

Лекція 4

Процеси ґрунтоутворення

1. Класифікація процесів ґрунтоутворення
2. Підзолистий процес ґрунтоутворення
3. Гумусо-акумулятивний процес ґрунтоутворення
4. Болотний процес ґрунтоутворення
5. Інші процеси

1. Класифікація процесів ґрунтоутворення

ґрунтоутворення (педогенез, ґрунтоутворний процес ННЦ ІГА) – складний процес формування ґрунту в результаті взаємодії живих організмів та продуктів їх життєдіяльності і розкладу з материнськими породами у певних екологічних умовах.

Або комплекс взаємопов'язаних і взаємозумовлених хімічних, фізичних, біологічних явищ і процесів перетворення та переміщення речовин і енергії в межах ґрунтового профілю.

Усі ґрунтоутворюючі процеси О.А. Роде поділив на 3 групи: мікро-, мезо і макро.

Мікропроцеси. Під їх впливом відбуваються елементарні перетворення та перенос речовин (зволоження – висихання, нагрівання – охолодження, сорбція - десорбція, окислення органічної речовини тощо) Вони не формують специфічних ознак ґрунту і відбуваються в межах ізольованих ділянок ґрунтового профілю.

Мезопроцеси. Це комплекси елементарних мікропроцесів біотичного та не біотичного походження, які призводять до формування окремих генетичних горизонтів та специфічних властивостей та ознак ґрунтів у профілі, але не типів ґрунтів (*подзолитстий процес, лесіваж, солонцевий процес*).

Макропроцес охоплює весь профіль ґрунту в цілому, це сукупність мезопроцесів, який формує певний тип ґрунту. *Наприклад*, для формування дерново-підзолистих ґрунтів необхідна наявність дернового та підзолистого процесів, в їх утворенні також приймає участь процес лесіважу, а в умовах сильного перезволоження – ще й оглеєння. У профілю ознаки протікання цих процесів виражені морфологічно.

Макропроцеси, які є специфічними для ґрунтоутворення І.П.Герасимов назвав **елементарними ґрунтовими процесами**. За певних поєднань один з одним вони визначають властивості ґрунту на рівні генетичних типів (тобто будову профілю). Кожен генетичний тип ґрунту характеризується власним тільки йому властивим поєднанням елементарних ґрунтових процесів. Проте окремі ЕГП можуть зустрічатися в інших типах ґрунтів

По Розанову виділяють наступні ЕГП:

1. Біогенно-акумулятивні (тофо-, гумусо-, підстилко утворення, дерновий процес)

2. Гідрогенно-акумулятивні (засолення, загіпсування, оруднення – гідрогенна акумуляція заліза і марганцю, лєтеризація – озалізнення та ін)
3. Метаморфічні (оглеєння таїн.)
4. Елювіальні (вилуговування, опідзолювання, лесивування та ін.)
5. Ілювіально-акумулятивні (глиняно-ілювіальний, гумусо-ілювіальний)
6. Педотурбаційні (кріотурбація, самомульчування, вспучення)
7. Деструктивні (ерозія, дефляція)

До основних ґрунтоутворювальних процесів належать: підзолистий, дерновий, солончаковий, солонцевий, болотний і латеритний.

2. Підзолистий процес

Підзолистий процес - це кислотний гідроліз продуктів ґрунтоутворення та мінералів, їх глибоке розкладання, розчинення та винос із верхніх горизонтів у нижні.

Підзолистий процес розвивається під покривом зімкнутого хвойного лісу, в якому світло розсіяного сонячного проміння настільки повно поглинається деревами, що не задовольняє вимог навіть невибагливим рослинам. Тому трав'яниста рослинність у такому лісі практично відсутня, а поверхня ґрунту покрита мертвим опадом або лісовою підстилкою.

Основним чинником цього процесу є фульвокислоти, які утворюються під час розкладу лісової підстилки (хвої) грибами.

Умовами підзолистого процесу є:

- низхідний тік ґрунтової вологи;
- наявність на поверхні ґрунту кислих продуктів розкладу органічної речовини;
- покрив хвойних або мішаних лісів, з відсутністю трав'янистої рослинності;
- диференціація ґрунтової товщі на елювіальний та ілювіальний горизонти;
- збагачення верхніх горизонтів тонкодисперсним кремнеземом (SiO_2 як нерозчинна сполука залишається у верхній частині профілю);

Опідзолювання – це кислотний гідроліз мінеральної частини ґрунту з виносом розчинних продуктів руйнування з верхньої частини профілю в нижню в умовах промивного типу водного режиму.

ППГ у чистому вигляді відбувається під зімкнутими тайгово-шпильковими лісами (як правило ялинковими), де трав'яна рослинність відсутня, або дуже зріджена, а поверхня вкрита мохово-лишайниковим покривом. Ґрунтоутворення відбувається переважно на бідних безкарбонатних льодовикових породах в умовах промивного типу водного режиму. Лісова рослинність посилює промивний тип водного режиму ґрунту (побічний вплив), обумовлює особливі процеси гуміфікації, кислотного гідролізу мінеральної частини ґрунту:

Під шпильковим лісом створюється некомпенсований колообіг біофільних елементів – тільки незначна частина поживних елементів, які поглинула деревна рослинність, повертається на поверхню ґрунту у вигляді лісової підстилки.

Рослинні рештки лісової підстилки бідні на основи, азот, зольні елементи. Зольність шпилькових порід становить 0,5–1,7%, листяних – 1,6–7%, трав 7–8%.

Лісова підстилка збагачена речовинами, що важко розкладаються: лігнінами, смолами, восками, бітумами та дубильними речовинами, повільно розкладається мікроскопічними грибами. Унаслідок цього процесу виділяються різні низькомолекулярні органічні кислоти, які частково нейтралізуються основами, що звільнюються під час мінералізації підстилки, але більша їх частина потрапляє у ґрунт, взаємодіє з мінералами і впливає на процеси трансформації органіки.

На поверхні ґрунту в кислому середовищі відбуваються повільні та слабкі процеси мінералізації й гуміфікації підстилки. Це обумовлює утворення на поверхні слабкорозкладених органічних речовин типу мор (грубого гумусу), а безпосередньо під підстилкою утворюється незначна кількість молекулярнорозчинного стійкого до кумуляції хімічного агресивного гумусу фульфатного типу.

З багатовалентними катіонами гумус утворює розчинні органо-мінеральні сполуки (хелати). Унаслідок промивного водного режиму в умовах кислого середовища з верхніх горизонтів ґрунту вилуговується молекулярнорозчинний гумус, хелати, карбонати в нижню частину профілю, а також за його межі. Подалі здійснюється кислотний гідроліз первинних і вторинних мінералів. Низхідними токами води колоїдні продукти гідролізу мінералів (глинисті мінерали, гідрокисли заліза й алюмінію), органічні (гумус) і органо-мінеральні колоїди (мул) у вигляді зелей, кальцій та інші основи виносяться з верхніх горизонтів униз. На певній глибині вони коагулюють, утворюючи **горизонт вмивання колоїдів (ілювіальний горизонт)**. Завдяки чому цей горизонт надбає важкого гранулометричного складу, збагачується на мул, кальцій та інші основи полуторні окисли, має підвищену зв'язність, ущільненість, невисоку кислотність, стає водотривким.

У міру виносу з верхніх горизонтів колоїдів тут зростає відносний уміст нерозчинного продукту гідролізу силікатів, стійкого до хімічного руйнування – вторинного кварцу (опалу) у вигляді пилюватого борошністого порошку, який називають кремнеземистою присипкою. Ця речовина надає верхній частині ґрунту білястого кольору, який нагадує колір попелу. Звідки і походить назва горизонту – «підзолистий», тобто під колір попелу (російською – золи). Цей горизонт утворюється під лісовою підстилкою і називається **горизонтом вмивання колоїдним (елювіальним або підзолистим горизонтом)**.

Його морфологічні ознаки: ясно-сірий, або білястий колір, збіднений на мулисті часточки, півтораоксиди (R_2O_3), основи, елементи живлення, безструктурний або плитчастий, листуватий, легкого гранулометричного складу, має кислу реакцію.

Отже, ґрунт набуває диференційовану будову профілю за елювіально-ілювіальним типом.

В Україні підзолистий процес у чистому вигляді не проявляється.

3. Дерновий процес (гумусо-аккумулятивний)

Дерновий процес – процес нагромадження у ґрунті органічних і органо-мінеральних речовин через трансформацію корневих решток трав'янистої рослинності. Властивий всім ґрунтам, за винятком підзолів, у формуванні яких трав'яниста рослинність участі не бере.

Це процес гумусонакопичення. При ньому продукти ґрунтоутворення та розкладання органічних залишків залишаються на місці і накопичуються у верхніх шарах ґрунту.

Обов'язковими умовами дернового процесу є:

- відсутність промивання ґрунту та наявність трав'янистої рослинності.
- Присутність кальцію у верхній частині ґрунтового профілю сприяє нейтралізації кислих продуктів ґрунтоутворення та розкладу органічних залишків, переводить утворені сполуки в слабкорозчинні, коагулює колоїдну систему ґрунту, переводячи її в стан гелю.
- Відбувається утворення найбільш цінної зернисто-грудкуватої структури і горизонт набуває темно-сірого або чорного кольору. Поступово формується гумусо-акумулятивний горизонт.

Відбувається під впливом трав'яної рослинності, формує ґрунти з акумулятивним типом профілю і добре розвинутим гумусовим горизонтом.

Важливою особливістю дернового процесу є пошарове розташування корневих систем, висока зольність і багатий хімічний склад трав'яних решіток, компенсований під трав'яною рослинністю.

Суттю цього процесу є акумуляція продуктів, насамперед гумусу, поживних елементів у верхньому горизонті, створення агрономічно-цінної водотривкої зернистої структури.

Трав'яна рослинність збагачена на основі (особливо Ca^{2+}) та інші зольні елементи, азот, розчинні сполуки (вуглеводи, білки), які легко і швидко руйнуються споровими бактеріями і актиноміцетами. Унаслідок цього процесу виділяється незначна кількість органічних кислот, які майже цілком нейтралізуються основами, звільненими під час мінералізації трав'яних решіток. Ґрунт набуває близьку до нейтральної реакцію середовища.

Частина виділених трав'яних решіток залишається на поверхні ґрунту у вигляді повстини. Вона швидко і добре розкладається з утворенням органічних решіток типу мюль (м'який гумус). Більша частина трав'яних решіток у вигляді розгалужених корневих систем потрапляє в середину ґрунту, де мінералізується і 4ігроморфного. Ці процеси найбільш виражені у верхніх горизонтах, де концентрується основна маса коренів рослин і ґрунтових мікроорганізмів. У результаті дернового процесу в лісо-лучній зоні формуються дернові та лучні ґрунти з акумулятивним типом профілю. У лісостеповій і степовій зонах під лучно-степовими травами при оптимальних умовах прояву гумусово-акумулятивного процесу формуються чорноземи, агрогенетичну характеристику яких ми розглянемо пізніше.

4. Болотний процес ґрунтоутворення

Болотний процес відбувається за умов тривалого надмірного перезволоження поверхневими або ґрунтовими водами під специфічною вологолюбною рослинністю (переважно сфагнумові мохи та напівкустарнички родини вересових).

На поверхні накопичується слабо розкладена органічна речовина, відбувається оглеєння мінеральної частини ґрунтового профілю, утворюються відновлені сполуки заліза, марганцю (мінеральна частина забарвлена у сизувато-зелений, іноді в блакитно-брудний колір, що є ознакою оглеєння).

Результатом болотного процесу може бути утворення торфових горизонтів.

Болотний (гідроморфний) процес розвивається під впливом болотної, головним чином, мохово-осокової рослинності в умовах постійного перезволоження, що викликає оглеєння і накопичення органічних решток у вигляді торфу. В ґрунтовій товщі розвиваються анаеробні бактерії, що використовують органічну речовину як енергетичний матеріал, і кисень з окисних сполук, які внаслідок цього переходять у закисну форму. Цей процес гідроморфного відновлення ґрунтів називається оглеєнням, а збагачена закисними сполуками ґрунтова маса – глеєм, із сизуватим, синім чи зеленкуватим забарвленням, спричиненим наявністю відновленого заліза. У таких умовах відбувається накопичення й консервування органічної речовини, що приводить до наявності в ґрунті великих запасів азоту та фосфору. Під впливом болотного процесу гідроморфного формуються інтразональні торф'яники, болотні і торф'яно-болотні ґрунти.

Суттю болотного ґрунтоутворного процесу є особлива трансформація в аеробних умовах рослинних органічних решток (торфоутворення) і мінеральної частини ґрунту (оглеєння).

Торфоутворення — це процес накопичення на поверхні ґрунту нерозкладених або напіврозкладених решток болотної (гідроморфно) рослинності внаслідок слабкої їх мінералізації та гуміфікації в анаеробних умовах надмірного зволоження. У торфоутворенні беруть участь гінові та сфагнові мохи, зозулин льон, осоки, пухівка, очерет, рогіз, журавлина, багульник, з дерев і чагарників — верба, вільха, береза, осика, сосна та їн.

Утворення торфу — це складний біохімічний процес консервації решток болотної рослинності органічними кислотами, які виділяють анаеробні мікроорганізми під час бродіння. Супроводжується цей процес утворенням недоокислених токсичних газів: метану, аміаку, фосфіну, сірководню тощо.

До складу торфу входять решітки рослин, які зберегли клітину будови, різні проміжні органічні продукти розкладу, невелика кількість гумусоподібних і мінеральних речовин, які потрапляють у рослини з підґрунтових вод. Грубизна торфу збільшується дуже повільно (1,5—2,0 мм за рік). За тривалий час шар торфу може досягати більше 10 м.

У цьому випадку нижні шари торфу перетворюються в органогенну гірську породу. Зольні елементи і азот на тривалий час залишається у формі органічних сполук і поступово виходить з процесу.

Оглеєння — це складний біохімічний відновний процес, який відбувається в анаеробних умовах за наявності органічних речовин і за участю анаеробних мікроорганізмів.

Органічні кислоти і сірководень, які утворилися в результаті анаеробної трансформації решток болотної рослинності, руйнують мінеральну частину ґрунту. Насамперед руйнуються кристалічні решітки алюмо і феросилікатів. При цьому накопичується токсичний рухомий алюміній, який викликає підкислення ґрунту. Звільнені з силікатів катіони утворюють колоїдні та іонні розчини гідроокислів заліза, алюмінію, кремневу кислоту та інші сполуки. З цих речовин у ґрунті утворюються вторинні глинисті мінерали. Завдяки диспергації цих мінералів і накопиченню кремневої кислоти перезволожений оглеєний ґрунт набуває липкості, пластичності, в'язкості і втрачає пористість.

Звільнені з мінералів і органічних сполук елементи з непостійною валентністю (Fe, Mn, P, S, N, C) в анаеробних умовах переходять у закисну форму. У процесі відновлення цих елементів беруть участь анаеробні мікроорганізми, які використовують хімічно зв'язаний кисень з окисних сполук для дихання. Процеси відновлення також здійснюються хімічним шляхом завдяки продуктам життєдіяльності анаеробних мікроорганізмів (H_2S , H_2).

Найхарактернішою особливістю глейового процесу є відновлення окисного заліза до токсичного закисного. За тривалого перезволоження захисне залізо реагує з гідроокислами кремнію й алюмінію, внаслідок чого утворюються вторинні алюмо-феросилікати. Накопичення їх у ґрунті обумовлює формування глейових горизонтів. У результаті взаємодії захисного заліза з фосфатами в оглеєних горизонтах також утворюється віваніт $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Цей мінерал разом із вторинними алюмо-феросилікатами надає глейовим горизонтам сизих, зеленкуватих і блакитних відтінків. При взаємодії заліза з вуглекислим газом в анаеробних умовах утворюється двовуглекисле залізо $Fe(HCO_3)_2$, а при реакції з сірководнем — гідротроїліт $FeS_2 \cdot H_2O$, які забарвлює оглеєні горизонти в сірі й чорні кольори.

В умовах періодичного перезволоження ґрунту сполуки заліза можуть знаходитися то в закисній, то в окисній формах. При зміні анаеробних умов на аеробні закисні сполуки заліза окислюються з утворенням мінералів групи лімоніту $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$. У місцях аерації оглеєних горизонтів ці мінерали обумовлюють наявність іржаво-вохристих плям, пунктацій, прошарків, конкрецій у вигляді бобової руди.

У перезволоженому ґрунті за участю анаеробних мікроорганізмів нітрати відновлюються до аміаку, або в ґрунті відбуваються процеси денітрифікації. Ці процеси ведуть до втрати азоту ґрунтом. В анаеробних умовах сульфати відновлюються до H_2S , фосфати — до PH_3 , утворюються токсичні рухомі сполуки. У цілому оглеєння значно погіршує агрономічні властивості ґрунтів за рахунок створення несприятливих водно-повітряного і поживного режимів, накопичення токсичних речовин і підвищення кислотності.

За болотним процесом бформуються інтразональні ґрунти бгідроморфного ряду: болотні, торфово-болотні та лучно-болотні.

5. Інші процеси ґрунтоутворення

Солончаковий процес - накопичення водорозчинних солей у верхній частині профілю ґрунту. Характерний для південних регіонів з посушливим кліматом, з близьким заляганням мінералізованих ґрунтових вод та засолених материнських або підстилаючих порід.

Солонцевий процес - це накопичення у верхньому шарі ґрунту катіонів обмінного натрію (понад 5%), який пептизує ґрунтові колоїди і переводить утворені сполуки у водорозчинну форму.

Буроземоутворення як функція взаємодії деревної та трав'янистої рослинності з материнськими породами у специфічних кліматичних умовах, зумовлених гумідним зволоженням, наявністю доброго внутрішньо-ґрунтового дренажу (Карпати, Закарпаття, Крим), призводить до найбільш інтенсивного накопичення гумусу, кислої реакції ґрунтового розчину рН водн. 3,5-4,5, незначної насиченості кальцієм і магнієм, значної насиченості алюмінієм, відсутності перерозподілу мулистих часток.

Лесиваж (лесивування, іллімерізація) – ЕГП, суть якого в пептизації, механічному переносі мулистого матеріалу з елювіального горизонту вниз за профілем і його акумуляції на деякій глибині у вигляді новоутворень (за їх наявності в ілювіальному горизонті він і діагностується). Вважається, що глинисті мінерали при цьому не порушуються, але це питання є дискусійним.

Для протікання лесиважу необхідно:

Порушення зв'язку між ґрунтовими частками;

Наявність чіткого вертикального або бокового (латерального) току вологи;

Наявність мулистого матеріалу у ґрунтоутворювальній породі (лесиваж на можливий на пісках

Наявність у ґрунті пор відповідного розміру і добра проникна здатність ґрунту (неможливий на стрічкових глинах)