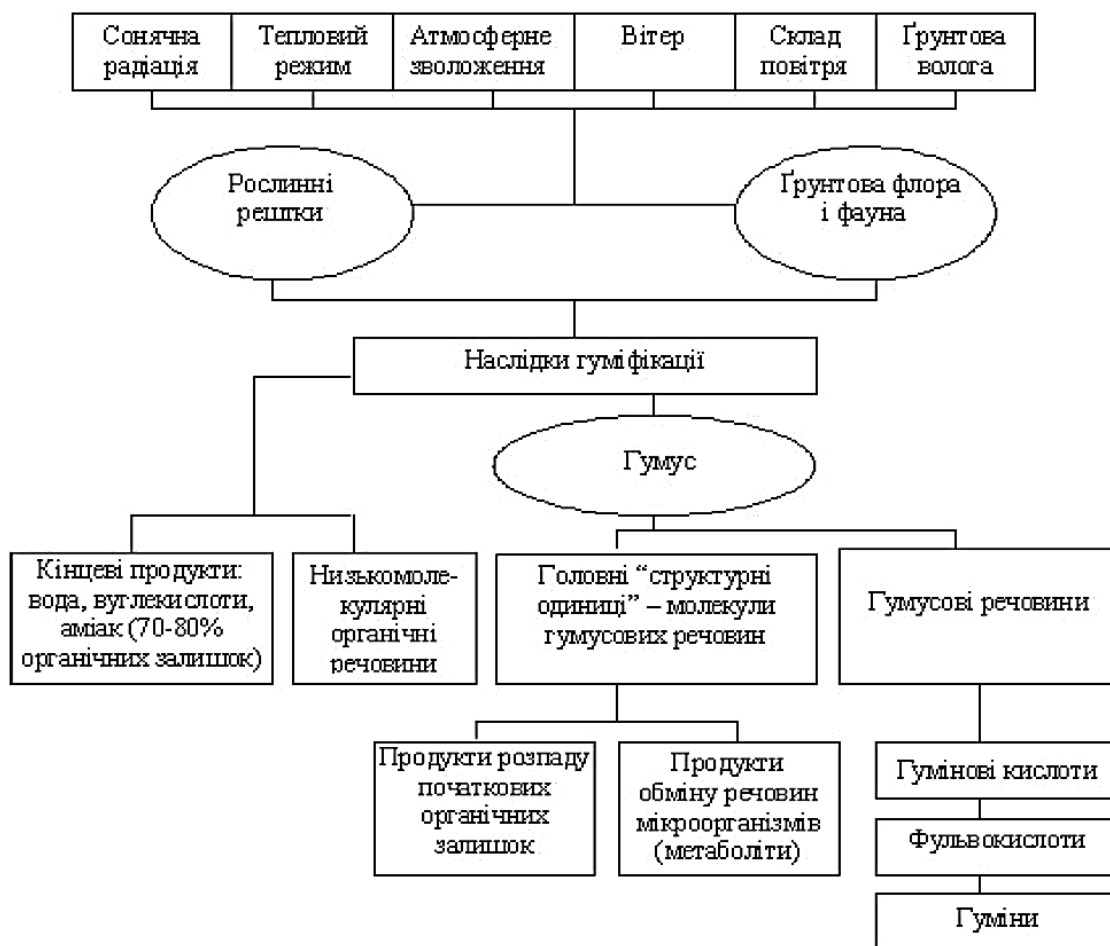


Рисунок 2.3 – Схема наслідків гуміфікації та складу гумусових речовин (за В. П. Дмитренко, Н. М. Осадчою, С. А. Чернецькою)

Вивченню елементарного складу, структури і функціональних властивостей різних груп гумусових речовин присвячені численні роботи хіміків і ґрунтознавців. Вони були розпочаті ще в ХІХ ст. роботами Берцеліуса, Мульдера та інших вчених і продовжуються до цього часу. Серед вчених Радянського Союзу найбільш вагомі дослідження в цій галузі належать І. В. Тюріну, М. М. Кононовій, Л. М. Александровій, В. Р. Вілямсу, Д. С. Орлову. Серед сучасних зарубіжних вчених, роботи яких стосуються проблем гуміфікації, необхідно назвати І. Бремнера, В. Флайга, Ф. Шиффера, Б. Ульріха, У. Шпрінга.

Філіп Дюшофур (1970) виділяє головні типи гумусу на підставі морфологічних відмінностей, ступеня трансформації органічних речовин та їх зв'язку з мінеральною частиною ґрунту:

**Мор** – (грубий гумус) містить багато детриту (рослинні залишки, які слабо розклалися), формується при низькій біологічній активності в умовах сильнокислої і кислої реакції середовища.

**Модер** – представляє собою середньорозкладені рослинні залишки, формується в умовах кислої реакції середовища при середній біологічній активності, має слабе зчеплення з мінеральною частиною ґрунтів.

**Мюлле** – власне гумус, що складається з новостворених у ґрунті молекул гумінових і фульвокислот. Вони становлять 85–90 % органічної частини ґрунту. Формується при високій біологічній активності, в умовах слабокислої, нейтральної і лужної реакції середовища, має сильний зв'язок з мінеральною частиною ґрунту.

**Анмоор** – утворюється в умовах тимчасового надмірного зволоження.

Встановлено, що до складу гумусових речовин входять дві групи гумусових кислот:

1. Група жовтозабарвлених гумінових кислот, в межах якої виділяються власно гумінові кислоти (сірі), ульмінові (бурі) кислоти і розчинні в спирті гіматомеланові кислоти.

2. Група щільно забарвлених фульвокислот.

*Гумусові (гумінові) кислоти* (ГК) утворюються в аеробних умовах; вони розчинні в їдких лугах і водних розчинах аміаку, але нерозчинні у воді і кислотах, мають темне забарвлення. З них складається основна частина перегнійних речовин степових ґрунтів – чорноземів. Елементарний склад гумінових кислот дещо варіює в різних ґрунтах: 52–62 % вуглецю, 31–39 % кисню, 2,6–5,1 % азоту; 2,5–5,8 % водню (табл. 2.5). Крім того в них знаходиться до 10 % зольних елементів – кремнію, фосфору, сірки, заліза, кальцію, калію та ін.

Ядро молекули ГК відрізняється гідрофобними властивостями, бічні ланцюги – гідрофільними. Характерними особливостями гумінових кислот є їх *полідисперсність* (різноманітність величин частинок) та *гетерогенність* (неоднорідність) за деталями їх будови.

Гумінові кислоти являють найбільш цінну частину гумусу: їм притаманна велика вбирна здатність по відношенню до катіонів (250–500 мгекв/100 г в

нейтральному середовищі і 600–700 мгекв/100 г – в лужному) і відіграють важливу роль у створенні агрономічноцінної структури. Велике значення гумінових кислот як запасного фонду поживних речовин для рослин, і перш за все, азоту.

*Фульвокислоти* (ФК) в порівнянні з гуміновими кислотами вміщують менший відсоток вуглецю і азоту, і більш високий – водню і кисню. Елементарний склад фульвокислот варіює в межах: вуглецю 40–52 %, водню – 46 %; кисню 40–48 %; азоту – 26 %. За В. В. Пономарьовою, у складі ФК вуглецю – 45,3 %, водню – 5 %, кисню – 47,3 %, азоту – 2,4 %. При порівнянні з елементним складом ГК, фульвокислоти містять менше вуглецю та азоту, а кисню більше (табл. 2.5).

Фульвокислоти добре розчинні у воді; їхні водні розчини мають сильно кислу реакцію (рН 2,6–2,8), тому їм притаманна велика агресивність відносно первинних і вторинних мінералів, які вони легко руйнують. При обмінних реакціях водню карбоксильних (COOH) і фенол гідроксильних (ОН) груп фульвокислот на основи утворюються різні солі – *фульвати*. Фульвати натрію, калію, амонію, а також кальцію і магнію добре розчинні у воді, тому в ґрунтах не накопичуються.

Таблиця 2.5 – Елементарний склад гумінових (ГК) та фульвокислот (ФК) (за Л. М. Александровою)

Елемент	ГК, %	ФК, %
С	50–62	40–52
О	31–40	40–48
N	2–5 малодоступний	2–5 більш доступний
H	3–5	3–5
Зольні речовини	1–5	–

З гідроксидами заліза і алюмінію фульвокислоти утворюють комплексні сполуки, що переходять у колоїдні розчини при надлишку в розчині фульвокислот, які створюють сильноокисле середовище. В менш кислому середовищі вони випадають в осад.

Поряд з ГК і ФК в груповому складі гумусу виділяють негідролізований залишок, який раніше називали гуміном. *Гуміни* – комплекси гумінових і



фульвокислот, які міцно зв'язані з мінеральною алюмосилікатною частиною ґрунту. Проте, не всі дослідники гумусового стану ґрунту виділяють цю групу. Більшість із них виділяють їх як особливу групу під назвою «негідролізованих» або «нерозчинних» решток. Сучасні дослідження показали, що гумін представляє собою суміш гумінових і фульвокислот, дуже міцно зв'язаних з мінеральною частиною ґрунту, переважно глинистими мінералами, особливо з мінералами групи монтморилоніту, кристалічна гратка (решітка) яких має властивість розширюватися і створювати умови для вільного проникнення в між пакетні простори обмінних основ. Гуміни – найбільш інертна частина ґрунтового гумусу, яка не витягується з ґрунту при звичайному обробітку її лужними розчинами. За своїм складом гуміни близькі до ГК. Разом з тим фракція гумінових речовин міцніше пов'язана з мінеральною частиною ґрунту, що значно змінює її властивості.

Гумусоутворення включає наступні процеси формування й еволюції органопротілю ґрунтів: 1) розкладання свіжих органічних речовин, мінералізація і гуміфікація, утворення гумусових речовин, 2) мінералізація гумусових речовин, взаємодія органічних речовин з мінеральною частиною ґрунту, міграція та акумуляція органомінеральних сполук.

### **2.3 Вплив факторів ґрунтоутворення на гумусонакопичення**

В різних природних умовах характер і швидкість утворення та накопичення гумусу неоднакові і залежать від цілого ряду взаємопов'язаних факторів ґрунтоутворення.

Найважливішими з них є *водноповітряний та тепловий* режими ґрунтів, склад і характер надходження рослинних решток, видовий склад та інтенсивність життєдіяльності мікроорганізмів, гранулометричний склад і фізикохімічні властивості ґрунту.

Залежно від водноповітряного режиму гумусоутворення протікає в аеробних або в анаеробних умовах.

В *аеробних* умовах при достатній кількості вологи (60–80 % повної вологомісткості, а також при сприятливій температурі (25–30 °С) органічні рештки інтенсивно розкладаються. В цих же умовах енергійно йде мінералізація як проміжних продуктів розкладання, так і гумусових речовин. В ґрунті накопичується мало гумусу, але багато елементів зольного і азотного живлення рослин (наприклад, в сіроземах та інших ґрунтах субтропіків).

При постійній і різкій нестачі вологи в ґрунті накопичується мало рослинних решток, процеси розкладення та гуміфікації уповільнюються і гумусу також накопичується мало.

При постійному надлишку вологи, а також низьких температурах процеси гуміфікації уповільнюються. При перезволожені органічні рештки розкладаються анаеробними бактеріями; в складі проміжних продуктів розкладення утворюються низькомолекулярні органічні кислоти і відповідні газоподібні продукти (метан  $\text{CH}_4$ ), водень ( $\text{H}_2$ ), які пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів. Процес розкладення поступово затухає, гуміфікація йде слабо, а органічні рештки перетворюються в торф. Для накопичення гумусу найбільш сприятливим є поєднання в ґрунті оптимального гідротермічного і водноповітряного режимів і деяке висушування ґрунту, яке періодично повторюється. В цих умовах відбувається поступове розкладення органічних решток, достатньо енергійна гуміфікація і закріплення гумусових речовин мінеральною частиною ґрунту.

Великий вплив на направлення та швидкість гумусоутворення мають *хімічний склад органічних решток і характер їх надходження в ґрунт*.

Рештки трав'янистих рослин, особливо бобових, багатих білками, вуглеводами і зольними елементами, розкладаються в ґрунті в присутності значної кількості основ, і перш за все кальцію. В таких умовах утворюється «м'який» гумус, або гумус-мул, який рівномірно просочує мінеральну частину ґрунту. Муловий гумус виникає в ґрунтах під листям або змішаними лісами з інтенсивною діяльністю ґрунтової фауни. Численні комахи та дощові черв'яки

переміщують листяний опад з мінеральною частиною ґрунту і створюють для його гуміфікації сприятливі умови – розкладання безпосередньо в товщі ґрунту.

Рештки дерев'янистої рослинності, бідні білками і зольними елементами, збагаченні лігніном, воском і смолами (хвоя, деревина), надходять переважно на поверхню ґрунту у вигляді наземного опаду, розкладаються в умовах промивання наскрізь атмосферними опадами. Підстилка розкладається при участі грибів з утворенням великої кількості органічних кислот, нейтралізація яких утруднена внаслідок інтенсивного вилуговування основ.

Кисла реакція пригнічує розвиток гумусоутворення і на поверхні ґрунту формується «грубий» гумус (модер-гумус), в складі якого багато напіврозкладених речовин.

На гумусоутворення великий вплив чинить *видовий склад мікроорганізмів* ґрунту та інтенсивність їх життєдіяльності.

Північні підзолисті ґрунти характеризуються найменшим вмістом мікроорганізмів з низькою життєдіяльністю. На південь чисельність мікроорганізмів в ґрунті збільшується, їх видовий склад стає більш різноманітним, життєдіяльність різко зростає. Не меншого значення в утворенні гумусу має гранулометричний склад ґрунту. У піщаних і супіщаних ґрунтах утворюється добра аерація, вони швидко прогриваються. В цих ґрунтах розкладення органічних речовин прискорюється, значна частина їх повністю мінералізується, а гумусові речовини, що утворилися, погано закріплюються на поверхні високодисперсних мінеральних частинок і знову мінералізуються.

В глинистих та суглинкових ґрунтах процес розкладення органічних решток при інших рівних умовах уповільнюється, гумусових речовин утворюється більше, вони добре закріплюються на поверхні високодисперсних мінеральних частинок і поступово накопичуються в ґрунті. Зі зменшенням глинистості в ряду важкоглинистих, середньо та легкосуглинкових та інших різновидах навіть однотипних ґрунтів (вилугуваних, звичайних) за даними Б. П. Ахитирцева запаси гумусу зменшуються, звужується відношення  $C_{гк} : C_{фк}$  до мінімальних величин в супіщаних чорноземах вилужених і звичайних

(до 1,4–1,2 в гумусових горизонтах; 0,8–1,1 – в перехідних) при збереженні високого ступеню гуміфікації органічних речовин.

*Хімічний і мінералогічний склад* ґрунту визначає кількість поживних речовин, необхідних для мікроорганізмів, реакцію середовища, в якій проходять процеси гуміфікації і умови закріплення гумусових речовин в ґрунті. Особливо велику роль в закріпленні гумусових речовин в ґрунті відіграє кальцій, так як ґрунти насиченні ним, мають нейтральну реакцію, яка сприятлива для мікроорганізмів. Гумінові кислоти утворюють з кальцієм нерозчинні у воді солі – гумати кальцію. Підсилюють закріплення гумусу в ґрунті глинисті мінерали типу монтморилоніту та вермикуліту.

*Фізикохімічні властивості* визначають реакцію середовища і сорбційні властивості. Оптимальними для гуміфікації є нейтральна і близька до нейтральної реакція середовища, обумовлена підвищеною концентрацією катіонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ . Така реакція оптимальна для процесів конденсації і утворення стійких органо-мінеральних сполук.

Ступінь і характер формування та накопичення гумусу в ґрунтах залежить в основному від радіаційного балансу і режиму вологості. Вміст гумусу в ґрунтах України залежить від зони розміщення, типу і механічного складу ґрунтів, особливостей ґрунтотворних порід та кліматичних умов (табл. 2.6).

Потужність гумусового горизонту, вміст і запаси гумусу закономірно змінюються в ґрунтах зонального ряду. Найбільше значення перерахованих показників характерно для чорноземів типових лісостепової зони. Потужність гумусового горизонту в них може досягати 1,5 м, вміст гумусу до 15 %. На північ і південь від зони поширення чорноземів типових потужність гумусового горизонту, вміст і запаси гумусу поступово знижуються до мінімальних значень. Паралельно загальному вмісту гумусу змінюється відносний вміст гумінових кислот. Найбільше їх у чорноземах. На північ і на південь від чорноземів їх вміст поступово знижується.

Таблиця 2.6 – Вміст гумусу в ґрунтах Полісся і Лісостепу України, шар 0–20 см (за М. К. Крупським)

Типи ґрунтів, механічний склад	Вміст, %	Запаси, т/га
Дерново-підзолисті		
Піщані	0,6–1,0	18,6–31,0
Глиннисто-піщані	1,0–1,5	30,0–45,0
Легкосуглинкові	1,5–1,7	45,0–51,0
Сірі і світло-сірі лісові		
Супіщані	1,2–1,6	36,0–48,0
Легкосуглинкові	1,6–2,3	44,8–64,4
Середньосуглинкові	1,8–2,5	48,6–67,5
Важкосуглинкові	1,3–2,4	57,5–60,0
Темно-сірі лісові		
Легкосуглинкові	2,0–3,4	56,0–95,2
Середньосуглинкові	2,6–3,4	70,2–91,8
Важкосуглинкові	3,0–3,6	75,0–90,0
Чорноземи опідзолені		
Легкосуглинкові	2,6–3,7	72,8–106,6
Середньосуглинкові	3,1–4,9	83,7–132,3
Важкосуглинкові	3,2–4,5	80,0–112,5
Чорноземи типові		
Легкосуглинкові	3,0–3,9	75,0–97,5
Середньосуглинкові	3,9–4,9	93,6–117,6
Важкосуглинкові	4,7–6,0	117,5–150,0

Зміна вмісту фульвокислот менш закономірна, але в цілому протилежна вмісту гумінових кислот. Вміст нерозчинного залишку становить 30–40 % від загального вмісту гумусу і слабо варіює за типами ґрунтів. Характерним для кожного типу ґрунтів є відношення вуглецю гумінових кислот до вуглецю фульвокислот, які також найбільші у чорноземах. За цим відношенням виділяють наступні типи ґрунтів: *гуматні* >2, *фульватногуматні* 1–2, *гуматнофульватні* 1–0,5, *фульватні* <0,5.

У складі гумінових кислот частка вільних і зв'язаних з рухомими формами полуторних оксидів від підзолистих ґрунтів до ґрунтів аридних регіонів знижується від 90–100 % до 10 % і менше, а з кальцієм, навпаки, зростає в тому ж діапазоні. У ґрунтах вологих і змінновологих тропічних і субтропічних областей вміст гумусу підвищується на 34% з переважанням в його складі, як правило, фульвокислот.

## 2.4 Екологічна роль органічних речовин ґрунту

Гумусові речовини та проміжні продукти розкладення органічних решток приймають активну участь в процесах ґрунтогенезу вже на самих ранніх стадіях – біологічному вивітрюванні мінералів і руйнуванню гірських порід, що вийшли на поверхню земної кори. Рештки органічних речовин, які потрапили в ґрунт або на його поверхню, розкладаються мікроорганізмами і використовуються ними як джерело енергії і живлення, змінюючи при цьому їх анатомічну будову і переводячи в більш мобільні і прості сполуки.

В подальшому, одна частина цих сполук повністю мінералізується мікроорганізмами і продукти розпаду засвоюються новими поколіннями рослин, а інша частина продуктів розпаду використовується гетеротрофними мікроорганізмами для синтезу вторинних білків, жирів, вуглеводів та інших речовин, які утворюють плазму нових поколінь мікроорганізмів. І нарешті, деяка частина проміжних продуктів розкладення перетворюється в специфічні складні високомолекулярні речовини – гумус, роль якого в ґрунотворних процесах надзвичайно велика.

Маючи в своєму елементарному складі значну кількість вуглецю, органічні речовини стали основним джерелом енергії, яка використовується мікроорганізмами і безхребетними тваринами для своєї життєдіяльності.

Енергія органічних решток, які надходять у ґрунт досить велика – біля 17–21 кДж на 1 г сухої речовини, а для гумусових кислот вона відповідно складає 18–22 кДж на 1г. Це означає, що ґрунт із середнім вмістом гумусу 4–6 % або 200–400 т/га накопичує на 1 га кількість енергії, адекватну 20–30 т антрациту (антрацит – викопне кам'яне вугілля, що має високу теплотворну здатність; при вмісті вуглецю 93,5–97 %, згоряючи виділяє 34–35 кДж/г енергії).

Гумусові речовини містять у своєму складі азот і ряд зольних елементів (Са, К, Р, S та інші), які мають важливе значення в мінеральному живленні рослин. При мінералізації гумусу ці елементи звільнюються і стають доступними рослинам. Таким чином, гумус є запасним фондом поживних речовин.

Гумусові кислоти, маючи властивості склеювати мінеральні частинки, створюють ґрунтові агрегати, і тим самим відіграють важливу роль в формуванні структури ґрунту із сприятливими фізичними і фізико-механічними властивостями. За даними І. В. Кузнецової, підвищення вмісту гумусу в дерновопідзолистих ґрунтах з 2,5–3 до 5–6 % призводить до збільшення водотривких агрегатів в орному шарі до 50 %, загальної пористості до 55–60 %, найменшої вологомісткості до 43–44 %, діапазону активної вологи до 20–25 %. Особливо помітні зміни відбуваються в ґрунтах з дещо заниженим вмістом гумусу. За даними Н. Ф. Ганжари при підвищенні гумусованості (дерновопідзолистих ґрунтів в діапазоні 1,6–3,1 % і чорноземів – 3,5–5,5 %) відбувається зміна таких властивостей ґрунту як щільність твердої і об'ємної маси, ємності катіонного обміну, питомої поверхні, пористості.

Органічні речовини внаслідок кислотної природи сприяють процесам внутрішнього ґрунтового вивітрювання і переходу елементів, які входять до складу мінералів, в більш рухомі форми. Органічні речовини – джерело вуглекислоти в ґрунтовому повітрі та приземних шарах атмосфери, яка приймає участь у фотосинтезі через передачу її кореневими системами в надземні органи з ґрунту і безпосередньо з приземних шарів.

Властивість органічних речовин ґрунту до сорбції катіонів запобігає їх відвмивання. Це має дуже важливе значення при внесенні у ґрунт мінеральних добрив. Органічні речовини безпосередньо стимулюють ріст рослин. Навіть невелика доза гумінових кислот (в концентрації  $10^6$ – $10^8$  г/мл розчину) активізує розвиток корневих систем, регенерацію коріння, швидкість проростання коріння і надходження поживних речовин в рослини. Активізація пов'язана з підвищенням проникливості клітинних оболонок рослини і його ферментативної системи.

### ***Контрольні питання:***

1. Що таке гранулометричний склад ґрунту? Чим він представлений?
2. На які властивості ґрунту впливає його гранулометричний склад?
3. Що визначає гранулометричний аналіз?

4. Які методи гранулометричного аналізу вам відомі?
5. Охарактеризуйте склад органічної частини ґрунту?
6. Шляхи надходження органічних решток в ґрунт?
7. Розкрийте суть процесів мінералізації та гуміфікації?
8. Роль мікроорганізмів в процесі ґрунтоутворення?
9. Як впливають фактори ґрунтоутворення на гумусонакопичення?
10. Яка екологічна роль органічних речовин ґрунту?

### **3 СТРУКТУРА ТА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ**

#### **3.1 Ґрунтовий профіль, ґрунтові горизонти та їх індексація**

Поняття про ґрунтовий профіль і профільний метод вивчення ґрунтів у кінці ХІХ століття в науку ввів В. В. Докучаєв.

Процеси перетворення і переміщення речовин та енергії в ґрунті визначають розчленування його на шари, які називаються *генетичними горизонтами*. Основними складовими частинами ґрунтового профілю є генетичні горизонти, а їх сукупність загалом називають *ґрунтовим профілем*.

У сучасному ґрунтознавстві *під генетичними горизонтами розуміють однорідні, зазвичай паралельні шари ґрунту, які сформувались у процесі ґрунтоутворення, що різняться між собою морфологічними ознаками, складом і властивостями*.

**Ґрунтовий профіль** – це певне вертикальне чергування генетичних горизонтів у межах ґрунтового індивідуума (рис. 3.1).

Профіль ґрунту характеризує зміну його властивостей по вертикалі. Залежно від напрямку ґрунтоутворення спостерігається закономірний розподіл і зміна гранулометричного, мінералогічного та хімічного складу, фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтового тіла від поверхні до підстильної породи. Ці зміни можуть бути як поступовими, так і різкими.

Профіль ґрунту характеризує зміну його властивостей по вертикалі.



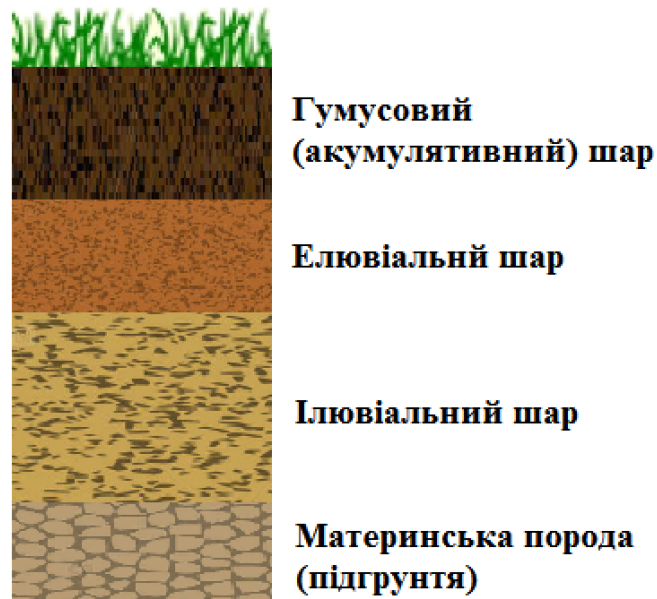


Рисунок 3.1 – Схема ґрунтового профілю

Залежно від напрямку ґрунтоутворення спостерігається закономірний розподіл і зміна гранулометричного, мінералогічного та хімічного складу, фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтового тіла від поверхні до підстильної породи. Ці зміни можуть бути як поступовими, так і різкими.

Будова ґрунтового профілю специфічна для кожного типу ґрунту, тому служить його основною діагностичною характеристикою. Генетична цілісність, єдність ґрунтового профілю – основна властивість ґрунтового тіла, що формується в процесі педогенезу з ґрунтоутвірної породи як єдине ціле, що розвивається у часі в єдності його генетичних горизонтів.

Залежно від особливостей педогенезу та віку ґрунту, ґрунтові профілі бувають складними та простими. **Проста будова профілю має п'ять типів: примітивний, неповнорозвинений, нормальний, слабодиференційований і порушений.**

*Примітивний профіль* формується малопотужним гумусоаккумулятивним горизонтом (Н) або перехідним до материнської породи (НР), які залягають безпосередньо на ґрунтоутвірній породі.

*Неповнорозвинений* має повний набір генетичних горизонтів, що характерний для даного типу ґрунтів, але з малою їх потужністю (профіль укорочений).

*Нормальний* має повний набір генетичних горизонтів, що характерний для даного типу ґрунту, з типовою для нееродованих плакорних ґрунтів потужністю.

*Слабодиференційований* – дуже розтягнутий монотонний профіль, в якому генетичні горизонти поступово змінюють один одного без чітко помітних переходів.

*Порушений* (еродований) – профіль, в якому частина верхніх горизонтів знищена ерозією.

***Складної будови ґрунтовий профіль може бути: реліктовим, багаточленним, поліциклічним, порушеним (переверненим) і мозаїчним.***

*Реліктовий* профіль характеризується наявністю похованих горизонтів або похованих профілів палеоґрунтів. З іншого боку, в такому профілі можуть бути і не поховані, а реліктові горизонти – результат стародавнього ґрунтоутворення, що на даний час іде по іншому типу.

*Багаточленний* профіль формується у випадках літологічних змін у межах ґрунтової товщі (двочленні материнські породи).

*Поліциклічний* профіль утворюється в умовах періодичного перевідкладення ґрунтоутворюючого матеріалу (річковий алювій, вулканічний попіл, еолові наноси).

*Порушений* (перевернений) профіль формується при вивертанні нижніх горизонтів на поверхню. Розрізняють штучний (діяльність людини) та природний (при буревіях) порушений профіль.

*Мозаїчний* профіль – профіль, в якому генетичні горизонти утворюють не послідовну за глибиною серію горизонтальних шарів, а непередбачувану строкату мозаїку, плямистість.

Систематика типів будови профілю будується і за іншими принципами. Зокрема, досить розповсюджена систематика за характером розподілу речовинного складу ґрунту по вертикальній товщі (наприклад, вмісту гумусу,

карбонатів, глинистих мінералів і т.п.). Такий розподіл відображається і на морфологічних ознаках: забарвленні генетичних горизонтів, щільності, характері та розподілі новоутворень.

Спираючись на цей тип систематики, виділяють акумулятивний, елювіальний, ґрунтовоакумулятивний елювіальноілювіальний та недиференційовані ґрунтові профілі:

– *акумулятивний* профіль із максимумом накопичення тих чи інших речовин у поверхневих горизонтах при поступовому зменшенні їх вмісту з глибиною. Поділяється на регресивноакумулятивний (увігнута крива перерозподілу), прогресивноакумулятивний (випукла) та рівномірноакумулятивний;

– *елювіальний* профіль із мінімумом речовини на поверхні (поверхневому горизонті) та поступовим зростанням його вмісту з глибиною. Поділяється на регресивноелювіальний (увігнута крива перерозподілу), прогресивноелювіальний (випукла), рівномірноелювіальний;

– *ґрунтовоакумулятивний* профіль характеризує накопичення речовин із ґрунтових вод у нижній та середній частині товщі ґрунту;

– *елювіальноілювіальний* профіль із мінімумом речовин у верхній частині та максимумом у середній або нижній частині;

– *недиференційований* профіль характеризується рівномірним вмістом речовини по всій товщі ґрунту.

Будь-який ґрунт може бути охарактеризований з деяким наближенням одним із наведених генетичних типів профілю, що має безпосереднє діагностичне значення. Для кожного природного типу ґрунтоутворення характерна своя сукупність горизонтів. Усі горизонти та профілі взаємно пов'язані і взаємно зумовлені. Вони формуються в процесі генезису ґрунту з материнської породи одночасно як єдине ціле. Отже, профіль ґрунту – це генетична цілісність усіх його горизонтів.

В. В. Докучаєв виділив у ґрунті всього три генетичних горизонти і позначив їх першими літерами латинського алфавіту (А – поверхневий

гумусоаккумулятивний, В – перехідний до материнської породи, С – материнська порода, підгрунтя). З накопиченням знань про ґрунти ця індексація горизонтів стала недостатньою. Виникла необхідність створення більш повної й раціональної системи позначення горизонтів. Над її доповненням і удосконаленням працювали Г. М. Висоцький, К. Д. Глінка, С. О. Захаров, Д. Г. Віденський, Б. Б. Полинов та ін.

У 1936 р. український ґрунтознавець Олексій Никанорович Соколовський запропонував принципово нову систему індексів. Детальніше її розробили його учні М. К. Крупський, Г. С. Гринь та інші. Систему індексів О. Н. Соколовського в наш час з успіхом використовують в Україні. Розвиток ґрунтознавства призвів до виділення великої різноманітності генетичних горизонтів різних типів ґрунтів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Системи індексів (символів) генетичних горизонтів

Назва горизонту	Індекси В. В. Докучаєва	Індекси О. Н. Соколовського
Торф'яний	At	T
Органічно-аккумулятивний (лісова підстилка, дернина або степова повсть)	Ao	Ho (Hл, Hd, Hc)
Гумусовий (суцільний)	A <sub>1</sub>	H
Орний	A <sub>п</sub>	Horн.
Елювіальний (вимитий)	A <sub>2</sub>	E
Ілювіальний (вмитий)	B	I
Глейовий	-	Gl
Глеюватий	-	gl
Материнська порода	C	P
Підстилаюча порода	D	D

Усі відомі генетичні горизонти ґрунту у вітчизняній науці ділять на ряд типів, тобто груп горизонтів, які мають подібну генетичну основу через єдиний ґрунтоутворний процес, але відрізняються в різних типах ґрунтів, що пов'язано з інтенсивністю прояву цього процесу, його віку, сполученнями з іншими процесами. Ґрунтознавці України також виділяють такі додаткові горизонти:

*Pf* – псевдофіброві, складаються з тонких бурих або червонуватобурих ущільнених прошарків (псевдофібрів) товщиною 13 см, які чергуються з прошарками палевого або білястого піску;

*R* – ортзандові, складаються зі зцементованого оксидами заліза піску. Залізо в них переважно гідрогенного й мікробного походження, вони червоного кольору, як правило – щільні, безструктурні;

*Rg* – ортштейнові, збагачені глиною, півтораоксидами, гелями кремнію, тверді, червонуватокоричневі;

*M* – мергелясті, складаються з карбонатних новоутворень гідрогенного походження (луговий мергель). Містять від 25 до 50 % карбонатів кальцію і магнію, білого або сіруватобілого кольору, часто з бурими плямами. *Перехідні горизонти* сполучають в однаковій мірі ознаки двох сусідніх горизонтів. У ґрунтах з поступовим ослабленням будьякої ознаки від поверхні до породи (чорноземах, лугових, дернових та інших) ці горизонти так і називаються – перехідні; у ґрунтах з диференційованим профілем – за назвою двох суміжних горизонтів. Позначаються символами суміжних горизонтів. Наприклад, перехідний між гумусовим і материнською породою в чорноземах – *HP*; гумусовим та елювіальним в дерновопідзолистих ґрунтах – *HE* (гумусовоелювіальний).

Майже всі ознаки, виділені в основних горизонтах, можуть проявлятися нерівномірно, в одних випадках бути головними, в інших – накладатись, виражатись нечітко. У цих випадках вони позначаються такою ж але малою буквою. Наприклад, верхній перехідний горизонт у чорноземах між гумусовим та материнською породою характеризується значною гумусованістю та невеликою домішкою породи (*Hp*), а нижній перехідний – навпаки (*Ph*).

Часто один горизонт позначають двома або трьома індексами, наприклад *Hp*, *Hc*, *Rk*, або *P1* та ін. При цьому основний показник ставлять першим з великої літери, а другий пишуть з малої. Наведені індекси дають уявлення про тип ґрунту, його генетичні горизонти і ознаки, якими він відрізняється від інших типів ґрунтів. До додаткових належать відокремлені морфологічні елементи

грунту, уламки порід, а також ознаки, пов'язані з діяльністю людини. Нижче наводяться їх назви та символи (за українською системою):

k – наявність карбонатів;

s – наявність легкорозчинних солей;

г – наявність м'яких залізистомарганцевих стягнень та пунктуацій;

п – наявність твердих залізистомарганцевих конкрецій;

kn – наявність карбонатних конкрецій;

q – наявність уламків твердих безкарбонатних порід;

qk – наявність уламків твердих карбонатних порід;

F – наявність вохри (землистих скупчень мінералів, переважно оксидів та гідроксидів заліза і марганцю);

z – наявність копролітів, червоточин, кротовин;

dn – наявність денудації (ерозії);

dl – делювіальні наносні горизонти на поверхні ґрунту;

de – еолові наносні горизонти на поверхні ґрунту;

al – алювіальні наносні горизонти на поверхні ґрунту;

a – орні горизонти (від лат. *arvum* – поле);

ag – насипні рекультивовані горизонти (*agger* – насип);

pl – плантажовані горизонти;

mo – ознаки, пов'язані зі зрошенням;

m – ознаки, пов'язані з осушенням.

Якщо засолення, карбонати або літогенні включення відкриті в нижній частині горизонту, то цей спеціальний символ пишеться через косу риску (наприклад,  $P/k$ ,  $Hp/gl$ ). У випадку, коли має місце локальна концентрація (не по всій товщі горизонту) тих чи інших новоутворень та включень або ознака дуже слабо виражена, – символ беруть у дужки, наприклад,  $P(h)$ ,  $H(e)$ . Поховані горизонти записують у квадратних дужках  $[H]$ ,  $[HT]$ .

Горизонти, які виникають за рахунок діяльності людини, але за своїми властивостями не відрізняються від природних, позначаються такими ж символами, що й природні, але перед ними ставиться ще символ

ознак, пов'язаних з антропогенезом. Наприклад, вторинноосолонцьований, внаслідок зрошення (іригації) мінералізованими водами горизонт – *moSl*; вториннооглеєний за рахунок підняття ґрунтових вод при зрошенні – *moHPgl*; торф'яномінеральний, утворений внаслідок пересушення торф'яників – *mTC* і т. ін.

Символ має повністю відобразити назву, наприклад, *Ehgl* – елювіальногумусований оглеєний, *Pks* – карбонатна засолена материнська порода, *Hr* – верхній перехідний; *Ph* – нижній перехідний; *HPm* – перехідний метаморфозований. З цієї позиції, українська індексація є об'єктивно більш досконалою.

Отже, українська символіка більше інформативно відбиває характерні ознаки горизонтів.

**Характер переходів між горизонтами в ґрунтовому профілі**, форма меж горизонтів і ступінь їх виразності мають важливе генетичне значення й служать суттєвою морфологічною ознакою ґрунту, оскільки це один із критеріїв визначення інтенсивності ґрунтоутворення і його загальної направленості. Часто характер переходів має діагностичне значення. Різні ґрунти мають неоднаковий характер переходів у профілі, що визначається типом, віком та інтенсивністю ґрунтоутворення відповідно до комплексу факторів навколишнього середовища.

За формою виділяють вісім основних типів меж між ґрунтовими горизонтами. *Рівна* межа характерна для більшості ґрунтів, особливо для нижніх слабо диференційованих горизонтів, звичайно – при поступових переходах. *Хвиляста* властива для нижньої частини гумусових горизонтів лісових ґрунтів, а також часто характерна для переходу між підгоризонтами. *Кишенеподібна* характерна для нижньої частини гумусованих горизонтів степових ґрунтів. *Язикоподібна* найтипівіша для нижньої частини елювіального горизонту підзолистих ґрунтів. *Затічна* характерна для ґрунтів із текучим характером гумусу або тих, які розтріскуються. *Розмита* межа характерна для ґрунтів із сильним елювіальноілювіальним процесом. *Пильчаста* зустрічається досить рідко, у підзолистих ґрунтах на структурних глинах. *Палісадна* також дуже рідко

зустрічається в солонцях при переході до солонцевого горизонту. За ступенем вираження виділяють такі види переходів: *різкий, ясний, помітний, поступовий*.

### 3.2 Основні морфологічні ознаки генетичних горизонтів

Процеси, які сприяють формуванню горизонтів, визначають їх властивості і назву. Горизонти, в яких нагромаджується гумус, називають *перегнійно-аккумулятивними або гумусними*. Вилуговування речовин призводить до утворення *вимивних або елювіальних горизонтів*, а наступне відкладення вимитих речовин сприяє утворенню *ілювіальних горизонтів*.

Профіль ґрунту, його будова та склад генетичних горизонтів визначаються комплексом геологічних, фізико-географічних умов та діяльності людини. Послідовність зміни генетичних горизонтів товщина їх і глибина залягання, будова, склад і властивості визначають особливості ґрунтового профілю та основні ознаки типу, підтипу та виду ґрунту. Кожному з них властиві свої генетичні горизонти. В Україні генетичні горизонти позначають індексами, запропонованими акад. О. Н. Соколовським та його учнями (див. табл. 3.1).

**Забарвлення ґрунту** – це найбільш доступна і, перш за все, помітна морфологічна ознака, суттєвий показник належності ґрунту до того чи іншого типу, що визначається кольором тих речовин, з яких він складається, а також гранулометричним складом, фізичним станом і ступенем зволоження.

Багато ґрунтів одержали назву відповідно до свого забарвлення – підзол, чорнозем, бурозем, сірозем, червонозем, каштановий, коричневий тощо. Ці назви відомі науковцям усього світу. Вони увійшли у термінологічний апарат світового ґрунтознавства і ми особливо горді з того, що дослідники всіх країн постійно вживають наші, слов'янські терміни.

Забарвлення ґрунту та його окремих горизонтів може дати багато для розуміння суті процесів, які проходять у ґрунті, його генезису (походження), оскільки воно відображає хімічний склад твердої фази. Ця морфологічна ознака має велике агрономічне значення. Практики землеробства знають, що родючість



ґрунту залежить від багатства його на гумус, а значить – від наявності та інтенсивності чорного або темно-сірого кольору.

За С. О. Захаровим, найбільш важливими для забарвлення ґрунту є такі три групи сполук: 1) гумус; 2) сполуки заліза; 3) кремнієва кислота,  $\text{CaCO}_3$  та каолін.

Гумусові речовини в більшості випадків зумовлюють чорне, темно-сіре, сіре забарвлення ґрунту. Часом чорне забарвлення може бути зумовлене й іншими причинами: невеликими плямами (пунктуаціями) оксидів і гідроксидів марганцю (підзолисті ґрунти), сірчистого заліза (болотні ґрунти), материнської породи (юрські глини, вуглисті сланці).

Окисне залізо надає ґрунту червоного, брудного помаранчевого та жовтого кольору. Зі сполук  $\text{Fe}_3^+$  найбільшу роль у забарвленні відіграють його безводні та водні оксиди.

Сполуки закисного заліза надають ґрунту сизуватих, зеленуватих, голубуватих тонів (вівіаніт  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  в болотних ґрунтах). Кремнезем ( $\text{SiO}_2$ ), вуглекислий кальцій ( $\text{CaCO}_3$ ), каолініт ( $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) зумовлюють білий та білястий колір. У деяких випадках помітну роль у білястих відтінках відіграють гіпс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), легкорозчинні солі ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  та ін.).

На забарвлення впливає структурний стан ґрунту. Агрегати, що знаходяться в грудкуватому, зернистому або глинистому стані, здаються темнішими, ніж безструктурні. Великий вплив на забарвлення має вологість ґрунту, вологі ґрунти здаються темнішими.

Забарвлення ґрунтів важко охарактеризувати одним кольором, тому треба вказувати ступінь та інтенсивність кольору (наприклад, світлобурий, темнобурий), відмічати відтінки (білястий з жовтуватим відтінком), називати проміжні тони (коричневосірий, сіробурий). У ґрунтознавстві прийнято домінуючу ознаку вказувати останньою. При неоднорідному забарвленні горизонтів їх характеризують як пістряві або плямісті. При цьому визначають основний тон забарвлення й колір плям.

**Структура ґрунту** – здатність ґрунту розпадатися в природному стані на агрегати (структурні окремоті, грудочки) певного розміру і форми. Структура

характеризує взаємне розташування у ґрунтовому тілі цих структурних агрегатів. Агрегати складаються зі з'єднаних між собою механічних елементів.

Форми, розміри і якісний склад структурних відмінностей у різних ґрунтах і горизонтах неоднаковий. Ґрунт може бути *структурним* і *безструктурним*. При структурному стані маса ґрунту розділена на відмінності тієї або іншої форми та величини. При безструктурному стані окремі механічні елементи, які складають ґрунт, не з'єднані між собою, а існують окремо або залягають суцільною зцементованою масою.

Структурні відмінності в горизонті не бувають одного розміру і форми. Частіше структура буває змішаною, при описі зазначають це двома або трьома словами в послідовності зростання кількості відповідних агрегатів: грудкуватозерниста, грудкуватопластинчатопилувата та ін. Для різних генетичних горизонтів ґрунтів характерні певні форми структури: грудкувата, зерниста – для дернових, гумусових горизонтів, пластинчатолускувата – для елювіальних, горіхувата – для ілювіальних у сірих лісових ґрунтів тощо.

При оцінці ґрунтової структури потрібно відрізнити морфологічне поняття структури від агрономічного. В агрономічному розумінні оптимальною є тільки грудкуватозерниста структура розміром від 0,25 до 10 мм.

#### ***Контрольні питання:***

1. Дайте характеристику фазового складу ґрунту.
2. Оцініть поняття «морфологічна будова ґрунту», опишіть рівні морфологічної організації ґрунту. Основні поняття ґрунтової морфології.
3. Визначте поняття «ґрунтовий профіль», причини його утворення.
4. Охарактеризуйте основні типи будови профілів і меж між генетичними горизонтами.
5. Визначте поняття «генетичні горизонти», охарактеризуйте основні принципи та напрямки їх індексації.
6. Оцініть забарвлення як важливу морфологічну ознаку ґрунту.
7. Оцініть структуру ґрунту як важливу морфологічну ознаку.
8. Опишіть принципи української індексації генетичних горизонтів.

9. Охарактеризуйте діагностичні ознаки поверхневих генетичних горизонтів.

10. Охарактеризуйте діагностичні ознаки підповерхневих генетичних горизонтів.

11. Оцініть характер переходів між генетичними горизонтами як морфологічну ознаку.

## 4 ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ВБИРНА ЗДАТНІСТЬ ҐРУНТУ

### 4.1 Хімічний склад ґрунту

Ґрунти, які на 80–90 % й більше складаються з мінеральної частини, утримують майже всі хімічні елементи, що входять до складу вивітрених гірських порід і мінералів.

Для характеристики кількісного складу хімічних елементів користуються *кларками*. *Кларки* – числа, які виражають середній вміст хімічних елементів у даній природній системі у масових, атомних або об'ємних відсотках. Цей термін запровадив Олександр Євгенович Ферсман (1923 р.) на честь американського геохіміка Франка Віглсворта Кларка (1847–1931).

За величиною кларків хімічні елементи гірських порід і ґрунтів об'єднуються в три групи:

- 1) макроелементи, яким відповідають кларки  $n 10 - n 10^2$ ;
- 2) мікроелементи з кларками  $n 10^3 - n 10^5$ ;
- 3) ультрамікроелементи з кларками  $< n 10^5$ .

Як літосфера, так і ґрунт, складаються майже наполовину з кисню, більш як на чверть із кремнію, на алюміній і залізо припадає трохи більше 10%, кальцій, натрій, калій і магній разом складають декілька відсотків і, на кінець, на всі інші елементи припадає менше 1%. Серед них такі необхідні рослинам елементи, як вуглець, азот, сірка і фосфор, становлять десятки і сотні частки відсотка. Найважливішими представниками останніх є два елементи (C, N), біогенно внесені в ґрунт з атмосфери. В порівнянні з літосферою їх кількість в ґрунті

зросла в десятки разів в результаті життєдіяльності мікроорганізмів, в живій масі яких за даними Олександра Павловича Виноградова міститься 18 % вуглецю і 0,3 % азоту.

У ґрунті більше, ніж в літосфері, кисню, водню, кремнію і менше алюмінію, заліза, кальцію, магнію, натрію, калію та інших елементів, що є наслідком процесів вивітрювання і ґрунтогенезу.

Джерелом хімічних елементів всіх ґрунтів і порід є магматичні гірські породи, які складають майже 95 % маси верхньої товщі літосфери. За своїм хімічним складом вони дуже різноманітні, і в першу чергу, за середнім вмістом кремнезему ( $\text{SiO}_2$ ), від якого залежить колір і щільність порід. За цими показниками магматичні гірські породи поділяються на п'ять груп:

1. *Ультраосновні породи* складаються менш як на 40% з  $\text{SiO}_2$  де переважають темнозабарвлені мінерали – рогова обманка, авгіт (чорний), олівін (жовтозелений). Щільність 3,1–3,3 г/см<sup>3</sup>. Породи: піроксеніт, перидотит, дуніт.

2. *В основних породах* на долю  $\text{SiO}_2$  припадає 40–52 %. Забарвлення їх темне, переважно чорне. Сюди входять мінерали лабрадор, піроксени, рогова обманка, олівін з щільністю біля 3,0 г/см<sup>3</sup>. Породи: габро, базальт, діабаз. Вони не вміщують вільного кварцу, багаті лужноземельними основами, бідні лугами.

3. *Середні породи* складаються з 52–65 %  $\text{SiO}_2$ , мають строкате і темно-сіре забарвлення. До них входять мінерали кварц, рогова обманка. Щільність 2,7–2,8 г/см<sup>3</sup>. Породи: діорит, порфірит, андезит. В порівнянні з основними вони багаті на калій і натрій і бідні на кальцій.

4. *Кислі породи* вміщують менше темно кольорових мінералів ніж середні. Вміст  $\text{SiO}_2$  знаходиться в межах 65–75 %. Переважаючими мінералами тут є ортоклаз, кварц, рогова обманка, іноді альбіт, які надають породам світле, рожеве і строкате забарвлення. Щільність цих порід коливається в межах 2,6–2,7 г/см<sup>3</sup>. Сюди відносяться граніт, пегматит, ліпарит.

5. *Ультракислі породи* майже не вміщують темних мінералів і більш як на 75 % складаються з  $\text{SiO}_2$ , тому їх забарвлення світле і щільність не перевищує 2,6 г/см<sup>3</sup>. Представниками цієї групи порід є пермутит та аляскіт.

В кислих та ультракислих породах значне місце належить мінералу ортоклазу, який при вивітрюванні збагачує ґрунт кальцієм.

Хоч магматичним гірським породам в 16 кілометровій товщі літосфери належить 95 % від загальної маси порід, проте на поверхні земної кори вони займають не більше 25 %. Решта території земної суші вкрита осадовими породами різної товщини, яка пов'язана з їх генезою, процесами денудації, перенесення та акумуляції.

До основних особливостей осадових порід відносяться:

- 1) залягання пластами, шаруватість;
- 2) вміст решток рослинних і тваринних організмів;
- 3) пухкість, сипучість, в зв'язку з чим велика рухомість незцементованих порід;
- 4) залежність складу і властивостей порід від кліматичних умов.

Мінерали осадових порід можуть знаходитися в кристалічному, аморфному і колоїдному стані. На рівні з первинними мінералами вихідних порід (польові шпати, кварц, слюда, рогова обманка та ін.) в осадових породах велику роль відіграють мінеральні новоутворення (глинисті мінерали – гідрослюди, каолінит і ряд інших мінералів осадового походження: карбонати – кальцит, доломіт; сульфати – гіпс, ангідрит, які відсутні в магматичних породах).

Розрізняють такі осадові породи:

- уламкові;
- глинистоколоїднодисперсні;
- хемогенні, біогенні, а також біохімічні.

**Уламкові породи** класифікують залежно від величини і форми уламків, ступеню їх обкатаності, наявності чи відсутності цементу.

**Грубоуламкові породи (псефіти).** Складаються з пухких або зцементованих уламків гірських порід і мінералів, розмір яких більше 2 мм в поперечнику. Зцементовані накопичення гострокутних уламків називають **брекчією**, а обкатаних, що складаються переважно з гальки з домішкою піску,

гравію й валунів, зцементованих оксидами заліза, карбонатами, глинистим матеріалом, – *конгломератами*.

*Піщані породи (псаміти)* – до них належать уламки мінералів або гірських порід, розмір яких від 2 до 0,05 мм (різні піски, а зцементовані – пісковики).

Піски класифікують за розміром зерен, мінеральним складом і походженням. За розмірами зерен розрізняють *грубозернисті* (2–1 мм), *крупнозернисті* (1–0,5 мм), *середньозернисті* (0,5–0,25 мм), *дрібнозернисті* (0,25–0,05 мм).

За мінеральним складом піски розділяють на *кварцові*, *слюдисті*, *глауконітові*, *залізисті*, які складаються із зерен цих мінералів.

За походженням піски бувають морськими і континентальними, останні за способом їх утворення бувають алювіальними, пролювіальними, льодовиковими, делювіальними, еоловими.

Зцементовані піщані породи – пісковики. Їх розрізняють за складом уламків і в'язучої речовини – цементу. Залежно від цементуючої речовини виділяють пісковики карбонатні (скипають з HCl), кременисті (дуже тверді), залізисті – забарвлення вохристе, іржаво-буре.

В залежності від вмісту глинистих частинок (фракцій розміром <0,005 мм) виділяють групу піщано-глинистих порід – супісок, суглинок.

*Пилуваті породи – алеврити*. Порода складається з дуже дрібних пилуватих пластинок діаметром 0,05–0,005 мм (кварцу, польового шпату, слюди, кальциту). Характерним представником цих порід є широко розповсюджена порода *лес*.

*Лес* – не шарувата порода яснопалевого кольору, пилувато-глинистої структури, землістої будови, бурно скипає з HCl, легко ріжеться ножом і добре розтирається пальцями в пилувату однорідну масу. Текстура лесу дрібнопориста. У воді грудочки лесу розпливаються.

*Лесовидні суглинки* за внутрішнім видом схожі з лесом, але більш щільні, глинисті за складом.

Зцементовані алеврити називають – *алевролітами*.

**Глинисті породи (пеліти)** широко розповсюджені в природі. Глини – складаються з колоїдних тонкодисперсних частинок діаметром менше 0,005 мм і представляють з себе не тільки механічні уламки ґрунтоутворювальних мінералів, але й різні хімічні новоутворення. Головні складові частки глини –  $\text{SiO}_2$  (40–70 %),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10–35 %),  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  і  $\text{H}_2\text{O}$ .

В дрібнодисперсній фракції глин присутні глинисті мінерали (каолініт, монтморилоніт, гідрослюди та ін.). У грубій фракції (>0,002 мм) зустрічаються кварц, рідше слюди.

Сильно ущільнені глини носять назву *аргілітів*. Від глини відрізняються водотривкістю і сланцюватістю.

**Хемогенними** називають породи, які утворилися в результаті випадання солей з водних розчинів або в результаті хімічних реакцій, які протікають в земній корі і на її поверхні (гіпс, ангідрит, кам'яна і калійна сіль та ін.).

Сюди відносяться породи таких груп:

- 1) галоїди – кам'яна ( $\text{NaCl}$ ) і калійна ( $\text{KCl}$ ) солі;
- 2) сульфати – гіпс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), ангідрит ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ );
- 3) карбонати – вапняковий туф, травертин, які складаються переважно з кальциту ( $\text{CaCO}_3$ );
- 4) силікати – кременистий туф, до складу якого входить опал ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ );
- 5) фосфорити – фосфорит ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ).

**Карбонатні породи** представлені вапняком, вапняковим туфом, доломітом та мергелем.

**Вапняк** ( $\text{CaCO}_3$ ) – хемогенний, тонко і дрібнозернистий. Забарвлення ясне, бурно скипає з  $\text{HCl}$ .

**Вапняковий туф, травертин** складається головним чином з кальциту ( $\text{CaCO}_3$ ), нерідко містить відбитки рослин, органічні рештки. Утворюється внаслідок осаду кальциту з карбонатних джерел на низьких заплавах терасах річок.

*Доломіт* складається з мінералів доломіту  $\text{Ca, Mg}(\text{CO})_3$ , кальциту  $\text{CaCO}_3$  (до 5 %) і глинистого мінералу. Утворення доломітів різне і складне. Великі товщі доломіту виникають у водних басейнах як продукт зміни кальциту під дією магнезіальних розчинів – доломітизація вапняку.

*Мергель* – вапняково-глиниста порода з вмістом глинистого мінералу біля 10–70 %. Колір різний. Скипає з  $\text{HCl}$ .

*Кременисті породи. Кременистий туф (гейзерит)*. Випадає з гарячих вод в місцях виходу джерел, поблизу свердловин.

*Фосфоритні породи* – головний представник фосфорит. Утворюється в результаті життєдіяльності організмів. Фосфорні солі випадають в осад внаслідок виходу з морських вод вуглекислоти і порушення рівноваги; розчинність фосфатів і карбонатів в новому середовищі стає меншою. З вод спочатку відбувається випадення  $\text{CaCO}_3$ , а далі  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Збіднені  $\text{P}_2\text{O}_5$  води течіями піднімаються в верхні шари, заселені рослинами і тваринними організмами. Останні повторно поглинають фосфор.

*Біогенними* називають осадові породи, що утворилися повністю або частково в результаті життєдіяльності тварин і рослин (крейда, вапняк-ракушняк, діатоміти, торф, вугілля, сапропель).

Ці породи утворюються з накопичення решток тваринних і рослинних організмів. За своїм складом вони бувають карбонатними, кременистими і вуглеводними.

*Карбонатні породи* найбільш численні серед осадових порід. До них відносяться біогенні вапняки, крейда, складаються переважно з кальциту.

*Кременисті породи* складаються з найдрібніших раковин невидимих без мікроскопу і мінералів опалу, каолініту та ін. *Діатоміт* – пухка, землиста або злегка зцементована порода. Складається головним чином з мікроскопічних панцирів діатомових водоростей. Містить 70–98 % розчинного кремнезему й домішки – глина, пісок, глауконіт тощо. *Трепел* – на відміну від діатоміту складається не з органічних решток, а з дрібних опалових і кременевих зерен.



Пористий, пухкий. *Опока* – склад глинистокременистий, з HCl не скипає. Будова щільна. Вміщує опал, каолінит.

*Вуглеводисті породи (каустоболіти)* куди входять торф, сапропель, викопне вугілля. В ґрунтознавстві серед них важливе місце займає торф. *Торф* складається з неповністю перегнилих та обвуглених рослинних решток; сирий торф являє собою напіврідку кашоподібну масу, яка складається на 80–90 % з води. Залягає у вигляді шарів, лінз у торф'яних болотах. Характеризується значною пористістю і вологомісткістю.

Дуже часто біогенні і хемогенні процеси в природі протікають одночасно і тоді утворюються **біохімічні** породи (численні залізисті, алюмінієві і ін.). Сюди входять дуже важкі породи, які містять залізо та алюміній.

До *залізистих порід* відноситься бурий залізняк ( $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ ). Він утворює щільні (кристалічні) і землисті (аморфні) різновиди бурого, вохристожовтого і червоного кольорів. Породи формуються з колоїдних розчинників при зміні фізико-хімічних умов. Наприклад, при стикуванні континентальних річкових вод з солонуватими морськими або дякуючи дії гумусових кислот і життєдіяльності бактерій. Це найбільш розповсюджені сполуки, які представляють собою механічну суміш гідроксидів заліза з глинистим і часто піщаним матеріалом.

До *алюмінієвих порід (алітів)* відносяться *боксити* – породи, які складаються з агрегатів гідроксидів Al і домішок Fe, Si, Ti. Зустрічаються у вигляді землистих, клиноподібних і кам'янистих накопичень.

## 4.2 Хімічні елементи та їх сполуки в ґрунтах

Хімічні елементи знаходяться в ґрунтах у вигляді різних сполук, які визначають основні властивості ґрунтів. Серед них важливе місце займає їх доступність рослинам, здатність до пересування в межах профілю ґрунту, до взаємодії з іншими елементами, а також органічними речовинами ґрунту.

*Кисень (оксиген)* – найпоширеніший елемент земної кори; він складає майже половину її маси і входить до складу майже всіх гірських порід.

Кисень – хімічно дуже активна сполука. Він реагує з більшістю хімічних елементів, утворюючи оксиди. Реакція кисню з різними сполуками відноситься до реакцій *окислення*. Дуже важливим для рослин, мікроорганізмів і тварин, що мешкають у ґрунті, має вміст у ґрунтовому повітрі вільного кисню ( $O_2$ ).

*Кремній (силіцій)* за розповсюдженням у земній корі займає після кисню друге місце. Він входить до складу багатьох гірських порід і мінералів кремнезему  $SiO_2$  та ін. Кислотний оксид кремнію  $SiO_2$  має атомну кристалічну ґратку (решітку), не реагує з водою. При нагріванні реагує з основними оксидами і розчинами лугів з утворенням солей кремнієвої кислоти. Реакція руйнування природних силікатів під дією  $H_2O$  і  $CO_2$  призводить до утворення глини і піску. Водні розчини силікатів гідролізовані і мають лужну реакцію. Валовий вміст  $SiO_2$  у ґрунті коливається від 40–70 % в глинистих ґрунтах і до 90–98 % в піщаних.

*Алюміній*. За розповсюдженням в земній корі алюміній займає третє місце (після кисню і кремнію) і зустрічається в основному в складі складних сполук алюмосилікатів (до них належать глини, польовий шпат, слюда, нефелін).

Алюміній – дуже активний метал, але на повітрі й у воді він стабільний, дякуючи міцній поверхневій плівці оксиду  $Al_2O_3$ . При її видаленні алюміній швидко реагує з киснем повітря, а з води витісняє водень. При вивітрюванні первинних і вторинних мінералів звільняється гідроксид алюмінію, значна частина якого залишається на місці (як малорухомий) і лише незначна кількість переходить у розчин. У кислому середовищі ( $pH < 5$ ) він стає рухомим і зумовлює появу у ґрунтовому розчині  $Al(OH)_2^+$  та  $AlOH_2^+$ , які виявляють фітотоксичність для багатьох рослин.

Водорозчинна і колоїдна форма гідроксиду при взаємодії з органічними кислотами створюють рухомі комплекси сполук, які здатні переміщуватись по профілю ґрунту.

Валовий вміст алюмінію ( $Al_2O_3$ ) в ґрунтах коливається від 1–2 до 15–20 %, а в фералітних ґрунтах тропіків може перевищити 40 %.

*Залізо.* Цей елемент знаходиться в ґрунтах в складі як первинних, так і вторинних мінералів, виступаючи головним компонентом магнетиту, гематиту, глауконіту, рогових оболонок, піроксенів, біотиту, глинистих мінералів. Загальний вміст в ґрунті  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  коливається в дуже широких межах: від 0,5–1,0 % в піщаних ґрунтах, 3–5 % в ґрунтах на лесах, до 8–10 % в ґрунтах на елювії.

В сильноокислому середовищі рухомість гідрооксиду заліза збільшується і в ґрунтовому розчині з'являються іони заліза. При перезволоженні, в умовах анаеробіозису, окисна форма заліза в результаті відновлювальних процесів переходить в захисну форму з утворенням розчинних сполук карбонатів  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ , та сульфатів  $\text{FeSO}_4$ , де залізо стає доступним для рослин. *Надмірна концентрація закисного заліза, шкодить рослинам.* В ґрунтах з нейтральною або лужною реакцією де переважають окислювальні процеси, рослини можуть відчувати нестачу заліза, що проявляється через *хлороз* (пожовтіння листя при зниженні вмісту і активності хлорофілу).

*Кальцій.* В ґрунтах кальцій може знаходитись в кристалічній гранулі мінералів, в об'ємнозбирному стані, а також у формі простих солей хлоридів –  $\text{CaCl}_2$ , нітратів –  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , карбонатів –  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , сульфатів –  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Вміст кальцію в безкарбонатних суглинкових ґрунтах становить 1–3 % і визначається головним чином присутністю глинистих мінералів тонкодисперсних фракцій, а також гумусом і фіторештками, які зумовлюють тенденцію до біогенного збагачення кальцієм при поверхневій органо-мінеральній частині профілю. Однак його підвищений вміст може бути успадкований також від уламків карбонатних порід і первинних Ca-вмістких мінералів, присутніх у великих фракціях. У ґрунтах сухостійної та аридної зон підвищення валового вмісту кальцію може бути обумовлено утворенням і накопиченням вторинного кальциту або гіпсу в процесі ґрунтоутворення. Багато кальцію може накопичуватись у ґрунті гідрологічним шляхом.

Карбонат кальцію у ґрунті під впливом вуглекислоти переходить у розчинений стан (бікарбонат Ca). Рослини зазвичай не відчують нестачі Ca на

більшості ґрунтів, проте внесення Са-вмістких сполук (гіпсу) поліпшує їх фізичні, фізико-механічні, фізико-хімічні й біологічні властивості.

*Магній* за вмістом у ґрунтах стоїть близько до кальцію, виконуючи в рослинах важливу фізіологічну роль, передусім в складі *хлорофілу*. В ґрунтах магній присутній в глинистих мінералах, головним чином у вигляді хлориду. Крім цього Mg міститься в уламках доломітів, олівіні, рогових обманках, піроксенах, в аридній зоні багато магнію акумулюється в засолених ґрунтах у вигляді хлоридів і сульфатів.

*Калій*. Загальний вміст калію в різних ґрунтах дуже різноманітний і за винятком торфу і піщаних ґрунтів, завжди досить великий. Як правило, загальна кількість калію коливається в межах від 1 до 2,5 %. Найбільша кількість калію міститься в глинистих і суглинкових ґрунтах. У ґрунтах легкого гранулометричного складу, тобто в піщаних і супіщаних, його міститься значно менше. Дуже бідні на калій торфові ґрунти. Загальний вміст калію у ґрунті складається з калію гірських порід і мінералів, обмінного калію і калію водорозчинних солей.

Більша частина калію міститься у гірських породах і мінералах. Ці форми калійних сполук характеризуються малою розчинністю, а отже і малою доступністю до рослин. Вони стають доступними рослинам тільки в результаті процесів вивітрювання. Обмінним, або увібраним, доступним для рослин називається калій, що входить до складу катіонів ґрунтового вбирного комплексу. Кількість увібраного калію в ґрунтах порівняно невелика і становить не більше 0,5–1,0 % від загальної його кількості. У формі водорозчинних солей калію ще менше, ніж у формі обмінного калію (не більше 10 % від обмінного).

Калій, що входить до складу залишків рослин і мікроорганізмів, які не розклались, дуже швидко вимивається водою (тому що не зв'язаний з органічними речовинами) в ґрунт у легкорозчинній формі. Вміст цієї форми не перевищує 0,5 % від загальної кількості калію в ґрунті. Хоча калій і не утворює органічних сполук, але приймає участь у вуглеводному обміні, входить до складу понад сорока ферментів, надає заряду клітинним мембранам, підвищує

жаро- і холодостійкість рослин, протидіє їх виляганням та грибковим захворюванням.

*Натрій* надходить у ґрунт в основному з Na-містких польових шпатів, провідне місце серед яких належить альбіту ( $\text{Na}_2\text{Cl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ ). Валовий вміст в ґрунті  $\text{Na}_2\text{O}$  складає біля 1–3 %, в крупних фракціях досягає 5–6 %, в мулі знижується до 0,5–1,0%. В засолених ґрунтах посушливої степової зони та інших аридних зон натрій може бути присутнім у вигляді хлоридів і сульфатів або входити до вбирного комплексу ґрунтів в зв'язку з чим вміст  $\text{Na}_2\text{O}$  в цьому випадку зростає, спричинюючи погіршення фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Рослини нестачу натрію не відчують, скоріше навпаки – пригнічуються ним на галофітних (засолених) ґрунтах.

*Фосфор.* Загальний вміст фосфору в ґрунтах коливається від 0,05 до 0,2 %. У ґрунті фосфор знаходиться в органічних і мінеральних сполуках. Органічні фосфати складаються із сполук, які входять до складу кореневої системи рослин та інших рослинних решток і тіл мікроорганізмів. Як правило, мінеральні фосфати переважають над органічними, але в торфових і багатих на перегній ґрунтах вміст органічних фосфатів може бути досить великим. Мінеральні фосфати в ґрунті представлені різними сполуками, переважно ортофосфорної кислоти, у вигляді солей кальцію, магнію, заліза та алюмінію.

Кальцій утворює з ортофосфорною кислотою ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) ряд солей, різних за ступенем заміщення кальцієм водню кислоти:

- однозаміщенні –  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;
- двозаміщенні –  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;
- тризаміщенні –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ .

Чим більше заміна водню кальцієм, тим менша розчинність солі і доступність її рослинам. Водорозчинні солі ортофосфорної кислоти є в ґрунтах в дуже незначній кількості. Це пояснюється тим, що легкорозчинні фосфати зазнають у ґрунті процесів хімічного вибирання, в результаті чого відбувається повторне утворення малорозчинних сполук фосфору з Ca, Mg, Fe та Al. Так, фосфати кальцію, магнію, двозаміщенні і навіть тризаміщенні, поступово

розчиняються у слабкокислому середовищі і, таким чином, є більш доступними, ніж фосфати заліза та алюмінію.

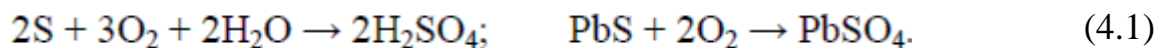
*Вуглець (карбон)* акумулюється у верхніх горизонтах ґрунтів у складі гумусу, а також органічних решток. Вміст органічного вуглецю Сорґ коливається від часток відсотку (в збіднілих органічними речовинами піщаних ґрунтах) до 15–35 % (в добре гумусованих чорноземах). Так, як органічний вуглець є джерелом енергії біологічних процесів, які відбуваються у ґрунті, то необхідно пам'ятати про бездефіцитний баланс цього елемента, поповнюючи його за рахунок органічних добрив, польового травосіяння.

Багато вуглецю може знаходитись у складі карбонатів. Як енергетичний матеріал він не представляє особливої цікавості але роль цієї форми вуглецю важлива у ґрунтогенезі безпосередньо через вугільну кислоту ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) та її солі (карбонати).

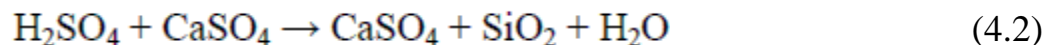
*Азот.* У ґрунтах азот знаходиться переважно в органічних сполуках, безпосередньо недоступних для використання рослинами. Материнські породи, на яких виникли ґрунти, азоту не містять. Таким чином, можна сказати, що майже весь ґрунтовий азот – біологічного походження. Справді, від 5 до 15 кг азоту на 1 га за рік зв'язується вільноживучими мікроорганізмами. Від 70 до 200 кг азоту на 1 га зв'язується бульбочковими бактеріями. Розпад тіл цих організмів після їх відмирання призводить до мінералізації азотистих сполук і до появи в ґрунті аміачних і нітратних солей, які засвоюються рослинами. Незважаючи на невелику кількість (до 0,3–0,4, часто 0,1 і менше відсотку), азот виконує надзвичайно важливу роль в родючості ґрунтів бо дуже необхідний рослинам, для яких він доступний тільки у формі нітратного або амонійного іонів. Іон  $\text{NH}_4^+$  легко поглинається ґрунтом з частковим переходом в необмінний (фіксований) стан, а іон  $\text{NO}_3^+$  не поглинається ґрунтом ні хімічно, ні фізико-хімічно, знаходячись переважно в ґрунтовому розчині і легко використовується рослинами, які споживають його у великій кількості. За вмістом у рослинах азоту належить першість із елементів мінерального живлення, які надходять з ґрунту, в зв'язку з чим постійно існує потреба в поповненні його запасів.

Сірка, яка міститься у ґрунтах на рівні 0,085 %, зустрічається в дуже різноманітних сполуках. В магматичних породах сірка знаходиться, головним чином, у вигляді сульфідів (наприклад: пірит –  $\text{FeS}_2$ , цинкова обманка –  $\text{ZnS}$ , свинцевий блиск –  $\text{PbS}$ ), рідше зустрічаються сульфати (гаюїн –  $(\text{Na, Ca})_{4-8}\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{SO}_4, \text{S})_{1-2}$ ).

Відновлені форми сірки ( $\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , сульфіди) на земній поверхні легко окислюються, утворюючи сірчану кислоту або її солі (сульфати) як наведено у формулі 4.1:



Сірчана кислота, взаємодіючи з іншими мінералами, дає сульфати за реакцією, описаною у формулі 4.2:



Сульфати, особливо калію, натрію, магнію, добре розчинні у воді, слабо поглинаються ґрунтами у формі  $(\text{SO}_4)_2$  і можуть накопичуватися в них в умовах тільки сухого клімату. Загалом в ґрунтах знаходиться достатня кількість сульфатів для забезпечення потреби рослин у сірці.

### 4.3 Мікроелементи ґрунтів

Цілий ряд хімічних елементів названо мікроелементами тому, що необхідні рослинам в дуже малих кількостях і, крім того, вміст їх у ґрунті надзвичайно малий. До мікроелементів, які найбільш вивчені до теперішнього часу за їх значенням для рослин і тварин, відносяться  $\text{Mn}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{V}$  і  $\text{Mo}$ . Проте треба завжди враховувати, що в дії на рослини немає відмінності між елементами, які потрібні у малій і великій кількості. Іноді нестача якого-небудь мікроелемента може різкіше позначитися на розвитку рослин, ніж нестача макроелементів, таких як азот, фосфор, калій. В розв'язанні питання про значення мікроелементів у живленні рослин істотну роль відіграло визначення природи незрозумілих раніше захворювань сільськогосподарських тварин.

Виявилось, що тварини часто хворіють тому, що в кормах, які вони поїдають, немає потрібної кількості якого-небудь мікроелемента.

В ґрунтах вміст мікроелементів змінюється в широких межах, змінюючись в десятки і сотні разів; тому вони різко відрізняються від вмісту головних (макро) елементів, вміст яких зрідка змінюється більш ніж у 5 разів на різних ґрунтах. Виходячи з цього О. П. Виноградовим розроблено вчення про біогеохімічні провінції – території, які відрізняються від сусідніх територій концентрацією в середовищі (ґрунті, водах, повітрі) одного або декількох мікроелементів (або макроелементів). Так, Закарпатська область представляє біогеохімічну провінцію з ендемією зобу: в ґрунтах, водах і харчових продуктах цієї області міститься в 2–5 разів менше йоду, ніж в областях де немає ендемії цієї хвороби.

Основне джерело мікроелементів у ґрунтах – ґрунтотворні породи. Ґрунти, які виникли на продуктах вивітрювання кислих порід (гранітах), бідні на Ni, Co, Cu, а ґрунти, що утворилися на продуктах вивітрювання основних порід (базальтах), збагачені цими мікроелементами. Деякі мікроелементи (I, B, F, Se, As) можуть надходити у ґрунт з газами, метеоритними опадами.

Велика роль в міграції мікроелементів та їх біологічній акумуляції належить рослинам. Їхні корені добувають мікроелементи з нижніх горизонтів ґрунту і материнських порід і переносять у верхні шари.

#### **4.4 Ґрунт та ґрунтові колоїди**

*Ґрунт*, як вже зазначалося, є складною багатофазовою системою, що включає тверду, рідку і газоподібну фази. Крім того, ґрунт – полідисперсна система, тобто містить різні дисперсні системи: грубодисперсні, тонкодисперсні (колоїдні) і гомогенні (розчини). У колоїдних системах окремі частинки мають розміри 1–100 нм. Високодисперсні системи, окремі частинки яких мають діаметр менше 1 нм, відносять до категорії молекулярних або істинних розчинів. Системи з частинками більше 100 нм називають суспензіями або емульсіями.



Колоїдні системи складаються з дисперсійної фази (маси колоїдних частинок) і дисперсного середовища (грунтовий розчин), в якому розподіляються колоїдні частинки.

Ґрунтові колоїди утворюються в результаті роздроблення великих частинок при вивітрюванні або шляхом конденсації молекул або іонів. За своїм походженням та складом всі ґрунтові колоїди можна розділити на три групи: мінеральні, органічні та органомінеральні. Мінеральні колоїди утворюються в результаті вивітрювання гірських порід та мінералів. Вони представлені переважно глинистими мінералами, гідроокисом кремнію  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , заліза  $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , алюмінію  $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , марганцю  $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , а також деякими первинними мінералами, роздробленими до колоїдного стану (кварц).

Органічні колоїди утворюються в процесі розкладання і гуміфікації органічних залишків. Вони представлені в основному гумусовими кислотами та їх солями (гуматами, фульватами, алюмозалізогумусовими сполуками), а також білковою плазмою мікроорганізмів, величина яких знаходиться в інтервалі фракцій колоїдної системи. При взаємодії гумусових речовин з високодисперсними мінеральними частинками утворюються комплексні сполуки більш складного складу – органомінеральні колоїди. Чим важче ґрунт за механічним складом і чим більше в ньому гумусу, тим більше в ньому колоїдів. Ґрунти глинисті і суглинкові, що містять значну кількість гумусу, містять більше колоїдів, ніж піщані та супіщані, бідні органічною речовиною. Кількість колоїдів у ґрунті коливається від 1–2 до 30–40 % від маси ґрунту. У більшості ґрунтів переважають мінеральні колоїди, складові 85–90 % їх загальної маси.

#### **4.5 Вбирна здатність ґрунту**

Однією із найважливіших властивостей ґрунту є його вбирна здатність. *Вбирною здатністю ґрунту називається його властивість обмінно або необмінно поглинати і утримувати тверді, рідкі і газоподібні речовини.*

Властивість ґрунту поглинати розчинені у воді речовини була відома вже в глибокій давнині. Мешканці прибережних морських місцевостей більше двох

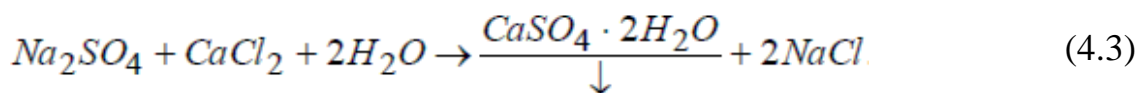
тисяч років назад знали, що морська вода, яка пройшла через шар гірських порід і ґрунтів, стає прісною.

Наукові дослідження явищ вбирання почали успішно розвиватися лише в ХІХ ст. Найбільш повна характеристика вбирної здатності ґрунтів викладена в працях Костянтина Каєтановича Гедройця. Залежно від способу вбирання ним виділено п'ять видів вбирної здатності ґрунту: *механічну, хімічну, біологічну, фізичну та фізикохімічну.*

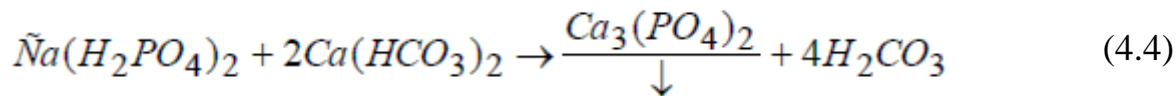
**Механічна вбирна здатність** представляє собою властивість ґрунту затримувати тверді частинки, які надійшли в нього з водним або повітряним потоком, діаметр яких перевищує розмір пор ґрунту. Залежить механічна здатність від гранулометричного складу і щільності будови ґрунту. Так суспензії з діаметром частинок більше 0,001 мм повністю затримуються глинистим ґрунтом. На відміну від глинистих ґрунтів піщані ґрунти характеризуються поганою механічною вбирною здатністю. *Механічна вбирна здатність ґрунтів і підґрунтя обумовлює чистоту ґрунтових вод*, які формуються з поверхневих вод, мутних від великої кількості механічних домішок.

Механічна вбирна здатність широко використовується в народному господарстві. Вода, яка проходить крізь шар ґрунту, очищується від мути, що дозволяє використовувати цю властивість ґрунту і пухких порід для очищення питних та стічних вод. При будівництві зрошувальних систем властивість ґрунтів поглинати тверді частини використовується для замулювання дна та стінок каналів, щоб зменшити втрати води на фільтрацію (кольматування каналів та водосховищ).

**Хімічна вбирна здатність** – це властивість ґрунту закріплювати у формі важкорозчинних сполук речовини, які утворюються в результаті реакції обміну в ґрунтовому розчині. Наприклад, виникнення новоутворень гіпсу в ґрунті описується у формулі 4.3 такою реакцією:



При взаємодії суперфосфату, що вноситься в ґрунт з бікарбонатом кальцію, який знаходиться в ґрунтовому розчині, за формулою 4.4 відбувається хімічна реакція в результаті якої з двох розчинних солей, що взаємодіють, утворюється ортофосфат кальцію та нестійка вугільна кислота;



Ортофосфат кальцію застосовується в агрономії як фосфатне добриво і поширений під технічною назвою *фосфоритне борошно*. При отриманні такого добрива шляхом розмелювання природних фосфатів, воно має низьку вартість.

**Біологічне вбирання.** Воно пов'язане з життєдіяльністю організмів, які мешкають у ґрунті (мікроорганізми, рослини, тварини). Мікроорганізми ґрунту – бактерії, гриби, водорості та інші не тільки перехоплюють розчинні елементи живлення рослин при їх переміщенні в ґрунті з верхніх в нижні шари і ґрунтові води але й здобувають з гірських порід фосфорну кислоту, калій, зв'язують атмосферний азот і з цих матеріалів будують білок свого тіла, концентруючи елементи живлення в верхніх шарах ґрунту.

Рослини своєю могутньою кореневою системою дістають з глибоких горизонтів ґрунту і підстильної породи азот, фосфор, калій, сірку і збагачують ними верхні шари ґрунту, відкладають їх у вигляді живих та мертвих рослинних решток. *Закріплення рослинами та мікроорганізмами елементів живлення і захист їх від вимивання та втрат є суттю біологічного вбирання.*

Однією з характерних особливостей біологічного вбирання є його вибіркова здатність. Суть її полягає в тому, що коренева система живих рослин і мікроорганізми ґрунту поглинають з нього тільки ті мінеральні сполуки, які необхідні їм для живлення. Тільки таким шляхом зберігаються від втрати та виносу і накопичуються у ґрунті необхідні для рослин елементи живлення – азот, фосфорна кислота, калій, а також органічні речовини, які сприяють збільшенню ємності вбирання ґрунтом. Ввібрані біологічним шляхом елементи живлення рослин, після відмирання живих організмів і їх розкладання, знову стають доступними для рослин.

**Фізична та фізико-хімічна вбирна здатність ґрунту** представляють собою адсорбційні явища. Під *адсорбцією* розуміють зміну концентрації даної речовини біля поверхні розділу фаз в порівнянні з концентрацією всередині фази. Речовина, яка діє своєю поверхнею, називається *адсорбентом*, а речовина, яка накопичується біля поверхні – *адсорбтивом*, або *адсорбованою речовиною*. Якщо речовина адсорбується у вигляді молекул, то це неполярна, або молекулярна адсорбція, а коли у вигляді іонів, то таке явище носить назву полярної, або іонної адсорбції.

Фізична та фізико-хімічна вбирна здатність ґрунту представляють собою адсорбційні явища, які пов'язані з наявністю в ґрунті високодисперсних частинок його твердої фази – *колоїдів*. Розмір частинок, які формують колоїдну систему менше 0,0001 мм.

Переважає більшість колоїдів ґрунту представлена *мінеральними* сполуками, які складають 85–90 % їх загальної маси. Решта колоїдів відноситься до *органічних* та *органомінеральних* сполук. В ґрунті мінеральних колоїдів переважають вторинні мінерали, перш за все глинисті: каолінит, галуазит, вермикуліт, гідрослюди, монтморилоніт та інші. З первинних мінералів зустрічаються кварц, роздроблений до колоїдного стану. Всі перелічені вище мінерали знаходяться в кристалічній фазі. Мінеральні колоїди також можуть не мати кристалічної будови, тобто бути аморфними (без форми) речовинами. До них належить півтора оксиди алюмінію, заліза, марганцю. Органічна частина колоїдів ґрунту – це аморфні гумусові речовини в тому числі і органічно-мінеральні комплекси, а також клітини найбільш дрібних бактерій, діаметр яких знаходиться в межах колоїдної фракції.

**Фізична вбирна здатність**, або властивість ґрунту поглинати цілі молекули води, газів та розчинених у воді речовин, представляє собою *молекулярну адсорбцію*.

Властивість ґрунту адсорбувати пари води та газів має велике значення, так як вона сприяє утриманню в ґрунті від втрати в атмосферу аміаку, який утворюється в результаті розкладу органічних речовин.

К. К. Гедройц розглядав вологий ґрунт як дисперсну систему, в котрій дисперсним середовищем буде ґрунтовий розчин, а дисперсною фазою – тверді частинки ґрунту. Цій системі властива поверхнева енергія, яка дорівнює добутку поверхневого натягування ( $\text{Дж/м}^2$  на величину поверхні дрібнодисперсних частинок –  $S$ ).

Поверхнева енергія  $E$ , одиницею виміру якої є джоуль, розраховується за формулою 4.5:

$$E = \sigma \cdot S, \quad (4.5)$$

де  $\sigma$  – коефіцієнт поверхневого натягу,  $\text{мН/м}$ ;

$S$  – повна площа поверхні розчину,  $\text{м}^2$ .

Зміни вільної енергії поверхні в ґрунті відбуваються за рахунок зниження ступеню дисперсії твердої речовини і зменшення поверхневого натягу ґрунтового розчину.

До поверхневоактивних речовин, що знижують поверхневий натяг відносяться органічні кислоти, алкалоїди, багато високомолекулярних органічних сполук. Вони забезпечують *позитивну фізичну адсорбцію*.

На відміну від згаданих вище речовин, існують інші, які підвищують поверхневий натяг води, викликаючи явище *від'ємної фізичної адсорбції*, при якій концентрація даних речовин зменшується при наближенні до поверхні частинок. До них відносяться багато мінеральних солей, кислот, лугів. Внаслідок від'ємної фізичної адсорбції, ці речовини виносяться з ґрунту водою, яка пересувається по профілю. Це може мати як позитивний так і негативний наслідки. Вимивання хлоридів – явище позитивне, а нітратів – навпаки.

Для розуміння сутті **фізико-хімічного вбирання** ґрунтом необхідно розглянути рушійну силу цього явища, яка пов'язана з будовою колоїдної частинки, і за пропозицією Георга Вігнера названа *колоїдною міцелою* (від латинського міса – крихта). Основу колоїдної міцели складає її ядро – високодисперсна частинка твердої фази ґрунту, діаметр якої менше  $0,0001$  мм.

Маючи малий розмір колоїди ґрунту проявляють особливі властивості поверхні твердого тіла. У молекул або іонів, які знаходяться на поверхні, на

відміну від молекул або іонів всередині твердого тіла не повністю насичені сили взаємного притягнення. За рахунок цих ненасичених сил до поверхні притягуються частинки з газового або рідкого середовища, з якими тверде тіло стикається. На гладкій поверхні адсорбенту всі місця мають однакові сили притягнення. На шорхуватих поверхнях окремі ділянки мають сили притягнення: на загостреннях і кутах ненасиченість вища, ніж в западинах.

При взаємодії ґрунтових колоїдів (дисперсна фаза) з водою (дисперсне середовище) в системі виникають *електричні сили*. Іони, що закріплені на колоїді силами остаточних валентностей, складають внутрішній електричний шар частинки. Він одержав назву іонів, які визначають потенціал. Ці іони міцно утримуються на поверхні ядра. Ядро разом з іонами, які визначають потенціал, називається *гранулою*. Колоїдна частинка, набувши високого потенціалу не може існувати в розчині в такому вигляді.

Надлишок електричної енергії, наданий частинці іонами, які визначають потенціал, компенсуються протягуванням з навколишнього середовища іонів з протилежним знаком заряду. Ці іони утворюють навколо колоїдної частини другий, зовнішній шар, який одержав назву *компенсуючого*, або *шар протиіонів*. Компенсуючі іони, в свою чергу, розташовуються навколо гранули двома шарами. Один – нерухомий шар, який міцно утримується електростатичними силами іонів, які визначають потенціал (шар Гельмгольца). Гранули разом з нерухомим шаром компенсуючих іонів називаються *колоїдною частинкою*. Між колоїдною частинкою і навколишнім розчином виникає електрокінетичний потенціал (дзета потенціал), під впливом якого знаходиться другий (дифузний) шар компенсуючих іонів того ж знаку заряду з оточуючим розчином (рис. 3.2). *Фізико-хімічна вбирна здатність ґрунтів полягає в тому, що ґрунти здатні обмінювати деяку частину катіонів, що знаходяться в його твердій фазі на еквівалентну кількість катіонів розчину, який стикається з ним.*

Та частина ґрунту, яка здатна обмінювати ввібрані катіони, носить назву *ґрунтового вбирного комплексу (ГВК)*, який складається з високодисперсної маси органічного, мінерального та органо-мінерального походження.

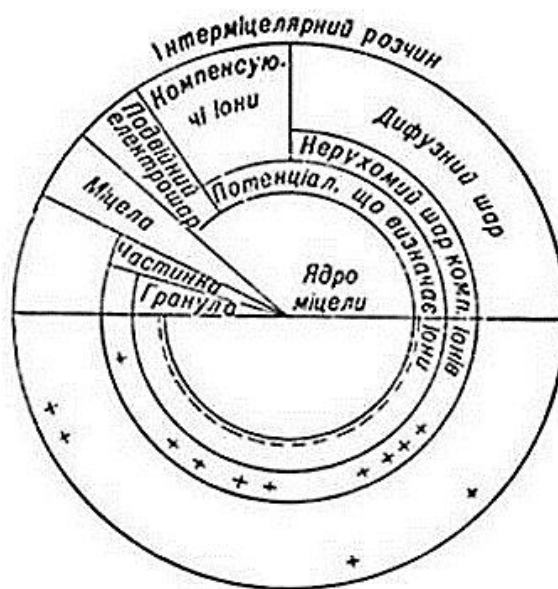


Рисунок 3.2 – Будова колоїдної міцели

Катіони *ГВК*, які здатні обмінюватися на катіони ґрунтового розчину, носять назву *вбирних*, або *обмінних катіонів*. Катіони металів називаються обмінними, або вбирними основами. Серед обмінних катіонів ґрунту завжди зустрічається обмінний кальцій, причому кількість обмінних іонів цього металу майже завжди переважає над кількістю обмінних іонів магнію. В деяких ґрунтах зустрічаються обмінні іони натрію (засолені ґрунти) і водню (кислі ґрунти). Крім вищезгаданих катіонів ґрунти можуть поглинати та обмінювати алюміній ( $Al_3^+$ ), залізо ( $Fe_3^+$ ), амоній ( $NH_4^+$ ).

#### 4.6 Ємність вбирання ґрунтів

Загальну суму ввібраних катіонів, які здатні до обміну *називають ємністю вбирання ґрунтів*. Ємність вбирання виражається в міліграм-еквівалентах (мг-екв) на 100 г ґрунту. Чим більше в ґрунтових колоїдах приходить кремнієвої та гумінової кислот на один моль гідроксиду алюмінію або заліза, а також чим ширше співвідношення між гуміновими кислотами та протеїнами, тим вища ємність вбирання.

Ємність вбирання залежить від реакції середовища, кількості та складу колоїдів. Чим вища лужна реакція середовища, тим вища ємність вбирання

катіоні. Ґрунти, які містять в своєму складі велику кількість колоїдів, мають більш високу ємність вбирання катіонів. Органічні колоїди характеризуються більшою ємністю вбирання в порівнянні з мінеральними.

Ввібрані катіони можуть бути в обмінному і необмінному стані. Перехід катіонів з обмінного стану в необмінний буває, наприклад, при старінні і частково при кристалізації гелів. Кристалізація викликає необмінне зв'язування гелів. Явище кристалізації пов'язане з висушуванням ґрунту. В необмінний стан катіони переходять при біологічному вбиранні. Необмінне вбирання погіршує умови використання катіонів рослинами. Перехід в необмінний стан іонів натрію у солонцях поліпшує фізичний стан цих ґрунтів, так як зменшує дифузний шар міцел колоїдів, послаблює набрякання і пептизацію ґрунтових колоїдів, знижує полярність ґрунтів.

Необхідний стан катіонів може переходити в обмінний при розкладанні органічної речовини і пептизації ґрунтових колоїдів, при посиленому подрібненні ґрунтів.

На основі вчення К. К. Гедройця про фізикохімічну вбирну здатність ґрунти нашої країни можна розділити на такі групи:

1. *Ґрунти насичені основами і незасолені.*

Головними і майже єдиними вбирними основами в цих ґрунтах є кальцій і магній. До цієї групи відносяться переважно чорноземи звичайні. Наявність значної кількості вбирного  $Ca_{2+}$  сприяє утворенню та збереженню водотривкої структури ґрунту.

2. *Ґрунти, ненасичені основами,* вміщують крім вбирних  $Ca_{2+}$  та  $Mg_{2+}$ , ввібраний водень, рухомий алюміній. Сюди відносяться підзоли, дерновопідзолисті, різні заболочені, сірі лісові ґрунти. Ґрунти, які ненасичені основами, характеризуються менш сприятливим для сільськогосподарських культур водноповітряним режимом, ніж ґрунти першої групи, вони бідніші поживними речовинами і особливо потребують внесення добрив.

3. *Третя група ґрунтів вміщує ввібрані  $Ca_{2+}$ ,  $Mg_{2+}$ ,  $Na+$ .* До цієї групи відносяться ґрунти сухого степу – каштанові. Ввібраний  $Na+$  знаходиться також



в чорноземах південних. Наявність ввібраного натрію робить структуру ґрунту нестійкою по відношенню до розмивної дії води. Ґрунти, які вміщують значну кількість вбирного натрію, наприклад солонці, характеризуються несприятливим для сільськогосподарських рослин водно-повітряним режимом і незручні в обробітку.

#### 4.7 Екологічне значення вбирної здатності ґрунту

**Вбирна здатність ґрунту** – одна з його найважливіших властивостей. Особливо важливу роль в режимі ґрунтоутворення і властивостях ґрунту відіграють частинки менші 0,001 мм, від яких залежить ряд фізичних, фізико-механічних і водно-фізичних властивостей ґрунту. Особливо велике значення мають тонкодисперсні частинки для створення сприятливої структури ґрунту.

*Тонкодисперсна частина ґрунту в значній мірі обумовлює режим живлення рослин.* Це пов'язано з тим, що іони хімічних елементів, які звільнюються з кристалічних решіток мінералів і рослинних решток, що розкладаються, частково поглинаються тонкодисперсними компонентами ґрунту. Катіони, що знаходяться в ввібраному стані є найважливішими елементами живлення рослин. Це кальцій, калій, магній, натрій, деякі рідкі та розсіяні хімічні елементи. Ввібрані іони настільки міцно зв'язані з ґрунтом, що не можуть бути відірваними водами, які просочуються через ґрунт. В той же час вони можуть бути відірвані осмотичними силами корневих волосків. Таким чином, тонкодисперсна частина ґрунту акумулює ряд хімічних елементів, необхідних рослинам для їх нормальної життєдіяльності, а також регулює надходження елементів живлення в рослини.

На властивості ґрунту і умови вирощування рослин великий вплив має склад обмінних катіонів. Так, у ґрунтів, насичених кальцієм, реакція близька до нейтральної; колоїди знаходяться в стані незворотних гелів і не пептизуються при надлишку вологи; ґрунти добре структуровані, мають сприятливі фізичні властивості. Чорноземи є прикладом таких ґрунтів. Насичення тонкодисперсної

частини ґрунту іонами водню негативно відбивається на живленні рослин і на структурі ґрунтів, які мають підвищену кислотність.

Іони натрію ще в більшій мірі сприяють розпаду агрегатів ґрунту, диспергації (подрібненню) тонкодисперсних частинок і їх вимиванню. Ці ґрунти мають несприятливі водно-фізичні властивості, підвищену щільність, погану водопроникність, слабку водовіддачу, низьку доступність ґрунтової вологи (солонці, солонцюваті ґрунти). Реакція таких ґрунтів лужна, вона більш несприятлива для рослин, ніж кисла.

### ***Контрольні питання:***

1. Охарактеризуйте основні сполуки хімічних елементів у ґрунтах?
2. Наведіть класифікацію осадових порід?
3. Що називають вбирною здатністю ґрунту?
4. Які існують види вбирної здатності?
5. Охарактеризуйте будову колоїдної міцели?
6. Що таке ємність вбирання ґрунтів?
7. Яке екологічне значення вбирної здатності ґрунту?

## **5 РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ**

### **5.1 Загальні положення щодо родючості ґрунтів**

Невід’ємною специфічною властивістю ґрунту як природного тіла є його **родючість**. Від неї залежить життя на Землі рослин і тварин, а також людини. Ще в стародавні часи родючість ґрунту люди обожнювали як і сонце, і вогонь і воду: в Стародавньому Єгипті богинею родючості ґрунту була Ізіда, а в Стародавньому Римі – Прозерпіна. Про родючість ґрунтів писали трактати філософи, письменники і поети античної Греції та Риму (Арістотель, Феофраст, Лукрецій, Вергілій, Колумелла, Пліній та ін.). Робились спроби визначити джерела родючості ґрунту. Обговорювалися питання «старіння» та «виснаження» землі, надавались поради, які ґрунти як краще використовувати.

В XVIII столітті соціально-економічне значення родючості ґрунту стало предметом особливої уваги низки вчених економістів та соціологів.

В міру накопичення відомостей про ґрунт і розвитку природознавства та агрохімії змінювалось уявлення про те, чим обумовлена родючість ґрунту. Згідно з теорією основою родючості ґрунту був вміст у ньому гумусу. За цією теорією рослини використовують з ґрунту безпосередньо гумусові речовини.

В середині XIX ст. Юстус фон Лібіх розробив теорію мінерального живлення рослин, за якою родючість ґрунту зумовлювалась лише вмістом у ньому мінеральних поживних речовин. Ця теорія була, безперечно, прогресивною і стала науковою основою для виробництва і широкого застосування мінеральних добрив. Помилкою в цій теорії було те, що позитивна роль гумусу в ґрунті заперечувалася, а значення азотного живлення рослин недооцінювалось. Видатний французький вчений Жан Батіст Бусенго підкреслював велику роль достатнього азотного живлення рослин як фактора підвищення родючості ґрунту.

Питання родючості ґрунту глибоко висвітлювались у працях Павла Андрійовича Костичева, який велику увагу приділив вмісту в ґрунті органічних речовин та його фізичним властивостям, зокрема структурі.

Василь Робертович Вільямс головною ознакою родючості ґрунту визнавав лише його структурний стан, однак це положення дослідженнями не підтвердилось. Він перший поставив питання не про відновлення, а про підвищення родючості ґрунту, запропонував травопільні сівоzmіни і обожнював ґрунтову структуру.

Теорія родючості ґрунту була розроблена Дмитром Миколайовичем Прянишниковим. Беручи до уваги структуру і фізичні властивості ґрунту, він на об'єктивних наукових підставах довів, що головною ознакою, яка характеризує високородючий ґрунт, є забезпечення рослин поживними речовинами. Основними заходами підвищення родючості ґрунту, за дослідженнями Д. М. Прянишнікова, є внесення органічних і мінеральних добрив і вирощування на полях бобових культур (сидератів).

К. К. Гедройц, О. Н. Соколовський та інші підкреслювали роль у створенні родючості ґрунту найбільш дисперсних частинок – колоїдів.

*Отже, родючість ґрунту – це здатність його забезпечувати рослини необхідною кількістю поживних речовин, води та повітря протягом вегетаційного періоду і залежно від фази їх розвитку.*

Родючість ґрунту створюється у процесі ґрунтоутворення і безперервно змінюється в залежності від напряму та інтенсивності біохімічних, фізичних і фізикохімічних процесів, які, в свою чергу, залежать від виду рослинності, кліматичних умов, агротехніки тощо.

Основними факторами, що визначають родючість кожного ґрунту, є достатній вміст вологи і поживних речовин, оптимальний тепловий і повітряний режими, структура, умови для мінералізації органічних сполук і життєдіяльності мікроорганізмів.

Ознаками високородючого ґрунту є вміст у ньому доступних поживних речовин, води, повітря, а також відповідні температурні умови і відсутність шкідливих для рослин речовин.

## **5.2 Фактори родючості ґрунтів**

У зв'язку з тим, що ознакою родючості ґрунту є величина урожаю, яка обумовлюється сукупністю властивостей здатних забезпечувати рослини всім необхідним, О. М. Грінченко зобразив їх у вигляді шестикутника, у кожному з кутів якого стоїть один із факторів, всі вони зв'язані між собою: *гумус; гранулометричний склад; будова профілю і щільність; хімічний склад: водно-повітряний і температурний режими; рослинність і мікробіологічна активність* (рис. 5.1). Органічна речовина ґрунту утворюється із відмерлих залишків рослин, мікроорганізмів, ґрунтових тварин і продуктів їхньої життєдіяльності. Первинна органічна речовина, яка надійшла в ґрунт, піддається складним перетворенням, включаючи процеси розкладання, вторинного синтезу у формі мікробної плазми і гуміфікації.

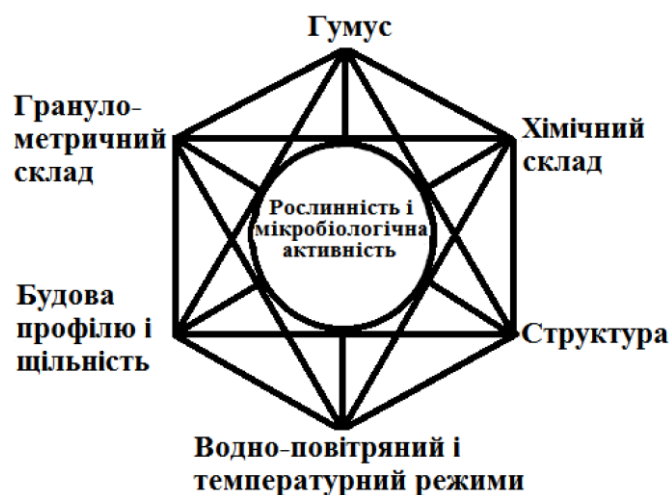


Рисунок 5.1 – Категорії родючості ґрунту (за О. М. Грінченком)

## Біологічні фактори родючості ґрунту

### *Вміст і склад органічної речовини ґрунту*

Поєднання названих процесів призводить до утворення у біологічно активних ґрунтах складної суміші органічних речовин, що складаються з майже нерозкладених рослинних і тваринних залишків, які зберегли первісну структуру; проміжних продуктів розкладання органічних залишків (наприклад лігніну); власне гумусових речовин, що утворилися шляхом мікробного синтезу або остаточного походження; розчинних органічних сполук, які більш-менш швидко мінералізуються до простих мінеральних сполук ( $H_2O$ ,  $CO_2$  та ін.) або беруть участь у синтезі власне гумусових речовин.

Органічна речовина, яка консервує енергію сонця в хімічно-зв'язаній формі, – єдине джерело енергії для розвитку ґрунту, формування його родючості. Основним джерелом первинної органічної речовини, що надходить у ґрунт під природною рослинністю, є залишки рослин. По-перше, вони збагачують (удобрюють) ґрунт щорічно після збирання урожаю, в той час як всі інші види органічних добрив вносять у ґрунт періодично. По-друге, не потрібно додаткових витрат на їх внесення. По-третє, рослинні залишки розподіляються в ґрунті найбільш рівномірно. У них містяться всі макро- та мікроелементи, необхідні рослинам і тваринам.

На садово-паркових об'єктах, на оброблених ґрунтах, в кінці вегетаційного сезону, джерелом органічної речовини служать надземні і кореневі залишки

рослин, а також вносяться в ґрунт органічні добрива. Рослинні залишки розділяють на три групи:

- 1 – пожнивні (зрізані) рештки рослин;
- 2 – листостеблові;
- 3 – кореневі.

Пожнивні залишки представлені стернями злаків, частинами стебел, листям і всіма іншими надземними частинами рослин, які залишаються в полі після збирання урожаю. Листостеблові частини рослин включають кореневища, кореневі шийки конюшини, люцерни та інших трав, залишки бульб, цибулин. Кореневі залишки рослин представлені залишками вирощуваної культури, що збереглися живими до моменту зрізання, а також залишками, відмерлими після зрізання.

Запаси гумусу за рахунок корневих залишків і корневих виділень можуть поповнитися на 130 – 230 кг/га. Корені рослини ще за їхнього життя активно беруть участь у ґрунтових процесах. Розгалужуючись, вони контактують з ґрунтовими частинками і тим самим сприяють рівномірному розподілу органічної речовини і утворенню структурних агрегатів. У ґрунті при вирощуванні рослин відбуваються одночасно два протилежних процеси: синтез, накопичення органічної речовини, і його руйнування. Інтенсивністю обох процесів, їх співвідношенням визначаються кінцеві результати, за якими оцінюють вплив даної культури на ґрунт. Якщо кінцевий результат позитивний, за культурою визнаються властивості поліпшувати родючість ґрунту і навпаки. Тим часом на процес руйнування органічної речовини впливають не стільки самі культури, скільки прийоми їх обробітку.

Про вплив мінеральних добрив на розвиток кореневої системи існують різні думки. Нікодим Антонович Качинський висловив припущення, що «чим сприятливіший для рослин ґрунт, тим відносно до надземних частин слабше розвинена його коренева система». Поряд з кількістю рослинних залишків важливе значення має їх хімічний склад і швидкість розкладання у ґрунті. Так, рослинні залишки багаторічних трав містять велику кількість елементів

живлення. Вміст азоту в корневих рештках багаторічних бобових трав коливається в межах 2,25–2,60 %, фосфору – 0,34–0,80 %, в поукісних залишках – відповідно 1,82–2,65 і 0,30–0,71 %. Кількість азоту і фосфору в корінні бобово-злакових травосумішей залежить від частки кожного компонента і становить 0,91–2,37 % азоту і 0,25–1,06 % фосфору, у поукісних залишках – відповідно 1,60–2,18 і 0,17–0,54 %. Злакові трави містять значно меншу кількість азоту в коренях і поукісних залишках.

На хід і швидкість розкладання впливають, по-перше, зовнішні умови середовища: вологість, температура, рН ґрунту, вміст в ньому кисню і поживних речовин і, по-друге, хімічний склад рослинних залишків. Перетворення первинної органічної речовини в ґрунті проходить у декілька етапів. На першому етапі відбувається хімічна взаємодія між окремими хімічними речовинами відмерлої рослини (наприклад, ароматичні сполуки клітинних оболонок можуть вступати в хімічні реакції з білками рослинних клітин), яку можна значно прискорити за рахунок біологічних і мінеральних каталізаторів.

На другому етапі відбувається механічна підготовка та перемішування з ґрунтом рослинних залишків за допомогою ґрунтової фауни. Не можна заперечувати і певну біохімічну підготовку первинної органічної речовини домікробне розкладання при проходженні рослинної маси через шлунково-кишковий тракт ґрунтових тварин.

На третьому етапі перетворення свіжої органічної речовини в ґрунті відбувається мінералізація її за допомогою мікроорганізмів. У першу чергу мінералізуються водорозчинні органічні сполуки, а також крохмаль, пектин та білкові речовини. Значно повільніше мінералізуються целюлоза, при розкладанні якої звільняється лігнін – сполука, досить стійка до мікробіологічного розщеплення. Кінцевими продуктами перетворень первинної органічної речовини є мінеральні продукти ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , нітрати, фосфати, в анаеробних умовах  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{CH}_4$ ). Крім того, у ґрунті накопичуються як продукт метаболізму мікроорганізмів низькомолекулярні органічні кислоти (мурашина,

оцтова, щавлева і ін.). Процеси мінералізації органічної речовини в ґрунті мають екзотермічний характер.

Частина продуктів біологічного розкладання первинної органічної речовини перетворюється в особливу групу високомолекулярних сполук – специфічні, власне гумусові речовини, а сам процес називають *гуміфікацією*.

Основна частина органічної речовини ґрунту (85–90 %) представлена специфічними високомолекулярними *гумусовими сполуками*. Прийнято підрозділяти специфічні гумусові речовини на три основні групи сполук: *гумінові кислоти, фульвокислоти і гуміни*.

Винятково важлива роль органічної речовини у формуванні ґрунту в значній мірі заснована на її здатності взаємодіяти з мінеральною частиною ґрунту. Утворені при цьому органо-мінеральні сполуки – обов'язковий комплекс будь-якого ґрунту. Внесення в ґрунт біологічно малодоступних органічних речовин, наприклад торфу, не призводить до утворення органо-мінеральних сполук.

Органічна речовина ґрунту, акумулюючи величезну кількість вуглецю, сприяє більшій стійкості кругообігу вуглецю в природі. У цьому, а також у накопиченні ще низки елементів у земній корі, полягає важлива біогеохімічна функція органічної речовини в земній корі.

### ***Ґрунтова біота***

Живі організми – обов'язковий компонент ґрунту. Кількість їх в добре окультуреному ґрунті може досягати декількох мільярдів в 1 г ґрунту, а загальна маса – до 10 т/га. Основну їх частину складають мікроорганізми. Домінуюче значення належить рослинним мікроорганізмам (бактерії, гриби, водорості, актиноміцети). Тварини організми представлені найпростішими (джгутикові, корененіжки, інфузорії), а також хробаками. Досить широко поширені у ґрунті моллюски і членистоногі (павукоподібні, комахи).

Ґрунтові організми руйнують відмерлі залишки рослин і тварин, що надходять у ґрунт. Одна частина органічної речовини мінералізується повністю,



а продукти мінералізації засвоюються рослинами, інша ж переходить у форму гумусових речовин і живих тіл ґрунтових організмів.

Деякі мікроорганізми (бульбочкові і вільноживучі азотфіксуючі бактерії) засвоюють азот атмосфери і збагачують ним ґрунт. Ґрунтові організми (особливо фауна) сприяють переміщенню речовин за профілем ґрунту, ретельному перемішуванню органічної і мінеральної частини ґрунту. Найважливіша функція ґрунтових організмів – створення міцної водотривкої структури ґрунту орного шару. Остання у вирішальній мірі визначає водноповітряний режим ґрунту, створює умови високої родючості ґрунту. Нарешті, ґрунтові організми виділяють у процесі життєдіяльності різні фізіологічноактивні сполуки, сприяють переводу одних елементів у рухому форму і, навпаки, закріпленню інших в недоступну для рослин форму. У ґрунті, що обробляється, функції ґрунтових організмів зводяться до підтримання оптимального поживного режиму (часткове закріплення мінеральних добрив з подальшим їх звільненням з ростом і розвитком рослин), створення структури ґрунту, усунення несприятливих екологічних умов у ґрунті.

В інтенсивному землеробстві екологічні умови можуть іноді у вирішальній мірі визначати ефективну родючість ґрунту. В ній існують тісні різноманітні зв'язки між всіма ґрунтовими організмами. Причому вся ця система перебуває в стані рівноваги, яка безперервно змінюється. Одні групи мікроорганізмів пред'являють прості вимоги до їжі, інші – складні. Між одними групами існують симбіотичні (взаємокорисні) зв'язки, між іншими – антибіотичні. Мікроорганізми в останньому випадку виділяють в ґрунт речовини, які пригнічують розвиток інших мікроорганізмів.

Практичне значення має здатність деяких мікроорганізмів створювати згубну дію на представників фітопатогенної мікрофлори. Посилити активність бажаних мікроорганізмів можна шляхом внесення в ґрунт органічної речовини. У цьому випадку відзначається спалах розвитку ґрунтових сапрофітів, які, в свою чергу, стимулюють розвиток мікроорганізмів, які пригнічують фітопатогенні види. Для нормального функціонування ґрунтових організмів необхідні перш за

все енергія та поживні речовини. Для переважної більшості мікроорганізмів таке джерело енергії – органічна речовина ґрунту. Тому активність ґрунтової мікрофлори головним чином залежить від надходження або наявності в ґрунті органічної речовини.

Найбільш універсальним показником діяльності ґрунтових організмів є продукування ними вуглекислого газу. Тому облік вуглекислого газу, що виділяється ґрунтом, першорядний з інших біохімічних способів визначення біологічної активності ґрунту.

### ***Фітосанітарний стан ґрунтів***

Родючість ґрунту в значній мірі визначається фітосанітарним станом ґрунту, тобто чистотою ґрунту від бур'янів, шкідників, хвороботворних основ, а також токсичних речовин, що виділяються рослинами, різносферною мікрофлорою і продуктами розкладання. Фітотоксичність ґрунту обумовлена накопиченням фізіологічно активних речовин, серед яких присутні фенольні сполуки, органічні кислоти, альдегіди, спирти та ін. Склад і концентрація цих речовин залежать від температури і вологості ґрунту, від видового складу та наявності мікроорганізмів і рослин. При низьких концентраціях фітотоксичних речовин у ґрунті виявляється стимулюючий ефект, але при збільшенні їх вмісту настає сильне пригнічення росту рослин або проростання насіння.

Джерело надходження токсичних речовин у ґрунт – кореневі виділення рослин, післязбиральні рослинні залишки і продукти метаболізму мікроорганізмів. Найбільш інтенсивно фітотоксичні речовини накопичуються при обробленні на одному місці однорідних або близьких за біологією культур і при створенні в ґрунті анаеробних умов. Наприклад від злакових в ґрунт щорічно надходить приблизно однакова за кількістю та якістю органічна маса у вигляді корневих виділень і рослинних залишків. Це призводить до зміни співвідношення основних угруповань мікробіоценозу, появі фітотоксичних форм, які постачають в ґрунт шкідливі для культурних рослин речовини. Так, при розкладі рослинних залишків злакових у ґрунті виявлено підвищений вміст

фенольних сполук, які, перебуваючи в зоні насіння рослин, інгібують їх проростання.

Анаеробні умови сприяють утворенню токсичних речовин, тому що при цьому кореневі виділення та проміжні продукти мінералізації гумусу перетворюються в сильно відновлені сполуки, що обумовлює створення вогнищ токсичності в ґрунті. Можна вважати також, що в зоні коренів деяких рослин вибірково накопичуються певні групи мікроорганізмів, які несприятливо впливають на розвиток рослин.

Внесення мінеральних, і особливо органічних добрив, призводить до зменшення у ґрунті чисельності фітотоксичних мікроорганізмів. Але особливо сильний вплив на їх вміст спричиняє беззмінне вирощування рослин – кількість фітотоксичних форм мікроорганізмів у ґрунті значно збільшується. Фітотоксини ґрунтових мікроорганізмів викликають зміни в хімічному складі рослин, порушують обмін речовин у них. Вони впливають на інтенсивність дихання, а також на азотний обмін рослин. Фітотоксини ґрунтових мікроорганізмів значно знижують фотосинтетичну активність рослин.

Корені рослин виділяють різні амінокислоти, вуглеводи та інші речовини. Разом з ними в ґрунт надходить більшість речовин, які беруть участь у метаболізмі клітин вищих рослин. Всі ці речовини можуть бути в тій чи іншій мірі використані мікроорганізмами як джерело живлення.

### ***Агрофізичні фактори родючості ґрунтів***

Залежно від вмісту фізичного піску і фізичної глини ґрунти можуть бути *піщаними, супіщаними, суглинковими, глинами*.

### **Гранулометричний склад**

Розвинений ґрунт являє собою суміш механічних елементів трьох видів: *мінеральних, органічних та органо-мінеральних* частинок. Дисперсність цього матеріалу, хімічний та мінералогічний склад, визначають фундаментальні властивості будь-якого ґрунту, що впливають на комплекс агрономічних показників ґрунту, його родючість. Гранулометричний склад ґрунту перш за все визначає *поглинальні (сорбційні) властивості ґрунту*. Тонкодисперсні частинки

в силу великої абсолютної і питомої поверхні мають високу ємність поглинання. З подрібненням частинок зростає їхня гігроскопічність, вологомісткість, пластичність та інші технологічні властивості. Частинки менше 0,001 мм мають чітко виражену коагуляційну здатність. Ця здатність механічних тонкодисперсних частинок виключно важлива при структуроутворенні. Такі частинки внаслідок високої поглинаючої можливості утримують найбільшу кількість гумусових речовин. Щільність ґрунту зменшується при збільшенні в його складі дрібнозему. Пластичність ґрунту залежить від вмісту в ґрунті фізичної глини.

Валовий хімічний склад різних механічних фракцій ґрунту змінюється незалежно від ґрунтового типу. При збільшенні дисперсності частинок у них різко зменшується вміст кисню і зростає кількість заліза, алюмінію, кальцію, магнію, калію і натрію. Частинки менше 0,001 мм – найбільш цінна частина пухких порід і ґрунтів, оскільки в них містяться основні запаси зольних поживних елементів.

Аналогічно гранулометричний склад впливає і на твердість ґрунту. Висока твердість ґрунту перешкоджає росту паростків і коріння рослин, а нерідко є і причиною загибелі рослин. Тверді ґрунти спричиняють великий опір робочим органам ґрунтообробних машин.

*Набухаємість* ґрунту відбувається за рахунок оболонки зв'язаної води, які утворюються навколо колоїдних і глинистих частинок. Ці оболонки зменшують сили зчеплення між частинками, розсовують їх і сприяють збільшенню обсягу ґрунту. В основному величина і характер набухання ґрунту залежать від мінералогічного складу ґрунту, зокрема від вмісту вторинних мінералів типу монтморілоніту, що мають рухому кристалічну решітку.

Серед технологічних властивостей ґрунтів важливу роль у створенні фізичної стиглості ґрунту має *клейкість*: при зайвій липкості збільшується тяговий опір ґрунтообробних знарядь і різко погіршується якість обробітку ґрунту. Як показали дослідження Веніаміна Васильовича Охотіна, клейкість ґрунту прямо пропорційна вмісту фізичної глини.

Гранулометричний склад як фактор родючості орних ґрунтів знаходить відображення в системах бонітування ґрунтів. У більшості випадків найбільш сприятливе поєднання агрофізичних, біологічних та агрохімічних факторів родючості відзначається в ґрунтах середнього гранулометричного складу. Необхідно мати на увазі, що для різних типів ґрунтів, які сильно розрізняються за діапазоном факторів родючості, оцінка гранулометричного складу як фактора родючості може значно відрізнятись. Наприклад, найбільш висока родючість чорноземів відповідає, як правило, важкому гранулометричному складу. Для дерново-підзолистих ґрунтів, які сформувалися в зоні достатнього і надмірного зволоження, найбільш сприятливий більш легкий гранулометричний склад.

### Структура

*Структурний стан* – найбільш вірогідний, інтегральний показник родючості ґрунту (його агрофізичних факторів). *Структура ґрунту* визначає сприятливу будову орного шару ґрунту, її водні, фізико-механічні і технологічні властивості і водно-гідрологічні константи. Частинки твердої фази ґрунту, як правило, склеюються в грудочки (агрегати). Здатність ґрунту розпадатися на агрегати різної величини називають *структурністю*. У ґрунтознавстві структура ґрунту є важливою морфологічною ознакою: за розміром агрегатів судять про генетичні особливості як всього ґрунту, так і його окремих горизонтів. Чорноземи, наприклад, в природному стані характеризуються чітко вираженою зернистою структурою, сірі лісові ґрунти – горіхуватою. Добре окультурені дерново-підзолисті ґрунти набувають грудкуватої структури, тоді як неокультурені підзоли відрізняються плитчастою та листуватою структурою.

Велике значення має механічне розділення ґрунтової маси на грудки (агрегати), що в природних умовах відбувається під впливом кореневих систем рослин, життєдіяльності біоти ґрунту, під впливом періодичного проморожування – відтавання, зволоження і висушування ґрунту, а в оброблюваних ґрунтах і впливу ґрунтообробних знарядь.

Стан структури ґрунту безпосередньо визначає параметри будови орного шару. Для утворення міцної структури ґрунту необхідні наступні умови:

достатня кількість мінеральних і органічних колоїдів; достатній вміст у ґрунті лужноземельних основ; сприятливі гідротермічні умови в ґрунті; вплив на ґрунтову масу коренів рослин; вплив на ґрунт ґрунтової фауни (дощових черв'яків, комах, землерийв та ін.)

### **Потужність орного і гумусового шарів**

*Потужність оброблюваного шару ґрунту* це об'єм ґрунту, в якому розвивається коренева система рослин. Глибокий орний шар забезпечує більш сприятливий водно-повітряний і тепловий режим ґрунту. Опади, зрошувальна вода, швидко поглинаються ґрунтом, акумулюються в ньому і потім споживаються рослинами в міру їх росту і розвитку.

Глибокий орний шар своєрідний регулятор вологості ґрунту як при нестачі, так і при надлишку опадів. Кращі умови зволоження ґрунту забезпечують сприятливий поживний режим ґрунту, обумовлений, в свою чергу, процесами органічного синтезу речовин. Встановлено, що глибокий орний шар забезпечує сприятливу мінералізацію органічної речовини при одночасній ефективності його гуміфікації і при сприятливому якісному стані.

При обробці ґрунту на 20–22 см в підорному шарі не можна виявити такі агрономічноцінні групи мікроорганізмів, як нітрифікатори, целюлозодеструктори. При обробці ґрунту на 30–40 см ці мікроорганізми широко представлені в ґрунті. Загальна кількість мікроорганізмів у ґрунті та продукування ґрунтом CO<sub>2</sub> при глибокій обробці зростала в 1,5–2 рази.

Інший показник продуктивності ґрунтових мікроорганізмів – перетворення азотистих сполук. У глибокому орному шарі кількість нітрифікуючих мікроорганізмів, а також ґрунтової фауни значно більше. У глибокому орному шарі збільшується вміст рухомих форм фосфору і калію.

### **Водний режим**

Вода – обов'язкова умова ґрунтоутворення і формування ґрунтової родючості. Без неї неможливий розвиток ґрунтової фауни і мікрофлори. Волога необхідна для проростання насіння, без неї неможливий подальший ріст і розвиток рослини. З водою в рослину з ґрунту надходять поживні речовини,

випаровування води листям забезпечує нормальні температурні умови життєдіяльності рослини. Процеси перетворення, трансформації та міграції речовин у ґрунті також вимагають великої кількості води.

Для визначення потреби рослин у воді застосовують показник *транспіраційний коефіцієнт* – кількість вагових частин води, витраченої на одну вагову частину урожаю. Ступінь доступності ґрунтової вологи рослинам і стан водного режиму, встановлюють ґрунтово-гідролітичними константами. Здатність ґрунту до стійкого забезпечення рослин водою залежить від агрофізичних факторів родючості. Умови водного режиму в орному шарі ґрунту постійно змінюються.

Радикальний метод регулювання водного режиму ґрунтів – меліорація. Сучасні прийоми гідротехнічної меліорації забезпечують можливість двостороннього регулювання водного режиму: зрошенням зі скиданням зайвої води та осушенням.

### **Повітряний режим**

Ґрунтове повітря відрізняється від атмосферного тим, що в його складі значно більше вуглекислого газу і менше кисню. Разом з тим слід підкреслити великі коливання в складі ґрунтового повітря залежно від ґрунту, виду культури, системи добрив і системи обробітку ґрунту. Коли в ґрунті вміст вуглекислого газу вище 3–5 %, а кисню – нижче 10 %, то настає пригнічення рослин.

Олексій Григорович Дояренко встановив, що нестача повітря у ґрунті дуже сильно лімітує його родючість. Ґрунтове повітря заповнює пори, не зайняті водою. Надмірна вологість призводить до різкої нестачі повітря.

Ґрунтове повітря необхідне для дихання коренів рослин, ґрунтових організмів, біохімічних процесів перетворення поживних елементів. Ґрунт – важливе джерело вуглекислого газу, що споживається рослинами в процесі фотосинтезу. Газообмін між ґрунтом і атмосферою здійснюється за допомогою таких чинників, як дифузія, зміна барометричного тиску, температури ґрунту і повітря, надходження в ґрунт води, а також за допомогою вітру. Збільшуючи

об'єм при нагріванні ґрунту, його повітря частково виходить назовні, при охолодженні ґрунту ґрунтові пори отримують нову порцію повітря з атмосфери.

З надходженням води в ґрунт «старе» повітря з ґрунтових пор витісняється і вони заповнюються «новим» повітрям після відтоку з них вологи. Оптимальний вміст повітря в орному шарі ґрунту для окремих культур наступний: для злакових 15–20 % загальної пористості, для високостеблових 20–30 % і для багаторічних трав 17–21 %.

Важливий прийом регулювання повітряного режиму ґрунту – механічний обробіток, який дозволяє створювати необхідну будову орного шару і тим самим забезпечувати умови нормального газообміну в ґрунті. Значення обробітку в регулювання повітряного режиму ґрунту зростає при надмірному зволоженні ґрунтів і їх важкому гранулометричному складі.

### **Температурний режим**

Фізіологічні процеси, що відбуваються в рослині, життєдіяльність мікроорганізмів і ґрунтової фауни, хімічні процеси перетворення речовин і енергії можливі тільки в певних температурних межах.

Вплив температури ґрунту на рослини починається з найперших стадій їх росту і розвитку. Причому, окремі рослини пред'являють різні вимоги до температурного режиму ґрунту. Поряд з крайніми значеннями температур, що характеризують температурний мінімум і максимум для окремих видів рослин, існує свій певний оптимум. Вимоги до температурних умов певних рослин змінюються в міру їх росту і розвитку.

Основне джерело тепла в ґрунті – сонячна енергія. Інше, але менш значне – тепло, що виділяється в ґрунт в результаті біологічних і хімічних перетворень, а також надходить з глибинних шарів землі.

### ***Агрохімічні фактори родючості***

Рослини засвоюють азот і зольні елементи з ґрунту у формі мінеральних солей, розчинених у ґрунтовому розчині. При цьому використовуються як відновлені (солі амонію), так і окислені (солі азотної кислоти) сполуки азоту. Рослини можуть засвоювати деякі відносно прості органічні азото- і



фосфоровмісні речовини (деякі амінокислоти, фітин), однак практичне їх значення в харчуванні мізерно. Джерелом енергії в рослині для поглинання елементів живлення є дихання. Більш молоді, інтенсивно дихаючі корені більше засвоюють з ґрунтового розчину мінеральних солей. Процеси кореневого живлення рослин тісно пов'язані з такими властивостями ґрунтів, як рН ґрунтового розчину, водноповітряний режим ґрунту, вміст в ньому засвоюваних елементів живлення, та іншими умовами зовнішнього середовища.

Кислотність ґрунту знижує поглинання поживних речовин рослинами. Відзначають як пряму, так і побічну дію підвищеного вмісту в ґрунті іонів водню ( $H^+$ ). Перш за все змінюється фізико-хімічний стан цитоплазми клітин кореня, порушується їх проникність, зовнішні клітини ослизнюються, корені погано ростуть. Більшість вирощуваних культур і ґрунтових мікроорганізмів краще розвивається при слабнокислій або нейтральній реакції ґрунту. Проте, окремі види культурних рослин значно розрізняються за вимогливістю як до найбільш оптимального для їхнього росту інтервалу рН, так і до зміщення його в той або інший бік.

Нестача в ґрунті обмінних кальцію і магнію викликає різке погіршення фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунту (структура ґрунту, ємність поглинання, буферність). У ґрунтовому розчині з'являються вільні іони алюмінію і марганцю, токсичні для рослин. Рухливість ж ряду мікроелементів (наприклад, молібдену) зменшується, рослини відчувають їх недолік.

### 5.3 Категорії родючості ґрунту

Сучасне природознавство розглядає *родючість ґрунту* як функцію ґрунтоутворювального процесу, визначаючи здатність ґрунту до одночасного забезпечення рослин умовами їх нормального росту і розвитку. Розрізняють такі **види (категорії) родючості ґрунту**: *природна, штучна, потенціальна, ефективна, відносна, економічна*.

*Природна родючість* властива лише цілинним ґрунтам, які ніколи не оброблялися. Вона зумовлена тільки природними властивостями і залежить від хімічного складу ґрунту та біологічних процесів, які відбуваються в ньому, а також від особливостей клімату.

Природна родючість різних ґрунтів неоднакова. Вона створюється під дією природних факторів і залежить від фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту. Так, найбільш родючими ґрунтами є чорноземи, а найменш – підзоли.

*Штучна родючість* створюється в процесі використання землі як основного засобу сільськогосподарського виробництва і залежить від розвитку виробничих сил та виробничих відносин в результаті застосування цілеспрямованої людської діяльності (розорювання, періодичний механічний обробіток, меліорація, застосування добрив тощо).

*Потенціальна родючість* – це сумарна родючість ґрунту, набута в процесі ґрунтоутворення, а також створена або змінена людиною. Прикладом ґрунтів з високим рівнем потенційної родючості є болотні низинні торф'яні ґрунти, які мають значні запаси елементів живлення і після меліоративних заходів спроможні забезпечити значну ефективну родючість.

*Ефективна родючість* – це частина потенційної родючості, яка реалізується у вигляді урожаю рослин при даних кліматичних (погодних) і техніко-економічних (агротехнологічних) умовах.

*Відносна родючість* – родючість ґрунту по відношенню до якоїсь певної групи або виду рослин.

*Економічна родючість* – економічна оцінка ґрунту в зв'язку з його потенціальною родючістю і економічною характеристикою земельної ділянки.

#### **5.4 Підвищення родючості та окультурювання ґрунтів**

Родючість ґрунту має властивість відновлюватися і в природних умовах, і під час сільськогосподарського використання ґрунту. Відтворення родючості може бути *розширеним, простим і неповним*.

*Розширене* відтворення родючості це поліпшення сукупності властивостей ґрунту, які впливають на його родючість. *Просте* – це відсутність помітних змін сукупності властивостей ґрунту, які впливають на його родючість. *Неповне* – це погіршення властивостей ґрунту, які впливають на його родючість. Це широко розповсюджене як у світі, так і у нашій країні, явище має негативні наслідки в природному й соціально-економічному відношеннях.

Зниження родючості ґрунту відбувається за рахунок трьох основних процесів. Перший – антропогенна деградація (ерозія, викликана людиною, вторинне засолення, вторинне заболочення). Другий – виснаження ґрунту (зменшення запасів гумусу, поживних речовин тощо). Третій – стомлення ґрунту (накопичення в ньому різних токсичних елементів, викликаних неправильними сівозмінами, надлишком хімічних засобів тощо). Для підвищення ефективної і природної родючості треба впроваджувати науково обґрунтовані системи землеробства, що може забезпечити окультурювання ґрунтів.

Окультурювання ґрунтів слід розглядати як систематичне використання заходів щодо підвищення їхньої родючості з урахуванням генетичних властивостей, вимог сільськогосподарських культур, тобто формування ґрунтів із більш високим рівнем ефективної і потенційної родючості.

Проте, не можна забувати, що окультурювання ґрунту має бути науково обґрунтованим, із використанням екологічного підходу. Ще В. В. Докучаєв у 1883 році, порівнюючи ґрунт з породистим конем, зазначав, що нещадна експлуатація та голодний раціон обов'язково призведуть до виснаження навіть найсильнішої тварини, тобто найродючішого ґрунту.

*Окультурювання ґрунту* – це екологічна реорганізація всіх компонентів біогеоценозу, що призводить до антропогенної зміни ґрунтових режимів під потреби однієї рослини.

Так штучне обмеження біорізноманітності в біогеоценозі робить подібні екосистеми нестійкими. Саме тому едатопи біогеоценозів потребують прискіпливої уваги та бережного ставлення. Для ефективного окультурювання ґрунтів і підвищення їхньої родючості необхідно застосовувати цілий комплекс

заходів, які повинні бути чітко узгодженні з особливостями кожного ґрунту і кожної окремої ділянки. Головне – усунути негативну дію факторів, які лімітують родючість ґрунту. Так, для підзолистого типу ґрунту основними заходами є вапнування, внесення органічних добрив, травосіяння, сидерація та ін.; для чорноземів – заходи з накопичення і збереження ґрунтової вологи та захисту їх від ерозійних процесів; для каштанових солонцюватих ґрунтів – гіпсування і вологонакопичення; для перезволожених – осушення; для торф'яних – підвищення ущільненості тощо.

### ***Контрольні питання:***

1. Чим визначається родючість ґрунтів?
2. Фактори родючості ґрунтів?
3. Охарактеризуйте категорії родючості ґрунтів.
4. Методи підвищення родючості та окультурення ґрунтів?

## **6 ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОШИРЕННЯ ҐРУНТІВ**

### **6.1 Принципи класифікації ґрунтів**

Територія України складає 603 тис. км<sup>2</sup>. Її довжина з заходу на схід складає 1316 км, а з півночі на південь – 893 км. Безумовно, що на такій великій території умови для формування ґрунтів будуть різні. Щоб привести в систему різні групи ґрунтів в природі, в ґрунтознавстві, як і в інших природничих дисциплінах, існує певна класифікація.

Слово класифікація походить від латинських слів *classis* – розряд, група і *facere* – робити. **Класифікація ґрунтів** – це їх поділ за спільними ознаками на групи залежно від їх властивостей, походження та особливостей родючості.

Спочатку класифікації ґрунтів були чисто емпіричними, тобто ґрунти групували за одною певною ознакою: хімічним складом (Кнопп) де виділялись карбонатні та сульфатні ґрунти; петрографічною основою (Фаллу) – кварцові, гранітні та інші; механічним складом (Теєр), котрий виділяв глинисті, суглинкові

та піщані ґрунти. Зрозуміло, що однобічні класифікації ґрунтів не могли віддзеркалювати основні процеси формування та властивості ґрунтів.

Першу в світі справді наукову класифікацію ґрунтів запропонував (1879 р.) і обґрунтував (1886 р.) Василь Васильович Докучаєв. В основу цієї класифікації був покладений **генетичний тип ґрунту**. Вчений зазначав, що ґрунт є особливим природним тілом і утворюється внаслідок взаємодії факторів ґрунтоутворення. Відповідно до цієї класифікації всі ґрунти Росії були поділені на три основні групи: *нормальні* (або зональні), *перехідні* (або інтразональні) і *анормальні* (або наносні). Нормальні ґрунти поділяються на класи: суходольнорослинні, суходольноболотні та болотні типові. Дещо пізніше ця класифікація була перероблена і доповнена Миколою Михайловичем Сибірцевим (1895 р.). Він виділив ґрунти: повні або зональні, інтразональні (або напівзональні) і неповні (перехідні до гірських порід).

За основу класифікації ґрунтів В. В. Докучаєв і М. М. Сибірцев взяли не одну ознаку, а умови і характер утворення ґрунтів, тобто їх генезис, тому класифікація засновників російського ґрунтознавства називається *генетичною*.

*Еколого-генетичні класифікації ґрунтів*, в основу яких покладено вчення В. В. Докучаєва про генетичні типи ґрунтів, розроблялися пізніше Яковом Микитовичем Афанасьєвим (1922, 1927, 1931 рр.), Костянтином Дмитровичем Глинкою (1924), Георгієм Миколайовичем Висоцьким (1906) та іншими вченими. В цих класифікаційних схемах зв'язок між генетичними типами ґрунтів встановлюється не тільки за їх властивостями, а й за *особливостями залягання та географічного розповсюдження*. Еколого-генетичні класифікації відбивають реальні природні закономірності: властивості ґрунтів, режими ґрунтоутворення та зв'язок їх з навколишнім середовищем.

*Морфогенетичні класифікації* базуються на важливіших властивостях ґрунтів, а також включають аналіз умов ґрунтоутворення. Вони наведені в роботах Петра Самсоновича Коссовіча (1903, 1910), Костянтина Каєтановича Гедройца (1924, 1927).

*Еволюційно-генетичні класифікації* розглядали розвиток ґрунтоутворного процесу в часі від початкової стадії лужного ґрунтоутворення до кислого (П. С. Коссович, 1903, 1906; Борис Борисович Полинов, 1933) або від гігоморфної фази ґрунтоутворення до автоморфної (Б. Б. Полинов, 1933, Віктор Абрамович Ковда, 1933).

Ідея створення *історикогенетичних класифікацій* була висловлена в роботах Василя Робертовича Вільямса (1914, 1936). Він вважав, що типи ґрунтів зв'язані в один непереривний ланцюг розвитку і повинні розглядатися як стадії єдиного історичного процесу впливу біологічних елементів природи на поверхневі мінеральні горизонти суші.

Сучасні класифікації ґрунтів враховують процеси і режими ґрунтоутворення, генезис ґрунтів і являють собою творче продовження класифікацій В. В. Докучаєва та М. М. Сибірцева. Вони об'єднують екологічний, морфологічний і еволюційний підходи колишніх класифікацій і будуються на строго науковій системі таксономічних одиниць з урахуванням будови, складу і властивостей ґрунтів, головних режимів і процесів ґрунтоутворення, агровиробничих особливостей і антропогенних впливів. На цих принципах Ґрунтовим інститутом ім. В. В. Докучаєва розроблена «Класифікація і діагностика ґрунтів СРСР». Прийнято наступні таксономічні одиниці: **тип, підтип, рід, вид, різновид та розряд**. Основною таксономічною одиницею сучасної класифікації ґрунтів у вітчизняному ґрунтознавстві прийнято вважати *генетичний ґрунтовий тип*, встановлений ще В. В. Докучаєвим. Це поняття об'єднує конкретні ґрунти із загальними, найбільш суттєвими і характерними властивостями, які розвиваються в однотипних біологічних, кліматичних і гідрологічних умовах.

Характерні риси ґрунтового типу визначаються однотипністю:

- надходження органічних речовин і процесів їхнього перетворення і розкладання;
- комплексу процесів розкладання мінеральної маси і синтезу мінеральних та органо-мінеральних новоутворень;

- характеру міграції та акумуляції речовин;
- будови ґрунтового профілю;
- спрямованості заходів з підвищення і підтримання родючості ґрунтів.

Частини назв ґрунтових типів виходять з деяких особливостей їх складу та властивостей: солончак, солонець, торфово-глейовий ґрунт. Є назви, які виходять від природного забарвлення верхніх ґрунтових горизонтів: чорнозем, підзол, червонозем, сірі ґрунти, бурі ґрунти, каштанові, сіроземи, жовтоземи. Оскільки забарвлення у деяких типів ґрунтів у ряді випадків виявилось схожим, виникла необхідність додати скорочені екологічні характеристики умов, в яких утворюється тип. Так з'явилися терміни бурі лісові ґрунти і бурі напівпустельні, сірі лісові і сіроземи. Номенклатура деяких типів ґрунтів виходить з назви ландшафту або угіддя: болотні ґрунти, лугові ґрунти, алювіальні ґрунти.

**На території України виділяють такі основні типи ґрунтів:** 1) підзолисті і дерново-підзолисті; 2) сірі опідзолені та опідзолені лісостепові; 3) чорноземи; 4) каштанові; 5) лучні; 6) болотні і торфово-болотні; 7) солонцюваті і солонцеві; 8) осолоділі; 9) буроземи; 10) бурі і коричневі, гірсько-степові і гірсько-лісостепові; 11) гірсько-опідзолені; 12) гірсько-лучні.

**Підтип** – це ґрунти в межах одного типу, які відрізняються від інших конкретними проявами ґрунтоутворного процесу та певними властивостями ґрунту. Наприклад, чорноземи опідзолені, чорноземи вилужені, чорноземи типові, чорноземи звичайні і чорноземи південні.

**Рід ґрунту** виділяють в межах підтипу. Рід має характерні особливості, які визначаються місцевими умовами підтипу: складом ґрунтоутворних порід, хімізмом ґрунтових вод і т. д. Наприклад, чорнозем південний солонцюватий. Види ґрунтів виділяють у межах роду. Вони відрізняються за ступенем розвитку ґрунтоутворювальних процесів (ступеня опідзолення, засолення, гумусованості і та ін.). Наприклад, слабо середньо і сильнопідзолисті; чорноземи середньо і малогумусні.

**Різновид ґрунтів** визначається механічним складом ґрунтових горизонтів ґрунтоутворних порід: піщані, супіщані, суглинкові, глинисті.

**Розряди ґрунтів** виділяють залежно від властивостей материнських порід, на яких вони утворилися (моренні, алювіальні і т. д.): чорноземи південні на лесах.

На основі класифікації розроблено номенклатуру ґрунтів, за якою легко можна визначити місце кожного з них у систематиці ґрунтів. В. В. Докучаєв використав народні назви найбільш поширених ґрунтів – «чорнозем», «підзол», «солонець», «солончак». Вони використовуються у науковій практиці та іноземній спеціальній літературі і вживаються без перекладу. **Повна назва ґрунту наводиться з урахуванням всіх таксономічних одиниць.** У повній назві ґрунту першим позначають (*тип*), останніми – *різновид* або *розряд*. Наприклад, *чорнозем (тип) звичайний (підтип) солонцевий (рід) середньогумусний (вид) важкосуглинковий (різновид) на лесовидному суглинку (розряд)*.

Згідно з прийнятою методикою в Україні виділяють понад 600 видів ґрунтів, які об'єднують у 17 типів та 35 підтипів. Крім того, на ґрунтових картах зазначено також 17 різновидів ґрунтів за механічним складом. В окремих областях України дуже багато всяких ґрунтів (у Харківській області, за даними Інституту ґрунтознавства, їх близько 180, у Черкаській – 198).

Найбільше різних ґрунтів утворюється в тих регіонах, де є річки (в заплавах і на терасах). У розвитку класифікаційної проблеми в зарубіжному ґрунтознавстві можна виділити два головних напрямки: західноєвропейське та американське. У західноєвропейських класифікаціях за основу взяті ранні агрогеологічні класифікації, які розробляли, виходячи з властивостей ґрунтоутворюючих порід, і розділяли на геологопетрографічні, в основу яких покладено мінералогічний склад ґрунтоутворюючих порід (Паллу, 1857; Мейер, 1857; БеннінгсонФордер, 1863), хімічні, побудовані на поділі ґрунтів за хімічним складом (Кноп, 1871), фізичні – за механічним складом (Теер і Шюблер, 1876) та змішані (Зенфт, 1877). Наукові ідеї В. В. Докучаєва вплинули на більш пізні роботи з класифікації ґрунтів вчених Західної Європи. В цих роботах спостерігається прагнення творчо синтезувати ґрунтово-мінералогічний підхід до систематики і класифікації ґрунтів з принципами докучаєвського генетичного



грунтознавства (Раману, 1918; Зігмонді, 1933; 1938; Штремме, 1950; Кубієна, 1953; Обер, 1956; Дюшафур, 1962).

В американському ґрунтознавстві на початку нашого століття переважав емпіричний підхід до класифікації ґрунтів, заснований на досвіді місцевого населення і обліку урожайності культур. У систему ґрунтів було введено поняття «ґрунтові серії», які встановлюються головним чином за механічним складом та деяким іншими точно не визначеними властивостям ґрунтів. Поряд з цим незалежно від системи ґрунтових серій розробляли загальні генетичні класифікації ґрунтів (Гільгард, 1893; Уїтні, 1895; Коффі, 1912). Важлива роль у розвитку американського ґрунтознавства належить Марбуту (1935), який прийняв ідеї російського генетичного ґрунтознавства і застосував їх при вивченні ґрунтів США. Встановлена ним таксономічна категорія «великі ґрунтові групи» близька до поняття докучаєвського ґрунтового типу. Наступні класифікації (Келлог, 1936, 1939; БалДуіно, Келлог, Торп, 1938; Торп і Сміт, 1949) виходили зі схеми Марбута, але ще більше підкреслили географо-генетичні принципи.

В американській системі ґрунтової класифікації історично склався двоїстий підхід до визначення сутності вищих і нижчих таксономічних одиниць. Для вищих (великі ґрунтові групи) характерний генетичний принцип виділення, для нижчих (ґрунтові серії) – агроемпіричний. Тому в американській класифікації важко зіставити ґрунтові серії між собою і з'єднати їх у більш високі категорії (ґрунтові роди, підтипи, типи). Нову американську класифікацію розробляли в Державній ґрунтовій службі США (Келлог, Сміт). Основні принципи її побудови декларуються як генетичні, але практично вона в межах перших двох вищих рівнів (ґрунтові порядки і підпорядки) проводиться за морфологічними ознаками, виходячи з принципу характерного «діагностичного горизонту». Лише в наступних таксономічних одиницях – в ґрунтових групах та підгрупах – більш широко використовуються генетичні принципи. Ґрунти можуть бути віднесені до класифікаційного підрозділу на підставі діагностичних ознак. Сукупність ознак ґрунтів, за якими вони можуть бути виділені і віднесені

до того чи іншого класифікаційного підрозділу, називається діагностикою ґрунтів. Для діагностики ґрунтів використовують ознаки, які легко встановлюються при ґрунтових дослідженнях, морфологічному вивченні ґрунтового профілю. Однак часто цього виявляється недостатньо, і доводиться діагностувати ґрунти за допомогою даних лабораторних аналізів (склад увібраних основ, склад і кількість гумусу, валовий хімічний склад ґрунтів і т.д), а також деякі матеріали, що характеризують гідротермічний режим ґрунтів. Останні особливо важливі при встановленні окремих типів і підтипів ґрунтів.

При визначенні типів ґрунтів як основної таксономічної одиниці підкреслюється наявність для такої групи ґрунтів єдиної системи основних генетичних горизонтів і спільних властивостей, обумовлених процесом ґрунтоутворення. Визначення підтипу підкреслюється наявністю якісних відмінностей у системі генетичних горизонтів, що характеризують перехід до інших (сусідніх) типів. Поняття різновид передбачає більш детальну характеристику гранулометричного складу ґрунтового профілю (по 23 горизонтам). Для оцінки екологічних умов розвитку ґрунтів вводиться нова таксономічна одиниця – категорія, що дозволяє розділяти ґрунти за особливостями їх гідротермічного режиму.

## **6.2 Закономірності географічного розповсюдження ґрунтів**

Ґрунти в природі виникають і розвиваються в результаті сукупної взаємодії основних факторів ґрунтоутворення. При постійній дії комплексу чинників ґрунтоутворення з пухкої материнської породи утворюються ґрунти, які відрізняються швидкістю і напрямом окремих процесів, характером надходження, розкладанням та синтезом органічних речовин, водним, повітряним, тепловим і харчовим режимами. Фактори ґрунтоутворення змінюються в часі і просторі. При зміні факторів у часі відбувається еволюція ґрунтів: змінюється інтенсивність процесів ґрунтоутворення, ґрунт з одного стану переходить в інший. При зміні факторів в просторі, наприклад на поверхні

суші, утворюється значне різноманіття ґрунтів, відповідних до сукупного впливу природних умов. Навіть у межах невеликих ділянок (площею по 35 тис. га) може бути до 200 різних ґрунтів.

Україна характеризується великою різноманітністю природних умов і ґрунтового покриву. Ґрунтові зони нашої країни мають широтну протяжність і змінюють одна одну з півночі на південь відповідно до зміни основних умов ґрунтоутворення. *Закономірності географічного поширення ґрунтів визначаються природними умовами, взятими у їх взаємному зв'язку і взаємної обумовленості.* Це положення лежить в основі розвитку найважливіших розділів географії ґрунтів: вчення про горизонтальну зональність, вчення про вертикальну зональність, вчення про ґрунтово-кліматичні фації і провінції, теорії структури ґрунтового покриву. Основними найбільш загальними законами географії ґрунтів є:

1. Закон горизонтальної (широтної) ґрунтової зональності;
2. Закон фаціальності (провінціальності) ґрунтів;
3. Закон вертикальної зональності ґрунтів;
4. Закон аналогічних топографічних рядів (вчення про зональні типи ґрунтових комбінацій).

Сучасна схема ґрунтово-географічного районування розроблена Ґрунтовим інститутом ім. В. В. Докучаєва (м. Москва) спільно з іншими установами (1962), у цій розробці прийнято таку систему таксономічних одиниць:

1. Ґрунтово-біокліматичний пояс;
2. Ґрунтово-біокліматична область;

*Для рівнинних територій: Для гірських територій:*

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 3. Ґрунтова зона;      | 3. Гірська ґрунтова провінція (вертикальна |
| 4. Ґрунтова провінція; | структура ґрунтових зон);                  |
| 5. Ґрунтовий округ;    | 4. Вертикальна ґрунтова зона;              |
| 6. Ґрунтовий район;    | 5. Гірський ґрунтовий округ;               |
|                        | 6. Гірський ґрунтовий район;               |

Опорними одиницями ґрунтово-географічного районування є: на рівнинних територіях – ґрунтова зона, в горах – гірська ґрунтова провінція.

*Закон про природно-історичну зональність поширення ґрунтів* вперше був сформульований В. В. Докучаєвим наприкінці ХІХ ст. Він встановив, що *ґрунти утворюються під впливом комплексу факторів, найбільше значення з яких мають рослинність і клімат*. При цьому клімат впливає на ґрунтоутворний процес переважно через рослинність. Клімат та рослинність закономірно змінюються в межах земної кулі в напрямі від полюсів до екватора. При цьому змінюється і ґрунтовий покрив, окремі типи якого утворюють широкі зони.

В. В. Докучаєв показав, що у розміщенні ґрунтів на рівнинах спостерігається закон горизонтальної, або широтної зональності, а в гірських районах – вертикальної (залежно від зміни кліматичних умов і рослинності). За сучасними уявленнями в ґрунтовому покриві суші виділяються широтні ґрунтовобіокліматичні пояси, обумовлені головним чином термічними особливостями клімату. У північній півкулі виділяють п'ять основних широтних ґрунтовобіокліматичних поясів, обумовлених термічними особливостями клімату: полярний, бореальний, суббореальний, субтропічний, тропічний. Аналогічні пояси можуть бути виділені і в південній півкулі. Для кожного поясу характерний свій ряд типів ґрунтів, які не зустрічаються в інших поясах. Вони мають подібний термоенергетичний режим, але розрізняються за умовами зволоження.

Формулюючи закон зональності, Докучаєв враховував складність будови ґрунтового покриву Землі. Він припускав численні відхилення його конфігурації від широтно-зональної схеми. Докучаєвський закон зональності не зводиться тільки до широтно-смугової схеми розподілу ґрунтів на земній поверхні. Можна назвати ще низку закономірностей ґрунтоутворення і географії ґрунтів, зумовлених дією закону зональності. До них належать такі:

1. Зростання різноманітності ґрунтів і контрастності їх властивостей у міру переходу від полярних широт до екваторіальних.

2. Ускладнення складу і структури вертикальної поясності в південних широтах у порівнянні з північними.

3. Зростання в південному напрямку біологічної продуктивності ґрунтів, ємності і різноманітності типів біологічного кругообігу елементів у гумідних (надвологих) і семігумідних (достатньо вологозабезпечених) ландшафтах.

Різні частини ґрунтово-географічних поясів з індивідуально вираженим спектром ґрунтів отримали в ґрунтово-географічному районуванні назву *ґрунтово-біокліматичних областей*. Дуже важливо пам'ятати, що закон зональності Докучаєва ставиться не тільки до географії ґрунтів. Він є загально-географічним законом, згідно з яким зі зростанням дії сонячної енергії на поверхні Землі в міру переходу від північних широт до південних закономірно змінюються у тому ж напрямку енергія і характер екзогенних і біогенних процесів. Тому цей закон називається світовим законом, а його відкриття Докучаєвим заслужено належить до найбільших досягнень природознавства. Розрізняють області: а) вологі (екстрагумідні і гумідні) з лісовим і тайговим або тундровим рослинним покривом; б) перехідні (субгумідні і субаридні) зі степовим, ксерофітнолісовим і саванним рослинним покривом, в) сухі (аридні і екстрааридних) з напівпустельним і пустельним рослинним покривом.

*Ґрунтовий покрив ґрунтово-біокліматичних областей більш однорідний, ніж ґрунтово-кліматичних поясів, але все ж складається з декількох зональних та супутніх їм інтразональних ґрунтових типів. Тому в кожній ґрунтовобіокліматичній області виділяються 2 або 3 ґрунтові зони.*

Кожна ґрунтова зона може бути визначена як ареал зонального ґрунтового типу і супутніх йому інтразональних ґрунтів. Ґрунтові зони двох або кількох сусідніх областей, утворюють в сукупності зональні системи або зональні спектри. У центрах найбільших континентів землі спостерігаються широтні зональні спектри, пов'язані з широтним розподілом температурних умов і опадів. На континентальних масивах менших розмірів зони зволоження розподіляються паралельно обрисам берегів, і тому спостерігається відхилення від широтної

втягнутості і наближення до меридіального розташування – меридіональні спектри.

*Умови в межах ґрунтових зон не цілком однорідні і це призводить до розчленування ґрунтових типів на підтипи. У зв'язку з цим часто виділяються ґрунтові підзони, а по простяганню ґрунтових зон відокремлюються ґрунтові фації та провінції. Ці фаціальні поділи пов'язані з неоднаковою континентальністю клімату, з відмінностями в суворості зими, з неоднаковим розподілом опадів по сезонах року, тобто ґрунти різних фацій всередині генетичного типу істотно відрізняються за особливостями гідротермічного режиму. Ґрунтові провінції є більш дрібними підрозділами того ж порядку що і фації і виділяються всередині фації.*

*Ґрунтові провінції за оролітологічними ознаками та структурою ґрунтового покриву поділяють на ґрунтові округи та райони. Ґрунтовий округ – частина ґрунтової провінції, що характеризується певним типом ґрунтових комбінацій, обумовлених особливостями рельєфу і ґрунтоутворюючих порід. Для ґрунтового округу характерна наявність особливих рядів і різновидів зональних ґрунтів в комбінаціях з інтразональними ґрунтами, розвиток яких пов'язаний зі специфікою порід або ґрунтових вод. Ґрунтовий район – частина ґрунтового округу, що характеризується одним типом мезоструктури ґрунтового покриву. Ґрунтові округи якісно розрізняються за складом і будовою ґрунтового покриву; ґрунтові райони розрізняються лише за кількісним співвідношенням родів, видів і різновидів ґрунтів, що властиві округу.*

*В. В. Докучаєвим в результаті його досліджень на Кавказі були також закладені основи вчення про вертикальну зональність ґрунтів в горах. В. В. Докучаєв зазначив відому аналогію між зміною вертикальних і горизонтальних ґрунтових зон, якщо рухатися від подошви гір на північ. Вивчення вертикальної зональності ґрунтів показало, що в горах є велике різноманіття біокліматичних умов і генетичних типів ґрунтів, ніж на рівнині. Хоча в цілому гірські типи ґрунтів можуть бути віднесені до тих же екологогенетичних груп, що і ґрунти рівнин. Структура вертикальної*

*зональності ґрунтів визначається:* а) положенням гірської країни в системі горизонтальних ґрунтових зон; б) висотою гірської країни; в) положенням гірської країни по відношенню до переважного руху повітряних мас; г) наявністю температурних інверсій, тобто стіканням маси холодного повітря по схилах у певні зоні і накопичення його у депресіях.

Перші два із зазначених положень визначають загальний порядок зміни і число вертикальних ґрунтових зон у гірських системах даної ґрунтово-біокліматичної області. Цей порядок загалом аналогічний зміні горизонтальних зон на рівнинах при русі на північ або в бік більш м'яких кліматичних умов. Третє і четверте положення визначають істотні відхилення від викладеної схеми для кожної гірської системи, для кожного її схилу.

Найбільш загальне значення має закономірність розподілу ґрунтів за елементами мезо- і мікрорельєфу, що отримала назву **закону аналогічних топографічних рядів ґрунтів Сергія Олександровича Захарова**. Сутність цього закону полягає в тому, що розподіл ґрунтів за елементами рельєфу у всіх зонах має аналогічний характер: на підвищених елементах залягають ґрунти генетично самостійні (автоморфні), яким властива акумуляція малорухомих продуктів ґрунтоутворення; у знижених елементах рельєфу (шлейфи схилів, днища низин і западин) розташовані генетично підлеглі ґрунти (напівгідроморфні або гідроморфні) з акумуляцією рухливих продуктів ґрунтоутворення в своєму профілі; на схилових елементах рельєфу залягають перехідні ґрунти, у яких у міру наближення до негативних форм рельєфу зростає акумуляція рухомих речовин.

Розподіл ґрунтів по конкретній території відповідно до закону аналогічних топографічних рядів часто ускладнюється зміною порід та інших місцевих умов. **Вчення про генезис, склад, форми ґрунтових неоднорідностей і їх агрономічне значення отримало назву вчення про структуру ґрунтового покриву.** Основою цього вчення є уявлення про **елементарний ґрунтовий ареал (ЕГА)** – невелику ділянку території, на якій ґрунтовий покрив представлений одним розрядом ґрунтів. **Головна характеристика ЕГА – класифікаційна назва, яка**

*розкриває генезис, склад, властивості та рівень його родючості. Крім того, важлива оцінка морфології, яка дає уявлення про розміри, форму ЕГА його межі та екологію ЕГА. Комплекси та поєднання досліджуються з точки зору будови, контрастності що їх утворюють, співвідношення площ, розмірів ґрунтових контурів та їх розподілу за мікро і мезорельєфом. Як видно з викладеного, всі головні закономірності географічного розподілу ґрунтів пов'язані в першу чергу з факторами ґрунтоутворення.*

Ґрунтовий покрив областей більш однорідний, ніж поясів, але все ж він складається з декількох зональних і супутніх інтразональних ґрунтових типів. Тому в кожній області виділяють 23 ґрунтові зони.

### **6.3 Ґрунтово–географічне районування України**

Ґрунтовий покрив України дуже різноманітний. *Номенклатура ґрунтів, прийнята при великомасштабному ґрунтовому картуванні, нараховує біля 650 видів. Якщо ж узяти до уваги різновиди за гранулометричним складом, материнською породою, ступенем еродованості, засоленості і т.п., за якими не всі ґрунти підрозділені, то кількість ґрунтових індивідуумів зростає до декількох тисяч. Розподілено всю цю розмаїтість ґрунтів на території країни нерівномірно: по-перше, відповідно до загальної фізико-географічної (ландшафтної) зональності; по-друге, у зв'язку з місцевими (провінційними) особливостями природної обстановки. Але поряд із дуже строкатими в ґрунтовому відношенні територіями, як, наприклад, Полісся, Лісостеп, гірські провінції, на величезних просторах Степу, що займають майже половину площі країни, ґрунтовий покрив простий – монотонний на великих відстанях.*

Ступінь складності ґрунтового покриву визначається не тільки типологічною розмаїтістю ґрунтів, але і різними їхніми сполученнями, розмірами і формою контурів.

Існуючі ґрунтові сполучення різних рангів дуже численні, але їхня розмаїтість легко укладається в порівняно невелике число макротипів структур ґрунтового покриву. *Отже, типи ґрунтового покриву генетично нерозривно*



пов'язані з фізико-географічною обстановкою – ландшафтними типами місцевості. Тому географія ґрунтового покриву на території України (як і скрізь на земній суші) тісно пов'язана з фізичною (ландшафтною) географією. Ґрунтові регіони різних територіальних рангів до деталей повторюють фізико-географічні регіони (області, пояси, зони, підзони і провінції) (рис. 6.1).

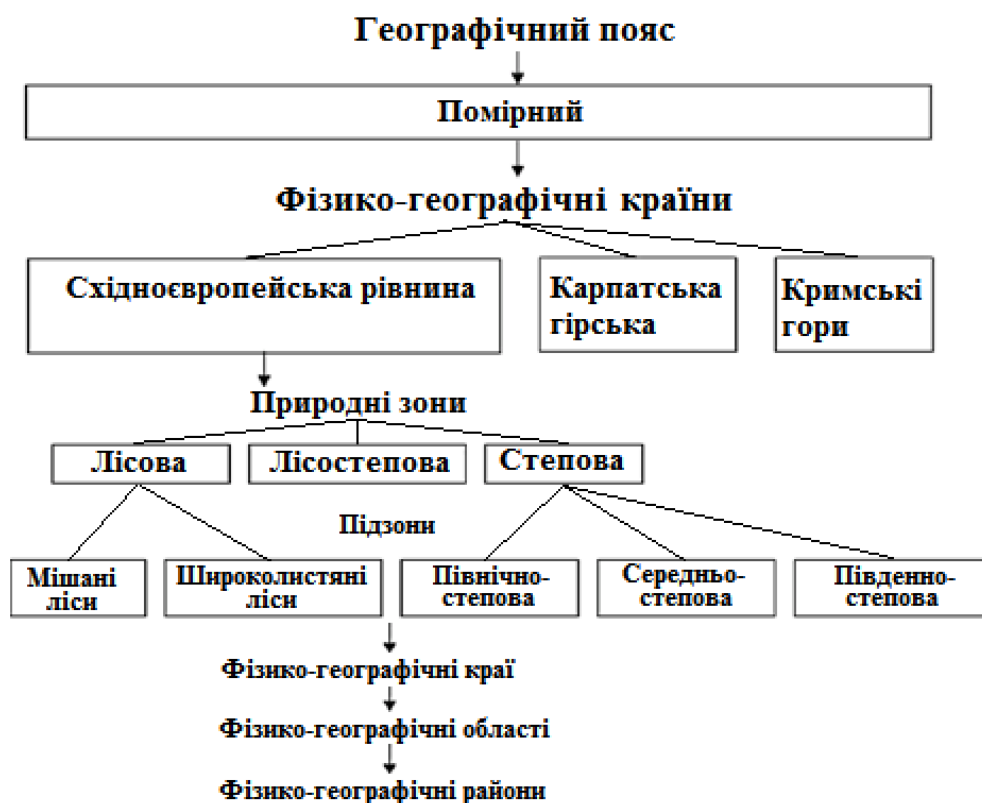


Рисунок 6.1 – Фізико-географічний поділ території України

І тому, що ці ландшафтні регіони на території країни суворо закономірні, то також закономірно розподілені і типи ґрунтового покриву, що представляють ці регіони.

Ґрунтовий покрив країни чітко зональний, тому що також чітко зональний і розподіл на цій території двох основних природних чинників – клімату і рослинності. Існуючі на Україні найбільші великі фізико-географічні, а отже, і ґрунтові регіони (пояси, області і зони) є по суті південнозахідним продовженням тих же регіонів на великій території Східноєвропейської рівнини, де вони класично виражені.

*Агрогрунтове районування України в 60-ті роки здійснене ґрунтознавцями Українського НДІ ґрунтознавства та агрохімії. Територія України має два ґрунтовобіокліматичні пояси – бореальний (помірно холодний – Полісся) і суббореальний (помірний – інша частина території). Крім цих двох, чітко виявлений третій субтропічний теплий пояс, поданий дуже незначною територією (частиною південного берега головної Кримської гряди). Пояси й області поділені на ґрунтові зони.*

*За допомогою ґрунтової карти можна простежити зональну закономірність розподілу ґрунтів (див. рис. 6.1). На півночі України переважають дерново-підзолисті ґрунти (у тому числі оглеєні, що сформувалися за умов перезволоження), на заході в рівнинній частині – сірі лісові ґрунти та опідзолені чорноземи, далі на схід – комплекс ґрунтів лісостепу з типовими і реградованими чорноземами, що перемежуються з ґрунтами, які сформувалися під лісовою рослинністю (сірі опідзолені). На південь від зони лісостепових комплексів ґрунтів дуже чітко вирізняються різновиди ґрунтових комплексів степу, що визначають його підзональні межі: чорноземи звичайні – північний степ, чорноземи південні – середній степ, каштанові ґрунти – південний степ.*

Окремі крупні комплекси ґрунтів пов'язані з гірськими областями Карпат (буроземно-підзолисті, бурі гірсько-лісові, дерново-буроземні й гірсько-лучні ґрунти, що сформувалися відповідно під гірськими лісами та луками) і Криму (бурі гірсько-лісові, дерново-буроземні та гірсько-лучні, коричневі гірські ґрунти).

Утворення ґрунтів – складний процес, що триває сотні й тисячі років. Сучасні ґрунти України утворилися в післяльодовикову епоху. *Найбільш тісно ґрунтовий покрив пов'язаний із природним рослинним покривом. Родючість ґрунтів впливає на урожайність природної та культурної рослинності.* Ґрунти України зазнають значних змін під впливом господарської діяльності: інколи погіршується структура ґрунту, зменшується родючість. Унаслідок надмірного

поливу відбувається засолення й заболочення ґрунтів. Під дією гербіцидів різко зменшується кількість мікроорганізмів у ґрунті.

*В фізико-географічному відношенні територія України розподіляється на зони: Полісся, Лісостеп, Степ, Сухий Степ, Карпатська та Кримська гірські області.*

### **Контрольні питання:**

1. Перерахуйте й поясніть головні закономірності географії ґрунтів.
2. Розкрийте сучасні уявлення про структуру педосфери (ґрунтового покриву світової суші).
3. Що являють собою сполучення і комплекси ґрунтів?
4. Назвіть фактори, що впливають на структуру ґрунтового покриву.
5. Яке кількісне співвідношення груп ґрунтів у різних біокліматичних поясах?
6. Який ступінь використання ґрунтів для землеробства на території різних природних зон і континентів?
7. Охарактеризуйте основні одиниці ґрунтового-географічного районування.
8. Визначте поняття «класифікація ґрунтів», дайте характеристику типу як основної опорної таксономічної одиниці в класифікації.
9. Визначте таксономічні одиниці ґрунтової класифікації нижче типу.
10. Опишіть основні закономірності розміщення ґрунтів на земній поверхні.
11. Охарактеризуйте принципи ґрунтового-географічного районування суші.
12. Які ґрунтовобіокліматичні пояси виділяються на земній кулі?
13. Коротко охарактеризуйте особливості ґрунтового-географічного районування України.
14. Дайте характеристику основним етапам розвитку класифікації ґрунтів.
15. Назвіть таксономічні одиниці класифікації ґрунтів СНД і дайте їм визначення.
16. Вкажіть основні особливості західноєвропейського та американського напрямів у побудові класифікації ґрунтів.

## **7 ДЕГРАДОВАНІ ТА АНТРОПОГЕННО-ПЕРЕТВОРЕНІ ҐРУНТИ**

### **7.1 Поняття про деградацію ґрунтів та причини деградації**

*Деградація ґрунтів – це зменшення їх родючості або втрата властивостей, характерних їм як природному тілу (підкислення, засолення, вилуговування, ерозія, підтоплення, заболочення, забруднення, опіщання тощо).*

*Ступінь деградованості ґрунтів буває слабкою, середньою та сильною.* На *слабо-деградованих* ґрунтах ознаки погіршення їх властивостей ледь помітні, проте рівень врожайності тут зменшується на 10%. На *середньо-деградованих* ґрунтах ознаки погіршення їх властивостей настільки чітко окреслені, що зумовлюють перехід до іншого типу чи різновиду. Зменшення врожайності при цьому сягає 50%. Продуктивність вирощуваних культур на *сильно-деградованих* ґрунтах зменшується більш ніж на 50%. При цьому можуть зберігатися морфологічні ознаки ґрунтової відміни, проте вони стають малоприсадними для вирощування культурних рослин.

Господарська діяльність людини (антропогенний фактор) є основною причиною деградації ґрунтів. Коли господарська діяльність людини не перевищує екологічно допустиме навантаження на ґрунт, він не деградує. Але варто переступити цей поріг, як ґрунт починає деградувати. Потрібно чітко усвідомити, що деградовані землі дуже важко, а іноді зо всім неможливо відродити.

Видатний вчений Климент Аркадійович Тімірязєв зазначав, що «володіння землею – не право лише чи привілей, а важкий обов'язок, що загрожує відповідальністю перед судом нащадків».

### **7.2 Вплив рівня сільськогосподарського освоєння території на якість ґрунтів та санітарний стан ґрунтів України**

За якісним складом земельних угідь Україна продовжує займати одне з провідних місць у світі, на її території зосереджено 8% світових запасів

чорноземів. Земельні ресурси та в цілому сприятливі кліматичні умови створюють належний потенціал для високоефективного ведення землеробства, інших галузей АПК, але екстенсивний підхід до використання основного засобу сільськогосподарського виробництва – землі – призвів до її деградації на значних площах. Упродовж багатьох років розширення площі сільгоспугідь та ріллі було чи не єдиним заходом збільшення виробництва продукції. В гонитві за додатковими центнерами продукції розорювалось усе: крутосхили, захисні зони вздовж водоймищ та пасовищ, узбіч доріг.

Особливо великими темпами відбувалося погіршення земельних угідь країни в 90-х роках минулого століття у зв'язку із загостренням кризових явищ в економіці України. Через відсутність коштів було припинено впровадження системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території, зрошувані землі стали занедбанними, на них не здійснювались меліоративні заходи; землеробство велося за різко від'ємним балансом органічної речовини, основних біогенних елементів, що зумовило втрату близько 10% його енергетичного потенціалу.

Характерним для всіх регіонів України стало скорочення запасів гумусу та зменшення вмісту рухомих форм фосфору та калію в ґрунті, оскільки упродовж багатьох років кількість внесених у ґрунт добрив була набагато меншою, ніж виносилась вирощуваними рослинами. Наприклад, в Миколаївській області у 1996 році на 1 га ріллі вносили в ґрунт лише по 6 кг мінеральних та 0,8 тони органічних добрив, а в 2000 році – відповідно, 4 кг та 0,1 тони на один гектар, що в 50-80 разів менше, ніж рекомендує наука.

Непоправної шкоди земельному покриву України завдають ерозійні процеси. Так, річні втрати ґрунту по країні, як вже зазначалося, сягають близько 600 млн. тон, що еквівалентно втраті майже 120 тис. га земель з гумусовим горизонтом товщиною 50 см. При цьому у втраченому ґрунті міститься понад 18 млн. тон гумусу та велика кількість елементів живлення рослин, що в кілька разів перевищує їх винос вирощуваними культурами.

Через відсутність ефективних ґрунтоохоронних заходів площа еродованих ґрунтів у країні невинно зростає. Для припинення деградування ґрунтів України і на цій основі домогтися різкого зростання виробництва с.-г. продукції деякі вчені, зокрема Булигін Сергій Юрійович та Сайко Віктор Федорович пропонують скоротити площу ріллі в Україні приблизно на 10 млн. га шляхом переведення малопродуктивних земель (деградованих, малорозвинених, низько-технологічних і та ін.) в сіножаті, пасовища та під заліснення.

Булигін С. Ю. пропонує в першу чергу вивести з ріллі малорозвинені та малопродуктивні ґрунти, а також всі землі в обробітку на схилах крутістю понад 2°. Внаслідок цього площа ріллі в Степу зменшиться на 2,9 млн. га (20,4%), в Лісостепу – на 3,1 млн. га (30,4%), в Поліссі – на 0,3 млн. га (11,6%), в цілому по Україні – на 63 млн. га (23,8%).

Досвід багатьох країн Заходу свідчить про нагальну потребу переходу до *ландшафтного принципу господарювання* на землі, при якому досягається найкращий виробничий, економічний та природоохоронний ефект. Це означає, що в межах водозбірних площ повинні створюватись агроландшафти, де були б збалансовані такі його складові, як площа сільгоспугідь, рілля, луки, пасовища, багаторічні плодово-ягідні насадження, ліси, лісосмути, водні джерела. Співвідношення між ними обумовлюється природно кліматичною зоною, рельєфом місцевості, ґрунтовим покривом тощо.

Істотне скорочення площі ріллі дасть змогу не розпилювати кошти на значний об'єм, а сконцентрувати їх на найкращих ґрунтах, що залишаться після реорганізації, і з'явиться можливість збільшити внесення на одиницю площі кількості органічних і мінеральних добрив, засобів меліорації та захисту рослин і та ін. Не менш важливою проблемою є покращення санітарного стану ґрунту, в який по падає надзвичайно велика кількість забруднювачів. Це природні та антропогенні забруднювачі, фізичні й хімічні. До основних видів забруднювачів ґрунтів належать: важкі метали, радіоактивні елементи, неорганічні сполуки металів, органічні синтетичні речовини, пестициди, мінеральні добрива, різні органічні відходи, біологічні забруднювачі.

Зараз певна частина території України забруднена радіонуклідами після аварії на ЧАЕС 26 квітня 1986 року. До цих забруднювачів у першу чергу належать стронцій і цезій, що швидко засвоюються рослинами, особливо на бідних органічними та мінеральними речовинами ґрунтах. Оскільки період напіврозпаду цих елементів становить, відповідно, 28 та 33 роки, їх токсична дія триває і може тривати ще досить тривалий час.

### **7.3 Техногенне ущільнення, деградація ґрунтів та основні шляхи припинення процесів деградації у ґрунті**

Значний екологічний тиск на ґрунт здійснюють агрохімікати. Хімізація землеробства не викликає сумніву, але при невдалому доборі хімічних елементів, надмірному їх внесенні, невірному виборі строку та способу внесення значна частина хімікатів не виконує свого прямого призначення.

За даними Олексія Володимировича Яблокова при сучасних технологіях внесення 97–99% інсектицидів і фунгіцидів та 80–95% гербіцидів потрапляє в ґрунт, водоймища, повітря. *Негативна дія мінеральних добрив* полягає в тому, що при систематичному внесенні їх у ґрунт накопичуються шкідливі малорухомі речовини – важкі метали (миш'як, кадмій, хром, кобальт, мідь, свинець, ванадій, цинк тощо). З кожною тонною внесеного на поля фосфору в ґрунт потрапляє до 160 кг фтору, висока концентрація якого змінює біологічні процеси у ґрунті.

Великої шкоди ґрунтам завдають так звані *кислотні дощі*, які виникають через викиди в повітря промисловими підприємствами та автотранспортом різних газів і сполук сірки, нітратів, вуглецю, які, з'єднуючись з вологою повітря, утворюють кислоти. Останні потрапляють у ґрунт і вступають в реакцію нейтралізації з речовинами лужної природи, утворюючи відповідні солі.

Одним із небажаних наслідків *підкислення ґрунтів* є те, що радіонукліди і важкі метали можуть з нерозчинних форм переходити в розчинні і споживатись рослинами. Так, при  $pH=6,0$  і менше ртуть повністю переходить у розчинні форми. На кислих ґрунтах погано розвиваються с.-г. культури, особливо бобові та технічні (олійні).

Сьогодні надзвичайно гостро постає питання про зменшення негативного впливу так званої *фізичної деградації ґрунту*, яка пов'язана з надмірно інтенсивним його обробітком важкою технікою. Маса трактора потужністю 73–92 кВт зі шлейфом знарядь сягає 15 т.

Сучасні технології вирощування с.-г. культур, за даними Рабочєва Івана Семеновича та ін., потребують багаторазового проходження по полю машино-тракторних агрегатів. Так, при вирощуванні однорічних культур біля 30% площі поля піддається дворазовій дії техніки, 20% – шестиразовій, 2% – восьмиразовій і лише 2% поля при цьому не ущільнюється. Бондарєв А. Г. вважає, що в середньому за вегетацію більша частина полів піддається 2–4 разовому проходженню с.-г. техніки. Питомий тиск на ґрунт сучасних машин в 1,5–2,0 рази перевищує допустимі норми. Це призводить до того, що фізична деградація відбувається не тільки в орному, а і в підорному шарах ґрунту. Деформація розповсюджується як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках.

Надмірне ущільнення ґрунту призводить до багатьох негативних наслідків:

- збільшується щільність, брилуватість;
- зростає опір ґрунту проникненню кореневої системи та обробітку;
- підвищується питома маса вологи, яка не може бути використана рослинами; забур'яненість;
- зменшується об'єм водо та повітряно-провідних шпарин;
- погіршується поживний режим ґрунту;
- різко падає врожайність с.-г. культур;
- збільшуються небезпека появи ерозійних процесів та втрата з продуктами ерозії поживних речовин.

Які ж заходи необхідно здійснити, щоб припинити подальшу фізичну, хімічну, біологічну та екологічну деградацію ґрунтів України, стабілізувати їх родючість, оздоровити їх санітарний стан і на цій основі домогтися отримання високої та стабільної врожайності культур?



Передусім, необхідно налагодити моніторинг ґрунтів, без якого неможливо здійснювати заходи по їх покращенню. Потрібно розробити дійовий механізм відповідальності та санкцій до землевласників і землекористувачів, які своєю діяльністю спричиняють погіршення стану земельних угідь.

В Україні зараз налічується 2,5 млн. га зрошуваних земель, на створення яких витрачено біля 5 млрд. доларів. Продуктивність цих земель залишається низькою, тому їм необхідно приділити підвищену увагу, здійснивши, передусім, необхідні меліоративні заходи. Полемічним залишається питання про використання техногенно забруднених земель. Є пропозиції щодо їх вилучення з с.-г. обороту. Але такий підхід доречний по відношенню до малопродуктивних земель. Що стосується високородючих ґрунтів, то тут варто знайти можливість їх безпечного використання наступними шляхами: вирощуванням рослин, що накопичують у своїй біомасі незначну кількість токсикантів; фітомеліорацією за допомогою рослин, які здатні вивести з врожаєм велику кількість того чи іншого забруднювача з наступною їх утилізацією, а також опрацюванням агротехнічних заходів, які спроможні створити умови для формування кореневої системи рослин поза забруднених ґрунтових прошарків; внесенням речовин, які зв'язували б важкі метали і радіоактивні речовини в незасвоєвані рослинами форми тощо.

Неабияке значення в попередженні деградації ґрунтів має вдосконалення технології вирощування рослин, а головне – дотримання їх, особливо таких складових, як мінімізований обробіток ґрунту, оптимальні строки, способи та норми внесення органічних і мінеральних добрив, проведення заходів захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб.

До цього блоку питань відносяться також: вдосконалення ходових систем мобільної с.-г. техніки, технічних засобів для внесення агрохімікатів, покращення якості та зменшення токсичних властивостей пестицидів і мінеральних добрив.

### ***Контрольні питання:***

1. Що таке деградація ґрунту?

2. Які ступені деградації ґрунту Ви знаєте?
3. У чому причина освоєння значної частини земельного фонду України для с.-г. використання?
4. Які наслідки для ґрунту мала значна розораність земельних угідь?
5. Як впорядкувати землекористування в Україні?
6. У чому полягає небезпека радіаційного забруднення земель?
7. Який тиск на ґрунт здійснюють агрохімікати?
8. У чому полягає негативна дія на ґрунт кислотних дощів?
9. Що таке фізична деградація ґрунту? Причини її виникнення.
10. Чи є сенс використовувати с.-г. угіддя, що зазнали істотного техногенного забруднення?
11. Які заходи потрібно здійснити в масштабі держави для попередження подальшої деградації ґрунту?

## **8 БОНІТУВАННЯ ҐРУНТІВ І ҐРУНТОВОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ**

### **8.1 Бонітування ґрунтів**

**Бонітування ґрунтів** – це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, які мають сталий характер та суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур, вирощуваних у конкретних природно-кліматичних умовах. При бонітуванні слід брати до уваги ознаки, властивості ґрунтів та багаторічну середню продуктивність рослин (врожайність сільськогосподарських культур) на рівні інтенсивного землеробства.

**Завданням бонітування** є порівняльна кількісна оцінка якостей ґрунтів і їх потенційної родючості. Результати бонітування ґрунтів використовують для вирішування таких виробничих питань: впровадження в господарствах науково-обґрунтованих заходів щодо підвищення родючості ґрунтів, раціональне використання і освоєння нових земель, впровадження сівозмін і раціональне

розміщення сільськогосподарського виробництва, диференційоване планування закупівель сільськогосподарських продуктів, прогнозування продуктивності (врожаїв) сільськогосподарських культур, визначення оптимальної структури посівних площ і перспектив спеціалізації господарств, розрахунок оплати праці і аналіз ефективності виробничої діяльності господарств.

Ґрунти різняться за відносними, якісними показниками – *балами*, які дають можливість встановити, наскільки один ґрунт кращий або гірший порівняно з іншими за продуктивністю. Отже, *бонітування ґрунтів* – це визначення якості (родючості) ґрунтів, виражена в балах. Показником якості (родючості) ґрунтів є бонітет, який являє собою інтегральну величину різних одиниць. Бал бонітету визначають за об'єктивними природними властивостями та ознаками ґрунту, які є *бонітетними критеріями*. Критерії поділяються на основні (типові) і модифікаційні.

*Основними (типовими)* вважаються критерії, які безпосередньо характеризують здатність ґрунтів задовольняти вимоги рослин до факторів життя – води і поживних речовин, тобто дають можливість оцінити їх за родючістю. Це максимально можливі запаси в ґрунті продуктивної вологи (діапазон активної вологи), гумусу, доступних для рослин елементів живлення (азоту, фосфору і калію).

*Модифікаційні критерії* визначаються специфічними властивостями ґрунту, які зумовлюють певну можливість рослин використовувати поживні речовини і вологу для формування урожаю. Так, ґрунт може містити достатню кількість поживних речовин і вологу, але вміст в ньому токсичних солей або обмінного натрію, несприятлива реакція ґрунтового розчину, здатність до запливання, утворення кірки, брил тощо можуть різко знизити його продуктивність. Оскільки негативні властивості мають місцевий характер (для підзолистих ґрунтів – кислотність, солончакових – надлишок легкорозчинних солей, для гігморфних – оглеєння та ін.), вони враховуються в поправних коефіцієнтах.

Первинною (початковою) одиницею бонітування ґрунтів є найменше дрібне таксономічне ділення – *різновид*, виділена окремим контуром на ґрунтовій карті господарства, або, як її називають, *елементарний ґрунтовий ареал (ЕГА)*.

Для кращої характеристики якості ґрунтів складається *бонітетна шкала*, в якій ґрунти розміщують або за зниженням балу бонітету тобто від кращих до гірших, або за генетичною послідовністю (відповідно до номенклатурного списку). На виробництві розміщення сільськогосподарських культур, деревних та чагарникових порід, агротехнічні та інші заходи здійснюють не за ґрунтовими контурами, а за земельними ділянками (полями). Останні здебільшого неоднорідні в ґрунтовому відношенні і характеризуються певним співвідношенням різноякісних ґрунтів, тобто мають свою структуру ґрунтового покриву. Тому необхідно узагальнювати бали бонітету елементарного господарського виділу (поле сівозміни або іншої однорідної в господарському відношенні земельної ділянки).

*Якісна оцінка земель* – це метод визначення у відносних показниках (балах) продуктивності комплексу природних умов і технологічних властивостей конкретної земельної ділянки для сільськогосподарського виробництва. Об'єктом оцінки при цьому є ґрунтовий покрив і технологічні властивості елементарного господарського виділу, тобто виробничої ділянки землі, обмеженої господарськими або природними (рельєфними, гідрологічними та ін.) абрисами. Якісна оцінка земель передбачає оцінку природних умов і технологічних властивостей земельної ділянки. При цьому оцінюють не ґрунт, а землю з усім комплексом природних факторів родючості та технологічних властивостей, які визначають об'єктивні умови її використання як основного засобу сільськогосподарського виробництва.

На основі повної характеристики ґрунтового покриву, клімату і технологічних властивостей елементарного господарського виділу визначають його *групу і клас придатності земель*. Ця робота виконується корегуванням середньозваженого балу бонітету елементарного виділу через відповідні

поправні коефіцієнти на технологічні властивості земельної ділянки (рельєф, крутизна і напрям схилів, розчленованість, кам'янистість, наявність іонів, розмір і конфігурація полів та ін.). На основі цих матеріалів складається *паспорт поля* (земельної ділянки), в якому повинні бути розгорнуті дані про якість ґрунтів цієї земельної ділянки та їх технологічні властивості. На основі матеріалів якісної оцінки земель елементарних господарських виділів оцінюють ґрунти всього земельного фонду господарства і його виробничих підрозділів (відділень, ділянок).

Якісна оцінка земель господарств є основою для оцінки земель районів, областей і регіонів в цілому. Результати оцінки оформлюються у вигляді картограм і альбому якості земель. Далі ці матеріали є вихідними (базовими) для економічної оцінки земель і складання Державного земельного кадастру.

В Україні було проведено два цикли бонітування ґрунтів. У 1968 і 1978 рр. (таблиця 8.1).

Таблиця 8.1 – Бонітети основних ґрунтів Лівобережного Полісся України (за В. П. Кузьмичовим)

Ґрунти	Бал за врожайністю		
	Зернові і технічні культури	Ґрупи зернових	Картопля
Дерново-підзолисті піщані і глинисто-піщані неоглеєні і глеюваті	27	29	70
глеюві	23	24	64
Дерново-підзолисті супіщані неоглеєні і глеюваті	35	33	81
глеюві	27	26	74
Сірі і темно-сірі опідзолені і супіщані	42	52	85

За методикою, що розроблена в Інституті ґрунтознавства та агрономії під керівництвом В. П. Кузьмичева бонітетні шкали склали в межах природних сільськогосподарських районів – за найбільш поширеними ґрунтами, за урожайністю, методами багатofакторного кореляційного аналізу, а для мало поширених ґрунтів – за результатами парного кореляційного аналізу зв'язків між урожайністю і показниками властивостей та ознак ґрунтів.

У таблиці 8.1 наведена частина об'єднаної за природно-сільськогосподарськими провінціями карти родючості основних ґрунтів Полісся України, що складена за даними загального (за урожайністю основної продукції зернових і технічних культур у зернових еквівалентах) і частково (за урожайністю кожної культури зокрема) бонітування. Під час розробки бонітетних шкал еталоном була найвища врожайність культури (або групи культур) на певному ґрунті в провінції. Дані загального бонітування свідчать, що групи західної провінції Полісся оцінюються значно вище, ніж аналогічні групи лівобережної і тим більше правобережної провінції. Це пояснюється насамперед кращими кліматичними умовами і найбільш високою культурою землеробства. За даними часткового бонітування, орні землі Полісся найбільш придатні для вирощування картоплі та озимого жита. Сприятливі ґрунтові і природно-кліматичні умови Лісостепу посилюють необхідність раціонального використання землі. Вони зумовлюють вирощування в цій зоні більш культур, більш вибагливих до родючості ґрунту.

Ґрунти степової зони мають високу природну родючість. Запаси гумусу в метровому шарі чорноземів звичайних становить 300–600, південних – 300–400 і темно-каштанових солонцюватих ґрунтів – 260–300 т/га, запаси азоту – відповідно 16–33, 15–20 і 12–15 т/га, запаси валового калію – 2,0–2,5%.

## 8.2 Ґрунтово-екологічний моніторинг

**Моніторинг** (англ. *Monitoring*) – система спостереження й контролю за станом навколишнього середовища і запобігання прояву природних і антропогенних факторів, шкідливих чи небезпечних для здоров'я людини, для існування рослин і тварин. У Земельному кодексі України зазначено, що моніторинг земель являє собою систему спостереження за станом земельного фонду в тому числі земель, розміщених у зонах радіоактивного забруднення, з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відтворення земель та ліквідації наслідків впливу негативних процесів. Структура, зміст і порядок здійснення моніторингу земель встановлюються Кабінетом міністрів України.

*Екологічний моніторинг земель* – це багатоцільова спостережно-інформаційна система для вивчення напрямків і швидкості розвитку процесів, що негативно впливають на екологічний стан земель та їхню родючість, обґрунтування системи захисту від шкідливої дії води, вітрової ерозії, токсичних речовин та оптимізації екологічної ситуації, відтворення їх родючості.

*Комплексний ґрунтовий моніторинг* має бути направлений на досягнення головної мети:

- 1) своєчасне виявлення несприятливих змін властивостей ґрунтів і ґрунтового покриву при різних видах його використання;
- 2) виконання контролю за станом ґрунтів за сезонами року (динаміка властивостей) під сільськогосподарськими культурами для видачі сучасних рекомендацій за застосування регулюючих заходів.

*Перша мета* пов'язана з тими змінами ґрунтів, які виникають у результаті тривалого, багаторічного впливу однотипних зовнішніх факторів. Такі зміни призводять до корінної зміни властивостей ґрунтів або ґрунтового покриву, якщо дія факторів продовжується досить довго.

До таких змін відносять розвиток ерозійних процесів, накопичення токсичних металів у результаті промислових викидів в атмосферу. Це забруднення частково пов'язано із застосуванням деяких видів добрив і меліорантів, що викликає прогресуюче засолення ґрунтів при підйомі ґрунтових вод на недосконалих зрошувальних системах.

До корінних змін відносять дефіцит балансу гумусу й азоту при посиленій мінералізації органічної речовини й нестачі органічних добрив, зростання кислотності й розширення площі кислих ґрунтів унаслідок випадання кислотних атмосферних опадів і використання кислих мінеральних добрив на не вапнованих фонах. У таких випадках періодичність спостережень за розвитком цих процесів визначається темпами їх розвитку. Проміжки часу між термінами спостережень можуть коливатися від одного року до десятків років.

*Друга мета* моніторингу пов'язана з необхідністю щорічного прогнозу продуктивності рослин (врожайності сільськогосподарських культур) і

виявлення факторів продуктивності, які найменш забезпечені на конкретних площах. Це стосується вологозабезпечення і забезпечення рослин найважливішими елементами живлення. Періодичність спостережень зумовлюється фізіологічними особливостями вирощуваних культур, але не менше двох- трьох разів за вегетацію.

На сучасному етапі *найважливішими задачами ґрунтового моніторингу є:*

1) оцінка середньорічних втрат ґрунту внаслідок дощової, іригаційної і вітрової ерозії;

2) визначення регіонів із дефіцитним балансом головних елементів живлення рослин, визначення й оцінка швидкості втрати гумусу, азоту й фосфору;

3) контроль змін кислотності й лужності ґрунту, особливо у районах із внесенням високих доз мінеральних добрив, а також при іригації, використанні для меліорації промислових відходів;

4) контроль зміни сольового складу зрошуваних ґрунтів;

5) контроль ґрунтів в місцях підвищеного випадання з атмосфери забруднюючих речовин (поблизу гірничопромислових комплексів, великих промислових міст);

6) контроль за локальним забрудненням ґрунтів важкими металами у зоні впливу промислових підприємств і транспортних магістралей, а також пестицидами в регіонах їх постійного використання, детергентами і побутовими відходами на територіях із високою щільністю населення;

7) довготерміновий і сезонний (за фазами розвитку рослин) контроль за вологістю, температурою, структурним станом, водно-фізичними властивостями ґрунтів і умістом у них елементів живлення рослин;

8) здійснення експертної оцінки ймовірної зміни властивостей ґрунтів при проектуванні гідробудівництва, меліорації, впровадження нових систем землеробства й удобрення;

9) інспекторський контроль за розмірами й правильністю відчуження орнопридатних ґрунтів для промислових і комунальних цілей.



Ґрунт разом з мікроорганізмами, що живуть в ньому, виконує роль адсорбенту, очисника та біологічного нейтралізатора забруднювачів, здійснює мінералізацію всіх органічних решток. Використання ґрунту у вигляді очисника – одна з ланок кругообігу речовин, в якій очищується більшість органічних решток і відходів, які до цього забруднювали середовище.

До особливостей ґрунту, які визначають його здатність до фільтрації, очищення, вторинного використання деяких забруднювачів, перетворення різних відходів і залишків, належать такі: обмінна катіонна і аніонна здатність; значне географічне поширення; об'єм, який він займає в природі; фільтруюча здатність; біологічна активність, зумовлена вмістом макро- і мікроорганізмів; хімічне осаджування речовин з розчинів, які потрапляють в ґрунт, реакцій, які відбуваються в ґрунті при певній температурі, тиску; окислювально-відновлювальний потенціал; концентрація речовин. Необхідною умовою, при якій ґрунт може виконувати функції очисника, є здатність його до самоочищення.

Серед властивостей ґрунту як очисника необхідно виділити енергетичну ємність – кількість енергії, яка нагромаджується в органічній речовині біомаси у процесі фотосинтезу і виділяється під час мінералізації органічних речовин. Важливим показником самоочищення ґрунту є вміст і якість гумусу, оскільки азот, який є в гумусі – один з основних компонентів для адсорбції, утворення хелатів (солеутворюючих або комплексоутворюючих сполук) та компенсації інших негативних явищ. Однак слід завжди мати на увазі, що насичення ґрунту забруднювачами має межу, в рамках якої він може функціонувати. Ця межа насичення визначається властивостями ґрунту та видом забруднювача.

Є багато класифікацій забруднювачів. Це – природні та антропогенні забруднювачі, фізичні і хімічні; останні, в свою чергу, поділяють на групи за хімічним складом. До основних видів забруднювачів ґрунтів належать важкі метали, радіоактивні елементи, неорганічні сполуки металів, органічні синтетичні речовини, пестициди, мінеральні добрива, різні органічні відходи,

біологічні забруднювачі. Найнебезпечніші забруднювачі ґрунтів – важкі метали. Основним джерелом потрапляння їх у ґрунт є промислові відходи та пило-газоподібні викиди. Більшість промислових відходів містять підвищені концентрації свинцю, кадмію, хрому, міді, миш'яку та інших металів. Важкі метали потрапляють у ґрунт також з промисловим пилом та аерозолями. З промисловими викидами у ґрунт надходять також сірчаний та сірчистий ангідрид, окисли азоту, хлор та ін.

Метали промислових відходів характеризуються найбільшою акумуляційною здатністю. Підвищення концентрації металів у ґрунтах спостерігається в радіусі кількох десятків кілометрів від міст та великих промислових підприємств. Багато важких металів містить мул після очищення стічної води. Використання його для очищення стічної води. Використання його для удобрення призводить до забруднення ґрунту та рослинної продукції. Забрудненню ґрунтів важкими металами (кадмій, стронцій, мідь, свинець, цинк, нікель) сприяють викиди автомобільного транспорту. Важкі метали, нагромаджуючись в ґрунті, беруть участь в хімічних, біохімічних процесах і негативно впливають на склад та властивості ґрунту. В забруднених ґрунтах порушуються процеси гумусоутворення, виникає ефект диспергації внаслідок руйнування органо-мінеральних комплексів, і як наслідком, посилюються ерозійні процеси. На ґрунтах, де концентрація важких металів нижча ніж рівень токсичності, треба вирощувати культури, які вбирають їх. Як уже зазначалося, ґрунт забруднюється пестицидами. Пояснюється це не тільки кількістю застосованих пестицидів, а й порушенням правил їх зберігання і застосування.

Ґрунтові мікроорганізми розкладають більшість пестицидів, які потрапляють у ґрунт. Однак швидкість розкладу пестицидів у ґрунті залежить не тільки від мікроорганізмів, а й від природи пестицидів. Виключно стійкими до розкладення є хлорорганічні сполуки. Дослідженнями виявлено вміст пестицидів у жирових тканинах птахів тундри, де ці препарати ніколи не застосовувались. Деякі пестициди – аналоги природних сполук мікроорганізми

використовують як джерело живлення. У процесі трансформації пестицидів мікроорганізмами може спостерігатися синтез нових сполук з токсичними властивостями. Основними факторами, які зумовлюють метаболічну активність мікроорганізмів, є сприятливі температура та вологість, оптимальний вміст органічної речовини. Як правило, внесення органічних добрив підвищує швидкість детоксикації пестицидів.

Вплив мінеральних добрив на навколишнє середовище і ґрунт залежить від їх внесення, наукового обґрунтування потреби в поживних речовинах, строків і способів внесення. Мінеральні добрива впливають на концентрацію та кислотність ґрунтового розчину. Внесення високих доз добрив, особливо азотних, призводить до зниження суми ввібраних основ у ґрунті та підвищення його кислотності. Необґрунтоване внесення азотних добрив призводить до забруднення нітратами водних джерел та сільськогосподарської продукції. Мінеральні добрива – одне з джерел забруднення середовища важкими металами як біофільними (цинк, мідь, марганець та інші), так і токсичними (кадмій, ртуть, свинець тощо).

Будівництво великих тваринницьких комплексів, концентрація на відносно малих площах значної кількості тварин, значна кількість відходів зумовили виникнення проблеми, пов'язаної із забрудненням навколишнього середовища і ґрунтів відходами тварин. Ефективним методом утилізації цих відходів є приготування різних компостів, використання їх як енергетичного матеріалу для виготовлення різного палива (горючих газів, біогумусу та ін.). Рідкі тваринницькі відходи, за даними закордонних та вітчизняних авторів, можна застосовувати для вермикультивування і промислового виробництва біогумусу. Щоб запобігти забруднення ґрунту та сільськогосподарської продукції, крім утилізації, необхідне контрольоване розрахункове використання відходів для безпосереднього удобрення ґрунтів. Внесення великої кількості органічних відходів призводить до засолення ґрунтових вод. Необхідно зазначити, що для очищення органічних відходів тваринництва та промислових

стічних вод придатні не всі ґрунти. Для цього слід використовувати ґрунти досить проникні, добре провітрювані, в яких можливі процеси окислення. Ґрунти з легким механічним складом, які мають високу водопроникність так само, як і важкі, для цього непридатні.

Охорона ґрунтів від забруднення має свої особливості. Це значною мірою пов'язано з особливостями ґрунту як природного середовища. Ґрунт є малорухомим середовищем, тому міграція забруднювачів у ньому відбувається повільніше, ніж наприклад, у воді або повітрі. Крім того, в ґрунті нагромаджуються забруднюючі речовини, внаслідок чого концентрація деяких може постійно підвищуватися. Забруднення ґрунту впливає і на людину, а шкідливість його залежить в основному від якості продукції та об'єму врожаю сільськогосподарських культур.

Інтенсифікація землеробства, постійне збільшення витрат сировини та матеріалів призводять до різнобічних порушень ґрунтів. Саме тому виникла необхідність у створенні спеціальної служби моніторингу якості ґрунтів та вирощеної сільськогосподарської продукції.

В Україні існує система правових норм, спрямована на охорону земель, відновлення та підвищення їх родючості. Суть правової охорони земель полягає в закріпленні у правових норм обов'язків і прав підприємств, організацій, установ і громадян відносно використання землі.

Державний контроль за станом і охороною землі здійснюється Радами народних депутатів через відповідні виконавчі і розпорядчі органи, а також природоохоронними органами та землевпорядною службою. Існує державна система контролю за навколишнім середовищем, в якій контроль за якістю ґрунтів та рослинницької продукції здійснює Державна агрохімічна служба. Однією з ланок цієї служби є обласні проектно-дослідницькі станції хімізації сільського господарства, які вирішують комплекс практичних питань з моніторингу якості ґрунтів та сільськогосподарської продукції.

В реалізації програми моніторингу якості ґрунтів і продукції беруть участь і інші науково-дослідні установи. Дослідні дані про вплив географічних, кліматичних та інших факторів на нагромадження, міграцію та трансформацію забруднюючих речовин у ґрунті і рослинах дає можливість рекомендувати виробництву ефективні способи зниження вмісту їх у ґрунті і продукції. Розроблені і впроваджуються у виробництво регламенти застосування пестицидів і мінеральних добрив, нормативні документи *гранично допустимої концентрації* (ГДК) пестицидів і важких металів у ґрунті і продукції рослинництва, нітратів у продукції рослинництва.

Однак контроль за якістю сільськогосподарської продукції неможливий без контролю за якістю ґрунту. Тому мета і завдання агрохімслужби зводиться до періодичного контролю якості і властивостей ґрунту; виявлення та усунення основних джерел забруднення ґрунтів; розробки запобіжних заходів щодо зменшення забруднення ґрунтів; постійний загальний контроль за якістю сільськогосподарської продукції, розробки і реалізації заходів, які забезпечують одержання екологічно чистої продукції. Проектно-дослідницькими станціями хімізації сільського господарства періодично (один раз у 3–5 років) проводиться агрохімічне обстеження ґрунтів, за результатами якого видаються агрохімічні картографи вмісту рухомих сполук азоту, фосфору і калію, гумусу, сірки, обмінних основ у ґрунті, його кислотності, а деякими станціями і рухомих форм мікроелементів.

Станції ведуть постійний контроль за динамікою і насиченням ґрунтів залишковими кількостями найбільш поширених пестицидів. Деякі з них здійснюють контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами. Обласні проектно-дослідницькі станції хімізації і районні комплексно-технологічні лабораторії хімізації і захисту рослин повинні контролювати вміст нітратів і залишкових кількостей пестицидів у сільськогосподарській продукції з виданням сертифікатів здійснювати комплексну діагностику потреби сільськогосподарських культур в елементах мінерального живлення та ін.

Оскільки проблема запобігання і боротьби з забрудненням навколишнього середовища є однією з основних проблем суспільства, моніторинг ґрунтів і якості сільськогосподарської продукції є невід'ємною частиною глобальної системи моніторингу навколишнього середовища.

### ***Контрольні питання:***

1. Мета та методи бонітування ґрунтів.
2. Моніторинг ґрунтів та його значення для боротьби із забрудненням навколишнього середовища.
3. Охорона ґрунтів від забруднення, організація та реалізація програми моніторингу якості ґрунтів.

## **9 РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ҐРУНТІВ**

Ґрунтовий покрив є основою для промислового, транспортного, міського й сільськогосподарського будівництва. Останнім часом значні площі ґрунтів використовуються в рекреаційних цілях і для створення заповідних і охоронних територій. Усе це призводить до скорочення землеробства.

У цей же час ріст народонаселення вимагає наростаючого збільшення виробництва продуктів харчування. Довгий час ріст сільськогосподарської продукції досягався збільшенням орних площ. Особливо ясно це проявилось в післявоєнні десятиріччя, коли за 35 років (з 1940 по 1945) площа землеробства збільшилася вдвічі. За матеріалами ФАО (1990) на земній кулі є близько 15 млн км ґрунтів, які придатні для землеробства. Це складає усього 11% від суходолу і 3 % від поверхні нашої планети. На перший погляд резерви землеробства є дуже великі. Насправді це не так. За даними ФАО, близько 70 % поверхні світової суші непридатні для землеробства, а найкращі ґрунти уже задіяні у сільськогосподарському виробництві. В даний час використовується приблизно половина придатних для землеробства площ. Природними пасовищами зайнято 32 млн. км. Ліси вкривають 40,5 млн. км. Більше 2 млн. км зараз зайняті містами, промисловими підприємствами, дорогами, трасами електромереж і трубопроводів. Ці втрати продовжують збільшуватися.

За даними Н. Н. Розова і М. Н. Строганової (1979), які представлені у таблиці 9.1, найбільші масиви оброблюваних земель припадають на ґрунти суббореального поясу.

Таблиця 9.1 – Сучасне використання ґрунтів світу для землеробства й прогноз розвитку (за даними Н. Н. Розова і М. Н. Строганової, 1979, з доповненнями Добровольського В. В.)

Географічні пояси й групи ґрунтів	Сучасна оброблювальна площа			Раціональна оброблювальна площа		
	млн км <sup>2</sup>	% від площі групи ґрунтів	% від ґрунтового покритву світу	млн км <sup>2</sup>	% від площі групи ґрунтів	% від ґрунтового покритву світу
<i>Тропічний</i>						
Ґрунти постійно вологих лісів (червоні і жовті ферралітні)	0,9	7,4	1,4	6,1	23,6	4,5
Ґрунти сезонно вологих ландшафтів (червоні саванні, чорні злиті)	2,2	12,6	1,7	5,9	33,9	4,3
Ґрунти напівпустель і пустель	0,1	0,8	0,1	1,0	7,7	0,7
Усього у поясі	4,2	7,2	3,2	13,0	23,0	9,5
<i>Субтропічний</i>						
Ґрунти постійно вологих лісів (червоні і жовті ферралітні)	1,3	19,7	1,0	1,7	25,8	1,7
Ґрунти сезонно вологих ландшафтів (червоні саванні, чорні злиті)	2,2	25,6	1,6	3,2	37,2	2,4
Ґрунти напівпустель і пустель	0,8	7,6	0,5	1,1	10,4	0,8
Усього у поясі	4,3	16,8	3,1	6,0	42,8	4,9
<i>Суббореальний</i>						
Ґрунти листяних лісів і прерій (бурі лісові й ін.)	2,0	33,4	1,5	2,2	36,7	1,7
Ґрунти степових ландшафтів (чорноземи, каштанові)	2,5	31,6	1,9	3,0	38,0	2,2
Ґрунти напівпустель і пустель	0,1	1,3	0,1	0,3	3,8	0,2
Усього у поясі	4,6	21,0	3,4	5,5	15,0	4,1
<i>Бореальний</i>						
Ґрунти хвойних і змішаних лісів (підзолисті, дерново-підзолисті)	1,3	8,4	1,0	2,0	13,0	1,5
Ґрунти мерзлотно-тайгових ландшафтів	–	–	–	0,1	1,2	0,1
Усього у поясі	1,3	5,4	1,0	2,1	8,8	1,5
<i>Полярний</i>						
Ґрунти тундрових і арктичних ландшафтів	–	–	–	–	–	–
Усього на світовій суші (без льодовиків і вод)	14,4	–	10,8	26,6	–	19,9

Землеробське використання ґрунтового покриву окремих материків дає наступну картину (табл. 9.2). Ґрунтовий покрив Західної Європи розораний на 30%, Африки — на 14%. В Північній і Південній Америці орні землі складають 3,5%. Низька розораність має місце в Австралії й Океанії.

Таблиця 9.2 – Землеробське використання ґрунтового покриву на континентах (за М. А. Глазовскою, 1981)

Континент	Загальна площа, млн км <sup>2</sup>	Оброблювані землі	
		млн км <sup>2</sup>	% до площі континенту
Європа (без колишнього СРСР)	4,93	1,52	30,8
Азія (без колишнього СРСР)	27,58	5,57	20,2
Америка (Північна та Південна)	17,79	0,62	3,5
Африка	30,21	2,60	14,4
Австралія та Океанія	8,53	0,35	4,1
Загальна площа	113,30	13,27	11,7

Нерівномірність охоплення землеробством різних ґрунтів ясно показує, обробіток яких ґрунтів є найбільш вигідним і зручним. Такими є чорноземи, темні ґрунти прерій, сірі і бурі лісові. Перераховані ґрунти, розорані менш ніж на половину зайнятої ними території.

Проте подальше збільшення оранки цих ґрунтів стримується сильним заселенням, різноманітною промисловістю, територія пересічена густою мережею транспортних магістралей. Оранка луків, рідких збережених лісових масивів і штучних насаджень, парків і інших рекреаційних об'єктів небезпечна в екологічному відношенні. Отже, необхідні пошуки резервів в ареалах поширення інших груп ґрунтів.

### ***Контрольні питання:***

1. Ресурсний потенціал ґрунтів, його кількісні та якісні показники.
2. Сучасне використання ґрунтів світу для землеробства й прогноз розвитку.
3. Землеробське використання ґрунтового покриву світу.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вальков А. Ф. Почвоведение: учебник для вузов / А. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – М. : ИКЦ МарТ, 2004. – 496 с.
2. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посібник / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. І. Кисіль, В. А. Величко. – Київ : Колообіг, 2005. – 304 с.
3. Ґрунтознавство: підручник / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Вид. 3-тє. – Чернівці : Книги – ХХІ, 2008. – 400 с.
4. Ґрунтознавство: Підручник / Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, М. І. Лактіонов та ін.; за ред. Д. Г. Тихоненка. – Київ : Вища освіта, 2005. – 703 с.
5. Ґрунтознавство з основами геології : навч. посібник / О. Ф. Гнатенко, М. В. Капшик, Л. Р. Петренко, С. В. Вітвицький – Київ : Оранта, 2005. – 648 с.
6. Зеликов В. Д. Почвоведение / Виктор Дмитриевич Зеликов. – М. : Лесная промышленность, 1981. – 216 с.
7. Іваницький С. М. Ґрунтознавство: Підручник / С. М. Іваницький, Г. Р. Щирба. Тернопіль : Збруч, 2005. – 228 с.
8. Ковриго В. П. Почвоведение с основами геологии: [учеб. и учеб. пособия для студ. высш. уч. завед.] / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л.М. Бурлакова ; под ред. В.П. Ковриго. – М. : Колос, 2000. – 416 с.
9. Назаренко І. І. Ґрунтознавство з основами геології : підручник / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Чернівці: Книги–ХХІ, 2006. – 504 с.
10. Панас Р. М. Ґрунтознавство: навч. посібник. – Львів: Новий Світ – 2000, 2008. – 326 с.
11. Почвоведение : [учеб. и учеб. пособия для студ. высш. уч. завед.] / Под ред. И. С. Кауричева. – [4-е изд. перераб., доп]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 287 с.

12. Почвоведение с основами геоботаники / Л. П. Груздева, А. А. Яскин, В. В. Тимофеев и др.; Под ред. Л. П. Груздевой, А. А. Яскина. – М. : Агропромиздат, 1991. – 448 с.
13. Практикум з ґрунтознавства : навч. посібник / за ред. Д. Г. Тихоненка, В. В. Дегтярьова. – [6-е вид., перероб. і доп.]. – Харків : Майдан, 2009. – 448 с.
14. Полупан М. І. Класифікація ґрунтів України / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко ; за ред. М. І. Полупана. – Київ : Аграрна наука, 2005. – 300 с.
15. Полевой определитель почв / Под ред. Н. И. Полупана, Б. С. Носко, В. П. Кузмичова. – Київ : Урожай, 1981. – 318 с.
16. Практикум по почвоведенню / Под ред. И. С. Кауричева – М. : Агропромиздат, 1986. – 180 с.
17. Ремезов Н. П. Лесное почвоведение / Н. П. Ремезов, П. С. Погребняк. – М. : Лесная промышленность, 1965. – 324 с.
18. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агросистем / за ред. Ю. О. Тараріко. – Київ : Аграрна наука, 2004. – 126 с.
19. Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах / під ред. С. М. Рижука, В. В. Медведєва. – Київ : 2003. – 213 с.
20. Геологія з основами мінералогії / Д. Г. Тихоненко, В. В. Дегтярьов, М. А. Щуковський та ін. / [за ред. Д. Г. Тихоненка]. – Київ : Вища школа, 2003. – 287 с.
21. Тихоненко Д. Г. Класифікація ґрунтів / Тихоненко Дмитро Григорович / Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Харків : ХНАУ, 2009. – 59 с.

*Навчальне видання*

**ЛЯЛІН** Олександр Іванович

## **ГРУНТОЗНАВСТВО**

### **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство)*

Відповідальний за випуск *В. П. Ткач*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *О. І. Лялін*

План 2019, поз. 42Л

---

Підп. до друку 06.08.2019      Формат 60 × 84/16.  
Друк на ризографі.      Ум. друк. арк. 5,9.  
Тираж 50 пр.      Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 5328 від 11.04.2017.