

Міністерство освіти і науки  
Рівненський державний гуманітарний університет  
Психолого природничий факультет  
Кафедра екології та збалансованого  
природокористування

**Д.В. Лико, С.М. Лико**

***Ґрунтознавство***

Конспект лекцій для студентів  
напрямів підготовки 6.040102 „Біологія”,  
6.040106 «Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване  
природокористування»  
***(Частина I)***

**Рівне, 2012**

Ґрунтознавство. Конспект лекцій для студентів напрямів підготовки 6.040102 „Біологія” , 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» 80 с.

**Розробники:** *Д.В. Лико*, зав.кафедри екології та збалансованого природокористування,  
доктор с.-г.н, професор.  
*С.М. Лико*, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування,  
кандидат с.-г.н.

**Рецензенти:** *С.Т. Вознюк*, доктор с.-г.н, професор кафедри агрохімії, ґрунтознавства і землеробства НУВГП;  
*М.О. Клименко*, завідувач кафедри екології, доктор с.-г.н, професор НУВГП.

Затверджено на засіданні кафедри екології, протокол № \_\_\_  
від „\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2012 р.

Розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради РДГУ протокол № \_\_\_\_\_ від „\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2012р.

## Вступ

Навчальна дисципліна «Ґрунтознавство» забезпечує можливість формування студентами системи знань та екологічних умов формування, структури ґрунтового покриву у держави, а також ґрунтів світу, ознайомлення з географією поширення та властивостями основних типів ґрунтів. Дисципліна знайомить майбутніх фахівців з історією розвитку науки про ґрунт, з умовами та факторами, що впливають на формування ґрунтового профілю, на властивості ґрунтів та їх продуктивність закладає основи раціонального використання ґрунтів. Одними з центральних є питання, що пов'язані з вивченням хімічного складу мінеральної та органічної речовини ґрунту, водно-фізичних, фізико-хімічних властивостей ґрунту, географії та характеристики основних ґрунтів.

**Ґрунтознавство** — наука про ґрунти, їх утворення (генезис), будову, склад і властивості, закономірності географічного розповсюдження, про формування і розвиток головної властивості ґрунту — родючості і шляхи найраціональнішого його використання.

Як наукова дисципліна ґрунтознавство сформувалось в Росії наприкінці XIX століття завдяки працям видатних російських учених В.В. Докучаєва, П.А. Костичева і М.М. Сибірцева.

Ґрунтознавство є природничонауковою дисципліною. У вивченні процесу ґрунтоутворення та властивостей ґрунту вона тісно пов'язана з геологією, мінералогією, фізикою, хімією, фізичною географією, геоботанікою, мікробіологією, біологією, біохімією і застосовує методи цих наук: рентгеноскопію, потенціометрію, спектроскопію, термографію, хроматографію та ін.

Найважливішими розділами ґрунтознавства є: генезис і класифікація ґрунтів, фізика ґрунтів, хімія і фізико-хімія ґрунтів, мінералогія ґрунтів, біологія і біохімія ґрунтів, географія і картографія ґрунтів.

Значного розвитку і самостійності досягли прикладні розділи ґрунтознавства - *агрономічне ґрунтознавство, лісове ґрунтознавство і меліоративне ґрунтознавство*.

Особлива роль в ґрунтоутворенні належить живим організмам, перш за все зеленим рослинам і мікробам. Завдяки їх дії здійснюються найважливіші процеси перетворення гірської породи в ґрунт: концентрація елементів зольного і азотного живлення рослин, синтез і руйнування органічної речовини, взаємодія продуктів життєдіяльності рослин і мікроорганізмів з мінеральними з'єднаннями породи та ін.

Різноманітність кліматичних умов, рослинності, гірських порід, рельєфу, різний вік окремих територій обумовлює і різноманітність ґрунтів в природі. Географічні закономірності їх розповсюдження визначаються поєднанням чинників ґрунтоутворення. Для земної кулі і окремих її материків ці закономірності пов'язані із зональною зміною клімату і рослинності та виражаються в розвитку горизонтальною і вертикальною зональностей ґрунтів. Особливості ґрунтового покриву невеликих територій пов'язані перш за все з впливом рельєфу і властивостей порід на характер рослинності і ґрунтоутворення.

Завдяки своїм особливим якостям ґрунт відіграє важливу роль у житті органічного світу. Будучи продуктом і елементом ландшафту, він виступає як виключно важливе середовище в розвитку природи земної кулі.

Ґрунт володіє особливою властивістю — родючістю, тобто здатністю задовольняти потребу рослин в елементах живлення, воді, забезпечувати їх кореневі системи достатньою кількістю повітря і тепла для нормальної діяльності.

Людина істотно змінює процес ґрунтоутворення, властивості ґрунту. Насаджування і вирубування лісів, обробіток сільськогосподарських культур змінюють зовнішність природної рослинності; зрошування і осушення змінюють режим зволоження тощо. Не менш різкі впливи на ґрунт викликають прийоми його обробітку, застосування добрив і засобів хімічної меліорації (вапнування, гіпсування).

Пізнаючи властивості ґрунту, закономірності розвитку ґрунтоутворювального процесу, людина системою заходів свідомо регулює процес розвитку ґрунту і його родючості в бажаному напрямі.

*Таким чином, ґрунтознавство вивчає ґрунт як особливе природне утворення, як засіб виробництва і в той же час як продукт праці.*

Ґрунтознавство підрозділяється на загальне і спеціальне. У курсі загального ґрунтознавства розглядаються загальна схема ґрунтоутворення, розвитку ґрунту і його родючості, склад (мінералогічний, механічний, хімічний) і властивості ґрунту, а також режими (водний, повітряний, тепловий).

У курсі спеціального ґрунтознавства вивчаються генезис ґрунтів, природа конкретних процесів ґрунтоутворення, класифікація і діагностика ґрунтів, загальні й регіональні географічні закономірності їх розповсюдження, склад і властивості типів ґрунтів, а також прийоми їх найбільш раціонального використання і підвищення родючості.

Слід відзначити, що на науці про ґрунт будується розробка науково обґрунтованих сівозмін, систем добрива, проектів меліорації земель і правильної організації території, прийомів обробітку сільськогосподарських культур і т.д.

Положення науки про ґрунт широко використовуються при плануванні, організації і веденні сільського господарства (розміщення і спеціалізація господарств, визначення характеру і об'єму меліоративних робіт, районування культур і сортів, планування техніки, добрив і т. п., розробка агротехнічних заходів і планів трансформації угідь, боротьба з ерозією тощо).

Інтенсифікація сільського господарства на основі механізації всіх його галузей, хімізації і меліорації ґрунтів ставить перед ґрунтознавцями нові конкретні завдання.

Важливого значення набувають поглиблені теоретичні дослідження генезису і властивостей ґрунтів, їх режимів, особливо у зв'язку із застосуванням добрив і меліорацією. Необхідним є якнайшвидше завершення інвентаризації ґрунтів держави на основі вдосконалення і уточнення класифікації

ґрунтів і розгортання робіт з порівняльної їх якісної оцінки (бонітування).

Грандіозна програма меліорації земель в нечорноземній зоні та масштабні меліоративні роботи в інших зонах ставлять перед ґрунтознавцями завдання поглибленого і всебічного дослідження ґрунтів, їх меліоративної і агрохімічної характеристики, виявлення першочергових площ для здійснення меліоративних заходів з максимальним ефектом у найкоротший час.

Основні завдання стоять перед ґрунтознавцями в справі збереження ґрунтів, підвищення їхньої родючості та особливого значення набуває вивчення ерозійних процесів і розробка заходів щодо боротьби з ними.

## Історія розвитку ґрунтознавства

Накопичення знань про ґрунт почалося з того часу, коли людина перейшла від збирання дикорослих рослин до вирощування їх на полях, а отже й до обробітку ґрунту.

Перші спроби узагальнення знань про ґрунт відносяться до античного періоду. Так у працях древньогрецьких філософів Арістотеля і Теофраста Ерезійського наведена така класифікація ґрунтів: прекрасні, хороші, родючі, прийнятні, виснажені, бідні та безплідні. Проте розвиток ґрунтознавства як науки розпочався значно пізніше.

Наприкінці XVIII ст. і в першій половині XIX ст. у Західній Європі виникли два уявлення про ґрунт - аерогеологічне і агрокультурно-хімічне.

Прихильники агрогеологічного напрямку (Ф. Фаллу, Г.Берендт, Ф. Ріхтгофен і ін.) розглядали ґрунт як рихлу гірську породу, що утворюється з щільних гірських порід під впливом вивітрювання. Рослинам відводилася пасивна роль перехоплювачів елементів живлення, що вивільняються при вивітрюванні.

Агрокультурно-хімічний напрям пов'язаний з працями А.Тесера, Ю. Лібіха та ін. Представники цього напрямку розглядали ґрунт лише як джерело елементів живлення. Тесером була висловлена гіпотеза, що рослини живляться органічною речовиною ґрунту (гумусова теорія). У 1840 р. Ю.Лібіх опублікував роботу «Хімія в додатку до землеробства і фізіології рослин», в якій указував, що рослини засвоюють з ґрунту мінеральні поживні речовини. Лібіх розглядав ґрунт не як природне утворення, а лише як масу, поза зв'язком з процесом його виникнення та розвитку.

Агрокультурно-хімічний та агрогеологічний напрями не створили основи для розвитку ґрунтознавства як науки, бо вони не сформували наукового уявлення про утворення ґрунту як особливого природно-історичного тіла.

Ґрунтознавство зародилося в Росії, де були розроблені наукові його основи та головні методи дослідження ґрунтів.

У 1725 році в Росії була відкрита Академія наук, якою було організовано експедиції для вивчення фізико-географічних умов території Росії, а пізніше розпочались дослідження російських учених П.С. Палласа, І.А.Гюльденштедта та М.В. Ломоносова, який висловив ряд важливих положень про походження та властивості ґрунтів: «І кам'яні голі гори часто показують на собі зелень моху молодого, яка після чорніє і стає землею; земля, накопичившись довготою часу, служить після для утворення великого моху та інших рослин». У цих словах Ломоносов, по суті, вперше висловив правильну думку про те, що розвиток ґрунту протікає з часом, як результат дії рослин на гірські породи.

Значно розширилося наукове дослідження ґрунтів з організацією Вольного економічного суспільства (1765), що ставило за мету вивчення сільського господарства Росії.

У XIX ст. сільське господарство Росії почало пред'являти підвищені вимоги до наукових досліджень, і цей період характеризується значним розвитком сільськогосподарської науки. Розпочалося також дослідження ґрунтів для оцінки земельних угідь. У другій половині XIX ст. з'явилися перші ґрунтові карти європейської частини Росії.

Велике значення у розвитку нового етапу у вивченні ґрунтів і становленні ґрунтознавства як самостійної науки мали досягнення в природознавстві, геології, хімії, фізіології рослин та мікробіології.

Основоположником науки про ґрунт, нової наукової дисципліни — природничо-історичного, або генетичного ґрунтознавства був В.В. Докучаєв.

До робіт Докучаєва ґрунти вивчалися без урахування законів їхнього розвитку й формування. В.В. Докучаєв встановив закономірний зв'язок між ґрунтами й природними умовами середовища. Упродовж тривалого часу він проводив польові дослідження з вивчення походження чорноземних ґрунтів і у 1883 році написав класичну працю «Русский чернозем», в якій описана теорія утворення чорноземів, їхні



властивості, подана морфологічна характеристика, висвітлені географічні закономірності розповсюдження чорноземів і способи підвищення їхньої родючості. На сучасному етапі розвитку ґрунтознавства вона не втратила своєї наукової цінності.



Василь Васильович Докучаєв (1846-1903)

Встановивши, що ґрунт — це самостійне природне тіло, В.В. Докучаєв показав, що ґрунт безперервно змінюється в часі й просторі. Він уперше довів, що формування ґрунтів є складним процесом взаємодії п'яти природних факторів ґрунтоутворення: клімату, рельєфу місцевості, рослинного й тваринного світу, ґрунтотворних порід і віку ґрунту.

*В.В. Докучаєвим* було висунуто основне принципове положення про необхідність вивчення не тільки окремих факторів і явищ природи, але й закономірних зв'язків між ними. Він писав, що до цих пір вивчалися «головним чином окремі тіла — мінерали; гірські породи, рослини й тварини — і явища, окремі стихії - вогонь (вулканізм), вода, земля, повітря... але не їх співвідношення, не той генетичний віковичний і завжди закономірний зв'язок, який існує між силами, тілами і явищами, між мертвою і живою природою, між рослинними, тваринними і мінеральними царствами... А тим часом саме ці закономірні взаємодії складають суть пізнання ества... кращу і вищу красу природознавства» («До вчення про зони природи», 1892). З цих

положень Докучаєва про закономірність зв'язку між організмами і неживою природою започатковане його вчення про природно-кліматичні зони. Вчення про зони вплинуло на подальший розвиток не тільки ґрунтознавства, але й суміжних наук — геоботаніки, фізичної географії, лісівництва, геохімії.

В.В. Докучаєв розробив схему класифікації ґрунтів північної півкулі світу. У ній виділено п'ять світових географічних зон (бореальна, тайгова, чорноземна, аеральна, латеритна), кожна з яких характеризується розвитком певних типів ґрунтів, процесів вивітрювання, кліматичних умов, характером рослинності, фауни і рельєфу. Ним було розроблено методи дослідження ґрунту, започаткував основи ґрунтознавства, встановив багато закономірностей ґрунтоутворення і запропонував низку практичних заходів щодо підвищення ефективної родючості ґрунтів.

Вчення Докучаєва про ґрунт значно вплинуло на розвиток геології, геохімії, мінералогії, геоботаніки, лісівництва, землеробства, рослинництва, географії.

Значну увагу В.В. Докучаєв приділив вивченню причин посухи в степових районах і розробці заходів для покращення водного режиму і створення стійкого від посухи землеробства.

Докучаєв залишив величезний літературний спадок понад 225 наукових робіт. Найвідоміші з них: «Русский чернозем», «К учению о зонах природы», «Материалы к оценке земель Нижегородской губернии», «Материалы к оценке земель Полтавской губернии», «Труды экспедиции, снаряженной Лесным департаментом», «Материалы по изучению русских почв», «Наши степи прежде и теперь».

Послідовником вчення В.В. Докучаєва був М.М. Сибірцев. Основні праці М.М. Сибірцева присвячені класифікації і картографії ґрунтів, методикам ґрунтових досліджень, боротьбі з посухою і бонітування ґрунтів. Він підкреслював, що формування ґрунту є результатом зміни гірських порід під сукупною дією абіотичних і біологічних факторів.

М.М. Сибірцев з 1894 р. керував першою кафедрою ґрунтознавства в Ново-Александрійському сільсько-

господарському інституті, написав підручник з ґрунтознавства, що був виданий у 1899 р.



Микола Михайлович  
Сибірцев  
(1860-1900).



Павло Андрійович  
Костичев  
(1845-1895).

Основоположником агрономічного ґрунтознавства був П.А. Костичев. Ним закладені наукові основи вивчення ґрунту й рослин у їх тісному взаємозв'язку. Знання сільського господарства дозволили П.А. Костичеву зробити ряд цінних теоретичних узагальнень в сфері ґрунтознавства та землеробства.

П.А. Костичев визначав ґрунт як верхній шар землі, на глибину якого розповсюджується основна маса коріння рослин, підкреслюючи тим самим тісний зв'язок ґрунтоутворення з життєдіяльністю рослин. Він уперше висунув положення про те, що утворення гумусу пов'язане з життєдіяльністю мікроорганізмів.

Важливе значення мають роботи Костичева з вивчення інтенсивності процесів розкладу рослинних решток, залежно від температури, вологості, фізичного стану ґрунтів, а також реакції ґрунтового середовища.

П. А. Костичев указував на велику роль у родючості ґрунтів формування водостійкої структури. Він тісно пов'язував усі заходи агротехніки з властивостями ґрунтів і підкреслював

необхідність зміни обробітку, залежно від ґрунтових і кліматичних умов. У роботі «Ґрунти чорноземної області Росії» (1886) ним наведені особливості гумусоутворення в ґрунтах і викладена система заходів щодо підвищення родючості чорноземних ґрунтів. Заслугою Костичева було встановлення тісного зв'язку між ґрунтознавством і землеробством.

Останнє десятиліття ХІХ ст. і початок ХХ ст. пов'язані з вивченням ґрунтів на основі генетичного вчення про ґрунт. На основі розвитку фізики, хімії, біології, в ґрунтознавстві починають формуватися окремі галузі цієї науки - фізика, фізико-хімія, хімія, біологія ґрунтів і ін.

У розвитку географії, генезису і класифікації ґрунтів особливе місце займають праці К.Д. Глінки, С.С. Неуструєва, Л.І. Прасолова.



Константин Дмитриевич Глінка  
(1867-1927).

Під його керівництвом було проведено дослідження ґрунтів азійської частини Росії за завданням Головного переселенського управління (1908-1915). Ці дослідження не втратили значення і нині. К.Д. Глінкою написаний фундаментальний підручник з ґрунтознавства, опублікований в 1908 р., і що вийшов в шести виданнях. К.Д. Глінці належить ряд оригінальних робіт в області вивірювання гірських порід, генезису й класифікації ґрунтів.

Починаючи з 1900 р., К.Д. Глінка завідував кафедрами

грунтознавства в Ново-Александрійському, Воронежському і Ленінградському сільськогосподарських інститутах. Він був одним з головних організаторів Грунтового комітету і Грунтового інституту імені В.В. Докучаєва.

К.Д. Глінці належить значна роль в популяризації ідей і методів російського і радянського ґрунтознавства за кордоном.



Петро Самсонович Коссович  
(1862—1915).

Він є одним з основоположників вивчення фізичних, хімічних і агрохімічних властивостей ґрунтів. У своїх працях «Основи вчення про ґрунт» (1911), «Курс ґрунтознавства» (1903), «Ґрунтоутворні процеси, як основа генетичної ґрунтової класифікації» (1910) він не тільки систематизував відомості про ґрунти, але й розвинув оригінальні ідеї з питань ґрунтоутворення, класифікації та еволюції ґрунтів.



Сергій Семенович Неуструєв (1874-1928).

Великою його заслугою був поглиблений розвиток положень Докучаєва про фактори ґрунтоутворення. У першому

в історії ґрунтознавства курсі з географії ґрунтів «Елементи географії ґрунтів» він детально розглянув фактори ґрунтоутворення у зв'язку з особливостями ландшафтів держави, враховуючи ґрунт як «невід'ємний і дуже характерний елемент будь-якого природного ландшафту».



Леонід Іванович Прасолов (1875-1954).

Великою його заслугою є складання ряду класичних робіт з географії ґрунтів держави і окремих її регіонів (Поволжжя, Приазов'я, Забайкалля та ін.) Ним розроблені наукові основи сучасної ґрунтової картографії, створений ряд ґрунтових карт держави і світу.



Василь Робертович Вільямс (1863-1939).

Видатний учений, академік, ґрунтознавець і агроном. Він очолив новий біологічний напрям в ґрунтознавстві, що об'єднав генетичне ґрунтознавство, створене В.Докучаєвим, і

агрономічне ґрунтознавство П.А. Костичева.

Найважливіші й оригінальні концепції були висловлені В.Р. Вільямсом з наступних питань: про суть ґрунтоутворного процесу й природу окремих ґрунтоутворних процесів, про великий геологічний і малий біологічний Кругообіг речовин, про родючість, гумус і структуру ґрунтів.

Свої положення в області генетичного ґрунтознавства В.Р. Вільямс тісно пов'язував з практичними питаннями підвищення родючості ґрунтів. Він висунув і обґрунтував вчення про біологічний кругообіг речовин як основу ґрунтоутворення.

Він встановив роль біологічних процесів у формуванні найважливіших властивостей ґрунтів, довівши, що в їхньому розвитку провідна роль належить вищим зеленим рослинам і мікроорганізмам. В.Р. Вільямс вважав, що «ґрунтоутворення представляє один із слідів... безперервного процесу еволюції життя на земній поверхні. Це один загальний, грандіозний по масштабу і тривалості процес».

Його погляди в області теорії ґрунтоутворних процесів (підзолистий, дерновий, болотний) значно вплинули на подальший розвиток уявлень про генезис ґрунтів. В.Р. Вільямс вказав, що еволюція ґрунтів нерозривно пов'язана зі зміною їхньої родючості.

Велику увагу цей науковець приділив проблемі ґрунтового гумусу, а також впливу мікроорганізмів на його формування та властивості. Його дослідження в цьому напрямі вплинули на подальшу розробку цієї проблеми.

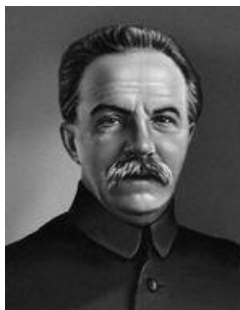


Борис Борисович Полинов (1877-1952).

Це видатний учений-ґрунтознавець. Ним були розроблені важливі положення про роль біогеохімічних явищ у

вивітрюванні і ґрунтоутворенні.

У радянський період оформилися як самостійні розділи ґрунтознавства географія, картографія, фізика, хімія, біологія, мінералогія і меліорація ґрунтів. Розвиток хімії та фізикохімії ґрунтів пов'язаний з іменами К.К. Гедройца, А.Н. Соколовського, І.Н. Антіпова-Каратаєва та інших учених.



Константин Каетанович Гедройц (1872—1932).

Це науковець, що збагатив ґрунтознавство значними досягненнями в області вивчення ґрунтових колоїдів і поглинальної здатності ґрунтів. Він показав значення колоїдів і обмінних катіонів у розвитку властивостей ґрунтів і живленні рослин.

К.К. Гедройцем було розроблено багато методів хімічного аналізу ґрунтів. Основні його праці — це «Хімічний аналіз ґрунту», «Вчення про поглинальну здатність ґрунтів», «Солонці, їх походження».

К.К. Гедройцем подано глибокий аналіз властивостей ґрунтів з погляду умов розвитку сільськогосподарських рослин, а також теоретичне обґрунтування заходів щодо вапнування і фосфоритування ґрунтів, гіпсування солонців, промивок солончаків тощо.

Праці К.К. Гедройца були новим етапом у розвитку ґрунтознавства і послужили основою для сучасних поглядів на фізико-хімічну суть процесів ґрунтоутворення і способів підвищення родючості ґрунтів.





Іван Васильович Тюрін (1892-1962).

Автор праць з генезису, географії і хімії ґрунтів та розробки методів їх хімічного аналізу. У його монографії «Органічна речовина ґрунтів» (1937) наведена концепція про гумусові речовини ґрунту, як групу високомолекулярних речовин специфічної природи, що утворюються в результаті біохімічних процесів. Також відома запропонована ним методика визначення гумусу і групового складу органічної речовини ґрунтів.

Виняткова роль у вивченні умов живлення рослин і розробці питань добрива ґрунтів належить академікові Д.М. Прянішникову - засновникові школи в агрохімії.

Теоретичні дослідження з фізики ґрунтів, які були розпочаті П.А. Костичевим і П.С. Коссовичем продовжені в працях Р.Н. Висоцкого, В.Р. Вільямса, А.Ф. Лебедева, А.А. Роде, Н.А. Качинського та інших науковців.

Нині накопичено обширний матеріал по характеристиці фізичних властивостей ґрунтів; для багатьох типів ґрунтів докладно вивчені водно-повітряний і тепловий режими.

Сучасний період в розвитку ґрунтознавства характеризується теоретичними дослідженнями у всіх розділах науки, великим масштабом робіт з обліку, оцінки й картографування ґрунтів і активною участю ґрунтознавців у вирішенні практичних питань підвищення родючості ґрунтів і їх раціонального використання.

Особливого значення набули стаціонарні дослідження у

галузі вивчення сучасних ґрунтових процесів і режимів, що дозволяють вирішувати питання генезису, класифікації ґрунтів і розробки заходів щодо підвищення їхньої родючості.

Значних успіхів досягли хімія, біологія, мінералогія та меліорація ґрунтів. Накопичено обширний матеріал про хімічний і мінералогічний склад і біологічні властивості багатьох типів ґрунтів. Експериментальні дослідження в ґрунтознавстві пов'язані з широким застосуванням досягнень фізики і хімії.

Особливо зросла роль ґрунтознавців у найраціональнішому використанні ґрунтів, правильній їх агрономічній оцінці для меліорації, ефективному застосуванні добрив, розробці заходів щодо боротьби з ерозією й охороні ґрунтів.

Вітчизняне ґрунтознавство вплинуло на розвиток вчення про ґрунти за кордоном. Роботи В.В. Докучаєва були покладені в основу розвитку ґрунтознавства в багатьох країнах світу, Російські назви ґрунтів «підзол», «чорнозем», «солонець» та інші мають інтернаціональне вживання.

Розповсюдженню ідей та методів ґрунтознавства посприяли переклад мовами інших держав праць російських ґрунтознавців, систематична участь їх у міжнародних конгресах, а також журнал «ґрунтознавство», що видається з 1899 р.

У розвитку сучасного ґрунтознавства велика роль належить зарубіжним ученим, що внесли значний внесок до розробки генетичного ґрунтознавства (Е.В. Гільгард, 1883-1916, США; А. де-Зігмонд, 1873-1939, Угорщина, та ін.), а також у вивченні хімії, фізики, мінералогії та інших розділів науки про ґрунт.

# Лекція 1.

## Предмет і зміст науки ґрунтознавства

*План засвоєння і викладу матеріалу:*

1. Ґрунт – основний засіб виробництва, предмет і продукт праці в сільському господарстві.
2. Родючість як істотна ознака ґрунту.
3. Короткий огляд основних етапів розвитку ґрунтознавства.

*1. Ґрунт – основний засіб виробництва, предмет і продукт праці в сільському господарстві*

**Ґрунт** – це складне природне тіло, що характеризується рядом властивостей. Перше наукове визначення ґрунту дав російський вчений В.В.Докучаєв. Він сказав, що “ґрунтом варто називати «денні» чи зовнішні горизонти гірських порід, природно змінених спільним впливом води, повітря і різного роду організмів як живих, так і мертвих”.

Ґрунт є місцем проживання живих організмів. Процес ґрунтоутворення почався з зародження життя на Землі (300-400 млн років тому) і продовжується зараз як природним способом, так і під впливом антропогенного фактора. Утворення ґрунтів проходить шляхом складної взаємодії місцевого клімату, рослинних і тваринних організмів, складу материнських ґрунтоутворних порід, рельєфу місцевості і віку території.

Велика розмаїтість кліматичних умов, рослинності, гірських порід і рельєфу спричиняють формування різних типів ґрунтів, що поширюються за вертикальною і горизонтальною зональністю.

Ґрунт у сільському господарстві є основним і незамінним засобом виробництва. Людина, обробляючи ґрунт, змінює процес природного ґрунтоутворення та властивості ґрунту і тому ґрунт є не тільки предметом праці (людина обробляє його), але й продуктом праці (перетворення під впливом праці людини). Таким чином, ґрунт у відмінності від всіх інших основних засобів виробництва (машини, знаряддя, верстати,

люди), при правильному використанні не тільки не погіршується чи залишається без змін, але й поліпшується, а отже, підвищується його родючість.

## 2. Родючість як істотна ознака ґрунту

**Родючість** – це особлива властивість, яка характеризує будь-який ґрунт. Під родючістю розуміють здатність ґрунту задовольняти потреби живих організмів у факторах і умовах, що необхідні для їхньої життєдіяльності і забезпечення формування врожаю. Ця властивість ґрунту і відрізняє його від материнської породи, якій непритаманна родючість.

Рослинам і живим істотам необхідні для життєдіяльності *5 факторів*:

- 1) поживні речовини;
- 2) вода;
- 3) повітря;
- 4) тепло;
- 5) світло.

З цих п'яти факторів рослини засвоюють з ґрунту поживні елементи й воду, кількість яких можна регулювати, інші фактори – космічні.

Усі фактори життя рівнозначні та незамінні, а це означає, що надлишок чи нестача одного з факторів життя не може бути поповненим надлишком чи нестачею іншого. На ріст і розвиток рослин впливає той фактор, що знаходиться в мінімумі.

На кожен фактор життя рослини реагують по різному:

- *фототропізм* – реакція рослин на світло;
- *гідротропізм* – реакція рослин на воду (реагує коренева система);
- *хемотропізм* – позитивна реакція на поживні речовини, негативна – на токсичні;
- *геотропізм* – реакція рослин на силу земного тяжіння.

У природі ґрунти відрізняються за своєю родючістю. Одним ґрунтам характерна висока родючість, іншим – низька, що залежить від факторів родючості та природно-кліматичної зони.

Розрізняють наступні види родючості:

– *природна* – це та родючість, яку ґрунт набув у природних умовах під впливом тільки природних процесів без втручання людини. Вона розвивалася тільки до появи людини. Людина своєю працею, використовуючи природну родючість ґрунту, змінює його та створює новий вид родючості – ефективну;

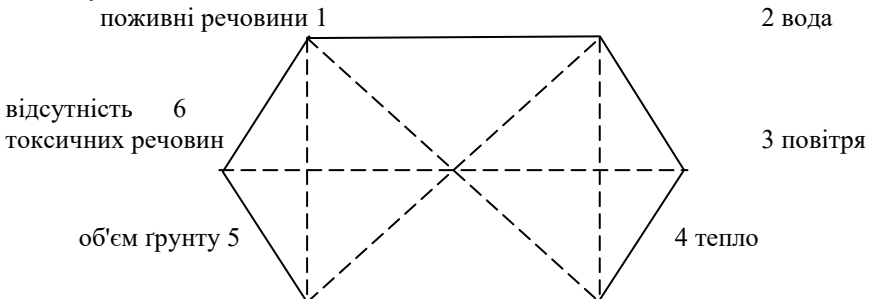
– *ефективна* – обумовлена соціально-економічними умовами, історичним ступенем розвитку людського суспільства та залежить від рівня розвитку продуктивних сил і виробничих відносин. В умовах інтенсивного землеробства рівень родючості ґрунту знижується, наприклад, у США падіння родючості особливої сили досягло після масового винищення лісів, що спричинило небачене руйнування ґрунтового покриву, а розмив, змив і видування ґрунту стали національним лихом. Україна цей гіркий досвід ще, на жаль, не усвідомила;

– *штучна* – формується під впливом антропогенного фактору;

– *потенційна або прихована* визначається загальним (валовим) запасом поживних речовин у ґрунті, вона називається багатством ґрунту, адже родючість висока, але проявитися може лише при корінному поліпшенні, притаманна для болотних і засолених ґрунтів;

– *економічна* – це сума природної і штучної родючості. Вона є відносною відносно конкретних культур, що дають продукцію різної цінності (наприклад, вартість продукції чайного листа з 1 га незрівнянно вища вартості продукції зернових культур з 1 га).

Основні фактори родючості можна представити у вигляді шестикутника:



1. *Поживні речовини* – це 9 елементів таблиці Менделєєва, які є обов'язковими: нітроген, фосфор, калій, кальцій, магнум, ферум, алюміній, сульфур і купрум. Усі вони доступні рослинам в окисленій формі, за виключенням нітрогену.

2. *Вода* – ніщо живе не може існувати без води. Для регулювання водного режиму необхідні комплексні меліорації (гідротехнічні, сільськогосподарські, хімічні, структурні, колоїдні, теплові) та агроеліоративні заходи. Оптимальна волога ґрунту повинна знаходитися в межах 60-80% від повної вологоємності (ПВ).

3. *Повітря*, на долю якого повинно припадати 20-40%.

4. *Тепло* – для оптимального забезпечення рослин температура ґрунту повинна становити 10° - 35°С.

5. *Об'єм ґрунту* має бути достатнім для поширення кореневої системи.

6. *Відсутність* токсичних речовин.

Одним із найважливіших заходів щодо підвищення родючості є раціональне використання земельних ресурсів, а також комплексні меліорації, а саме:

1. *Гідротехнічні меліорації* – забезпечують регулювання водного режиму ґрунту та його оптимізацію.

2. *Хімічні меліорації* – сприяють формуванню поживного режиму ґрунту за рахунок внесення добрив і поліпшенню властивостей завдяки вапнуванню та гіпсуванню.

3. *Теплові меліорації* – формують тепловий режим за рахунок мульчування, закриття ґрунту плівкою, нарізки гребенів, піскування торфовищ. В основному сільськогосподарське виробництво розташоване в зоні помірного клімату.

4. *Структурні, колоїдні*

За час діяльності людини родючість ґрунту і продуктивність сільськогосподарських культур значно зросли. Наприклад, в XV-XVIII ст. урожаю зернових збирали 6-7 ц/га; у XIX ст. – 16 ц/га; на початку XX ст. - 20-30 ц/га, а в кінці XX ст. - 40-50 ц/га. У XXI ст. передбачається підвищити їх урожайність до 50-70 ц/га.

Неспроможність закону «спадної родючості ґрунту».

Західні вчені висунули закон «спадної родючості ґрунту». Уперше він був сформульований французьким економістом Тюрго. Зміст його зводиться до наступного: *будь-яке додаткове вкладення праці й капіталу в ґрунт супроводжується зменшенням урожаю*.

Уперше закон критикував Чернишевський. Неспроможність цього метафізичного закону сьогодні очевидна, адже інтенсивні, мінімальні та нульові технології сільськогосподарського виробництва зберігають родючість ґрунту й підвищують продуктивність культур.

Лжезакон «спадної родючості ґрунту» співзвучний з вченням попа Мальтуса про обмеженість засобів існування. Основна ідея реакційного вчення Мальтуса полягає в тому, що чисельність народонаселення зростає швидше, ніж кількість засобів існування. Це було вигідно тому світу, бо звідси випливає визнання бідності, убогості і пороку.

На конкретних прикладах академіком Прянишниковим було встановлено, що темпи росту сільськогосподарської продукції в Західній Європі за 150 років характеризуються пропорцією  $1^2; 2^2; 3^2$ , тобто нарастають із прискоренням, а не за законом арифметичної прогресії.

### *3. Короткий огляд основних етапів розвитку ґрунтознавства*

Наука, що займається вивченням ґрунтів називається **ґрунтознавством**.

**Ґрунтознавство** – наука про генезис (розвиток) ґрунтів, їх утворення, будову, склад і властивості, закономірності поширення, а також про шляхи раціонального їх використання та охорони.

Структурологічні зв'язки ґрунтознавства наведені у схемі 1:



**Схема 1.** Взаємозв'язок курсу „Ґрунтознавство” з іншими навчальними дисциплінами

Як наукова дисципліна ґрунтознавство сформувалося наприкінці XIX ст. завдяки працям В.В.Докучаєва, П.А.Костичева, М.М.Сібірцева, потім Д.М.Прянішнікова, К.К.Гедройца, К.Д.Глінки, П.С.Коссовича, В.Р.Вільямса.

Основоположником наукового ґрунтознавства є В.В.Докучаєв. Він розробив і обґрунтував наукові основи ґрунтотворних процесів і формування різних типів ґрунтів за зонами.



Нагромадження знань про ґрунт почалося відтоді, коли людина припинила збір диких рослин і перейшла до обробітку ґрунту, хоча й примітивного.

Давньогрецькими філософами Арістотелем і Теофрастом Ерезійським були зроблені перші спроби узагальнення знань про ґрунт. Вони давали своєрідну класифікацію ґрунтам: прекрасні, гарні, родючі, виснажені, бідні, безплідні. Але розвиток ґрунтознавства як науки розпочався значно пізніше.

Великий внесок у розвиток ґрунтознавства вніс М.В.Ломоносов (після відкриття в 1725 р. Академії наук), він дав цінні обґрунтування походження і властивостей чорноземів.

*М.В.Ломоносов* уперше вказав на причетність живих організмів до процесу утворення ґрунтів.

*П.А.Костичев* вивчав фізичні властивості ґрунту, довів роль живих організмів у процесі ґрунтоутворення, розширив поняття про родючість ґрунту.

*Г.М.Висоцький* – дослідив водні властивості та водний режим ґрунтів, роль води в процесі ґрунтоутворення.

*К.К.Гедройц* – фізико-хімічні властивості ґрунту, поглинальну здатність і колоїдні властивості.

*В.Р.Вільямс* – структуру ґрунту, роль рослин у структурі ґрунтоутворення, фактори життя рослин.

*Л.І. Прасолов* – вивчив географічне поширення окремих типів ґрунтів і їх картування.

*М.М.Сібірьцев* – послідовник В.В. Докучаєва. Видав перший підручник з ґрунтознавства, також продовжив дослідження з походження ґрунтів.

Першим академіком-ґрунтознавцем був К.Д. Глінка, який завідував кафедрами ґрунтознавства в Ленінграді, Воронежі.

Велике поширення ґрунтознавство набуло у період розвитку капіталізму в Росії. До ґрунтів стали висувати вимоги, з метою підвищення врожаю сільськогосподарських культур, виявляти інтерес з погляду наукового обґрунтування.

Розрізняють такі розділи загального або фундаментального ґрунтознавства, яке називають педологією

(від грец. *pedon* – ґрунт):

1. Морфологія ґрунту.
2. Фізика ґрунту.
3. Хімія ґрунту.
4. Біологія ґрунту.
5. Мінералогія ґрунту.
6. Енергетика ґрунту.
7. Географія.
8. Картографія.
9. Систематика ґрунту.
10. Екологія ґрунту.

Фундаментальне ґрунтознавство направлене на вивчення всіх особливостей ґрунту, як природного біокосного тіла, зокрема:

- Вивченням речовинного складу, будовою і властивостями ґрунту займається педогностика. Вона включає такі розділи ґрунтознавства як *морфологія, фізика, хімія, мінералогія, біологія ґрунту*.

- Вивчення просторового поширення ґрунтів і природної різноманітності ґрунтів на земній поверхні належить педографії, яка уособлює географію, картографію, систематику, екологію ґрунтів як розділи загального ґрунтознавства.

Значного розвитку досягли прикладні розділи ґрунтознавства, які поділяються в залежності від напряму використання ґрунту в господарській діяльності людини:

- *Агрономічне ґрунтознавство* – це найобширніша прикладна галузь науки про ґрунт.

- *Меліоративне ґрунтознавство* є теоретичною основою комплексних меліорацій ґрунту.

- *Лісове* – це наукова основа підвищення продуктивності лісів, лісо- та агролісомеліоративних заходів.

- *Санітарне ґрунтознавство* - пов'язане з проблемами знезараження ґрунту.

- *Інженерне ґрунтознавство* - вивчає ґрунт як фундаментальну основу для інженерних споруд і комунікацій, та як будівельний матеріал.

- *Екологічне ґрунтознавство.*

Природно, що ґрунтознавство найбільш тісно пов'язане з сільським господарством і, насамперед із землеробством. Таким чином, агрономічне або сільськогосподарське ґрунтознавство є найобширнішою прикладною галуззю науки про ґрунт. Вона включає вивчення питань раціонального використання ґрунту (де поєднуються раціональна організація території, найпродуктивніша й економічна сівозмінна), вибір способів механічного обробітку ґрунту; вибір засобів підвищення родючості ґрунту для забезпечення оптимальної біологічної продуктивності; вибір шляхів і засобів захисту ґрунту від деградаційних процесів і забруднення; постійне управління ґрунтовими режимами та процесами з метою їх оптимізації.

Нині розорано 10 – 11% суші, разом з лісами, пасовищами й луками людина використовує 50 – 55% суші.

У холодному і посушливому кліматі, на крутих схилах, під пасовищами, косовицями і луками зайнято відповідно по 20% території світу, по 10% у культурі, тобто такі, які розорані та мають незначну потужність.

Щорічно у світі втрачається 6 – 7 млн га земель. Розораність земель сягає: Європа – 31%, Африка – 9%, Індія – 30%, США – 14% (разом з Аляскою), Китай – 8%, Канада – 2,4%, Бразилія – 1,1%, Південна Америка – 4%. На душу населення припадає 1/10га.

*Лісове ґрунтознавство*, разом з лісівництвом, є науковою основою для підвищення продуктивності лісів, створення найпродуктивніших, екологічно і економічно доцільних лісових насаджень, проведення лісомеліоративних заходів, у тому числі агролісомеліорації.

*Меліоративне ґрунтознавство* вивчає ґрунт як об'єкт гідротехнічних меліорацій - осушувальних і зрошувальних. Предметом є болотні ґрунти, посушливі райони (каштанові та ін.).

Меліоративне ґрунтознавство пов'язане з землеробством, агрохімією, гідрологією, гідрогеологією, меліорацією,

експлуатацією меліоративних систем. Фундаментальною основою є фізика, хімія, геологія.

У завдання меліоративного ґрунтознавства входить вивчення властивостей ґрунтів як об'єктів меліорації, їхнього складу й будови, з метою необхідності поліпшення рівня родючості.

*Санітарне ґрунтознавство* вивчає питання, що пов'язані з проблемами знезараження різних промислових, побутових і сільськогосподарських відходів; географії хвороб рослин, тварин і людини; боротьби з патогенними і векторними організмами (переносники інфекції), значна кількість яких населяє ґрунт; захисту рослин, тварин і людини від радіаційного зараження та ураження.

*Інженерне ґрунтознавство* розглядає ґрунт як основу для споруд, комунікацій або як будівельний матеріал.

*Екологічне ґрунтознавство* сформувалося в другій половині ХХ століття, коли людство усвідомило глобальну масштабність екологічних проблем. Серед цих проблем стан ґрунтового покриву планети, що уражений деградаційними процесами й постійно зменшується через руйнацію і відчуження.

*Основне завдання ґрунтознавства* – це забезпечити збереження ґрунтового покриву планети для наступних поколінь, адже ґрунт є незамінним природним ресурсом.

Упродовж всієї історії свого становлення теоретичне ґрунтознавство було тісно пов'язане з фізико-математичними, хімічними, біологічними, геологічними і географічними науками.

На основі наукових розробок вчених ґрунтознавців, біологів, фізиків і хіміків виникли такі розділи ґрунтознавства: мінералогія ґрунтів, геохімія ґрунтів, геохімія ландшафтів, фізика ґрунтів, хімія ґрунтів, біохімія ґрунтів, мікробіологія ґрунтів, зоологія ґрунтів, фізична і колоїдна хімія ґрунтів. Вивчення закономірностей просторового поширення ґрунтів зумовило виникнення самостійної наукової дисципліни — географії ґрунтів.

Ґрунтознавство успішно розвивалось ще й тому, що воно з початку свого становлення вирішувало конкретні завдання для потреб ряду галузей народного господарства. Внаслідок цього сформувались прикладні галузі ґрунтознавства: агроґрунтознавство, агрохімія, агрофізика, меліоративне, лісове, медичне, військове, будівельне ґрунтознавство

## Лекція 2.

### Процеси утворення материнських порід і мінеральної частини ґрунту

*План засвоєння і викладу матеріалу:*

1. Гірські породи й матеріали, що беруть участь у ґрунтоутворенні.
2. Вивітрювання гірських порід.
3. Види відкладень.
4. Основні ґрунтоутворюючі породи.
5. Кругообіг речовин у природі.

*1. Гірські породи й матеріали, що беруть участь у ґрунтоутворенні*

Ґрунт виникає в результаті ґрунтоутворюючого процесу – складного обміну енергії і речовин при тривалій взаємодії материнської породи, живого світу і зовнішнього середовища.

*Материнськими* чи ґрунтоутворюючими породами називаються поверхневі горизонти гірських порід, з яких утворюються ґрунти.

*Ґрунт* – це чотирифазна система, що складається з твердої, рідкої, газоподібної та біофази.

*Тверда фаза ґрунту* складається з мінеральної та органічної частин. Органічна частина представлена, в основному, ґрунтовим перегноем і гумусом. Мінеральна частина твердої фази ґрунту походить від материнських гірських порід і мінералів. В усіх ґрунтах, крім торфових, у твердій фазі переважає мінеральна частина.

*Рідка фаза* – це ґрунтовий розчин, склад і властивості

якого залежать від водного балансу навколишнього середовища і сольового складу.

*Газоподібна фаза* представлена ґрунтовим повітрям, що за своїм складу відрізняється від атмосферного повітря.

У процесі ґрунтоутворення беруть участь три групи гірських порід (схема 2.1):

- Магматичні.
- Осадові.
- Метаморфічні.

Ґрунтоутворні породи					
<b>Магматичні</b> (при остиганні магми)		<b>Осадові</b> (вивітрювання і перевідкладення магматичних і метаморфічних порід)			<b>Метаморфічні</b> (утворилися з магматичних і осадових порід у глибинних шарах землі під дією високих температур і тиску (сланці, мармур)
<b>Глибинні, інтрузивні</b> (базальт)	<b>Ті, що вилилися, ефузивні</b> (граніт)	<b>Уламкові,</b> продукти механічного руйнування	<b>Глинисті</b> до 75% <0,01 мм	<b>Породи хімічного та органічного походження</b>	
				↓	
Карбонатні (вапно, мергель, крейда)	Кременисті	Сірчанокислі	Галоїдні (гіпс, кам'яна сіль)	Залізисті	Органогенні горючі породи (вугілля, торф, нафта)

**Схема 2.1.** Ґрунтоутворні породи.

1. *Магматичні* породи утворилися при остиганні рідкої маси усередині земної кори, чи виплили на поверхню землі у виді лави. У першому випадку утворилися глибинні, інтрузивні породи, у другому – ті, що вилилися, ефузивні породи (граніт). Цей вид порід складає 95% літосфери, хоча поширений як материнська порода тільки в гірських районах.

2. *Осадові* породи утворилися в результаті вивітрювання і перевідкладення магматичних і метаморфічних порід, а також з

відкладень залишків різних організмів. Осадові породи поділяються на три групи:

3. *Уламкові* – це продукти механічного руйнування різних порід.

4. *Глинисті* – складаються переважно до 75% з часток <0,01 мм із перевагою часток <0,001 мм.

5. *Породи хімічного й органічного походження* – серед них виділяють карбонатні (вапно, мергелі, крейда), кременисті, сірчаноокислі і галоїдні (гіпс, кам'яна сіль), залізісті, органогенні горючі породи (вугілля, торф, нафта).

3. *Метаморфічні* породи утворилися з магматичних і осадових порід у глибинних шарах землі під дією високих температур і тиску (сланці, мармур, кварцит). Ці породи рідко служать породами для ґрунтів, зустрічаються в горах.

Усі гірські породи за віком поділяються на дві групи: *древні* (дочетвертинні) і *сучасні* (четвертинні, пухкі).

До складу ґрунтоутворюючих порід і ґрунтів входять *первинні* та *вторинні* мінерали. Первинні утворилися в глибоких шарах землі з розплавленої магми, вторинні – з первинних у поверхневих горизонтах суші під впливом кліматичних і біологічних факторів.

У вагових співвідношеннях у ґрунті переважають первинні мінерали, за винятком червоноземних ґрунтів.

*Первинні* (>0,001 мм) мінерали: кварц, польові шпати, слюди, магнетит, апатит, рогова обманка. Їхнє значення таке: є матеріалом для утворення вторинних мінералів, складають кістяк ґрунту, від них залежить гранулометричний склад, а отже, усі водно-фізичні властивості, ємність поглинання.

*Вторинні* (<0,001 мм) мінерали: комплексні сполуки, що містять кремній, алюміній, залізо. До них відносяться: монтморилоніт  $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$ , каолініт і гідрослюди.

*Прості* (півтораоксиди  $R_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ , фосфати, нітрати, оксиди калію й інших елементів) мінеральні сполуки є найбільш активною частиною ґрунту, вони взаємодіють між собою, мігрують по профілю ґрунту разом із ґрунтовим розчином.

Перетворення гірських порід у материнські відбувається в результаті вивітрювання.

## *2. Вивітрювання гірських порід*

**Вивітрювання** – це механічне руйнування і хімічна зміна гірських порід і їхніх мінералів.

Зовнішні горизонти гірських порід, де відбувається вивітрювання називаються корою вивітрювання. Її потужність може сягати від декількох сантиметрів до 2 - 10 метрів.

Розрізняють три типи вивітрювання: *фізичне, хімічне, біологічне*. Усі три типи вивітрювання пов'язані між собою і проходять одночасно. Процес ґрунтоутворення почався з біологічного вивітрювання.

*Фізичне* вивітрювання – це подрібнення, механічне руйнування гірських порід і їхніх мінералів без зміни їхнього хімічного складу.

*Основні фактори*: температура, вода, повітря, зокрема вітер. Руйнування гірської породи відбувається внаслідок різкого коливання добових і сезонних температур. У результаті утворюються тріщини, в котрі потрапляє вода, що також сприяє здрибнюванню гірських порід.

У результаті цього типу вивітрювання гірська порода покривається пухкою масою, яка здатна пропускати повітря, воду і затримувати її.

*Хімічне* вивітрювання - це процеси хімічної зміни і руйнування гірських порід з утворенням нових мінералів і сполук.

*Фактори*: вода, вуглекислий газ і кисень. Цей процес вивітрювання складається з розчинення гірських порід у воді, гідролізу, гідратації (приєднання молекул води до хімічних сполук) та окислення.

У результаті фізичного і хімічного вивітрювання утвориться рухляк, що ще не можна назвати ґрунтом.

*Біологічне* вивітрювання пов'язане з життєдіяльністю організмів. У цьому виді вивітрювання беруть участь мікроорганізми, гриби, водорості, лишайники (виділяють



кислоти), мохи.

Усі мікроорганізми підрозділяються на:

- *аеробні* – живуть у ґрунті при достатньому доступі кисню;

- *анаеробні* – живуть при недостатньому кисневому живленні, що спостерігається в перезволожених ґрунтах.

Влітку в 1 г чорноземного ґрунту знаходиться близько 5 млн бактерій, на 1 га – 12 т мікроорганізмів. Аеробні бактерії призводять в основному до окисних процесів, тобто приєднання кисню. Під дією анаеробних – відбуваються відбудовні процеси.

Рослини також беруть участь у вивітрюванні, адже вони виділяють органічні кислоти, що взаємодіють з мінеральною частиною ґрунту й утворюють комплексні органо-мінеральні сполуки.

### 3. Види відкладень

Розрізняють наступні види відкладень:

*Елювій* – вимиваю, руйнування гірської породи, що залягає на місці свого утворення.

*Ілювій* – вимиваю, характерний для дерново-підзолистих ґрунтів.

*Алювій* – намиваю, утвориться в заплавах рік, донні відкладення проточних озер.

*Делювій* – змиваю, відкладення в підніжжя схилів у результаті змиву. Великі частки осідають вище по схилу, дрібні – нижче.

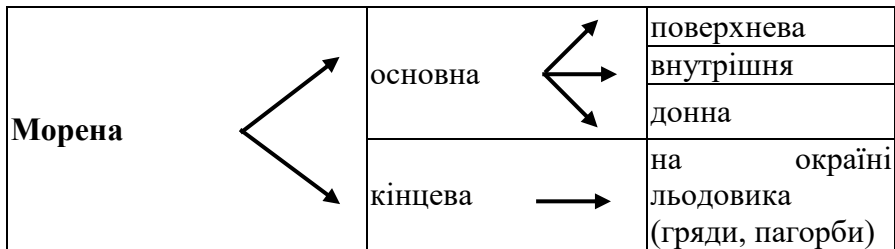
*Пролювій* – зношу, це активний делювій. У горах тимчасові селеві потоки зносять різні частки й ці відкладення називаються пролювієм.

*Колювій* – осип, відкладення зв'язані з дією вітру.

#### 4. Основні ґрунтоутворюючі породи

Ґрунтоутворюючими породами, в основному, є породи льодовикового походження. До них відносяться морени, озерно-льодовикові відкладення і водно-льодовикові (флювіогляціальні) наноси.

*Моренами* називаються уламки гірських порід, що переносяться і відкладаються в нових місцях льодовиком, що рухається. Виділяють основну і кінцеву морену (схема 2.4.1.).



**Схема 2.4.1.**

Ґрунти, що утворилися на моренах, мають легкий гранулометричний склад (піщані, супіщані). Покриваючі морену – це покривні суглинки, вони без валунів, не шаруваті.

*Озерно-льодовикові* відкладення здебільшого містять механічні елементи розміром  $<0,01$  мм. Вони представлені стрічковими глинами і супіссями; утворилися в прильодовикових озерах.

На *флювіогляціальних* наносах (які відкладаються за межами льодовика з текучих льодовикових вод) утворюються ґрунти середнього гранулометричного складу – супіщані та глинисті ґрунти.

У степовій і лісостеповій зонах породами, що підстиляють є покривні суглинки (суглинки, що покривають морени), морські четвертинні відкладення й еолові (вітрові) наноси.

Ґрунти, що утворюються на цих наносах, мають середній чи важкий гранулометричний склад.

*Лес* – це здрібнена порода глинистого складу, карбонатна,

у якій переважають (>50%) частки крупного пилю 0,05-0,01 мм.

На лесі утворюються ґрунти середнього гранулометричного складу з нейтральною реакцією середовища та оптимальним водним режимом, а саме: чорноземи.

Ґрунти напівпустель і пустель утворюються на піщаних відкладеннях, вони характеризуються легким гранулометричним складом, погано забезпечені водою, мають бідну рослинність, а отже є малородючими.

Ґрунти субтропиків утворюються на вивітрених гірських породах різного гранулометричного складу, вони багаті поживними елементами, досить забезпечені водою, є ґрунтами високої ефективної родючості.

### *5. Кругообіг речовин у природі*

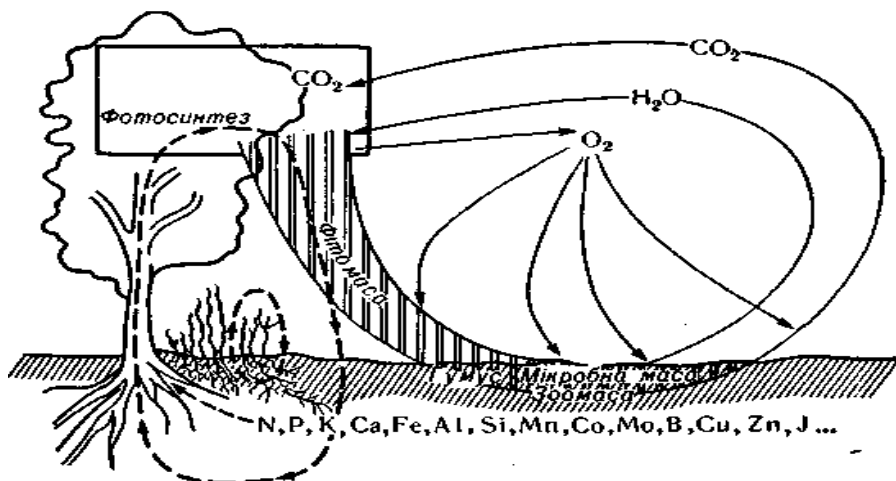
Процес ґрунтоутворення супроводжується кругообігом речовин. Існує два кругообіги речовин:

- великий геологічний;
- малий біологічний.

Великий геологічний кругообіг пов'язаний з переміщенням і відкладенням величезних мас великих і дрібних часток гірських порід. Разом з потоками води, під дією вітру, за допомогою льоду ці частки потрапляють у моря й океани в результаті чого змінюється рельєф, відбувається процес утворення нових гір і омолодження старих.

Згодом відкладення, що нагромаджуються на дні водойм, утворюють осадові породи, виходять на поверхню та можуть стати сушею.

Для процесу ґрунтоутворення геологічний кругообіг менш важливий, ніж біологічний, який покладено в основі ґрунтоутворюючого процесу і саме він забезпечує циклічну динаміку біогеохімії ґрунтоутворення, рис. 2.5.1:



**Рис.2.5.1.** Біологічний кругообіг речовин і ґрунтоутворення (за В. А. Ковдою, 1973).

Сутність малого біологічного кругообігу речовин зводиться до споживання рослинами зольних елементів із ґрунту, їхньої участю в біохімічних процесах і повернення в ґрунт після відмирання рослин.

### **Лекція 3. Утворення та розвиток ґрунтів**

*План засвоєння і викладу матеріалу:*

1. Сутність процесу ґрунтоутворення.
2. Рослини й мікроорганізми – як носії біологічного поглинання. Роль мікроорганізмів у підвищенні і регулюванні ефективної родючості ґрунтів – немає .
3. Основні фактори й умови ґрунтоутворення
4. Сутність єдності ґрунтоутворюючого процесу.

#### *1. Сутність процесу ґрунтоутворення*

Відомо, що ґрунти утворюються з гірських порід. Але гірські породи, на відміну від ґрунтів, безплідні, або ж характеризуються лише зародками родючості. Тим часом,

найбільш важливою властивістю ґрунту є його родючість, тобто здатність забезпечувати рослини, що виростають на ньому елементами живлення, водою та іншими факторами життя. Отже, для утворення ґрунту, насамперед необхідно, щоб у гірській породі нагромадилися елементи родючості. Перетворення в ґрунт гірських порід можливо лише в результаті двох спільно протікаючих процесів – *вивітрювання* і *ґрунтоутворення*.

У результаті вивітрювання гірські породи поступово збіднюються елементами зольного живлення рослин, а найважливіший елемент живлення організмів – азот практично відсутній.

У процесі тільки одного вивітрювання гірської породи не повністю розвивається важливий фактор родючості – це здатність стійкого забезпечення рослин водою.

Гірська порода в результаті вивітрювання з щільної, монолітної маси перетворюється в рухляк (пухку породу), що вже має властивість водопроникності і вологоємності, але запас води в ній не може бути великим. Стійке постачання рослин водою забезпечується тільки ґрунтом, що збагачений гумусом, має міцну структуру і пухку будову. Але ці властивості набуваються ґрунтом уже під впливом ґрунтоутворюючого процесу.

*ґрунтоутворення* – це комплекс фізичних, хімічних і біологічних процесів, що зумовлюють склад, будову і властивості ґрунту.

До найважливіших ознак ґрунтоутворюючого процесу можна віднести:

- створення органічної речовини та її руйнування;
- акумуляцію органічних і неорганічних речовин і їх винос;
- розпад мінералів (первинних і вторинних) і синтез нових;
- надходження вологи в ґрунт і повернення її в атмосферу в результаті транспірації і випаровування;
- поглинання ґрунтом променевої енергії Сонця, що

зумовлює нагрівання ґрунту, а випромінювання енергії - охолодження (спадний і висхідний струми води).

В основі ґрунтоутворюючого процесу лежить малий біологічний кругообіг речовин, що відбувається в результаті життєдіяльності вищих рослин, тварин і мікроорганізмів.

Органічні залишки, що залишаються після відмирання живих організмів частково розкладаються і стають поживою для наступних поколінь живих організмів. У такий спосіб частина хімічних сполук не потрапляє у великий геологічний Кругообіг, а залишається тільки в малому біологічному Кругообігу, а саме: в системі ґрунт-атмосфера-рослина.

Під біологічним кругообігом речовин розуміють надходження з ґрунту, гірських порід і атмосфери в організми: хімічних елементів, синтез органічної речовини і повернення хімічних елементів у ґрунт (із щорічним опаданням частини органічної речовини або з цілком відмерлими організмами) і в атмосферу.

Вчення про біологічний кругообіг речовин у ґрунті розроблене В.Р.Вільямсом. Сучасна теорія про нього заснована на наукових ідеях В.І.Вернадського.

У кембрійський та ордовікський періоди відбувся первинний ґрунтоутворюючий процес (нижчі рослини, бактерії, водорості).

У силурійський, девонський, кам'яновугільний і пермський періоди утворилась нова рослинність (хвощові, плаунові); ускладнювався ґрунтоутворюючий процес.

У крейдовий та третинний періоди – поширення широколистих лісів, хвойних луків і трав'янистих степів. До цього часу виокремилися кліматичні пояси.

У четвертинний період у результаті материкового зледеніння ґрунтоутворюючий процес припинився на значній частині суші 50 - 60%. На місці льодовика, ґрунтовий покрив цілком був знищений. На прилеглих територіях він був еродований витікаючими льодовиковими водами, а потім покритий флювіогляціальними наносами.

У субтропічній і тропічній частині цілком зберігся

грунтовий покрив.

Потім почався сучасний ґрунтоутворний процес.

### *3. Основні фактори й умови ґрунтоутворення*

Утворення ґрунтів залежить від природних умов. Тому умови, під впливом яких протікає ґрунтоутворюючий процес і формуються ґрунти, називаються *факторами ґрунтоутворення*.

В.В. Докучаєвим виділено *п'ять природних факторів ґрунтоутворення*:

- материнська (ґрунтоутворююча) порода;
- клімат;
- рельєф;
- рослинний і тваринний світ (біологічний фактор);
- вік ґрунтів чи тривалість процесу ґрунтоутворення.

На додаток до цього виділяють ще:

- виробничу діяльність людини.
- ґрунтові та підґрунтові води.

До умов відносяться обставини, що визначають хід і напрями ґрунтоутворюючого процесу, а саме:

- рельєф і географічне розташування даного району ґрунтів;
- виробнича діяльність людини;
- вік ґрунтів чи тривалість процесу ґрунтоутворення.

Розглянемо роль кожного з цих факторів.

*Материнські породи* як в спадщину передають ґрунту свій гранулометричний, мінералогічний і хімічний склад, фізичні властивості, що у ході ґрунтоутворення можуть істотно змінитися.

Материнські породи визначають такі хімічні властивості ґрунтів:

- реакцію ґрунтового розчину – кислотність чи лужність ґрунтів;
- склад увібраних катіонів, а також наявність поживних

речовин.

У первинному процесі ґрунтоутворення материнська порода є матеріалом, з якого утворюється ґрунт. З тривалістю процесу ґрунтоутворення глибші шари тільки підстиляють ґрунт і не беруть участь у процесі ґрунтоутворення.

*Роль клімату* в ґрунтоутворенні проявляється у впливі на ґрунт і організми, які його заселяють, газами атмосфери, що випадають з опадами, температурою (ґрунту і повітря) та сонячною радіацією.

У залежності від характеру опадів клімат буває:

- *нівальний* – велика кількість опадів випадає у вигляді снігу (тундра, лісотундра);
- *гумідний* – велика кількість у вигляді дощу, кількість опадів більше кількості вологи, що випаровується;
- *арідний* – кількість опадів менше кількості вологи, що випаровується поверхнею.

У зв'язку з цим розрізняють наступні кліматичні зони за ступенем зволоження:

- зона надмірного зволоження (лісова, північна частина лісостепової зони) – кількість опадів переважає над випаровуванням;
- зона помірного зволоження – кількість опадів і сума вологи, що випаровується однакові, але значно коливаються по роках (лісостеп);
- зона недостатнього зволоження – кількість опадів менше кількості вологи, що випаровується (степова, сухі степи, напівпустелі і пустелі).

Крім абсолютної суми опадів за рік, чи за вегетаційний період, важливе значення має розподіл опадів у часі. З розподілом опадів пов'язаний коефіцієнт використання (корисність опадів). *Продуктивні* – це опади, що засвоюються рослиною (кореневою системою). Коефіцієнт використання залежить від: разової величини опадів, характеру і часу їхнього випадання. Найвищий коефіцієнт використання - весняних опадів, що випадають у першій половині вегетації; найнижчий – осінніх і осінньо-зимових опадів.



*Температура і сонячна радіація.* З ними тісно пов'язане поширення рослинності. Розподіл рослинних формацій (зон) визначаються температурним режимом:

- тундра і лісотундра (лишайники, мохи, карликові дерева);
- лісова зона поділяється на зону хвойних, мішаних і листяних лісів;
- лісостепова зона (ліс, на південь кількість лісових масивів зменшується і зона поступово переходить у степову);
- степова – трав'яниста рослинність, злакові луки;
- зона диких степів (ковила, типчак, полинь);
- пустель, напівпустель (піщана осока, білий саксаул, солянки).

*Температура ґрунту* має важливе значення для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів. Оптимальною температурою для них є 20 - 30°C. Такі умови притаманні степовій зоні.

З річними та добовими коливаннями температури пов'язана інтенсивність випаровування з поверхні ґрунту, а також газообмін, так зване дихання ґрунту. З температурою ґрунту пов'язана вітрова ерозія чи дефляція ґрунту. *Ерозія* - це руйнування верхнього шару ґрунту водою чи вітром. Найінтенсивніше проходить дефляція (вітрова) в степових районах, при цьому виникають пилові бурі. Основними заходами для боротьби з ерозією ґрунту є меліорація і науково обґрунтований обробіток.

Головним джерелом енергії для біологічних і ґрунтових процесів є сонячна радіація. Вона поглинається земною поверхнею, а потім випромінюється і перерозподіляється в процесі динаміки атмосфери. У такий спосіб встановлюється постійний теплообмін між ґрунтом і атмосферою.

*Рельєф як фактор ґрунтоутворення.* Якщо говорити про цей фактор, то його варто розуміти як непрямий. Сутність його полягає в перерозподілі опадів і температури на поверхні землі.

1° схилу південної експозиції змінює умови нагрівання рівноцінно перенесенню ґрунту на 111 км південніше. Коло Землі по екватору сягає 42 тис. км. Якщо її розділити на 360°, то 1°=111 км, а звідси й практичне застосування цієї закономірності (наприклад, якщо закладати сади, то обов'язково на південному схилі). Інтенсивність мікробіологічних процесів ґрунтоутворення буде активнішою на південних схилах.

Основними елементами рельєфу є: вододіли, схили і долини. Розрізняють три групи форм рельєфу: макрорельєф, мезорельєф і мікрорельєф.

*Макрорельєф* – це найбільші форми рельєфу: рівнини, плато, гори. Вони безпосередньо впливають на рух повітряних мас і формування клімату. У горах формується вертикальна зональність клімату рослинності й ґрунтів унаслідок зниження температури повітря з висотою.

Виникнення макрорельєфу пов'язано в основному з тектонічними явищами в земній корі.

*Мікрорельєф* (дрібні форми рельєфу) – це підвищення чи пониження, западини, що виникають на рівних поверхнях рельєфу внаслідок просадних (суффузійних) явищ та ін. Він зумовлює значний перерозподіл вологи, скупчення її в низинах і глибоке зволоження ґрунтової товщі. Це у свою чергу, позначається на зміні поживного і сольового режимів по елементах мікрорельєфу, а також на видовому складі рослинності, що зрештою, призводить до утворення різних типів ґрунтів.

*Мезорельєф* – займає проміжне положення (пагорби, западини, долини, тераси). Він виступає як фактор, що перерозподіляє вологу атмосферних опадів на земній поверхні та тепло, що регулює поверхневий стік, а також визначає розвиток ґрунтово-ерозійних процесів. Мезорельєф особливо впливає на формування водного режиму ґрунтів, а саме розрізняють:

- автоморфні ґрунти, що формуються на рівних поверхнях і схилах в умовах вільного поверхневого стоку та

глибокого залягання ґрунтових вод (6 м);

- полігідроморфні ґрунти – формуються при короткочасному застої поверхневих вод, чи при заляганні ґрунтових вод на глибині 3 - 6 м (КК - капілярна кайма досягає кореневу систему рослин);

- гідроморфні ґрунти – формуються в умовах тривалого поверхневого застою чи при заляганні ґрунтових вод на глибині менше 3 м (КК може досягати поверхні ґрунту).

Умови формування цих ґрунтів дуже важливі при визначення потреби проведення їхньої меліорації.

*Рослинний і тваринний світ* є провідним фактором ґрунтоутворення.

Власне, процес ґрунтоутворення починається з поселення на гірській породі живих організмів, які здатні засвоювати азот (N) атмосфери та переводити його в складні білкові сполуки, розкласти органічні залишки й мінералізувати їх до простих солей, руйнувати і синтезувати багато мінералів. Після їхнього відмирання в поверхневих шарах цієї породи накопичуються органічні залишки, що згодом перетворюються в перегній, що служить джерелом живлення для майбутніх поколінь живих організмів.

У ґрунтоутворенні беруть участь вищі зелені рослини, бактерії, гриби, актиноміцети, водорості, вищі хребетні тваринні і дрібні безхребетні тварини (хробаки, молюски, членистоногі). З усіх названих груп організмів першорядна і провідна роль у ґрунтоутворенні належить *рослинності* (вищому класу зелених рослин). Їхня дія проявляється як під час росту і розвитку, так і після відмирання. Рослини разом із тваринами активно здійснюють перетворення і міграцію речовин і енергії в ґрунті.

ґрунтоутворення багато в чому залежить від характеру рослинності – лісова чи трав'яниста рослинність. Наприклад, деревна діяльність у порівнянні з трав'яною дає щорічно менше і гіршої якості органічні залишки.

*Вік ґрунтів чи тривалість процесу ґрунтоутворення.*

Материнська порода перетворюється в ґрунт тільки при тривалому процесі ґрунтоутворення. Час, упродовж якого відбувається цей процес і формується той чи інший ґрунт, називається віком ґрунтів. Вік даного ґрунту обчислюється з моменту початку ґрунтоутворюючого процесу.

Розрізняють абсолютний і відносний вік. Під абсолютним віком розуміють тривалість процесу ґрунтоутворення для великого типу ґрунтів на значних територіях. Відносний вік ґрунтів - це тривалість процесу ґрунтоутворення для конкретного ґрунту на невеликому масиві.

*Виробнича діяльність людини* в сучасну епоху стає вирішальним фактором ґрунтоутворення і підвищення родючості ґрунту на значних територіях земної кулі. Стосовно впливу діяльності людини на ґрунтоутворення, слід підкреслити, що тільки розумна, науково обґрунтована діяльність людини сприяє поліпшенню ґрунтів. Але при неправильних діях людини ґрунти заболочуються, засолюються, піддаються інтенсивній ерозії, змінюються в гіршу сторону їхні властивості.

*Ґрунтові води.* Вони впливають на водний режим ґрунту, а також на накопичення, чи міграцію хімічних речовин. Якщо ґрунтові води залягають неглибоко і вони сильно мінералізовані, то в результаті неправильного зрошення може відбутися засолення ґрунту.

Ґрунтові води в лісостеповій і лісовій зонах є одним із факторів заболочування.

У замкнених поверхнях при відсутності стоку і наявності на невеликій глибині водотривкого горизонту рівень ґрунтових вод постійно підвищується, що призводить до заболочування території.

#### *4. Сутність єдності ґрунтоутворюючого процесу*

Теорія ґрунтоутворюючого процесу розроблялася В.В.

Докучаєвим, П.А.Костичевим, М.М.Сибірцевим,  
В.Р.Вільямсом, К.Д.Глі<sup>н</sup>кою, Герасимовим, І.В.Тюріним,  
О.О.Роде.

Кожний з факторів ґрунтоутворення здійснює як прямий, так і непрямий вплив на ґрунтоутворний процес. Усі вони діють не окремо, а в сукупності, це необхідно враховувати при оцінці умов ґрунтоутворення.

Для усіх видів ґрунтів провідними факторами є живі організми та частково клімат.

З природними кліматичними зонами пов'язана горизонтальна зональність ґрунтів, тобто поширення ґрунтових типів з півночі на південь; з рельєфом пов'язана вертикальна зональність ґрунтів, тобто поширення окремих типів ґрунтів від підніжжя до вершини.

#### **Лекція 4.**

### **Гранулометричний склад ґрунтоутворюючих порід і ґрунтів**

*План засвоєння і викладу матеріалу:*

1. Поняття про гранулометричний склад і фракції механічних елементів.
2. Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом.
3. Методи визначення гранулометричного складу ґрунтів.
4. Вплив гранулометричного складу на властивості ґрунту і його родючість.

*1. Поняття про гранулометричний склад і фракції механічних елементів*

Гірські породи при своєму перетворенні в ґрунт зазнавали в процесі вивітрювання як хімічних, так і механічних змін. Будь-яка ґрунтоутворююча порода розпадається на окремі зерна чи уламки різних діаметрів – до декількох мікронів і мілімікронів.

Ґрунт, що утворився на певній материнській породі, також складається з механічних часток таких же розмірів і форми.

Ґрунт є не тільки багатофазною, але й полідисперсною системою.

Його тверда фаза складається з часток різного діаметра і у різних ґрунтів співвідношення цих часток різне, що надалі й визначає властивості ґрунту.

Уміст у ґрунті часток різної крупності, що виражається у відсотках називається *гранулометричним складом*. Частки визначеного діаметра називаються *механічними елементами*. Усі механічні елементи, близькі за розмірами, об'єднують у фракції, а саме: кам'яниста частина ґрунту, пісок, пил, мул, колоїди.

Фізична глина – сума частки  $d < 0,01$  мм (пил середній, дрібний; мул, колоїди).

Крім того виділяють дрібнозем – сума часток менше  $< 1$  мм і ґрунтовий кістяк – більше  $> 1$  мм.

Окремі групи механічних елементів по різному впливають на властивості ґрунту. Це пояснюється різним мінералогічним і хімічним складом механічних елементів і різними їх фізичними і фізико-хімічними властивостями.

Камені і гравій представлені переважно уламками гірських порід і, рідше, окремими мінералами.

У групі піску і пилу переважають первинні мінерали (кварц, польові шпати, слюди та ін.). Їхні фракції поверхнево пасивні.

Мул, поряд з первинними мінералами, містить значну кількість вторинних мінералів і гумусу.

Головна роль у фізико-хімічних процесах, що відбуваються у ґрунтах, належить мулистій фракції, особливо її колоїдній частині. Вона має велике значення в утворенні ґрунтової родючості: в ній зосереджений максимальний вміст гумусу та елементів зольного й азотного живлення рослин. Колоїдна частина цієї фракції служить головним цементом ґрунтової структури.

Чим дрібніші частки, з яких складається ґрунт, тим багатший і різноманітніший його хімічний склад і чим більший розмір часток, тим більший вміст  $\text{SiO}_2$ , рис.4.1.:

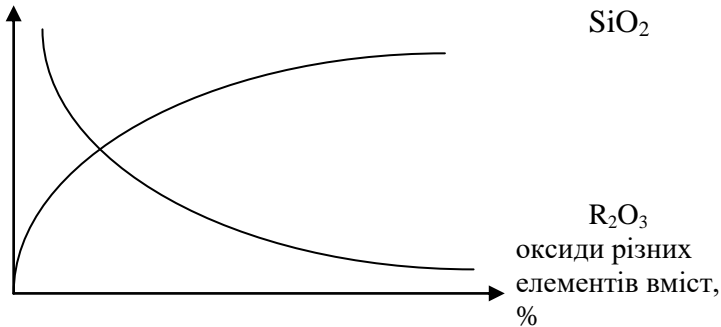


Рис.4.1. Залежність вмісту  $\text{SiO}_2$  від діаметра часток.

Отже, зі зменшенням розміру механічних елементів зменшується вміст кремнезему і збільшується вміст півтораоксидів алюмінію, заліза, а також кальцію, магнію.

Тому ґрунти і породи, в залежності від вмісту в них тих чи інших груп механічних елементів, будуть мати неоднакові властивості.

## 2. Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом

Для зручності класифікації ґрунтів за гранулометричним складом усі механічні елементи поєднують у дві групи:

- фізичний пісок – частки діаметром більше  $>0,01$  мм (кам'яниста частина, пісок і пил великий);
- фізична глина – частки діаметром менше  $<0,01$  мм.

У залежності від кількісного співвідношення фізичного піску і фізичної глини встановлюється остаточний гранулометричний склад. Тому виділяють ґрунти:

- піщані: пухкозв'язані, пухкі; зв'язані;
- супіщані;
- суглинні;
- глинисті: легкоглинисті; середньоглинисті;

важкоглинисті.

Гранулометричний склад порід і ґрунтів відіграє велику роль у ґрунтоутворенні та родючості ґрунтів. Вивченням його

займалися такі видатні вчені як М.М.Сибірцев, В.Р.Вільямс, М.А.Качинський, М.М. Годлін.

### 3. Методи визначення гранулометричного складу ґрунтів

Гранулометричний склад визначається за допомогою механічного (гранулометричного) аналізу. Існує багато методів аналізу. Найрозповсюдженішим методом визначення гранулометричного складу є *метод піпетки*. Він базується на законі Стокса, який свідчить про те, що частки різних діаметрів будуть осідати з різною швидкістю.

$$V = \frac{2}{9} q \cdot r^2 \frac{d_1 - d_0}{\eta},$$

де:  $V$  – швидкість падіння часток у воді, см/сек;

$q$  – прискорення сили тяжіння  $9,81$  см/сек<sup>2</sup>;

$r$  – радіус частки;

$d_1, d_0$  – щільність ґрунту і рідини, тобто води ( $2,65$  і  $1,0$  г/см<sup>3</sup>);

$\eta$  – в'язкість води г/см/сек, що залежить від її температури.

При визначенні гранулометричного складу ґрунту застосовують також ситовий метод, центрифугування, відвіювання, польовий метод. Це пов'язано з мінералогічним складом ґрунтів і порід. У великих механічних фракціях переважають такі первинні мінерали як кварц, польові шпати з високим вмістом кремнезему. У тонких механічних фракціях містяться вторинні глинисті мінерали з низьким вмістом кремнезему, високим вмістом півтораоксидів, магнію і калію, та завжди з високим вмістом хімічно зв'язаної води.

### 4. Вплив гранулометричного складу на властивості ґрунту і його родючість

Від гранулометричного складу ґрунтоутворюючих порід і ґрунтів, у значній мірі, залежить інтенсивність багатьох ґрунтоутворюючих процесів, а саме: нагромадження, перетворення і переміщення речовин як органічного, так і мінерального походження. Тому в тих самих природних умовах



на породах різного гранулометричного складу формуються ґрунти з різними властивостями.

Від гранулометричного складу ґрунту залежать фізичні, фізико-механічні і водні властивості: пористість, вологоємність, водопроникність, водопідйомна здатність, структурність, повітряний і тепловий режими. З ним пов'язаний, також, вміст у ґрунті зольних елементів і азоту, які є необхідними для живлення рослин.

Отже, знання гранулометричного складу дозволяє якоюсь мірою характеризувати властивості ґрунтів і їхню родючість.

Ґрунти легкого гранулометричного складу (піщані й супіщані) мають *наступні властивості*:

- -- – вони безструктурні, слабологоємні, бідні гумусом, азотом та іншими елементами живлення;
- ++ – сприятливі повітряний і тепловий режими, легко піддаються обробітку, мають високу водопроникність та коефіцієнт фільтрації.

Ґрунти важкого гранулометричного складу (суглинні й глинисті), мають наступні властивості:

- -- – погана водопроникність і водовіддача, низька аерація, поганий повітряний і тепловий режими, великий опір при проведенні меліоративних робіт і обробітку;
- ++ – висока вологоємність і водоутримуюча здатність, високий вміст гумусу і поживних речовин для рослин.

У безструктурному стані важкі ґрунти легко запливають, утворюють кірку, що ускладнює проникнення для води й повітря, повітряний і тепловий режими в них несприятливі.

Оптимальні властивості ґрунту формуються, коли він має суглинний гранулометричний склад.

Усі ґрунти підзолистого типу ґрунтоутворення (ґрунти лісотайгової зони) мають піщаний та супіщаний гранулометричний склад.

Глинистий гранулометричний склад – болотно-глеєві, алювіальні ґрунти річкових долин, у деяких випадках - черноземи і каштанові.

Суглинний гранулометричний склад – чорноземи, сірі лісові і каштанові ґрунти. Крім гранулометричного складу ґрунтів і порід розрізняють ще й *агрегатний склад*.

#### *Мікроагрегатний склад*

Під *мікроагрегатним складом* розуміють здатність ґрунту склеюватися в агрегати діаметром менше 0,25 мм. Агрегати можна об'єднати у фракції за розмірами. Уміст кожної фракції в ґрунті визначає його агрегатний склад.

Мікроагрегатний склад визначається шляхом руйнування агрегатів соляною кислотою. Агрегати склеюються за допомогою Са й утворення СаСО<sub>3</sub>. Існує коефіцієнт дисперсності, що характеризує здатність ґрунту утворювати агрегати:

$$K = \frac{a}{b} \cdot 100\%,$$

де: К – коефіцієнт дисперсності;

а – вміст мулу, отриманий при аналізі мікроагрегатного складу ґрунтів;

в – кількість мулу, отримана при гранулометричному аналізі ґрунтів.

Високий коефіцієнт дисперсності мають ґрунти, що містять наступні фракції: пил дрібний, мул, колоїди.

Чим вищий коефіцієнт дисперсності, тим більше розпилений ґрунт і тим гірші його агрономічні властивості.

Склеюванню окремих мінеральних зерняток і утворенню агрегатів сприяє наявність мулистої фракції, тобто часток дрібніших 0,001 мм. Тому при агрегатному аналізі вони майже всі цілком виявляються в більших фракціях. Ці агрегати водостійкі й при зволоженні зберігаються в ґрунті, не розпадаючись на складові елементарні частинки.

*Агрегатний склад* впливає на всі властивості ґрунту (теплові, водні, повітряні, фізико-хімічні та біохімічні), забезпеченість рослин елементами живлення і на рівень родючості в цілому.

У такий спосіб можна відзначити, що між мінералогічним, гранулометричним і хімічним складом існує визначена

залежність, а саме: чим важчі порода й ґрунт за гранулометричним складом, тим менше в ній первинних і тим більше вторинних мінералів; і тим нижчий вміст кремнезему і вищий вміст хімічно-зв'язаної води й оксидів Al, Fe, K і Mg.

## **Лекція 5.** **Фізичні властивості ґрунту**

*План засвоєння і викладу матеріалу:*

1. Поняття про фізичні властивості ґрунту.
2. Фізико-механічні властивості ґрунту.
3. Структура і структурність ґрунту.

### *1. Поняття про фізичні властивості ґрунту*

Фізичні властивості ґрунту підрозділяються на основні та фізико-механічні.

До числа загальних фізичних властивостей відносяться:

- щільність;
- щільність твердої фази;
- пористість;
- аерація;
- питома поверхня.

*Щільність ґрунту* – це маса одиниці об'єму ґрунту з непорушеною структурою, тобто у природному стані. Величина щільності ґрунту коливається в межах:

- у мінеральних ґрунтах –  $0,9-1,8 \text{ г/см}^3$ ;
- у торфово-болотних –  $0,15-0,40 \text{ г/см}^3$ .

На величину щільності ґрунту впливають мінералогічний і гранулометричний склад ґрунтів, уміст у них органічної речовини, структурність, а також будова (взаємне розташування часток твердої фази ґрунтів). Істотно впливає на щільність ґрунту, також, стан ґрунту. Пухкі ґрунти після оранки володіють найменшою щільністю, а потім після ущільнення вона збільшується до визначеної величини. Тому завдяки систематичному агротехнічному впливу верхні горизонти окультурених ґрунтів мають нижчі показники

об'ємної маси.

Величина щільності ґрунту істотно впливає на водний, повітряний і тепловий режими ґрунтів, а отже, на розвиток рослин. Оптимальною щільністю на суглинних і глинистих ґрунтах є 1,00-1,25 г/см<sup>3</sup>. Подальше її збільшення викликає зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Знаючи об'ємну масу можна підрахувати запас будь-якої сполуки в тому чи іншому шарі ґрунту за формулою

$$Z = M \cdot OM \cdot A,$$

де:  $Z$  – запас сполуки, т/га;  
 $M$  – потужність горизонту, см;  
 $OM$  – об'ємна маса, г/см<sup>3</sup>;  
 $A$  – вміст сполуки, % від ваги ґрунту.

$d$  – тах у піску.

$d$  - у суглинних: легких - 1,3-1,4; середніх - 1,4-1,5; важких - 1,5-1,6.

Отже, її практичне значення полягає в тому, що можна визначити властивості й склад ґрунту, кількість гумусу, структуру пористість.

$D$  – тах у глині.

*Щільність ґрунту* – вага одиниці об'єму твердої фази ґрунту. Ґрунти різних типів і навіть окремі ґрунтові горизонти мають неоднакову щільність. Для мінеральних ґрунтів вона коливається в межах 2,4-2,8 г/см<sup>3</sup>, для торфових - трохи більше 1 г/см<sup>3</sup>.

Щільність залежить від мінералогічного складу ґрунту і вмісту органічних речовин. Ґрунти, що містять мало гумусу й багато заліза, алюмінію мають велику щільність.

*Пористість* або *шпаруватість* – сумарний об'єм пор між частками твердої фази ґрунту, виражений у відсотках від загального об'єму ґрунту.

Загальна пористість обчислюється за показниками

об'ємної маси і щільності:

$$P = \left( 1 - \frac{OM(d)}{\text{пл.}(D)} \right) \cdot 100 ,$$

де відношення:

$d/D$  – об'єм твердої фази ґрунту, а за 1 приймається загальний об'єм ґрунту з усіма порами. Середні величини загальної пористості різних ґрунтів:

1. піщаних – 30-40%;
2. супіщаних – 40-45%;
3. суглинних – 50 %;
4. глинистих – > 52 % max;
5. торфових – 80 %.

Найнижча пористість у глеевих горизонтах – 26-30%.

Величина пористості залежить від структурності, щільності, гранулометричного та мінералогічного складу ґрунтів.

Із загальною пористістю пов'язані найважливіші властивості ґрунту: водопроникність, вологемність та повітроємність, газообмін між ґрунтом і атмосферою. При цьому враховується не тільки загальний об'єм пор, але й розмір самих пор. Розмір пор знаходиться в тісній залежності від гранулометричного й агрегатного складу ґрунту – чим легший ґрунт за гранулометричним складом, тим більший розмір пор.

Розрізняють пористість:

- *капілярну* - пори заповнені водою при вологості ґрунту = НВ;
- *некапілярну* - відповідає різниці між загальною і капілярною.

Коли капілярна пористість складає половину загальної - це оптимальне співвідношення (рис. 4.1.).

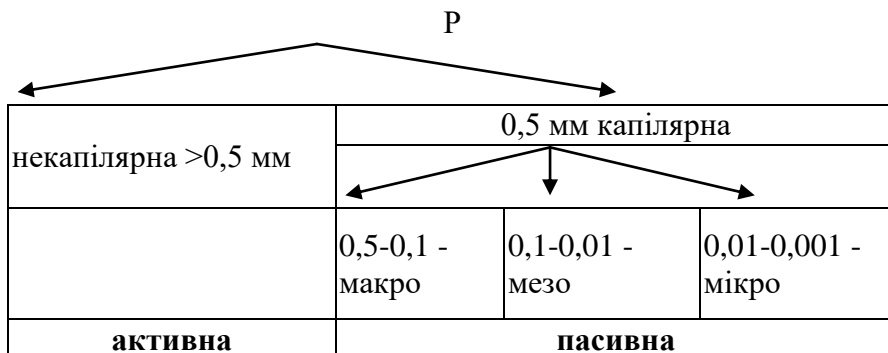


Рис.4.1.

*Пористість аерації або повітрязабезпеченість* – це пори, що заповнені повітрям:

$$A = P - W_{об}$$

Ця величина повинна складати не менше 20 % загального об'єму ґрунту.

*Питома поверхня ґрунту* – сумарна поверхня всіх часток ґрунту, як зовнішня, так і внутрішня. Вона виражається в м<sup>2</sup>/г і варіюється від 1-2 м<sup>2</sup>/г у піщаних до 200-300 м<sup>2</sup>/г у важких глинистих ґрунтах.

**Фізико-механічні властивості:**

- 1) питома поверхня – 1-2 см<sup>2</sup>/г у піщаних; 200-300 см<sup>2</sup>/г у глинистих;
- 2) деформація (при будівництві й експлуатації зрошувальних і осушувальних земель);
- 3) осідання – зниження геодезичної позначки;
- 4) осідання – місцеве локальне зниження горизонтальної позначки землі (плавуні, водоймища, відкачка води) причини – боротьба;
- 5) пластичність – текучість (найбільш пластичні глинисті та Na);
- 6) липкість або прилипання (пов'язана з нею спілість);
- 7) набрякання – усадка осідання?;

- 8) механічна (видалення води);
- 9) біохімічна (мінерал);
- 10) ерозія;
- 11) зв'язність;
- 12) твердість;
- 13) структура.

## *2. Фізико-механічні властивості ґрунту*

Ряд процесів, що відбуваються у ґрунті, визначаються його фізико-механічними властивостями, які проявляються при дії зовнішніх навантажень і діляться на:

*Деформаційні* – характеризують зміни ґрунту при навантаженнях, які не призводять до його механічного руйнування. До них відноситься:

*Зачатість* - відбувається при механічному обробітку ґрунту. Тяжка техніка залежить від гранулометричного, мінерального характеру породності, оструктуреності, вологості, гідрофільності колоїдної фракції. Монтморилоніти й органічна речовина.

Викликають збільшення ущільнення при навантаженнях.

*Міцність* - характеризують зміни ґрунту при навантаженнях, що викликають його руйнування. Зсув, розрив.

*Зв'язність* – твердість.

*Геологічні* – характеризують поведінку ґрунту під тиском у часі.

*В'язкість* – пластичність – липкість – набухання.

При будівництві й експлуатації зрошувальних і осушувальних земель спостерігається просідання й осідання ґрунтів.

*Осідання* – це рівномірне зменшення ґрунту в об'ємі та зниження геодезичної позначки на великій площі. Найчастіше спостерігається при осушенні. Його величина залежить від фізичних і водних властивостей ґрунту. Найбільше осідання спостерігається в торфових ґрунтах, найменше – у глинистих.

Величину осідання необхідно враховувати при будівництві гідротехнічних споруд на осушуваних землях:

шлюзів-регуляторів, переїздів, мостів.

**Осідання ґрунтів** – це місцеве локальне зниження горизонтальної позначки землі. Спостерігається на берегах каналів, поблизу водоприймачів, а також поблизу і під гідротехнічними спорудами.

**Причини осідання** – велика бічна фільтрація води з каналу, значна відкачка ґрунтових вод, шаруватість ґрунтів за гранулометричним складом, і наявність на певній глибині пісків-пливунів.

Боротьба з осіданням ґрунтів – будь-якими шляхами зменшити бічну фільтрацію, необхідно проводити замулювання укосів каналу – *кольматаж*.

З фізико-механічних властивостей найважливішими є пластичність, липкість, набрякання, осідання, зв'язність, твердість та опірність при обробітку.

**Пластичність** – здатність зволоженого ґрунту змінювати форму під впливом зовнішньої сили без порушення суцільності.

У залежності від ступеня зволоження характер пластичності змінюється, а також обумовлюється наявністю часток мулу.

Сухий ґрунт пластичністю не володіє, при надлишку вологи починає текти, а отже, також не має пластичності. Тому, пластичність ґрунту характеризують як різницю між величиною вологості, при якій він починає текти (це верхня межа пластичності й одночасно нижня межа текучості) та тією вологістю, при якій шматок ґрунту можна ще скачати в тонкий шнур.

Чим більшою є ця різниця, тим еластичнішим є ґрунт. Найеластичнішими є глинисті за гранулометричним складом ґрунти й ґрунти, що насичені натрієм. Піски зовсім не пластичні, оскільки високий вміст гумусу, насиченість Са, Mg знижує пластичність.

**Липкість чи прилипання** – здатність ґрунту прилипати до різних поверхонь. Сухий ґрунт липкістю не володіє. Зі збільшенням вологості вона спочатку збільшується (вологість до верхньої межі пластичності), потім починає зменшуватися.



Липкість вимірюється силою, вираженою в гр. і необхідною для того, щоб відірвати від поверхні ґрунту металеву пластину ( $S=1\text{cm}^2$ ). Вона залежить від гранулометричного складу, кількості гумусу, вологості ґрунту, складу поглинених основ.

З липкістю пов'язана така важлива агрономічна властивість ґрунту як *спілість*. Якщо при обробітці ґрунту до знарядь не прилипає ґрунт, а кришиться на грудки, то це *фізична спілість*. Вона раніше настає в піщаних і супіщаних за гранулометричним складом ґрунтах і більш гумусованих.

Виділяють, також *біологічну спілість* ґрунту – стан ґрунту, при якому активно проявляються біологічні процеси.

*Набрякання* – збільшення об'єму ґрунту при зволоженні. Величина набрякання залежить від механічного і мінералогічного складу колоїдів. Максимальне набрякання властиве мінералам групи монтморилоніту, мінімальне – каолініту. Органічні колоїди при зволоженні також сильно збільшуються в об'ємі. Набрякання ґрунтів, насичених одновалентними катіонами (Na, Li) значно більше, ніж насичених 2-х і 3-х валентними.

*Зв'язність* ґрунту – здатність ґрунтів опиратися зовнішньому впливу, що прагне роз'єднати частки ґрунту. Викликається силами зчеплення між часточками ґрунту. Вона залежить від гранулометричного і мінералогічного складу, структури, вологості. Її вимірюють опором зразків ґрунту роздавлюванню, зрушенню.

*Твердість* ґрунту – це опір ґрунту руйнуванню при обробітці. Вона визначається особливими приладами – твердомірами і виражається в  $\text{кг}/\text{см}^2$ . Зі збільшенням вологості твердість ґрунтів зменшується. За твердістю ґрунти розрізняють: пухкі, ущільнені, тверді, дуже тверді.

### 3. Структура і структурність ґрунту

*Структура* ґрунту – вміст у ньому грудок і агрегатів різної величини.

*Структурність* – здатність ґрунту утворювати структуру.

Структура є важливою фізичною характеристикою ґрунту і залежить від гранулометричного складу, складу поглинених катіонів (Ca, Mg, Na), наявності колоїдних речовин, рослинності, проморожування ґрунту, хробаків і вологості.

Агрегати чи структурні відокремлення по різному ставляться до впливу води. Ті, котрі зберігають міцність у воді впродовж тривалого часу, називаються водостійкі (чорноземи). Ґрунти солонців, де в складі поглинених катіонів переважає Na, при зануренні у воду одразу розпливаються.

*Піщані й супіщані ґрунти* – безструктурні, тому що в них майже цілком відсутні колоїди (глинисті частки і гумус), тобто цемент, клей, що необхідний для утворення структури.

*Суглинні та глинисті пухкі ґрунти* в сухому стані можуть розпадатися на міцні брили, а при зануренні у воду вони легко розпливаються на дрібні агрегати (<0,25 мм у діаметрі) і вони називаються *мікроструктурою*. Вона як правило водостійка, переважає в сіроземних ґрунтах зони сухих степів і напівпустель.

Розрізняють наступні типи і види структури:

Брилиста, грудкувата, крупно- середньо- дрібно- зерниста, горіхувата, кубовидна, призматична, стовпчаста, плиткова, листова пластинчаста.

Найсприятливішою є грудкувата-зерниста, зернисто-грудкувата і горіхувато-зерниста.

Структура ґрунту впливає на водний, повітряний, тепловий і поживний режими.

Структурні ґрунти водопроникні, тому вони менше піддаються водній та вітровій ерозії. Вода в таких ґрунтах знаходиться в грудках, а між ними - повітря, тому структурні ґрунти добре забезпечені і водою і повітрям, а поживні речовини є доступними для рослин.

Тому у нашій державі і за рубежем почалися пошуки методів штучного оструктурування ґрунтів шляхом внесення в них невеликих кількостей речовин, що кляють – *структуроутворювачів*. Вони представляють собою органічні полімерні сполуки. Однак надійних і економічно вигідних

способів оструктурування ґрунтів поки ще не розроблено.

## Лекція 6.

### Утворення і склад органічної частини ґрунту

*План засвоєння і викладу матеріалу:*

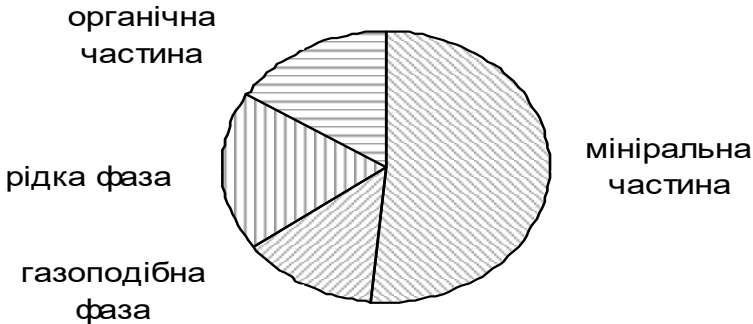
1. Джерела органічної речовини ґрунту.
2. Умови і процеси перетворення рослинних залишків у ґрунті.
3. Склад гумусу.
4. Вміст гумусу в різних типах ґрунтів.
5. Значення гумусу для властивостей і родючості ґрунтів.

#### *1. Джерела органічної речовини ґрунту*

**ґрунт** - це чотирифазна система (схема 6.1). До складу твердої фази входять мінеральна й органічна частини.

---

### Тверда фаза ґрунту



▣ мінеральна частина	▣ газоподібна фаза
▣ рідка фаза	▣ органічна частина

Схема 6.1.

На поверхні землі ми звикли бачити трав'янисту і деревну

рослинність. Нині надземна частина вивозиться з полів, а мільйони років тому вона вся залишалася на поверхні. Отже, можна зробити висновок про те, що головним джерелом органічної речовини є підземна, в першу чергу, і надземна частини. Причому, співвідношення між цими частинами у трав'янистих рослин - 1:1, у деревних - 5:1, тобто в них над землею 4-5 частин більше всієї маси.

У лісовій зоні основна маса залишків - це листяний та хвойний опад.

У степовій зоні кореневих залишків утворюється 10-15 т/га (до 25 т/га), а надземної частини - 1-3 т/га (до 8 т/га).

Кількість опадів у лісовій зоні значно нижча – сосновий ліс залишає 3,2-3,5 т/га, листяний - 6,0 т/га.

За рахунок тваринного світу поповнюється до 1 т/га. 75-90% H<sub>2</sub>O.

Таблиця 6.1.

Зона	Фітомаса, г/м <sup>2</sup>	Мікрофлора	Безхребетні
Тундра	<u>150-2500</u> - коренева маса перевищує в 3-4 рази	10-15	<u>1-3</u> - хребетні близько 0,01
Тайгово- лісова	<u>25-40 тис.</u> - коренева маса менше в 3-5 разів	30 - домінують гриби	<u>2-3</u> - підзолисті 7-12 - дерново- підзолисті 9 сірі
Степова	<u>1200-2500</u> - коренева маса перевищує в 3- 6 разів	дуже різноманітна за видовим складом - 98% зоомаси становлять безхребетні тварини	-
Пустелі	різко зменшується	надземна/підземна - 1/8-1/9	-

*Хімічний склад рослинних залишків як джерела органічної речовини ґрунту такий:*

1) *Вуглеводи* – клітковина, геміцелюлоза цукру (усе це полісахариди). Вони найпоширеніші й складають близько 30-40% від загальної кількості.

2) *Азотовмісні сполуки* – хлорофіл, білки, амінокислоти. З білків – протеїни та протеїди. Відрізняються тим, що протеїди містять фосфор. Вміст їх від 10-х долей до декількох десятків (у насіннях).

3) *Личник* відрізняється від вуглеводів великим вмістом вуглецю і нижчим вмістом кисню. Входить до складу оболонок клітин, вміст > 30%.

4) *Воски, смоли, жири й інші специфічні сполуки*. Входять до складу покривних тканин рослин і виконують захисну функцію.

У різних видах рослин співвідношення цих груп речовин різне. Вуглеводів найбільше в трав'янистих злаках, білкових сполук – у бобових рослинах; воску, смоли – у хвойних дерев. Ці речовини відіграють провідну роль в утворенні гумусу і його якісному складі.

*Органічна речовина ґрунту* – це сукупність живої біомаси й органічних залишків рослин, тварин, мікроорганізмів, продуктів їхнього метаболізму і специфічних ґрунтоутворених органічних речовин ґрунту – *гумусу*.

В органічній речовині завжди присутня якась кількість залишків відмерлих організмів, що знаходяться на різних стадіях розкладання, живі клітини мікроорганізмів, ґрунтова фауна.

Потенційним джерелом органічної речовини ґрунту можна вважати усі компоненти біоценозу, що потрапляють на поверхню ґрунтів чи у товщу ґрунтового профілю і беруть участь у процесах ґрунтоутворення.

Найбільшу біомасу та річний приріст мають зелені рослини, адже вони перевищують біомасу тварин і мікроорганізмів у декілька десятків чи сотень разів, а хребетних – у декілька тисяч разів.

## 2. Умови і процеси перетворення рослинних залишків у

*грунті*

У ґрунті паралельно й одночасно органічні залишки перетворюються в процесі мінералізації і гуміфікації.

*Мінералізація* відбувається під дією аеробних мікроорганізмів. Ці мікроорганізми живуть при вільному доступі кисню повітря. Під дією ферментів, що виділяють мікроорганізми, відбувається розкладання складних органічних сполук на прості мінеральні:  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $NH_4$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$  та ін, схема 6.2:

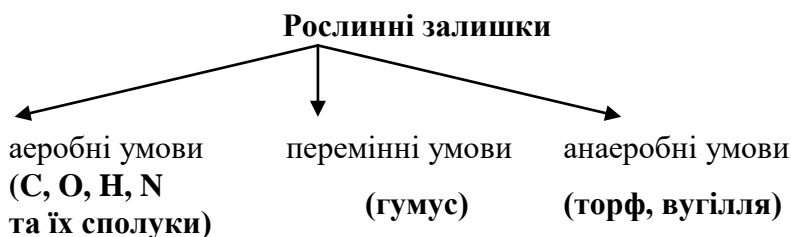


Схема 6.2.

Оптимальні умови:  $t=20-30^{\circ}C$ ,  $W_{\text{ваг}}=60-80\%$  ГПВ.

Якщо рослинні залишки потрапляють в анаеробні умови (без вільного доступу кисню повітря), то кінцевими продуктами будуть торф, вугілля.

Хімічний склад біомаси, значною мірою, визначає всі наступні етапи новоутворення гумусу.

Розкладання *органічної речовини* досліджували такі науковці як: Тюрін, Ваксман, Кононова, Александрова, Фокін.

*Розпад органічної речовини* – це процес часткового чи повного перетворення складноорганізованих структур і молекул у простіші, у тому числі й у продукти повної мінералізації ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$  та ін.). Це складний і тривалий процес. Він включає механічне чи фізичне руйнування, біологічну чи біохімічну трансформацію та хімічні процеси.

### ***Роль організмів у ґрунтових процесах***

*Бактерії* – розкладають всі органічні сполуки. Вони активно використовують білок, прості цукри, крохмаль,

органічні кислоти, спирти, альдегіди, розкладають клітковину, мають перевагу в розкладанні вуглеводів. Бактерії мають вузький спектр ферментів, ніби спеціалізуються в області вузького процесу й руйнування проводять з великою швидкістю.

*Актиноміцети*, як і бактерії - в основному ґрунтови організми, що активно беруть участь у розкладанні органічної речовини. Вони використовують будь-які вуглеводи, розкладають гумус. Це дуже численна група мікроорганізмів, але менш конкурентноздатна, ніж бактерії і гриби.

*Гриби* мають великий спектр ферментів, здатні здійснювати багато процесів трансформації органічної речовини, але як правило, з меншою швидкістю, ніж бактерії. Гриби розкладають ароматичні сполуки, лігнін, гумус.

*Ґрунтоутворюючі водорості автотрофні* - беруть участь у створенні органічної речовини ґрунтів. Вони знаходяться, в основному, у верхньому шарі, на глибині 10-20 см. Їхній вміст незначний. Клітини водоростей поїдаються амебами, інфузоріями, нематодами, прижиттєві виділення їжа грибів і бактерій. Вони виділяють біологічно активні речовини.

*Ґрунтови безхребетні тварини* виконують серію складних функцій у розкладанні органічної речовини, здійснюючи фізичне (механічне) роздроблення і здрібнювання рослинних залишків.

Живі організми, що населяють ґрунт, є джерелом ґрунтових ферментів. Ґрунтови ферменти активно беруть участь у процесах трансформації органічних залишків як у процесі життя, так і після відмирання.

Акумулятор органічної речовини і зв'язаної з ним енергії, що сприяють стійкості біосфери. В.А. Ковда підкреслював загальнопланетарну роль ґрунтів і пропонує вважати гумусовий шар ґрунту планети особливою енергетичною оболонкою – *гумосферою*.

*Гуміфікація* (... процес вторинного синтезу, що протікає під впливом хімічних, фізичних і біохімічних факторів) - відбувається при чергуванні анаеробних і аеробних умов

грунту, тобто періодичній зміні діяльності цих двох груп бактерій. У результаті гуміфікації утворюються нові речовини кислотної природи, яких не було в рослинних залишках. Гуміфікація – складніший процес, він пов'язаний з утворенням нової речовини – гумусу ґрунту. На процес гуміфікації впливає мінералогічний та гранулометричний склад породи, на якій утворився ґрунт. Найінтенсивніше відбувається цей процес на ґрунтах суглинного гранулометричного складу і при нейтральній реакції середовища. Найсприятливіший комплекс умов для гуміфікації сформувався в лісостеповій і степовій зонах.

Таким чином, перетворення органічних залишків у гумус є сукупністю процесів розкладання вихідних органічних залишків, синтезу вторинних форм мікробної плазми і їхньої гуміфікації.

Слід зазначити, що органічна речовина ґрунту складається з:

- *гумусових речовин* (специфічна частина органіки);
- *сполук мікробного синтезу*, що входять до складу живих, а також мертвих, але що ще не розклалися, мікроорганізмів;
- *рослинних і тваринних залишків*, що не розклалися (багато в лісових підстилках, торфах);
- *проміжних продуктів розкладання*.

### 3. Склад гумусу

*Гумусом* (гумус в перекладі – земля) називається складний динамічний комплекс високомолекулярних специфічних органічних сполук, що утворюються в процесі мінералізації та гуміфікації органічних залишків у ґрунті.

Ґрунтовий гумус складається з двох груп кислот:

1. Гумінові:
  - власне гумінові;
  - бурі чи ульмінові.
2. Фульвокислоти:
  - кренові;
  - апокренові.



- Гумін і ульмін – гумусове вугілля.
- Кренати й апокренати – солі фульвокислот.

Усі гумусові речовини є високомолекулярними сполуками, містять азот і мають кислотну природу.

Найактивнішою частиною гумусу є *гумінові кислоти*. Це дуже складні органічні кислоти, що поступаються за складністю лише молекулам білка. Вони складаються з вуглецю (52-58%), водню (3,3-4,8%), кисню (34-39%), азоту (3,6-4,1%). При взаємодії з катіонами амонію, лужних і лужноземельних металів утворюють солі *гумати*.

Бурі гумінові кислоти перебувають у вільному стані в ґрунті й називаються *ульміновими*.

Кислоти, які розчинні в спирті, називаються *гіматомеланові*.

Іноді, як виключення, зустрічаються зольні елементи (P, S, Al, Fe, Si). Ці елементи не є обов'язковою частиною молекули та приєднуються до неї в результаті хімічних реакцій.

Постійним компонентом гумінових кислот є *азот*. Для властивостей ґрунту дуже важлива форма азоту в амінокислотах, тому що він є джерелом їжі для майбутніх поколінь рослин.

Доступним для рослин є азот периферійної частини молекул гумінових кислот, що неміцно зв'язаний з ядром. Азот, що знаходиться в ядрі молекули, практично недоступний для рослин. Вміст амінокислот у загальній масі гумусу складає понад 50% і збільшується з півночі на південь. Гумінові кислоти практично не розчиняються у воді та мінеральних кислотах. Препарати гумінових кислот, що виділені з ґрунту, забарвлені в коричневий чи чорний колір і визначають колір ґрунтів. Вони взаємодіють тільки з найактивнішими елементами мінеральної частини ґрунту - Na, K, Ca, Mg.

*Фульвокислоти* є хімічно агресивнішими кислотами і містять: вуглецю - 45,3%, водню - 5%, кисню - 47,3%, азоту - 2,4%. Отже вміст вуглецю й азоту значно нижчий, ніж у гумінових кислотах, тому вони менш цінні для родючості ґрунту. Вони розчинні у воді, кислотах, лугах. Водні розчини

фульвокислот мають різко кислу реакцію ( $pH=2,6-2,8$ ), тому руйнують мінеральну частину ґрунту.

*Фульвокислоти* поділяють на кренові й апокренові кислоти за розчинністю у воді барієвих солей. Перша група - розчинна, друга – нерозчинна (з катіонами амонію, лужних і лужноземельних металів фульвокислоти утворюють солі – фульвати). Кількість фульвокислот зменшується при просуванні з півночі на південь.

Однак, родючість ґрунту залежить не лише від загальної кількості гумусу, але й від співвідношення гумінових і фульвокислот. Найвища якість гумусу, якщо це співвідношення перевищує 1. Другим показником є співвідношення C/N:

- у лісовій зоні сильнопідзолисті ґрунти - 0,56%
- дерново-підзолисті - 0,79%
  
- сірі лісові - 1,11%
  
- чорнозем звичайний - 1,6%
  
- темно-каштанові - 1,7%
  
- сірозем - 0,7%
  
- червонозем - 0,8%

*Гумін і ульмін* – це особливі утворення, що іноді сприймають за солі гумінової та ульмінової кислот. Це найінертніша частина гумусу, тому що вони міцно зв'язані з мінеральною частиною ґрунту, особливо з частками глинистих мінералів. Азот, що входить у їхній склад є малодоступним для рослин.

*Кренати й апокренати* – це солі фульвокислот з Ca, Mg,  $R_2O_3$ , Al, Fe.

*Органо-мінеральні сполуки* утворилися під дією природних факторів (температури, води й повітря) з мінеральної та органічної частин ґрунту. Органічні речовини

такої форми досить довго знаходяться в найбільш законсервованому стані.

Отже *утворення гумусу* - це біологічний процес розпаду вихідних органічних сполук і процеси синтезу нових високомолекулярних гумусових сполук.

#### *4. Вміст гумусу в різних типах ґрунтів*

Уміст гумусу в ґрунтах визначається умовами і характером ґрунтоутворюючого процесу. Найвищий вміст гумусу в чорноземах (12-15%), а у Воронезьких, Полтавських - до 18%; найнижчий вміст - у піщаних підзолистих ґрунтах і ґрунтах пустель і напівпустель (1 – 2 %). Основна маса гумусу зосереджена в орному чи верхньому шарі ґрунту і зменшується з глибиною. Це необхідно враховувати при проведенні меліоративного та будівельного планування. Припустима глибина зрізів не повинна перевищувати 1/3 потужності гумусового шару.

#### *5. Значення гумусу для властивостей і родючості ґрунтів*

Гумус є джерелом поживних речовин, і в першу чергу - азоту, а також фосфору, калію і мікроелементів. Він входить у найактивніші частини ґрунтів. Він створює умови для мікробіологічної діяльності, він має поглинальну здатність.

ґрунти, що містять велику кількість гумусу – це структурні ґрунти, а від структури залежать водні та фізичні властивості, вологоємність, водопроникність.

Підвищений вміст гумусу покращує температурний режим, добові коливання температури менше і вони краще прогриваються, більше акумулюють тепла.

На вміст гумусу в ґрунті впливають агроеліоративні заходи. На зрошувальних системах при вирощуванні культур суцільного посіву в ґрунті залишається багато кореневих залишків, що перетворюються в гумус.

На ґрунтах з незначним вмістом гумусу найчастіше вирощують рослини на зелене добриво (сидерати). Це проводиться на піщаних ґрунтах напівпустель і лісотайгові

зони.

Пересушування ґрунтів призводить до «згоряння» перегною і втрати поживних речовин, що містяться в ньому.

Надлишкове зволоження призводить до нагромадження в ґрунті сполук, що не розклалися.

Основними заходами, що сприяють нагромадженню гумусу, є:

- внесення органічних добрив;
- внесення мінеральних добрив, що містять кальцій;
- правильне чергування культур на полях;
- регулювання водно-повітряного режиму.

Проводити ці заходи необхідно з урахуванням конкретних природно-кліматичних і ґрунтово-гідрогеологічних умов кожного району, області, зони.

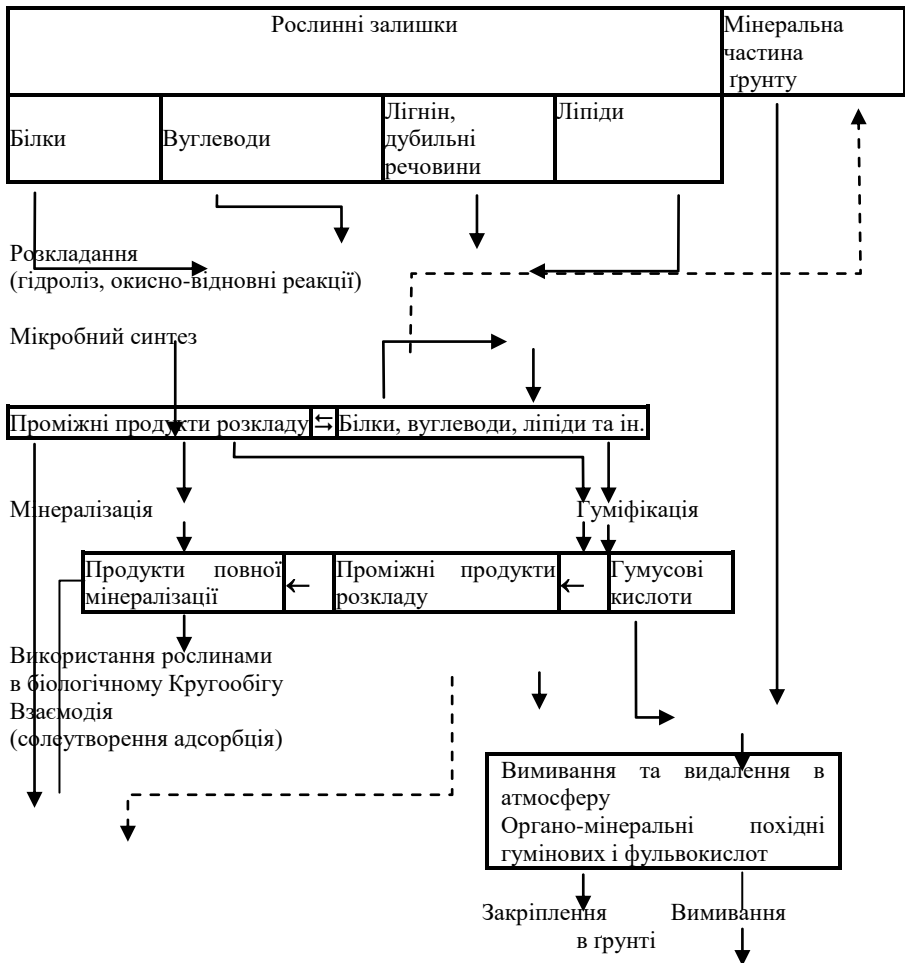


Схема 6.3. Загальна схема процесу утворення гумусу в ґрунті.

## **Лекція 7. Водні властивості ґрунту**

*План викладу і засвоєння матеріалу:*

1. Джерела води й умови її надходження в ґрунт.
2. Форми води в ґрунті, її доступність для рослин.
3. Вологоємність ґрунту, її види і методи визначення.
4. Водопроникність та водопідіймальна здатність ґрунтів.

### *1. Джерела води й умови її надходження в ґрунт*

Водні властивості та водний режим ґрунтів, роль води в процесі ґрунтоутворення досліджував Г.М.Висоцький.

Вода в ґрунті є найважливішим фактором ґрунтоутворення й однією з найголовніших умов родючості.

Нестача води в ґрунті згубно проявляється на врожаї вирощуваних культур. Вона перебуває в складних взаєминах із твердою і газоподібною фазою ґрунту і рослиною.

*Головним джерелом води* є вода атмосферних опадів, кожен міліметр яких на гектарі складає  $10 \text{ м}^3$  чи 10 т води. Оподи випадають на поверхню ґрунту в рідкому чи твердому стані (120-1200 мм).

Кількість води, що просочується в ґрунт і утримується в ній, визначається гранулометричним складом ґрунту, наявністю гумусу та структурністю. Чим легший ґрунт за гранулометричним складом, тим більше просочується вологи; чим структурніший і багатший гумусом ґрунт, тим більше води утримується ним.

На надходження води в ґрунт істотний вплив має рельєф і рослинність.

*Другим джерелом води* є пароподібна волога приземних шарів атмосфери, що конденсується при зниженні температури. Це головне джерело в районах із сухим континентальним кліматом (10-20 мм).

*Третім джерелом є ґрунтові води, якщо вони залягають не глибше 5-7 м від поверхні ґрунту.*

Вміст води в ґрунті коливається в межах від сильного висушування до повного насичення.

Кількість води, що перебуває в ґрунті в даний момент і виражена у вагових чи об'ємних відсотках, називається *вологістю ґрунту*. За вологістю ґрунту можна визначити загальний запас ґрунтової вологи.

Розрізняють абсолютну і відносну вологість:

– *Абсолютна* характеризується кількістю вологи в ґрунті на даний момент і виражається у відсотках від маси ґрунту.

– *Відносна* обчислюється у відсотках від повної вологоємності (ПВ).

Вологість ґрунту визначається: ваговим методом чи методом висушування, спиртовим, пікнометричним, тензіометричним, за поглинанням гама-променів, нейтронним.

Куди ж усе-таки витрачається вода? У природі існує наступний кругообіг:

1) Випаровування води:

- з відкритої водної поверхні;
- транспірація рослинами;
- випаровування води з поверхні ґрунту.

2) Перенесення вологи, що випарувалася, на інші території.

3) Утворення хмар і випадання опадів.

4) Переміщення води по поверхні Землі та у її надрах.

Найбільшу роль у надходженні води в ґрунт відіграють опади. З розподілом опадів упродовж року і вегетаційного періоду пов'язана їхня корисність чи коефіцієнт використання, що коливається в межах 0,3 - 0,7.

## *2. Форми води в ґрунті, її доступність для рослин*

Вода в ґрунті перебуває в наступних формах:

- хімічно-зв'язана;
- фізично-зв'язана;
- пароподібна вода;

- капілярна;
- гравітаційна;
- ґрунтова вода.

*Хімічно-зв'язана* вода складає близько 5-7% від загальної кількості. Вона поділяється на *конституційну* і *кристалізаційну*:

- *Конституційна* - є складовою частиною мінералів у вигляді гідроксильної групи (ОН), наприклад  $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$  – каолінит,  $\text{FeOOH}$  – гетит.

- *Кристалізаційна* - входить до складу кристалічної решітки, наприклад:  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – гіпс,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – мірабіліт. Вона недоступна для рослин.

*Фізично-зв'язана* вода поділяється на гігроскопічну (сильно зв'язану), плівкову (слабо зв'язану) і лід.

Гігроскопічна волога змінюється в залежності від гранулометричного складу: піщані 0,5-1,5%; легкосуглинисті 1,5-3,0%, середньосуглинисті 2,5-4,0%, глинисті 6-8% і торфовані 18-22% від маси сухого ґрунту. Гігроскопічна волога недоступна рослинам, тому що сили зчеплення між молекулами води більші, ніж всмоктувальна сила кореневої системи рослин. Вона утримується силою в 50 атм., а всмоктувальна сила коренів – 20 атм.

*Плівкова вода* – обволікає тверді частки ґрунту і створює навколо них плівку (звідси й назва). Вона частково доступна для рослин. Доступність плівкової води збільшується в міру наближення від твердої частки до периферії.

*Лід* – тимчасовий стан плівкової вологи. Вода при переході в лід розширюється в об'ємі на 1/11, що призводить до розпушення ґрунту. Лід має пластичність.

*Пароподібна* вода – тимчасовий стан води в ґрунті. У неї можуть переходити всі інші форми води. Пароподібна вода перерозподіляється в ґрунті в залежності від температури і від ступеня насиченості повітря парами.

При однаковій температурі ґрунту пароподібна волога буде переміщатися від зони з більшим ступенем насичення до ділянок з меншим.

При різних температурах ґрунту рух пароподібної вологи здійснюється з області вищої температури в область нижчої, незалежно від концентрації.

Пароподібна волога може перетворюватися в рідку шляхом конденсації, що викликається молекулярними силами з'єднання на поверхні ґрунтових часток.

*Конденсація буває термічна і капілярна.* У першому випадку пароподібна вода пересувається в ґрунті з теплої зони в холодну, в другому – конденсація відбувається в дуже тонких порах (<0,0002 мм) під впливом меніскових сил.

У ґрунті постійно змінюються добові і сезонні тиски пари. Влітку, в нічний час, верхні шари ґрунту вихолоджуються швидко і пара починає пересуватися з нижніх тепліших шарів ґрунту. При цьому конденсується на ґрунтових частках, переходячи в рідкий стан (у вигляді крапель) – це явище називається підземна роса.

Вдень спостерігається зворотний рух пари. *Практичне значення* цих явищ полягає в тому, що поповнюються запаси продуктивної води, що впливає на водний баланс ґрунту, особливо в арідних (посушливих) районах.

*Капілярна* волога – це основна форма доступної для рослин вологи. Вона утримується в ґрунті силою водних менісків і повністю не стікає. Розрізняють наступні форми капілярної води: *стикова, чоточна чи фунікулерна, підвішена, підперта, та що рухається.*

– *Стикова (кутова)* – знаходиться в місцях зіткнення ґрунтових часток і в кутах пор. Погано пересувається, переважає в легких ґрунтах, доступна тільки рослинам, корені яких підходять до неї безпосередньо.

– *Чоточна* – займає простір між трьома частками ґрунту. Усередині перебуває, як правило, пухирець повітря. Вона рухливіша і доступніша рослинам.

– *Вода, що рухається*, чи власне капілярна вода, може бути капілярно-підвішена і капілярно-підперта. Це легкорухлива вода, яка доступна рослинам і є найпродуктивнішою вологою.



– *Капілярно-рухлива вода* утримується в ґрунті менісковими силами, що перевищують силу тяжіння. Вона не зв'язана з ґрунтовими водами. Після стікання підвищеної вологи в ґрунті залишається стикова вода, вона здатна переміщуватися в межах усього промоченого шару.

– *Капілярно-підперта вода* – це вода, що піднімається по капілярах від ґрунтових вод. Висота капілярного підняття знаходиться в зворотній залежності від діаметра капілярів, а швидкість - навпаки.

*Гравітаційна вода* – це вода опадів, що пересувається в товщі ґрунту у вертикальному чи бічному напрямку під впливом сили тяжіння. Вода доступна рослинам, але через велику рухливість використовується обмежено. Вона проходить усю ґрунтову товщу, надходить у водоносний горизонт, збирається у вигляді ґрунтових вод.

*Ґрунтові води* залягають на різній глибині, в залежності від геоморфології, а також від гранулометричного складу й шаруватості ґрунту. Така вода є недоступною для рослин, окрім того випадку, коли перетворюється в капілярно-підперту воду.

Від глибини залягання ґрунтових вод залежить зволоження, розподіл вологи окремих горизонтів ґрунту, вміст і розподіл водорозчинних солей та елементів живлення рослин. Ґрунтові води поділяють на *прісні* (1 г солей у 1 л води), *солонуваті* (1-10 г), *солоні* (10-50 г) і *розсоли* - понад 50 г у 1 л.

*Ґрунтові води* – це величезний резерв водного господарства, використовуються для водопостачання та зрошення.

### *3. Вологоємність ґрунту, її види і методи визначення*

Найважливішими водними властивостями ґрунтів є *вологоємність, водоутримуюча здатність, водопроникність і водопідіймальна здатність.*

*Вологоємність* – це здатність ґрунту поглинати й утримувати в собі воду. У залежності від сил, що утримують вологу в ґрунті, розрізняють повну і найменшу, капілярну і гранично-польову, максимальну молекулярну вологоємність.

*Повна вологоємність* (ПВ) – це стан ґрунту, при якому всі пори заповнені водою. У природних умовах спостерігається тільки на неосушених болотах, чи після рясних дощів. При цьому в ґрунті перебуває 5 – 7 % затисненого повітря.

*Найменша вологоємність* (НВ) – це та найбільша кількість води, яку ґрунт утримує у підвішеному стані (без зв'язку з ґрунтовими водами). Вона вважається верхньою межею доступної для рослин води.

*Капілярна вологоємність* (КВ) – кількість води, що піднімається по капілярах від ґрунтових вод. У нижніх горизонтах ця вологоємність наближається до повної. З капілярною вологоємністю пов'язане поняття капілярної кайми. *Капілярною каймою* називається весь шар підпертої вологи між рівнем ґрунтових вод і верхньою межею фронту змочування ґрунту.

*Гранично-польова вологоємність* (ГПВ) – максимальна кількість води, що міститься в ґрунті в підвішено-підпертому стані. За величиною ГПВ розраховують зрошувальну і поливну норму. Піщані – 6 - 15, легкосуглинисті і середньосуглинисті – 25 - 35, супіщані – 15 - 25, важкоглинисті і глинисті – 35 - 45 об'ємних відсотків.

*Максимальна молекулярна чи адсорбційна вологоємність* – це найбільша кількість води, що утримується силами адсорбції; вода, яка недоступна для рослин.

Ґрунт здатний адсорбувати пароподібну вологу і ця властивість ґрунту називається *гігроскопічністю*, а адсорбована волога – *гігроскопічною вологою*. Ця волога недоступна для рослин і залежить від гранулометричного складу, вмісту гумусу, тим вища її гігроскопічність. Та найбільша кількість води, що ґрунт може адсорбувати з повітря, називається *максимальною гігроскопічністю* (МГ). Волога недоступна рослинам. Полуторна чи подвійна МГ складає так званий «мертвий» запас вологи:  $MЗ=1,5(2) \text{ МГ}$ , що характеризує кількість недоступної для рослин вологи. Для мінеральних ґрунтів МЗ нижче в порівнянні з торфовими.

Кількість доступної води для рослин складає різницю між

ГПВ і МЗ вологи ДВ=ГПВ-МЗ – продуктивна волога.

Оптимальний вміст вологи перебуває в інтервалі 60 – 80% ГПВ.

#### *4. Водопроникність та водопідіймальна здатність ґрунтів*

*Водопроникність* – здатність ґрунту пропускати через себе воду під впливом сили тяжіння (градієнта напору). Вона залежить від гранулометричного складу, а саме від загальної кількості та розміру пор ґрунту. Вона тим більша, чим крупніші пори, тому піщаний і супіщаний ґрунти мають максимальну водопроникність, а глинисті і суглинні – мінімальну. Розрізняють *дві стадії водопроникності*: насичення та фільтрації. Перша стадія спостерігається в тому випадку, коли пори тільки частково заповнені водою, а друга – коли ґрунт постійно насичений, тобто рух відбувається в умовах суцільного потоку рідини.

Водопроникність ґрунту вимірюється об'ємом води, що протікає через одиницю площі поперечного переріза в одиницю часу.

*Фільтрація води* обумовлена коефіцієнтом фільтрації (КФ), що представляє швидкість руху води у заповнених порах і капілярах при наявності коефіцієнта напору рівному 1 і при відсутності підпору води знизу. Він залежить від пористості, молекулярної вологоємності, температури води. З часом КФ зменшується і він має наступні значення: для чистого піску – 1,0 - 0,01 см/сек, глинистого піску – 0,01 - 0,005, супіску – 0,005 - 0,003, суглинку – 0,001 - 0,00005 см/сек і ще менше для глини.

*Водопідіймальна здатність* – здатність ґрунту викликати капілярне підняття вологи за рахунок меніскових сил. Водопідіймальна здатність залежить від агрегатності, гранулометричного складу і будови ґрунту, що визначають пористість ґрунтів. Чим тонші пори ґрунту, тим вище піднімається в них вода, а швидкість підняття перебуває в зворотній залежності. Висота капілярного підняття виражається

формулою:

$$H=2a/rq, (1)$$

де:  $a$  – поверхневий натяг ( $74 \text{ дин/см}^2$ );

$r$  – радіус капіляра;

$q$  – прискорення сили тяжіння.

Ця величина збільшується від піщаних ґрунтів до суглинних. У важких глинах, ілювіальних горизонтах ґрунтового підняття майже припиняється.

*Пісок* – 50 - 100 см, *супісок* – 100 - 150 см, *суглинок* – 150 - 300 см, *важкий суглинок* – 300 - 400 см, *лес* – 250 - 350 см, *торф* – 50 - 80 см.

*Коефіцієнт фільтрації* визначають у польових умовах такими методами:

- метод відкачування зі свердловини;
- метод відновлення в свердловині;
- метод заливних площадок за Нестеровим за допомогою приладу ПВН-00, у лабораторних умовах використовуються прилад «Спецгео», прилад КФ-00.

Але дані, що одержані різними методами, також різні. Найбільш прийнятним, особливо для торфових ґрунтів, є метод відкачки, оскільки цей спосіб враховує постійний приплив води в свердловину. Це трудомісткий метод, відкачку води необхідно проводити впродовж 10 годин.

Коефіцієнт фільтрації розраховують за формулою:

$$K_{\phi}=Q/tFI (1) (2.)$$

*Водовіддача* – це кількість води, що витікає з ґрунту після насичення її до ПВ. Цей показник застосовується в гідромеліоративних розрахунках при проектуванні осушувальних систем.

Розрізняють: максимальну, мінімальну і питому водовіддачу:

- *Максимальна* – це вода, що стікає з ґрунту при вільному відтоку, тобто вище зони КК, визначається як різниця між ПВ і

НВ.

– *Мінімальна* – це вода, що стікає із шарів ґрунту, що перебувають у зоні КК, визначається як різниця між ПВ і КВ.

– *Питома* – вода, що стікає із шарів ґрунту в зоні КК і вище неї.

Коефіцієнт водовіддачі характеризує відношення об'єму води, що витікла, до об'єму ґрунту, безрозмірна величина.

Водовіддачу визначають за формулами:

$$G = \frac{V_1 \cdot 100}{V}, \% \text{ від об'єму ґрунту, (3)}$$

де  $\underline{V}V_1$ -

$$G = \frac{W_1 \cdot 100}{W}, \% \text{ від запасу води при ПВ, (4)}$$

де  $\underline{W}W_1$ -

Отже, водовіддача – це кількість води, що витікає з ґрунту після насичення її до ПВ. Цей показник застосовується в гідромеліоративних розрахунках при проектуванні осушувальних систем.

## Список літератури

1. *Александрова Л.Н., Найденова О.А.* Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Изд.: Колос. Л., 1967. – 350 с.
2. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв./ Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
3. *Бударніков В.А., Кіршина В.А., Антоненко А.Є.* Радіобіологічний довідник. – Мн.: Урожай, 1992. – 336 с.
4. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 400 с.
5. *Вознюк С.Т., Крыштоф В.Г.* Использование результатов анализов почв в целях повышения их плодородия и определения потребности в мелиорации. – К. : УМКВО, 1988. – 264 с.
6. *Василенко И.Я.* Радиоактивный цезий-137 // Природа. — 1999. – № 3. – С. 70-76.
7. *Ганжара Н.Ф.* Практикум по почвоведению. / Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. – Под ред. Н.Ф. Ганжары. – М.: «Агроконсалт», 2001. – 280 с.
8. Грунтознавство: Підручник / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін, М.І. Лактіонов та ін.; за ред. *Д.Г. Тихоненка*. – К.: «Вища освіта», 2005. – 703 с.: іл.
9. *Кауричев И.С.* Почвоведение. – М., 1975. – 496 с.
10. *Кауричев И.С.* Практикум по почвоведению. – Москва: «Колос», 1980. – 272 с.
11. *Ковда В.А., Розанов Б.Г.* Почвоведение ч.1. – М: «Высш. школа», 1988. – 368с.
12. Лабораторный практикум по почвоведению / Н.И. Лактионов, И.А. Шеларь, В.Д. Муха. – Под ред. А.М. Гринченко. – Харьков: Изд-во ХСХИ, 1976. – 95 с.
13. *Муха В.Д.* Почвенные анализы (практикум по почвоведению). / В.Д. Муха, А.Ф. Сулима. – Курск: Изд-во КГСХА, 2001. –

108 с.

14. **Муха В.Д.** Полевое исследование почв. / В.Д. Муха, А.Ф. Сулима, М.В. Сергеев. – Курск: Изд-во КГСХА, 2002. – 32 с.
15. **Орлов Д.С.** Химия почв. М.: Изд-во МГУ. 1992. 399 с.
16. Пособие по проведению анализов почв и составлению химических карт. Под руководством Н.П.Карпинского, К.А.Гаврилова – М.: «Россельхозиздат», 1969. – 327с.
17. Почвоведение. / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов, М.В. Стратонович, А.Д. Фокин. – Под ред. И.С. Кауричева. – М.: «Агропромиздат», 1989. – 719 с.
18. **Плюснин И.И., Верниковская И.А.** Практикум по мелиоративному почвоведению. – М., 1974. – 205 с.
19. Практикум по почвоведению под ред. И.С.Кауричева. – М.: «Колос», 1980. – 282 с.
20. **Ревут И.Б.** Физика почв. – Л. : «Колос», 1972. – 366 с.
21. **Роде А.А., Смирнов В.Н.** Почвоведение. М.: «Высшая школа», 1972. – 480 с.
22. **Тихоненко Д.Г., Дегтярьов В.В. та ін.** Практикум з ґрунтознавства. Харків: «Майдан», 2009 – 448 с.
23. **Шкварук М.М., Делеменчук М.І.** Ґрунтознавство / Навчальний посібник. – К.: «Урожай», 1969. – 410 с.