

Лекція 2.

Тема 2. Відновлення ґрунтів у органічному садівництві

2.1. Екологічні наслідки внесення великих норм мінеральних і органічних добрив.

Зростаючий обсяг виробництва у світі мінеральних добрив (тільки азотних добрив вже виробляють понад 70 млн т щороку) обумовлює серйозні зміни у біогеоценозах. Так, у Нідерландах щорічно вносять у ґрунт у середньому 240 кг/га азоту, Японії — 130, Німеччині — 125 кг/га. У цих країнах вже багато років зростає вміст нітратів у ґрунті, підґрунтових водах, поверхневих стоках та продукції сільського господарства.

Підраховано, що із загальної кількості азоту мінеральних добрив, що вноситься в ґрунт щороку, 20 % потрапляє до водойм, 24 % становлять газоподібні втрати. Отже, продуктивно використовується лише 56 % азоту. Надлишкова кількість внесених добрив викликає забруднення ґрунтів та рослинницької продукції нітратами. Незбалансованість між кількістю органічних і мінеральних добрив викликає загибель ґрунтової мікробіоти.

Збільшення співвідношення до величини понад 15 кг діючої речовини мінеральних добрив на 1 тону органічних добрив призводить до затухання ґрунтоутворного процесу, уповільнення гуміфікації і при співвідношенні більше 20 кг діючої речовини мінеральних добрив на 1 тону органічних добрив — навіть до дегуміфікації ґрунтів. Надлишок нітратів обумовлює зміну окиснювально-відновного потенціалу та газового режиму ґрунтів. На ґрунтах із занадто високим вмістом нітратів коренева система бобових рослин не формує активних бульбочок. При цьому культура вражається фітопатогенними грибами, істотно погіршується якість врожаю.

Істотним недоліком фосфорних добрив є наявність у них баластних речовин, у тому числі токсичних елементів і сполук. Кількість важких металів у фосфорних добривах коливається у широких межах і в середньому становить, г/т: міді — 127; цинку — 164; кадмію — 3,0; свинцю — 34; нікелю — 92; хрому — 121. Кількість фтору у суперфосфаті може сягати 1,5%, а у амофосі — до 3,5%. 10 Азотні та калійні добрива забруднені важкими металами меншою мірою. Потрапляючи до екосистем, важкі метали постійно рухаються, переходячи з однієї форми в інші. Накопичення у верхніх горизонтах ґрунтів надлишку важких металів збіднює видовий склад рослин, знижує темпи їх росту та розвитку, різко зменшує схожість насіння культурних та дикорослих видів. Під дією забруднення гинуть трав'янистий покрив і лісові насадження, знижується врожайність сільськогосподарських культур і погіршується якість продукції. У здоровому ґрунті є біота, яка розкладає отруйні речовини. Наприклад, відомо, що псевдомонади і кліщі-орібатиди спроможні нейтралізувати навіть ДДТ. Деякі бактерії здатні розщеплювати хлорофос, фозалон. Однак їхня ефективність залежить від умов їхнього існування у ґрунті (кількості органіки, температурного та водного режимів та ін.).

2.2. Накопичення елементів мінерального живлення рослин у ґрунті. Як ви вже зрозуміли, основне завдання органічного землеробства поряд з отриманням екологічно чистої продукції — це збереження і відновлення родючості ґрунту. А що ж ми знаємо про таку властивість ґрунту як родючість? Від чого вона залежить? Накопичення елементів мінерального живлення рослин у ґрунті в основному відбувається за рахунок мінералізації органічних компонентів і рослинних решток (амоніфікація, нітрифікація), азотфіксації та розкладання мінеральних речовин мікроорганізмами.

Внесені органічні добрива теж мінералізуються з утворенням солей. Втраті ґрунтом речовин мінерального живлення рослин сприяють процеси переходу їх у газоподібну форму

(денітрифікація) і виділення в атмосферу — водна та вітрова ерозії. Показником родючості ґрунту є гумус. До його складу поряд із гумусними кислотами (гумін, гумінові кислоти та їхні солі, а також фульвокислоти та їхні солі) входять вуглеводи (5-14 %), білкові речовини (6-8 %) та ін. Якість гумусу визначається співвідношенням гумінових кислот і фульвокислот. Якщо це відношення більше за одиницю — гумус якісний, а тип гумусових речовин фульватно-гуматний. Відомо, що гумус може утримувати воду до 70% власного об'єму. Крім того гумус покращує структуру ґрунту, і у структурованому ґрунті випадає підземна роса, яка доставляє ґрунту біля 60 кг азоту на га. Гумусові речовини повинні бути клейкими і містити кальцій. Свіжі гумусові речовини, насамперед гумати кальцію, сприяють утворенню водостійкої структури ґрунту.

До складу **гумусу** входить майже весь азот ґрунту, близько половини фосфору і 60...90 % сірки, а також значна частина інших поживних речовин. Встановлено, що у гумусі є кальцій, калій, магній, сірка, залізо. Гумус утримує фосфор у доступному для рослин стані, поліпшує засвоєння кореневою системою з ґрунтового розчину поживних речовин. При повільному окисненні гумусу вуглець вивільняється у вигляді вуглекислого CO_2 газу, який сприяє розчиненню деяких мінеральних речовин ґрунту, у результаті чого вони легше засвоюються рослинами. Гумус не можна синтезувати у хімічній лабораторії.

Утворення гумусу: 1. Бактерії розщеплюють і засвоюють органічні рештки, виділяють біологічно-активні речовини, завдяки яким у ґрунті йдуть процеси полімеризації. Полімери, сполучені з мінеральною частиною ґрунту – це первинний гумус (кислий гумус, «мор»). 2. Дощові хробаки переробляють бактерії, гриби, залишки детриту і ґрунт, утворюючи біогумус (солодкий гумус, «муль»). Примітка: рослини не можуть самостійно засвоювати гумінові речовини (це довів на початку ХХ ст. Д.М. Прянишніков). Розкладають гумус для рослин симбіотичні бактерії. Природне ставлення до ґрунту – це відносини діалогу і співпраці. Не треба вважати себе розумнішими за природу, треба уважно прислухатися до неї. ґрунт — живе органічне середовище. Треба сприймати ґрунт як живу істоту, яка потребує розуміння, піклування, годівлі, тепла, спокою.

2.3. Роль ґрунтової біоти у відновленні родючості ґрунту Крім мінералів і 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 — комахи, дощові хробаки та ін. У здоровому ґрунті маса всіх цих живих істот величезна, самих лише бактерій – до 20 тонн на гектар. І всі вони, навіть ті, що звуться шкідниками, «запрограмовані» працювати на родючість ґрунту, але гинуть від хімічних засобів захисту рослин, мінеральних добрив, глибокої оранки з перекиданням скиби, спалювання стерні. Давайте ближче познайомимось з представниками цієї «армії родючості». Бактерії розкладають безазотисті органічні сполуки; розкладають білок і сечовину з виділенням аміаку; здійснюють нітрифікацію, денітрифікацію та азотфіксацію; окиснюють сірку, залізо; перетворюють важкорозчинні сполуки фосфору і калію в легкодоступні для рослин форми. Актиноміцети розкладають геміцелюлозу, водорозчинні цукри; утворюють гумусові речовини; разом із бактеріями завершують розкладання рослинних решток. Нижчі гриби переробляють целюлозу, лігнін; утворюють гумусові речовини; можуть окиснювати сірку; часто перебувають у симбіозі з вищими рослинами, утворюючи мікоризу; мікориза акумулює поживні речовини і вологу, захищає своїми антибіотичними виділеннями рослину-

хазяїна 12 (пшеницю, овес, просо, жито, ячмінь, бавовник, кукурудзу, горох, квасолу) від кореневих гнилей. Грунтові водорості збагачують ґрунт на органічні речовини. Лишайники ініціюють ґрунтоутворення, виділяючи органічні кислоти, які прискорюють хімічне вивітрювання мінерального субстрату; продукти вивітрювання разом із відмерлими рештками лишайників утворюють примітивний ґрунт. Корені вищих рослин є системоорганізуючим фактором ґрунту; формують ризосферу (коренедоступну товщу ґрунту) – біологічно найактивнішу зону ґрунтового профілю, притулок різноманітної ґрунтової біоти.

Найпростіші (амеби, радіоларії, інфузорії тощо) активно трансформують органічну речовину, в тому числі й гумус. Ногохвости, кліщі, нематоди подрібнюють рослинні рештки; регулюють чисельність деяких мікроорганізмів (живляться бактеріями). Слимаки рухаються вглиб ґрунту, збагачуючи ґрунтовий профіль органікою та поліпшуючи його структуру. Жуки здійснюють регулярні добові та сезонні міграції, сприяючи цим розпушуванню та аерації ґрунту; хижакі (жужелиці, м'якотілки) регулюють чисельність інших видів комах. Хрущі подрібнюють і переміщують вглиб ґрунту органічні речовини. Личинки мух подрібнюють рослинні рештки, а їх відходи – субстрат для мікроорганізмів. Дощові хробакі збільшують водопроникність ґрунту; знезаражують гній; збагачують ґрунт фізіологічно активними речовинами. Хребетні (ховрахи, кроти та інші): подрібнюють ґрунтовий матеріал, переміщують його; ходи цих тварин сприяють природному дренажу ґрунту. Перший висновок: відтворення природної родючості ґрунту можливе через поповнення його органічною складовою. Для покращення родючості ґрунтів треба шукати найбільш доступні резерви органічних добрив. Це можуть бути нетоварна частина врожаю: солома, рештки стеблових культур, вермикомпост. Сюди ж відносяться і спеціально висіяні сидерати. 5т нетоварної частини врожаю може за ефективність дорівнювати 1т гною. Крім того треба підвищувати коефіцієнт гуміфікації органічних решток. Процес гуміфікації залежить від наявності ґрунтової біоти, глибини заорювання добрив, а також від реакції ґрунтового середовища. Дослідження показують, що найбільші коефіцієнти гуміфікації спостерігалися за внесенні органічних добрив у верхній шар ґрунту (на глибину до 10см) і реакції ґрунтового розчину близько нейтральної. Кількість органічних добрив повинна відповідати кількості ґрунтової біоти (ефективних мікроорганізмів, дощових хробаків і т.ін.), яка має встигати переробляти органічні речовини у колоїди гумусу. У неактивному ґрунті процеси гумусоутворення відсутні. Наслідок хімізації – неактивний ґрунт з малою кількістю біоти. При застосуванні глибокої оранки з перекиданням скиби 13 ґрунтова біота верхніх шарів ґрунту, яка активно дихає киснем (аероби) потрапляє на таку глибину, де мало кисню, і гине. Анаеробні істоти навпаки потрапляють на поверхню, де також не можуть жити. Деякі екологічно цінні мікроорганізми не витримують сонячного світла – наприклад, бульбочкові азотфіксатори. Другий висновок: мінімальний поверхневий обробіток ґрунту забезпечує оптимальні умови діяльності ґрунтової біоти.

2.4. Характеристика органічних добрив. Види органічних добрив: біогумус, торфогель, гумінові добрива, перепрілий гній, солома, нетоварна частина врожаю, торф, ставковий мул, озерний сапропель. Біогумус – екологічно чисте органічне добриво, продукт переробки гною ВРХ дощовими хробаками. Це концентроване добриво містить збалансований комплекс поживних речовин, мікроелементів, ферментів, ґрунтових антибіотиків, вітамінів, гормонів росту і розвитку рослин. У ньому велика кількість гумінових речовин. Біогумус – унікальне мікроорганічне добриво, у якому існує корисна мікробіота, яка створює родючість ґрунту. Біогумус не містить патогенну мікрофлору, яйця гельмінтів, насіння бур'янів та важкі

метали. Легко і поступово засвоюється рослинами протягом всього вегетаційного періоду. Біогумус має ряд істотних достоїнств: - швидко відновлює родючість ґрунту, покращує його структуру і здоров'я; - не має інертності дії, рослини і насіння відразу реагують на нього; - скорочує строки проростання насіння, пришвидшує ріст і цвітіння рослин, скорочує строки досягання плодів на два-три тижні; - забезпечує міцний імунітет рослин, підвищуючи їх стійкість проти стресів, бактеріальних і грибних захворювань; - підвищує врожайність та смакові якості продукції; - зв'язує у ґрунті важкі метали та радіонукліди. Торфогель – концентрат у вигляді гомогенної суспензії темно коричневого кольору, у склад якої входить більше 30 макро- і мікроелементів, мінеральних і органічних речовин, а також амінокислоти і вітаміни. Мікро- і макроелементи, що містяться у Торфогелі, легко засвоюються рослинами, інтенсифікуються обмінні процеси у рослинних клітинах, підвищується вміст вітамінів та інших цінних речовин (наприклад, у пшениці — клейковини), одночасно знижується вміст нітратів у продукції у 2 рази і більше, стимулює розвиток кореневої системи. Це збільшує врожайність на 20-40%, скорочує строки досягання на 10-12 діб, підвищується стійкість до посухи та приморозків. Завдяки застосуванню торфогелю припиняється подальша деградація ґрунтів, забезпечується поступове накопичення та відновлення гумусу. Гумінові добрива – каталізatori біохімічних процесів у ґрунті, його біологічної активності, за рахунок використання органічної речовини гуматів мікрофлорою ґрунту. Гумати сприяють росту чисельності спорових бактерій, грибів, актиноміцетів, целюлозних бактерій. Внесення гумінових добрив покращує фізичні, фізико-хімічні властивості ґрунту, його повітряний, водний і тепловий режим. Гумінові кислоти разом з мінеральними і органо-мінеральними частками ґрунту утворюють ґрунтовий поглинальний комплекс, що обумовлює поглинальну здатність ґрунту. Гумінові речовини, що внесені у ґрунт, сприяють закріпленню у ньому поживних елементів і більш раціональному їх споживанню. Наприклад, гумат калію підвищує ступінь використання фосфору з ґрунту на 20-25%, калію - на 23-25%. Гній різних тварин у середньому містить (%): води 75, органічної речовини 21, загального азоту 0,5, засвоюваного фосфору 0,25, оксиду калію 0,6. Якість гною залежить від виду тварини, її корму, підстилки, способу зберігання гною. Так, при відгодівлі свиней використовують багато концентратів, тому гній містить багато азоту, у раціоні жуйних тварин присутні грубі корми – у їхньому гної більше калію. Оптимальні норми органічних добрив (14—16 т/га) у сівозміні забезпечують рівномірне живлення рослин, підвищують вміст гумусу у ґрунті і поліпшують його структуру, підвищують біологічну активність. Слід зазначити, що гній може містити важкі метали, радіонукліди. Тому треба здійснювати агрохімічний і радіологічний контроль перед внесенням гною. Не треба вносити в ґрунт свіжий гній, бо з ним у ґрунт потрапляє багато насіння бур'янів. При неналежному зберіганні гною разом з ним у ґрунт вносяться патогенна мікрофлора, гельмінти і т. ін. Одним із заходів підвищення якості гною є його біоконверсія за допомогою ферментації бактеріальними препаратами Байкал ЕМ1, Біостим. Солома, пожнивні рештки – цінне джерело поповнення запасів органічної речовини у ґрунті. Стерня, що залишається на полі, може мати висоту 10-30 см, але буває і більш високою. Вага стерні заввишки 10 см може доходити до 1 т/га. Солома містить до 0,5% азоту, 0,25% фосфору, 0,8% калію, 35-40% вуглецю, а також мікроелементи, що дорівнює 12-15 кг азоту, 7-8 фосфору, 20-24 калію на гектар. При чому калій знаходиться у легкодоступній для рослин формі і більше половини фосфору у соломі злакових культур також знаходиться у легкодоступній формі. Для посилення мінералізації органічних речовин додають сечівку, рідкий гній. Цей спосіб поповнення ґрунту органічною речовиною дуже поширений в США, де щороку вносять близько 550 млн т сухих

органічних решток (близько 75 % відходів рослинництва). Цінним джерелом органічних речовин є торф, але широке використання його недоцільне. Пояснюється це тим, що торфовища акумулюють багато вологи, якою живляться струмки, річки, озера. Значним джерелом поліпшення родючості ґрунту є ставковий мул і озерний сапропель (3 т/га вистачає для істотного поліпшення поживного режиму та механічного складу ґрунту).

2.5. Використання бактеріальних препаратів для відновлення родючості ґрунту

У агроєкосистемах існує природна симбіотична й асоціативна азотфіксація. Але в наслідок тривалого застосування глибокої оранки з перекиданням скиби, хімічного захисту рослин ця мікробіологічна діяльність може бути придушена. Тому стають у нагоді препарати, які містять активні й ефективні штами бульбочкових та асоціативних азот фіксаторів, нітрифікуючих бактерій та бактерій, що окислюють сірку. Байкал ЕМ1 – багатокомпонентний мікробіологічний препарат для стимуляції біологічної активності ґрунту, обробки насіння з метою покращення живлення у ризосферній зоні та захисту від патогенної мікрофлори. У ґрунт цей препарат вносять восени або навесні та обприскують рослини по вегетації (позакореневе підживлення). Багатофункціональність препарату пов'язана з широким діапазоном дії його складових: Фотосинтезуючі бактерії – використовуючи сонячне світло та тепло ґрунту, синтезують амінокислоти, біологічно активні речовини та цукри, які сприяють розвитку і росту рослин. Молочнокислі бактерії – виробляють молочну кислоту з органічних сполук, що створені фото синтезуючими бактеріями та дріжджами. Молочна кислота пригнічує шкідливі мікроорганізми та прискорює розклад органічних речовин.

Азотфіксуючі бактерії – поглинають атмосферний азот і накопичують його у ґрунті. Фосфоромобілізуючі бактерії – переводять фосфор у доступну для рослин форму.

Дріжджі – синтезують біологічно активні речовини, створюють сприятливий субстрат для молочнокислих бактерій та актиноміцетів.

Актиноміцети – продукують біологічно активні сполуки, які придушують ріст шкідливих грибів і бактерій. Ферментуючі гриби – швидко розкладають органічні речовини, продукуючи етиловий спирт, складні етери та антибіотики. Розклад органічних решток відбувається протягом двох років, застосування Байкал ЕМ1 пришвидчує процес до двох місяців, при чому пригнічується патогенна мікрофлора.

Ризоторфін — бактеріальний препарат, який містить високоефективні штами бульбочкових бактерій. 1 г препарату містить до 2,5 млрд. активних бульбочкових бактерій. Підвищує врожайність зернобобових одно- і багаторічних бобових трав. Для кожного виду і навіть сорту підбирають певні штами бульбочкових бактерій.

Ризоагрин — препарат асоціативних азотфіксуючих бактерій, яким обробляють насіння рису і пшениці. Підвищує стійкість рослин проти хвороб. Ефект від застосування ризоагріну дорівнює 40-60 кг/га мінерального азоту. Ризоентерин — препарат асоціативних азотфіксаторів для передпосівної обробки насіння озимого і ярого ячменю, рису. Ефект від застосування ризоентерину дорівнює 30—40 кг/га мінерального азоту. Врожайність після його застосування підвищується на 10—15 %.

Флавобактерин - препарат асоціативних азотфіксаторів, який застосовують для підвищення врожайності кормового сорго, пшениці, цукрових буряків, кормових трав. Посилює засвоєння поживних речовин, зменшує захворюваність на фузаріоз, ризоктоніоз. Мізорин підвищує врожайність і якість врожаю сорго, кормових трав, картоплі. Посилює вбирну здатність коріння, продукує фізіологічно активні речовини, знижує захворюваність рослин на фузаріоз і ризоктоніоз. Азоризин підвищує нітрогеназну активність коренів проса,

забезпечує приріст урожайності і поліпшує амінокислотний склад зерна. Фосфобактерин містить активну форму спороносної бактерії *Bacillus megaterium* var *Phosphaticum*, що перетворює органічні сполуки фосфору в доступні для рослин. При цьому посилюється ріст кореневої системи, підвищується продуктивність рослин. Цікаво, що наші прадіди використовували своєрідні бактеріальні добрива. Володимир Бєлий пише, що у давнину у деяких місцевостях заготовляли на зиму ґрунт, який зберігали у теплі, а навесні висівали на городі, щоб земля краще родила. Такий спосіб дозволяв швидко відновити корисну мікрофлору ґрунту.

2.6. Використання мінеральних добрив у еколого-біологічному рослинництві
Мінеральні добрива, які застосовують у природному рослинництві, - це у більшості природні мінерали, які містять поживні речовини у важкодоступній формі. За природної системи землеробства калій і фосфор у перші роки компенсується збільшенням рухливих форм цих елементів у ґрунті за рахунок внутрішніх резервів самого ґрунту. У подальшому можливе внесення агроруд: фосфоритного борошна і каїніту або сильвініту. У зв'язку з малою рухливістю у них елементів живлення, їх можна вносити великими дозами, практично, наперед, один раз на чотирі-п'ять років у нормах 200-250 кг/га діючої речовини. Щоб прискорити перехід поживних речовин у доступну форму, фосфорити вносять у вигляді добре помеленого борошна. Добрий ефект дає поєднання їх із «зеленим добривом». Але треба мати на увазі, що фосфорити не дають ефекту на бідних ґрунтах, де низька мікробіологічна активність, а також на ґрунтах із дуже лужною або кислою реакцією, де фосфор переходить у міцно зв'язану та недоступну рослинам форму. Важкі ґрунти не мають дефіциту калію, який міститься у складових мінералах цих ґрунтів і легко переходить у доступну для рослин форму. За дефіциту калію його джерелом може стати деревинний попіл, який вносять безпосередньо під рослини або у компост. Попіл містить 7% калію і 1,5% фосфору і, до того ж, нейтралізує ґрунт, тому що сам має лужну реакцію. У якості калію та інших мінералів рекомендують вносити розмелені у борошно граніт і базальт. Але це дорого. У якості мінеральних добрив рекомендують також водоростевий вапняк – донні морські відкладення, які утворюються червоними морськими водоростями. Водоростевий вапняк складається, в основному, з вуглекислого кальцію органічного походження і кремнію. Він містить значну кількість калію, магнію, заліза, мікроелементи. Крім того водоростевий вапняк покращує фізичні і водоутримуючі властивості ґрунту. Його вносять безпосередньо на поверхню або у компост. До мінеральних добрив можна віднести також мелений вапняк, хоча він і не є добривом у повному розумінні слова, а слугує для нейтралізації кислих ґрунтів. Вапняк також вноситься або у ґрунт, або у компост. Замість нього можна вносити мелений мінерал доломіт, або доломітове борошно, яке також нейтралізує та збагачує ґрунт не лише кальцієм, а й магнієм. Добрива, що рекомендуються у природному рослинництві, не потребують точного дозування. Можна забути про дози і дотримуватися загальних рекомендацій. Можна вносити їх восени або навесні, або додавати у компост.