

ГУМУСОВИЙ СТАН ҐРУНТІВ

4.1. Біологічна активність ґрунтів

4.2. Процеси мінералізації та гуміфікації органічної речовини в ґрунті

Сам. - Причини, види та наслідки деградації ґрунтів (водна, вітрова ерозія; де гуміфікація, декальцинація, вторинне осолонцювання, вторинне засолення, заболочування, агрофізична деградація).
- Шляхи вирішення проблеми деградації ґрунтів.

4.1. Біологічна активність ґрунтів

Ґрунт — біологічне середовище, при ефективному використанні якого можна без зайвих витрат збільшити виробництво і поліпшити якість зерна, кормів, технічної сировини.

Крім органічних решток рослин і тварин, у ґрунті є багато дрібних (мікро-), середніх (мезо-) і більших (макро-) організмів, які значною мірою впливають на життєдіяльність рослин.

Розрізняють такі *групи ґрунтових організмів*:

мікробіота — бактерії, гриби, ґрунтові водорості і найпростіші організми;

мезобіота — нематоди, дрібні личинки комах, кліщі, ногохвістки, інші дрібні організми;

макробіота — великі комахи, дощові черви та ін.

Найбільше значення для вегетуючих рослин має мікробіота. Багато мікробіоти на коріннях рослин і в ґрунті, прилеглому до їх ризосфери. **Ризосфера** – шар ґрунту, що прилягає до кореневої системи рослин (40—60 см) і характеризується підвищеною кількістю мікроорганізмів. Цей шар біологічно найактивніший. Біологічна активність ґрунту підвищується в результаті глибокого розпушування, заорювання органічних решток, внесення мінеральних добрив, зрошення, додержання, правильного чергування культур у сівозміні та їх вирощування у змішаних, сумісних або ущільнених посівах. Найактивніша мікробіота біля кореневої системи бобових культур — люцерни, конюшини, люпину, серадели, вики, буркуну, сої та ін.

Жива маса мікробіоти в орному шарі ґрунту досягає 10 т/га і більше. У міру заглиблення її активність зменшується у зв'язку з погіршенням повітряного режиму, перезволоженням, вмістом закисних форм заліза, алюмінію та ін.

Мікроорганізми підвищують вміст у ґрунті гумусу, рухомих сполук азоту, фосфору, калію, інших елементів живлення шляхом розкладання коріння,

післяжнивних стерньових решток, гною, сидератів тощо. У результаті їх діяльності у ґрунті є біологічні речовини, що мають властивості біокаталізаторів — ферменти, вітаміни, вільні амінокислоти, ауксини. Ці речовини активізують ростові процеси у рослин і є важливим біологічним фактором ґрунту.

Ґрунтові гриби (міко-, гіфо- і актиноміцети) добре мінералізують органічну речовину, але за умов задовільної і достатньої зволоженості. Велике значення мають плісеневі гриби і дріжджі.

Мікориза (поєднання міцелію грибів з корінням вищих рослин) властива злаковим та іншим рослинам. Багато трав'янистих рослин, наприклад, злакові кормові трави (тимофіївка, вівсяниця та ін.), погано розвиваються без мікоризи.

Гриби-мікоміцети добре розвиваються на помірно вологих, добре окультурених ґрунтах. Крім бактерій, грибів, тобто безхлорофільних організмів, у ґрунті багато синьо-зелених, зелених і діатомових водоростей. Вони стимулюють життєдіяльність азотфіксуючих бактерій і беруть діяльну участь у нагромадженні азоту в ґрунті.

Більшість мікроорганізмів, особливо бактерії і деякі гриби, не розвиваються при $\text{pH} < 4,5$ — $5,0$. Тому достатню біологічну активність мають ґрунти з нейтральною або слабко кислою чи слабко лужною реакцією ґрунтового розчину. Є бактерії і гриби, які розвиваються і у підкисленому середовищі, але вони не мають великого значення для живлення рослин.

Біологічну активність ґрунту в полі можна визначити за інтенсивністю виділення з нього вуглекислоти (CO_2), яку фіксують розчином лугу.

Загальна кількість мікроорганізмів у ґрунті може коливатися від 300—600 до 2500—3000 млн/г.

Найбільше екологічне значення з мікробіоти мають безхлорофільні організми ґрунту — бактерії, гриби, актиноміцети, найпростіші (інфузорії, амеби, корененіжки та ін.). Серед них дуже велике значення мають азотфіксуючі бактерії, оскільки навіть на родючих ґрунтах рослини задовольняють лише незначну частину потреби в азоті за рахунок його рухомих сполук у ґрунті. Для цього з ґрунту використовується лише близько 2 % загальних його запасів (В.П. Патика, І. А. Тихонович, І.Д.Філіп'єв та ін., 1993). Вільний азот повітря рослини не можуть засвоювати, тому значні запаси його їм недоступні. Отже, запаси азоту в ґрунті поповнюються за рахунок зв'язування його з атмосфери мікроорганізмами та мінеральних азотних добрив. Частина азоту надходить у ґрунт з літніми грозовими дощами (до 30 кг/га).

Розрізняють два види азотфіксації молекулярного азоту повітря: симбіотичну й асоціативну.

Симбіотична азотфіксація здійснюється бульбочковими бактеріями, які перебувають у тісному симбіотичному зв'язку з бобовими рослинами.

Асоціативна азотфіксація здійснюється вільноживучими в ґрунті асоціативними бактеріями. На відміну від симбіотичної вона сприяє підвищенню врожайності і небобових рослин за рахунок вільноживучих азотфіксуючих організмів, які розміщуються в зоні ризосфери і на корінні цих рослин.

Асоціативні бактерії в процесі вегетації впливають на ріст рослин, структуру посіву і врожайність так само, як і азотні мінеральні добрива. При цьому діяльність їх активніша на фоні помірного удобрення азотом.

При вирощуванні пшениці за рахунок асоціативних азотфіксуючих бактерій рослини одержують близько 40—60 кг/га азоту (В.П. Патика та ін.). Досліди, проведені з пшеницею в Канаді, свідчать, що рослини за рахунок асоціативних бактерій можуть задовольняти потребу в азоті на 20 %.

Звичайно в агроecosистемах існує природна симбіотична й асоціативна азотфіксація. Тому треба створювати умови для її активізації, підбирати сорти, створювати оптимальні умови вегетації. Велике значення має застосування ефективних штамів азотфіксаторів.

Розроблено **препарати**, які містять активні й ефективні штами бульбочкових та асоціативних азот фіксаторів:

ризоторфін — бактеріальний препарат, який містить високоефективні штами бульбочкових бактерій;

ризоагрин — препарат асоціативних азотфіксуючих бактерій, яким обробляють насіння рису і пшениці;

ризоентерин — препарат асоціативних азотфіксаторів для передпосівної обробки насіння озимого і ярого ячменю, рису (економія азоту 30-40 кг/га);

флавобактерин — препарат асоціативних азотфіксаторів, який застосовують для підвищення врожайності кормового сорго, пшениці, цукрових буряків, кормових трав (економія мінерального азоту 30—40 кг/га).

Всі ці препарати екологічно чисті, безпечні для людей і тварин.

Із макробіоти велике значення для підвищення родючості ґрунтів мають дощові черви. Проходячи через травний канал дощових червів, ґрунт збагачується на ферменти, корисні для рослин солі, що різко посилює його біологічну активність. За даними Р. Дажо (1975), дощові черви на 1 га пропускають через

травний канал від 6 до 84 т землі. А за більш сприятливих умов (вища температура і краще зволоження) цей показник досягає 210 т/га. У зв'язку з цим великого значення набуває вермикультура — розмноження дощових черв'їв, за допомогою яких виготовляють вермикомпости — цінне біологічне активне добриво.

Біологічне перетворення фосфору в ґрунті. Аналогічно асоціативним азотфіксаторам, які засвоюють азот із атмосфери, багато мікроорганізмів можуть перетворювати нерозчинні фосфати ґрунту на легкозасвоювані рослинами. До таких мікроорганізмів належать бактерії, гриби та інші групи мікроорганізмів. Фосфати ґрунту розчиняються різними кислотами і вуглекислотою: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CaHPO}_4 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Мобілізація фосфатів відбувається і в результаті утворення мікроорганізмами різних органічних кислот, кетокислот при бродінні або неповному окисленні вуглеводів.

Фосфати перетворюються на розчинні сполуки і в результаті діяльності нітрифікуючих бактерій, які утворюють азотну кислоту, та бактерій, що окислюють сірку.

На цій основі давно створено *препарат фосфобактерин*, який містить активну форму спороносною бактерії, що перетворює органічні сполуки фосфору в доступні для рослин. Активність фосфобактерину не знижується при внесенні фосфорних добрив (В.П. Патики та ін., 1993). При цьому посилюється ріст кореневої системи, підвищується продуктивність рослин.

Вбирання рослинами фосфору значною мірою визначається діяльністю мікоризи (ендомікоризи). При інфікуванні ендомікоризними грибами бобових (люцерни, вики, конюшини, а в дослідях Патики та ін. також сої) спостерігається посилене надходження фосфору в рослини і активізація симбіотичної азотфіксації. У сівозміні певні рослини сприяють розвиткові цих грибів (узагальнено їх називають везикулярно-арбускулярною мікоризою — ВАМ), а деякі негативно впливають, на них, наприклад ріпак, гірчиця, редька олійна, люпин, які імунні до ендوفітів. Ці культури зменшують кількість кореневої мікоризи, а зернові і бобові культури впливають на неї позитивно, збільшуючи кількість спор.

4.2. Процеси мінералізації та гуміфікації органічної речовини в ґрунті

В ґрунті відбувається трансформація органічних решток и добрив за двома основними напрямками: мінералізація та гуміфікація. Специфіка цих процесів та їхня інтенсивність залежить від хімічного складу органічного матеріалу, ґрунтово-кліматичних умов, складу мікробних асоціацій та агротехнологічних заходів.

Мінералізація - окислення органічної речовини до CO_2 , H_2O и простих мінеральних солей. Органічні рештки мінералізуються не відразу, а піддаються низці тривалих і складних перетворень. Ось чому в усякому ґрунті у будь-який момент можна виявити органічні сполуки на найрізноманітніших стадіях розкладання.

Детрит є компонентом органічної частини ґрунту, він представлений напіврозкладеними органічними рештками. Має важливе значення в колообігу органічної речовини, є невід'ємною частиною загальної маси гумусу ґрунту.

Одночасно з мінералізацією органічних речовин у ґрунті відбувається й процес гуміфікації. **Гуміфікація** — сукупність біохімічних та фізико-хімічних процесів перетворення органічних решток в специфічні стійкі органічні сполуки - гумусові речовини (гумус або перегній). Ґрунтовий гумус на відміну від інших продуктів розкладання і перетворення органічних речовин характеризується значною стійкістю до розкладання і подальших змін, внаслідок чого він здатний накопичуватись у ґрунті.

Під **гумусом** розуміють високомолекулярну органічну речовину темного кольору, яка утворюється внаслідок розкладання рослинних і тваринних решток та продуктів життєдіяльності організмів. До його складу входять гумінові і фульвокислоти, гуміни, ароматичні сполуки, ліпіди, амінокислоти та інші органічні речовини.

Процес гумусоутворення залежить від умов зволоження, повітряного та теплового режимів, складу рослинних решток та життєдіяльності мікроорганізмів. В аеробних умовах за достатнього зволоження органічні рештки інтенсивно розкладаються. Проте утворений за цих умов гумус швидко мінералізується. Тому в ґрунті накопичується мало гумусу, але багато доступних для рослин елементів живлення. За посушливих умов в ґрунт надходить мало рослинних решток, процеси гуміфікації відбуваються повільно, гумусу накопичується мало.

За постійного надмірного зволоження створюються анаеробні умови, що пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів. Процеси розкладання та

гуміфікації затухають, органічні рештки перетворюються у торф, який являє собою масу напіврозкладених решток рослин. Крім того, за анаеробного розкладання (без доступу повітря) утворюються різні неокиснені сполуки — CH_4 , H_2S , NH_3 , PH_3 , FeO та інші, більшість з яких є отруйними для коренів культурних рослин. Анаеробний процес зовсім непридатний для мобілізації азоту і зольних елементів органічної речовини, оскільки не тільки сприяє збереженню її в ґрунті, а й може спричинювати відновлення деяких мінеральних сполук і переведення їх у незасвоювані рослинами форми.

Найбільше гумусу накопичується в зоні степу на лучних чорноземних ґрунтах. Там навесні і раннім літом висока активність мікроорганізмів, що розкладають органічні рештки, оскільки створюються оптимальні гідротермічні умови. Потім настає посушливий період за якого відбувається затухання біохімічних процесів, при цьому відбувається «консервація» та зберігання гумусу від мінералізації.

Мінералізація органічної речовини в ґрунті активніше відбувається за аеробних умов. Покращення мінерального азотного фону сприяє активізації актиноміцетів (група мікроорганізмів, які поєднують властивості бактерій і грибів) та посилює інтенсивність процесу мінералізації.

Отже, сприятливі для рослин умови створюються в ґрунті лише в разі одночасного розвитку і поєднання аеробного й анаеробного процесів. Тому постійно слід дбати про структуру ґрунту, достатню його розпученість, забезпеченість органічними речовинами, киснем, що досягається диференційованим обробітком ґрунту, внесенням добрив, проведенням меліоративних робіт тощо.

В інтенсивному рослинництві потрібно забезпечувати бездефіцитний баланс органічної речовини у ґрунті, що є передумовою збереження і підвищення його природної родючості. Щоб цього досягти, треба використовувати всі можливі джерела надходження органічної речовини у ґрунт — гній, сечівку, сидерати, компости, пташиний послід, солом, кореневі та стерньові рештки, ставковий мул, озерний сапропель тощо. Це підвищує якість гумусу, що визначається співвідношенням гумінових кислот і фульвокислот. Якщо це відношення більше за одиницю — гумус якісний, а тип гумусових речовин фульватно-гуматний.

Гумусові речовини повинні бути клейкими і містити кальцій. Свіжі гумусові речовини, насамперед гумати кальцію, сприяють утворенню водостійкої структури ґрунту.

Причини деградації ґрунтів

Ґрунти є центральним елементом агроєкосистем.

В переважній кількості як вітчизняних, так і закордонних робіт ерозія ґрунтів розглядається як самий небезпечний результат сільгоспвиробництва. На території колишнього СРСР були еродовані вже 68 % орних земель.

Деградація ґрунтів — це поступове погіршення їхніх властивостей, викликане зміною умов ґрунтоутворення внаслідок природних факторів чи господарської діяльності людини, яке супроводжується зменшенням вмісту гумусу, руйнуванням структури ґрунту і зниженням його родючості.

Головні **причини виникнення деградації ґрунтів**:

- а) неправильне землекористування (повсюдне розорювання земель, вирубка лісів, інтенсивний випас худоби, застосування на силових землях рівнинної агротехніки тощо);
- б) знищення екосистем, у межах яких формувався даний тип ґрунту (перевипасання, знеліснення, осушування боліт, зрошення тощо);
- в) забруднення промисловими, сільськогосподарськими та побутовими відходами;
- г) зміни кліматичних факторів і, в першу чергу, гідрологічних умов.

Згідно з чинними нормами, площа **розораності земель** на рівні 60–80 % загалом вважається несприятливою, 20–60 % – умовно сприятливою і менше 25 % – сприятливою.

При загальній площі України 60,4 млн. га на ріллю припадає 34,2 млн. га (54,96%), луки – 6,17 млн. га (10,2%). Україна відноситься до країн із високим рівнем освоєння і антропогенної трансформованості земельних ресурсів. У окремих степових і лісостепових районах розорані землі складають 80–90 %, що є небажаним в економічному і екологічному плані, оскільки різко зменшується загальний природний потенціал території (для порівняння: Франція і Туреччина, які мають приблизно таку ж чисельність населення, характеризуються набагато меншими площами розораних земель - відповідно 17 і 19 млн. га).

Щорічні втрати ґрунту в Україні досягають 600 млн.т, у т.ч. понад 20млн. т гумусу. Протягом року втрачається 550–800 кг/га гумусу (а його запаси всього 300–760 т/га).

Спалювання соломи та стерні в полі (нажаль, дуже поширене явище) призводить до безповоротної втрати 1,5 – 2,0 т органічної речовини та 10-15 кг азоту. Крім того, ґрунт пересушується, гинуть активні мікроорганізми та вигорає

органічна речовина; погіршуються фізико-хімічні властивості та структурність ґрунту (знижує умови накопичення вологи що призводить до його ущільнення), знижує інтенсивність процесів амоніфікації та нітрифікації, що спричиняє погіршення азотного живлення с.-г. культур; посилюється вітрова ерозія.

Глибока оранка з обертанням пласта призводить до підняття шарів ґрунту з низьким вмістом гумусу, що веде до зниження родючості поверхневого шару ґрунту. Крім того, це також призводить до загибелі деяких ґрунтових мікроорганізмів. Розпушування ґрунту призводить до створення аеробних умов, що посилюють процес мінералізації гумусу.

Тривале **зрошення** різко змінює агрофізичний стан ґрунтів, істотно зменшує кількість агрономічно цінних агрегатів в орному та підорному горизонтах. Причиною деградації структури є спільний вплив зниження запасів органічних речовин у ґрунті, тривалий механічний його обробіток та засолення.

Ущільнення ґрунту важкою технікою відбувається до глибини 80–100 см. Відповідно до цієї глибини погіршується водно-повітряний, температурний та інші режими ґрунту, що негативно впливає на всі біохімічні процеси, що в ґрунті відбуваються.

З усіх видів **мінеральних добрив азотні** (крім калієвої, натрієвої і кальцієвої селітр) за дією на ґрунт є найагресивнішими. Уже під час розчинення амонійних і амонійно-нітратних добрив у результаті їх гідролізу у ґрунт виділяється кислота. Надалі внаслідок абіотичного і біологічного вбирання амонію та нітрифікації цей процес посилюється. Це призводить до дегуміфікації та загального погіршення властивостей ґрунту.

Особливо руйнівним для ґрунту є внесення водного технічного та рідкого синтетичного аміаку. У місцях його підвищеної концентрації гумус розчиняється і «тече», гинуть мікро— та мезофауна і флора, відбувається дегуміфікація, декальцинація, деструктуризація, що призводить до погіршення агрофізичних та агробіологічних властивостей ґрунту.

Види деградації ґрунтів

Ерозія ґрунтів — це процес руйнування ґрунтового покриву і знесення його часточок потоками води (водна ерозія) чи вітром (вітрова ерозія, або дефляція). При цьому ґрунт втрачає дрібнозем, гумус, поживні речовини; зменшується ґрунтова товща, відбуваються несприятливі зміни структурного, мікроагрегатного та гранулометричного складу, падає потенційна родючість ґрунту.

Дегуміфікація – виникає внаслідок недостатнього внесення органічних добрив, інтенсивного обробітку ґрунту, внесення великих доз мінеральних добрив тощо. Відбувається зменшення вмісту і запасів гумусу у ґрунті. Знижується протиерозійна стійкість, падає потенційна та ефективна родючість ґрунту.

Декальцинація (кислотна деградація) – у зв'язку із випаданням кислотних опадів, внесенням фізіологічно кислих мінеральних добрив, низьким рівнем застосування органічних добрив та хімічних меліорантів, знижується рН ґрунту, підвищується вміст обмінних катіонів водню та алюмінію, відбуваються зміни у складі ґрунтового вбирного комплексу; втрачається гумус.

Вторинне осолонцювання – характеризується содонагромадженням (накопиченням карбонатів та бікарбонатів натрію і магнію), зміною складу увібраних катіонів, накопиченням обмінного натрію, втратами гумусу, підвищенням рН ґрунту внаслідок тривалого зрошення слабо мінералізованими лужними водами.

Вторинне засолення – виникає внаслідок поливу мінералізованими водами або підняття рівня мінералізованих підґрунтових вод вище критичного рівня. Відбувається соленагромадження – накопичення сульфатів і хлоридів натрію, магнію, кальцію.

Заболочування – збільшення вологонасиченості ґрунтів, оглеєння генетичних горизонтів, оторфування рослинних решток, розвиток відновних процесів.

Агрофізична деградація – втрата агрономічно-цінної структури, розпилення ґрунту, утворення плужної підшви, ущільнення, зниження водопроникності, водно-повітряного режиму, зменшення протиерозійної здатності.

Шляхи вирішення проблем деградації ґрунтів

За даними вчених, в Україні треба збільшити площу луків і пасовищ у 2,7 рази. Природні кормові угіддя забезпечують рентабельність м'ясо–молочного скотарства у світі. Їх площі повинні вдвічі перевищувати кількість орних земель, а в Україні – навпаки, площа ріллі може у 5 разів перевищувати площу лукопасовищних угідь.

Для оптимізації землекористування з урахуванням економічних, енергетичних, матеріально-технічних та екологічних умов у найближчі 4-5 років необхідно зменшити площі орних земель щонайменше на 10 млн га і перевести її в природні кормові угіддя, у т.ч. близько 2 млн га – під заліснення.

Територія України найменше обліснена в Європі: нині лише 14,3 % її зайнято лісом за норми 25 % тобто необхідно збільшити площу лісів у 1,8 рази.

Контурно-меліоративна організація території – комплекс природоохоронних заходів (системи і напрямку обробітку ґрунту, удобрення, захисту рослин), які розробляють для кожного регіону, зони, господарства, що мають підвищений ризик до виникнення деградації ґрунтів.

Агролісомеліорація – система насаджень, яка забезпечує поліпшення ґрунтових і кліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур.

Біологізація землеробства. Для збереження та простого відтворення родючості ґрунтів слід **вдосконалювати технологію виробництва органічних добрив** за рахунок широкого використання для цього вторинної продукції рослинництва, зокрема подрібненої соломи, стебел кукурудзи та соняшнику, гички буряку, а також **розширення площ під багаторічними травами** та поживними сидеральними культурами; **використовувати мікробіологічні препарати та біологічні стимулятори рослин.** Додержання **сівозмін.**

Хімічна меліорація: використовувати місцеві фосфорити; проводити вапнування і гіпсування ґрунтів шляхом відновлення добування і використання хімічних меліорантів з місцевих родовищ та вивчення можливостей щодо залучення для цього перспективних покладів мергелей, торфотуків, дефекатів, фосфогіпсу тощо.

Внесення **мінімальної кількості мінеральних добрив** під пріоритетну культуру.

Агрохімічна паспортизація земель. Згідно з Указом Президента України від 2 грудня 1995 року №1118/95 "Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення" паспортизації підлягають кожне поле, кожна ділянка незалежно від того, кому вона належить. Проводиться паспортизація в обов'язковому порядку раз на п'ять років, а в окремих випадках (наприклад, у разі зміни власника) — незалежно від попереднього строку.

Мінімізація обробітку ґрунту:

- скорочення кількості і зменшення глибини обробітків ґрунту у поєднанні з внесенням добрив та пестицидів;
- поєднання кількох технологічних операцій і заходів в одному процесі завдяки застосування комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів;
- використання широкозахватних знарядь з активними робочими органами, які забезпечують обробіток ґрунту за один прохід тощо.