

УДК 504.54(477)

ПРИНЦИПИ БІОПОЗИТИВНОСТІ ТА НАПРЯМИ ОХОРОНИ І ЗБЕРЕЖЕННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ

Ю. Гуцуляк, д.е.н.

Львівський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Сьогодні проблема охорони природи розглядається як проблема раціональної організації всього господарства, формування його галузевої та регіональної структури, розміщення з урахуванням природоохоронних чинників і раціонального використання ресурсів. Будь-яка господарська стратегія в регіоні повинна виходити зі структури ландшафтів, що реально склалася. Це зумовлює відповідні витрати на реконструкцію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку В.І. Булатова, «агроекосистема – це просторово обмежена, штучно створена, нестабільна, взаємозв'язана сукупність біотичних і частково змінених абіотичних компонентів, характерною особливістю якої є відносно стійке функціонування в часі за наявності постійного потоку антропогенної енергії і яка існує для отримання заздалегідь визначеної кількості сільськогосподарської продукції» [2].

Зазначимо, що загальноприйнятого визначення агроекосистеми досі не існує і як синоніми використовуються такі терміни: агроценоз, агрофітоценоз, агробіогеоценоз, агробіоценоз. У словнику Н.Ф. Реймерса і А.В. Яблокова агроекосистема та агробіогеоценоз трактуються як синоніми.

Постановка завдання. Необхідне знання еколого-антропогенних модифікацій ландшафтів. Новостворювані або виробничі комплекси, що реконструюються, повинні бути органічно пов'язані, закономірно витікати з природних, розкривати потенційні можливості, приховані в ландшафті.

Виклад основного матеріалу. Агроекосистема (АгЕС) – елементарний осередок, елементарна структурна одиниця агробіогеоценозу, що представляє спільноту ценозів автотрофної рослинності, гетеротрофів і редуцентів, які знаходяться в безпосередній взаємодії [3].

Загальним для всіх сучасних визначень агроекосистеми є акцент на те, що ці системи не можуть існувати без додаткового надходження антропогенної енергії. Досконаліше визначення тлумачення агроекосистеми – справа майбутнього, як підсумок консенсусу між ученими, що працюють у цій галузі, як сукупний результат усіх знань про предмет, які є в розпорядженні науковців на сьогодні.

Труднощі оптимізації сучасного АПК за екологічним критерієм (з урахуванням екологічного імперативу) полягають, передусім, у необхідності моделювання природного середовища в умовах "невизначеності розміщення підприємств АПК". Саме тому першочерговими завданнями повинні стати: усебічна оцінка потенціалу геосистем (ландшафтів, природно-територіальних комплексів) і визначення їх придатності до різних видів використання (агроекологічне районування), конструювання агроекосистем з поліваріантними прогностичними рішеннями; створення моделей розміщення підприємств АПК, тобто оптимізація розміщення виробництва за ландшафтно-басейновим принципом [6].

Стратегія багаточинника адаптивної інтенсифікації АПК розглядається як передумова стійкого розвитку виробництва, що базується на агроекологічній ідеології.

Таким чином, конструювання стійких агроекосистем з відносно замкнутими циклами кругообігу речовин, енергії та інформації на базі раціонального використання природних ресурсів з мінімізацією негативних наслідків стає основним завданням сучасної агроекології. Стратегічною метою оптимізації АгЕС слід вважати не одностороннє вирощування продукції, а поліпшення всіх параметрів її функціонування, що сприятимуть збереженню та відтворенню природних ресурсів. Науковою основою сучасного сільськогосподарського виробництва повинен стати вибір економічних альтернатив у рамках екологічного імперативу на основі адаптивного підходу [4].

Адаптивний підхід редукується до вимоги максимальної фіксації сонячної енергії (як неминуча плата за кількість і якість продукції, що виробляється).

Екологічне мислення в розвитку сільськогосподарського виробництва вимагає, щоб сучасному рівню розвитку екології відповідали наукові критерії кількісної оцінки складної цілісної біолого-виробничо-економічної системи агропромислового комплексу не просто зі сільським господарством як центральною ланкою, а зі стрижньовим блоком – агроекосистемою.

У методологічному аспекті конструювання АгЕС бачиться як міждисциплінарна наукомістка програма досліджень, що формується для вирішення завдань з екологічної оптимізації розміщення і господарювання в ландшафті за різних рівнів інтенсифікації і складається з п'яти різнорівневих блоків, які наведено в таблиці.

Фундаментальне вирішення цих завдань вимагає сучасного знання принципів організації та стійкого функціонування АгЕС і базується на арсеналі всіх методів сучасного природознавства. Тому конструювання систем повинно бути спрямоване, передусім, на підвищення адаптивного потенціалу рослин і стійкості ґрунтів, розробку енергоощадних технологій, оптимізацію структури агроекосистем, оптимізацію використання екологічної ємності ландшафтів, тобто оптимальні відмінності АгЕС і сільськогосподарського виробництва в цілому – на принципах цілісності, адаптивності, критеріальності. Результати досліджень, безпрецедентних за своєю складністю, повинні служити обґрунтуванню рекомендацій, які виявляться ефективними і такими, що можуть бути практично реалізовані. Деякий досвід цих робіт висвітлено в працях [1; 2; 5].

Найважливішою ознакою стійкості антропогенно перетвореного ландшафту є його структура та, передусім, співвідношення між агроекосистемами і природними біогеоценозами.

Таблиця

Конструювання агроекосистеми (у категоріях біологічних наук)

Рівень	Процес	База знань	Вимоги
Локальний	Конструювання рослин	Генетика, селекція, фото-біотехнологія, фізіологія, біохімія, мікробіологія, гена інженерія, землевпорядкування	Продуктивність, якість урожаю, стійкість до чинників, генотипічна адаптивність
Регіональний	Конструювання популяцій агрофітоценозу	Рослинництво, фітофізіологія, біохімія, агрохімія, біогеотехнологія, мікробіологія, ґрунтознавство	Продуктивність, якість, стійкість до чинників
	Конструювання АгЕС	Агроекологія, ґрунтознавство, землеробство, ландшафтознавство, математичне моделювання, кліматологія	Стійкість функціонування системи, замкнутість циклів кругообігу речовин, адаптивність, екологічний імператив
	Конструювання ландшафту	Екологія, агроекологія, ландшафтознавство, ґрунтознавство, біогеохімія, інформатика, математичне моделювання, кліматологія	Екологічний імператив, стійкість функціонування системи, замкнутість циклів кругообігу речовин
Глобальний	Конструювання агроекосфери	Екологія, агроекологія, космічна біологія, біогеохімія, математичне моделювання, кібернетика, кліматологія	Екологічний імператив

На думку В. В. Докучаєва (1883), структура агроландшафту повинна визначатися кліматичними, ґрунтовими умовами, а також біологічними особливостями основної оброблюваної культури, що спрощується в даному регіоні, тобто для агроландшафтів вірним є принцип "структура-функція". Проте досі відсутня

методологія вирішення цих проблем. Однак відомо, що структура природних екосистем забезпечує ефективне самовідтворення популяцій флори та фауни.

Одним з основних чинників підвищення ефективності використання природних ресурсів у системі чинників інтенсифікації АПК і необхідним елементом конструювання АгЕС є науково обґрунтоване агроекологічне районування в мету раціональнішого розміщення видів і сортів культур у природних зонах, що максимально відповідають екологічним умовам. Окрім раціонально-екологічного розміщення сільськогосподарських культур, необхідна система адаптивного землеробства, що забезпечує їх обробіток у регіоні.

Необхідним компонентом досліджень повинен бути напрям, присвячений вивченню механізмів фотосинтезу та метаболізму рослин і способів реалізації їх адаптивних систем при агрохімічній інтенсифікації виробництва. На наш погляд, перспективним є пошук інформативних показників для динамічної моделі та її фізіологічного блоку, нових нетрадиційних шляхів управління продукційним процесом і стійкістю ценозів, особливо в зонах ризикованого землеробства. Стійкість агроекосистем багато в чому залежить від біологічної структури агрофітоценозу, у тому числі стійких рослинних компонентів: мутантів, трансгенних рослин аллоцитоплазматичних гібридів. У цих рослин цілеспрямовано створюється комплекс стійкості таких основних фізіологічних процесів, як вуглецеве і кореневе живлення. Разом з тим, еколого-фізіологічна характеристика генотипу може бути інтегрована як сукупність можливостей інтенсивності енерго- і масообміну рослини з середовищем або як сукупність тимчасових змін екологічних чинників і фізіологічних функцій рослин [3].

У природних умовах цикли біофільних елементів урівноважені, що дає змогу уникнути негативної дії на стан здоров'я людини. Порушення харчових ланцюгів живлення в агроекосистемах у результаті масованого застосування агрохімікатів чинить негативну дію на природні екосистеми, змінюючи їх структуру та зв'язки, це створює умови для виникнення технобіогеохімічних провінцій, що негативно впливають на здоров'я людини. Тому першочерговим завданням є пошук і розробка шляхів зниження негативної дії високих доз агрохімікатів, поллютантів та їх метаболітів на організм теплокровних і ентомофауни природних екосистем, їх видовий склад і стійку продуктивність.

За характером дії на природні й антропогенні чинники АгЕС можуть бути лімітуючими, нормальними, оптимальними і пригноблюючими. Відмінною рисою у дії чинника є комплексність (поліфункціональність), у чому легко переконатися на прикладі дії азотних добрив. Відомо, що в ґрунтах не формується перехідний пул азотистих сполук, не забезпечується достатній рівень родючості ґрунтів, і перед виробничниками постійно стоїть завдання про додаткове щорічне застосування азотних добрив. Тому азотні добрива є одним із найважливіших антропогенних чинників, що визначають стійке і стабільне функціонування АгЕС. Водночас азотні добрива можуть чинити й негативну дію на стан АгЕС. Зрозуміти всю сукупність негативної дії азотного добрива можливо тільки на основі вивчення механізмів відгуку на нього окремих компонентів АгЕС. Так, за певних умов азотні добрива можуть підсилити біологічну і хімічну мобілізацію активної фази органічної речовини ґрунту, що може призвести до дестабілізації внутрішньо-

грунтового циклу азоту і додаткового утворення великої кількості нітратів, які накопичуються в надмірних кількостях у продукції і природних водах або, трансформуючись до $\text{NO}_2\text{-N}_2$, втрачаються у вигляді газоподібних сполук. Завдання оптимізації – конструювання і управління АгЕС – охоплює, таким чином, складний комплекс проблем, дослідження яких передбачає використання математичного опису і моделювання на всіх рівнях дослідження, починаючи з моделювання об'єкта. На етапі математичного моделювання, окрім завдання вивчення статистики об'єкта, вирішуються завдання дослідження його динаміки, поведінки відносно збурюючих дій, що управляють. На цьому етапі АгЕС розглядається як система, що володіє певними динамічними властивостями: інерційністю, тимчасовими запізнюваннями в появі наслідку, емпіричними характеристиками тощо.

Другий етап – пошук стійкого стану, пошук оптимуму, тобто такого стану, до якого слід прагнути і, досягнувши якого, необхідно його підтримувати. Саме поняття і його зміст вельми невизначені, а загальнотеоретична проблема оптимального стану екосистем далека від свого рішення. Будуть потрібні величезні дослідження для деталізації ланок системи, опису процесів у строгій математичній формі. При цьому необхідно забезпечити комплексний підхід, оскільки без урахування взаємодії компонентів АгЕС оптимізація заходів щодо забезпечення стійкості та екологічності (адаптивності) практично неможлива [3].

Реалізація перспективних напрямів пов'язана як з побудовою повних динамічних моделей родючості, так і емпіричних моделей продукційного процесу. Так, наприклад, модельний підхід у рослинництві пов'язаний з математичним моделюванням рослинних співтовариств з просторовою структурізацією початкового просторово однорідного співтовариства. Як основний момент моделі використовується уявлення про рослину, що вільно росте. Передбачається достатньо проста методологія математичного й імітаційного моделювання, що зв'язує фундаментальний початок наукових досліджень з їх прикладним завершенням. В ідеалі на виході селекційної процедури повинен з'явитися новий сорт разом з його моделлю. На моделях співтовариств моделей рослини даного сорту може бути оцінена ефективність кожної технології в певній погодній і ґрунтовій ситуації.

Так можуть створюватися банки певних видів рослин, що вивчаються, що, зрештою, дасть змогу фахівцеві в режимі діалогу з ЕОМ вибрати відповідний сорт і відповідну технологічну схему або, можливо, набір сортів і оцінити відсоток ризику вибраної системи рослинництва. За такої системи прогнозування й організації рослинництва природні певні зміни в методах і пріоритетах селекційної роботи. Отже, багато "проміжних" сортів, що зараз не використовуються, можуть у разі кількісного об'єктивного порівняння виявитися в деяких ситуаціях корисними або навіть оптимальними, тобто кількість практичних сортів може бути збільшена.

Стратегія оптимального використання сільськогосподарських земель у кожному конкретному випадку визначається на основі екологічної оцінки угіддя, а, оскільки характер будь-якої ділянки визначається десятками складно взаємодіючих чинників і кількість їх поєднань практично невичерпна, першим завданням агроекології є редукція цієї різноманітності до обмеженої кількості "екологічних типів земель" з оцінкою їх актуальних і потенційних можливостей, насамперед за

характером рослинності, що є унікальним індикатором стану природного середовища.

Найважливішою якістю, що характеризує стійкість ґрунту, є його структура. Повинна бути розроблена стратегія діагностики деградації структури ґрунту на різних рівнях організації: іонно-молекулярному, рівні елементарних ґрунтових часточок, агрегатному (визначають практично всі "близькі" взаємодії: обмін, сорбція і т. д.), на горизонтальному і профільному (визначає водний режим ґрунтового профілю, а отже, транспорт речовин), на рівні ландшафту і ландшафтних систем (визначає водний режим і баланс регіону, тобто кругообіг води і речовин); способи визначення допустимих і критичних обсягів антропогенних навантажень, які визначають функціонування ґрунтів; перелік параметрів, показників і їх кількісних взаємозв'язків, що характеризують стійкість функціонування ґрунтів на різних рівнях або функціонально ламкі рівні організації ґрунту.

За допомогою лабораторних і польових експериментальних розробок, а також машинних експериментів можуть бути обґрунтовані: математична модель трансформації органічної речовини в ґрунті, прогностична модель еволюції ґрунтово-фізичних процесів в АгЕС. В основі математичних моделей цих процесів лежать основні закономірності енерго- і масопереносу, обґрунтовані у фізичній хімії і термодинаміці і трансформовані для ґрунту.

Концепція стійкого розвитку агроecosystem на принципах адаптивної інтенсифікації орієнтується на подальший розвиток ландшафтної мікробіології, мікробної екології і мікробної агробіотехнології.

У рамках концепції адаптивної інтенсифікації АПК основні завдання, що стоять перед мікробіологією, зводяться до:

- дослідження механізмів стійкості мікробних ценозів АгЕС в умовах зростаючого антропогенного навантаження; визначення закономірностей, параметрів і критеріїв, що характеризують і забезпечують стійкість мікробних ценозів;

- розробки наукових основ ландшафтної мікробіології, що охоплює дослідження: структури й динаміки мікробних ценозів, внутрішньої ієрархії підсистем і компонентів; впливу складу і динаміки мікробного ценозу АгЕС на різні сторони сільськогосподарського виробництва; продуктивності сільськогосподарських культур; супресивності ґрунтів стосовно фітопатогенної мікрофлори; біопестицидних властивостей компонентів мікробного ценозу; закономірностей і шляхів розповсюдження фітопатогенної мікрофлори; динаміки потоків органічної речовини в ризосфері;

- дослідження адаптаційного потенціалу мікробних ценозів під час вступу полунтантів в АгЕС; особливості реакції на хімічний стрес мікробного ценозу, окремих його підсистем, різних фізіологічних і екологічних груп мікроорганізмів, мікробних асоціацій ризосфери і ризоплану; дослідження адаптаційного потенціалу окремих видів мікроорганізмів на рівні генетичних і біохімічних механізмів; дослідження дії мікробних ценозів на адаптацію до хімічного стресу і відновлення АгЕС.

Таким чином, фронт досліджень і практичних робіт, спрямованих на конструювання, корекцію і відновлення мікробних ценозів стійких агроecosystem, керованих на основі принципів адаптивної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, надзвичайно широкий і становить довготривалу програму. На початковому етапі реалізації цієї програми найдоцільніше проводити дослідження в декількох напрямках паралельно в спеціально вибраних об'єктах [3].

Як об'єкт дослідження найдоцільнішим є використання "втомлених", "стомлених" або "проблемних" ґрунтів зокрема і особливо – тих, що різко знизили біопродуктивність у результаті надмірного застосування агрохімікатів, наприклад гербіцидів. Дослідження процесу відновлення (природного) агроecosystem, відновлення родючості ґрунту і мікробного ценозу, моделювання цього процесу в умовах стаціонару і лабораторії (експериментальні ділянки, ґрунтові моноліти, лізиметри, мікрокосми) може бути методом вирішення низки сформульованих питань, а саме:

- динаміка, закономірності, критерії природного відновлення мікробного ценозу агроecosystem;
- найменш стійкі таксономічні, фізіологічні, екологічні групи мікроорганізмів, їх роль в аллелопатії рослин;
- вплив структури і динаміки мікробценозу ландшафту на відновлення стійких мікробних ценозів продуктивних агроecosystem;
- реакція мікробценозу агроecosystem на антропогенні стреси і відображення цієї реакції на стійкості агрофітоценозу;
- оцінка адаптаційного потенціалу мікрофлори ґрунту в умовах антропогенного хімічного стресу;
- механізми генетичного, біохімічного рівнів популяції, що визначають адаптаційний потенціал мікробного ценозу агроecosystem.

Основний недолік сучасної екології – відсутність метатеорії, загальної концепції, яка здатна об'єднати десятки приватних "екологій" в цілісну ієрархічну багаторівневу систему уявлень і концепцій, взаємозв'язаних об'єктивними внутрішніми зв'язками. Концепція стійкого розвитку у варіанті адаптивного інтенсивного ведення сільського господарства може стати такою інтегруючою базою, що включає як необхідний елемент мікробну екологію і мікробну біотехнологію стійких високопродуктивних агроecosystem.

Фундаментальний факт науки полягає в тому, що тільки незбурена біота здатна протистояти стресам, зокрема антропогенному тиску, забезпечуючи стійке функціонування біосфери. Біота підтримує певний хімічний склад природного середовища.

За мільйони років еволюції відібрані тільки ті види, а також співтовариства видів, які здатні це забезпечити. При заміні природної біоти культурними видами останні у всіх випадках втрачають здатність не тільки компенсувати збурення зовнішнього середовища, а й забезпечувати з необхідною точністю замикання кругообігів речовин за відсутності збурень. Збереження різноманітності живих організмів, що виникли в результаті тривалої еволюції, необхідне не тільки для підтримки генофонду, скільки через їх здатність у складі природних співтовариств забезпечувати стійкість природного середовища. Ось чому збереження біосфери є

необхідною умовою екологічної безпеки і стійкого соціально-економічного розвитку.

Висновки. На всій території України необхідно виявити (створити) мережу екологічно стабільних ландшафтів з екологічно стабільними формами (лісовими, луговими, орними і т. д.) з урахуванням природної і керованої трансформації угідь у різних зонах, яка забезпечила б ізоляцію екологічно нестійких областей (екосистем, ландшафтів), зупинила тренди, що загрожують екологічній стабільності. Ключове значення в ізолюванні окремих нестійких утворень, зокрема АгЕС, мають лісові насадження, природні і напівприродні постійні трав'яні насадження, болота і западини з розкиданими деревами.

Проекти трансформації угідь за типами: степ-рілля, ліс-рілля-луг; степ-луг, ліс-луг (для лісостепу); степ-рілля, степ-луг (для степу) – відомі. Доцільним є збільшення трансформації деяких угідь під територію, що охороняються (зелені зони навколо міст, водозахисні смуги річок, заповідники, пам'ятки природи тощо) [3].

Однак лише після того, як статичні і динамічні властивості АгЕС або її компонентів вивчені і бажані стани визначені, починається етап пошуку законів управління, здатних за найменших витрат вивести систему в заданий стан і підтримати його. На цьому етапі спочатку АгЕС переводиться в заданий стан (процес тривалий, суперечливий, такий, що вимагає великих капіталовкладень), а потім підтримується функціонування на цьому рівні, визначаються допустимі відхилення параметрів від заданих значень. Саме тут висувається проблема інформаційного забезпечення, тобто екологічний моніторинг.

Бібліографічний список

1. Андришин М. В. Эффективность организации использования земельных ресурсов / М. В. Андришин, Т. П. Магазинщиков. – Львов : Вища шк., 1981. – 172 с.
2. Булатов В. И. Функциональная организация и управление в антропогенных ландшафтах / В. И. Булатов. – М. : Мысль, 1977.
3. Гуцуляк Ю. Г. Концептуальний підхід до конструювання агроєкосистем: сталий екологічнобезпечний розвиток природокористування / Ю. Г. Гуцуляк. – Чернівці : Прут, 2009. – 48 с.
4. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1990.
5. Конструирование устойчивых агросистем / О. А. Соколов, В. И. Кирюшин, Б. Н. Золотарева, Л. А. Головлева. – Пушкино : Стратегия, 1993.
6. Рюмина Е. В. Экологический фактор в экономико-математических моделях / Е. В. Рюмина. – Пушкино : АН СССР, 1990.

Гуцуляк Ю. Принципи біопозитивності та напрями охорони і збереження агроєкосистем

Розглядаються пропозиції щодо екологізації сільськогосподарського виробництва і пропонується перехід усієї людської діяльності в природі на біопозитивну (природоошадну і природовідновлювальну) основу. На основі постулатів екології, низки законів біоніки, а також сучасних технологій нами розроблені загальні принципи біопозитивності всієї техніки і технології.

Ключові слова: агроєкосистема, агроценоз, агробіогеоценоз, агробіоценоз, конструювання агроєкосистем, оптимізація.

Husulyak Y. Principles of biopositiveness and directions of guard and maintenance of agroecosystems

Suggestions are examined in relation to the ecologization of agricultural production, and passing of all human activity is offered to nature on biopositive basis. On the basis of postulates of ecology, row of laws of bionics, and also modern technologies, we are work out general principles of biopositiveness of all technique and technology.

Key words: agroecosystem, agrocoenosis, agrogeobiocenosis, agrocoenosis, constructing of agroecosystems, optimization.

Гуцуляк Ю. Принципы биопозитивности и направления охраны и сохранения агроэкоосистем

Рассматриваются предложения по экологизации сельскохозяйственного производства и предлагается переход всей человеческой деятельности в природе на биопозитивную (природосберегающую и природовосстанавливающую) основу. На основе постулатов экологии, ряда законов бионики, а также современных технологий нами разработаны общие принципы биопозитивности всей техники и технологии.

Ключевые слова: агроэкоосистема, агроценоз, агробиогеоценоз, агробиоценоз, конструирование агроэкоосистем, оптимизация.