

Лекція. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ (Штучні екосистеми)

1. Техноекосистеми.
2. Агроекосистеми.
3. Екосистема космічного корабля.

2. Агроекосистеми.

(продовження)

Основою існування агроекосистем є взаємодія речовини та енергії. Мікробіологічні процеси забезпечують циклічну динаміку біогеохімії ґрунтоутворення, основним результатом якої є біологічна акумуляція та консервація елементів живлення в кореневмісному шарі ґрунту, що і зумовлює поступовий розвиток його родючості. В агроекосистемах багатовидова природна рослинність замінена на більш одноманітну культурну. При цьому відбувається відчуження біопродукції з поля у вигляді урожаю, в результаті чого зменшується надходження органіки, біогенних елементів та енергії, що призводить до часткового розмикання мікробіологічних процесів. Таким чином, відбувається диспропорція між об'ємом синтезованої рослинної біопродукції і біомаси, яка надходить в ґрунт. Наприклад, при загальній біомасі урожаю озимої пшениці 120–160 ц/га з урожаєм основної продукції відчужується до 65%, а в посівах ярих при біомасі 80–120 ц/га в ґрунт може бути повернуто тільки 30–35 ц/га.

Теоретичні моделі розвитку систем ведення сільськогосподарського виробництва повинні базуватися на замкнених технологічних циклах та високому рівні рециркуляції біогенних елементів, коли відходи одного технологічного процесу є сировиною або базою для наступного, при відносно невисоких витратах ресурсів техногенного походження. З цієї точки зору, важливе значення має співвідношення галузей тваринництва і рослинництва. В значній своїй частині відходи рослинництва є базою для розвитку тваринництва. У свою чергу, відходи тваринництва забезпечують рециркуляцію біогенів в агроекосистемі, тобто повторне їх використання.

Раціональне землекористування, підвищення його сталості, продуктивності й економічної ефективності базується, насамперед, на оптимальній спеціалізації агроекосистеми. Останніми роками в Україні спостерігається стійка тенденція до скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин, звуження спеціалізації господарств на виробництво найбільш прибуткових зернових і технічних культур. Вузька рослинницька спеціалізація виробничих систем передбачає скорочення в структурі посівних площ частки культур з високою здатністю до відновлення середовища, в т.ч. багаторічних бобових трав.

За накопиченням біомаси, яка після збирання урожаю залишається в ґрунті, основні сільськогосподарські культури розташовуються в наступний спадаючий ряд: багаторічні трави, кукурудза, озима пшениця, ячмінь, однорічні трави, горох, цукрові

буряки. Скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин, з одного боку, знижує потребу в вирощуванні таких основних кормових культур як багаторічні трави, кукурудза, пожнивні й поукісні кормові суміші, з іншого – призводить до зниження об'ємів надходження в рослинництво відходів тваринництва і, насамперед, гною. В результаті у сівозмінах баланси органічної речовини й елементів живлення стають негативними, збільшується кількість неприпустимих попередників, погіршується фітосанітарний стан. Таким чином системи ведення господарства, орієнтовані на розвиток галузі тваринництва, завжди більш сталі.

Узагальнення результатів досліджень в стаціонарних дослідах та вивчення особливостей сучасної виробничої діяльності ряду типових для Лісостепу господарств дозволило сформулювати три основних сценарії їх розвитку й функціонування:

Стійке господарство базується на науково обґрунтованій спеціалізації аграрних підприємств, що припускає оптимальне співвідношення галузей тваринництва й рослинництва, культур, які поліпшують ґрунт та негативно впливають на ґрунтову родючість. На цій основі формується оптимальна структура посівних площ, розробляється гнучка система сівозмін із кращими попередниками, застосовуються ресурсо- й енергозберігаючі агротехнології. В результаті відчуження речовини й енергії знижується, зростає рециркуляція, а отже витрати на відтворення родючості ґрунту зменшуються.

Нестійке – впливає з вузької (наприклад зернової) спеціалізації, що припускає переважання в структурі посівних площ інтенсивних культур, застосування високозатратних технологій. У результаті відчуження речовини й енергії зростає і, відповідно, збільшуються витрати антропогенних ресурсів на компенсацію втраченої родючості ґрунту та підтримки певного енергетичного потенціалу агроєкосистеми.

Деструкційне – безповоротне відчуження речовини й енергії без компенсації на відновлення енергетичного потенціалу агроєкосистеми – найбільш поширений на сучасному етапі варіант ведення сільськогосподарського виробництва.

Висока продуктивність агроєкосистем повинна досягатися переважно за рахунок активізації якомога більшого різноманіття біотичних чинників. При цьому «біологізація» виробничих систем здійснюється за рахунок підвищення коефіцієнту використання ріллі шляхом максимального її насичення проміжними кормовими культурами, поліпшення складу культур у сівозмінах. Наявність в агроєкосистемі високопродуктивної тваринницької галузі обумовлює створення відповідної кормової бази.

У свою чергу, повноцінна годівля тварин передбачає забезпеченість раціонів достатньою кількістю протеїну, для одержання якого необхідно розширювати площі посіву багаторічних бобових трав, однорічних бобово-злакових травосумішей, а також кукурудзи на корм у сполученні з бобовими і хрестоцвітими культурами. Отже, наявність сільськогосподарських тварин пов'язана зі збільшенням частки біологічного азоту в агроєкосистемі за рахунок підвищення питомої ваги кормових культур, особливо бобових. Скорочення галузі тваринництва, або її ліквідація, призводить до зменшення площі посіву кормових культур і в тому числі бобових. Як наслідок, набір культур обмежується зерновими й технічними. В результаті необхідно застосовувати більше

азотних мінеральних добрив, зменшується площа оптимальних попередників для зернових культур та погіршується фітосанітарний стан агроєкосистеми з наступним зниженням продуктивності посівів. Таким чином, вирішення питань формування оптимального співвідношення рослинництва й тваринництва, відповідного вдосконалення структури посівних площ дозволяє, з одного боку, нарощувати виробництво більш ліквідної тваринницької продукції, з другого – забезпечити відтворення родючості ґрунту з мінімальним застосуванням ресурсів промислового походження.

При оптимальній кількості тварин і відповідній системі заготівлі та використання кормів, в кругообіг агроєкосистеми повертається 50 і більше відсотків біогенних елементів від їх загального виносу, що безумовно значно зменшує потребу в мінеральних добривах. Наприклад, при реалізації 100 тон зерна за межі землекористування відчужується приблизно 3,5 тон біогенних елементів. При згодовуванні цього зерна сільськогосподарським тваринам за межі землекористування з молоком буде винесено тільки 760 кг елементів живлення, з свининою – 400 кг, з яловичиною – 380 кг. Відповідно виніс азоту з агроєкосистеми, залежно від спеціалізації тваринництва, скорочується в 4–8 разів, фосфору – в 10–25 разів, калію – в 5–50 разів.

Важливо, що особливо суттєво скорочується відчуження фосфору й калію, оскільки на відміну від азоту витратну частину в балансі якого можна компенсувати інтенсифікацією азотфіксації (розширення площі бобових культур, інокуляція посівного матеріалу бактеріальними добривами), запаси P_2O_5 і K_2O в доступній для рослин формі в кореневмісному шарі обмежені й поповнити їх можна тільки за рахунок мінеральних або органічних добрив.

Слід також враховувати, що рециркуляція одних і тих же елементів живлення можлива лише при забезпеченні “герметичності” їх кругообігу в системі: ґрунт – рослинництво – тваринництво – відходи рослинництва й тваринництва – ґрунт. Це забезпечується, головним чином, організацією накопичення та використання всіх ресурсів органічних добрив і, в першу чергу, гною. При його низькій якості потреба в додатковому придбанні мінеральних добрив різко підвищується.

Особлива роль належить тваринництву в підтриманні родючості малопродуктивних ґрунтів. Наприклад, в господарствах Полісся України, в історичному аспекті, корів утримували не стільки для виробництва молока і м’яса, скільки для накопичення органічних добрив, тобто додаткового залучення біогенних елементів з інших екосистем, в т.ч. лучних та лісових.

В умовах радіоактивного забруднення галузь тваринництва відіграє роль своєрідного додаткового бар’єру для радіоактивних елементів у системі ґрунт–рослина–тварина–продукти харчування–людина. При використанні на корм забрудненої фітомаси близько половини радіонуклідів видалається з організму тварини, або накопичується в кістках.

Отже, для сталого та екологічнобезпечного розвитку агроєкосистем ключове значення має оптимізація співвідношення галузей рослинництва й тваринництва, яка полягає в створенні стабільної ланки субрівня, урівноваженої потоками енергії,

кругообігом органічних і мінеральних речовин, підтримуючи стабільність і динамічну рівновагу всіх ланцюгів агроєкосистеми. Реалізувати ці положення можливо тільки при одній умові – підтриманні родючості ґрунтів на оптимальному рівні шляхом збалансованості мікробіологічних процесів речовин і потоків енергії в агроєкосистемах. У цьому відношенні першочергове значення має міжгалузева оптимізація спеціалізації господарської діяльності, яка має бути адаптована до ґрунтово-кліматичних, агроландшафтних і соціально-економічних умов.

Особливої уваги при конструюванні агроєкосистем заслуговують рослини-репеленти, що виділяють відлякуючі комах речовини. Так, обробіток злакових трав навколо посівів квасолі знижує їх ураження цикадками. Перспективні і культури-«пастки». Наприклад, для боротьби з буряковою нематодою використовують ранні посіви хрестоцвітих з подальшим їх загортанням (сидерати). В умовах полікультури нерідко знижується ураження культивованих рослин збудниками хвороб і вірусами унаслідок менших темпів накопичення і розповсюдження інокулюма (інфекційний матеріал, що використовується для штучного зараження рослин патогеном) і вірусів під впливом мікроклімату – зміни вологості, температури, освітленості.

Конструювання агроєкосистеми за принципом сівозміни – це послідовний обробіток різних культур в часі і просторі, що має вирішальний вплив не тільки на родючість ґрунту, але і на виживання фітопатогенів, нематод, комах, бур'янів.

Як дієвий засіб боротьби зі шкідливими організмами здавна використовуються і різні способи обробітку ґрунту. В зв'язку з цим необхідно враховувати, що перехід, наприклад, до мінімальної обробки ґрунту призводить до такої зміни видового складу бур'янів, при якому набувають широкого поширення генетично близькі до оброблюваної культури види рудеральної рослинності. Оскільки в рослинних залишках, що зберігаються на поверхні ґрунту, створюються кращі умови для виживання, зростання і розмноження фітопатогенів, ймовірність виникнення епіфітотій зростає. При мінімальній обробці підвищується виживання і комах-шкідників, зростає їх різноманітність. В той же час зниження температури на 1–4°C і більша вологість ґрунту за цих умов зменшують ураження рослин кукурудзи стебловою гнилизною. Застосування соломи як мульчі знижує чисельність білокрилки, що є переносником вірусу. В цілому мінімальна обробка ґрунту наближає агроценози до природних екосистем, сприяючи не тільки збереженню органічних речовин, але і активації ґрунтових мікроорганізмів і безхребетних.

Чисельні дані свідчать про те, що в умовах використання високих доз азотних добрив, зрошування як потенційно високоурожайних сортів так і гібридів (конкурентоспроможність яких звичайно знижена) істотне зменшення врожайності пов'язане із засміченістю полів. До числа особливо шкідливих для сільськогосподарських культур належить близько 250 видів бур'янів, які зазвичай характеризуються високою насінною продуктивністю. Найбільшу шкоду бур'яниносять в першу третину вегетації культивованих рослин.

Багато бур'янів є резерваторами шкідників. Так, більш 70 родин членистоногих, що вражають культивовані види рослин, використовують бур'яни як кормову базу. В той

же час і корисна ентомофауна нерідко приурочена до рудеральних рослин. Причому наявні дані свідчать про те, що масове розповсюдження сільськогосподарських шкідників з більшою ймовірністю відбувається на незасмічених, ніж засмічених ділянках.

Тому залежність врожайності від щільності популяції бур'янів виявляється нелінійною, а сигмоподібною: низька щільність бур'янів звичайно не впливає на врожайність, а деякі види бур'янів навіть стимулюють зростання культурних рослин.

Необхідний системний підхід до управління динамікою чисельності популяцій бур'янів. Зокрема, слід враховувати різну конкурентоспроможність зернових колосових культур (овес–пшениця–ячмінь).

Людина своєю господарською діяльністю створює штучні екосистеми – агроценози (поля, пасовища, сади, виноградники, парки). На відміну від природних екосистем, до складу яких входять сотні й тисячі різноманітних видів, агроценози характеризуються однотипністю видового складу і вкрай обмеженою здатністю до саморегуляції.

Розміри екосистем (і агроценозів) можуть коливатися від незначних (пеньок, калюжа, город) до дуже великих, що вимірюються гектарами (ліс, озеро, поле). Кожний біогеоценоз характеризується власним колообігом речовин, трансформацією сонячної енергії і продуктивністю біомаси.

У разі незначної амплітуди коливання зовнішніх умов такий біоценоз із наявною динамічною рівновагою може існувати віками. Характерними особливостями його є:

- а) ярусність рослин, що підвищує коефіцієнт використання сонячної енергії, оскільки сумарна площа листків у 5–6 разів перевищує площу ділянки;
- б) висока первинна продуктивність;
- в) наявність різноманітних і численних споживачів утвореної органічної маси, а також довгих, які включають 4–5 ланок, ланцюгів живлення;
- г) здатність до саморегуляції чисельності компонентів усього біоценозу шляхом обмеження числа особин за принципом прямого і зворотного зв'язку;
- д) відсутність невикористаних органічних решток, практично повна їх мінералізація.

У зв'язку з тим що агроценози утворені невеликим числом видів, саморегуляція в них здійснюється недостатньо, що потребує активної турботи про них з боку людини. Для боротьби з бур'янами і шкідниками використовують хімічні засоби захисту (гербіциди, інсектициди). Проте хімікати впливають не лише на бур'яни і шкідників, а й на інші, корисні рослини і тварин. Не байдужі вони і для здоров'я.

3. Екосистема космічного корабля.

Однією з захоплюючих галузей екології є створення замкнених або напівзамкнених екосистем для життєзабезпечення людини під час тривалого космічного польоту. Останнім часом мова вже йде про екосистеми, які мають забезпечити існування поселень людей на Місяці чи на Марсі. Побудова такого роду системи життєзабезпечення безпосередньо пов'язане з екологією і теорією систем. Загалом з багатьох критеріїв, які має задовольняти система життєзабезпечення, лише два мають

першочергове значення: 1) відповідність умовам космічного польоту і 2) стабільність і надійність.

З'ясувалося, що багатовидова система дуже невігідна в сенсі маси і площі, проте її застосування глибоко обґрунтовано за умови, що всі основні біогеохімічні цикли і напрямки потоку енергії будуть розроблятися як єдине ціле. Результати досліджень лабораторних мікроекосистем не можна безпосередньо використовувати для космічних потреб, оскільки вони занадто малі, проте вони показали дуже високу стабільність, яка обумовлена їхнім різноманіттям. Зокрема, з'ясувалося, що метаболізм змішаних культур менш чутливий до змін температури, ніж метаболізм чистих культур (Бейерс, 1962), і що в стані клімаксу вони більш стійкі до іонізуючого випромінювання, ніж перехідні чи ранні стадії сукцесії (Кук та інші, 1963).

Нарешті, ціле коло проблем, пов'язаних навіть з найграндіознішою зі створених людиною замкнених екосистем («Біосфера-2»), свідчить, що наразі ще неможливо створити цілком збалансовану замкнену екосистему. І цим також всі штучні екосистеми істотно відрізняються від природних.

Проте саме за допомогою штучних екосистем, як моделей ноосфери, людині вдалося не лише глибше і ретельніше вивчити складні процеси в біосфері, а й взагалі стимулювати людський розум на пошуки оптимальних рішень проблеми виживання у майбутньому.

Усі дослідники одностайні в наступному: необхідно різко знизити навантаження на біосферу, змінивши концепцію необмеженого споживання «дарів природи» (яка була стратегією методології економічного мислення впродовж багатьох десятиріч) на концепцію екологізації людської діяльності.