

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ В АГРОЕКОЛОГІЇ

(настановча лекція, 4 год.)

План: 1. Місце агроєкології в системі наук. 2. Об'єкт, предмет та задачі агроєкології. 3. Методи агроєкологічних досліджень. 4. Застосування системної парадигми в агроєкології. 5. Екологічна ситуація в агросфері України. 6. Понятійно-термінологічний апарат агроєкології. 7. Поняття про агроєкосистему. 8. Рівні організації та типи агроєкосистем. 9. Еволюція поняття і структури агроєкосистеми. 10. Екологічні чинники агроєкосистем. 11. Закони розвитку агроєкосистем. 12. Загальні уявлення про мінімальну обробку ґрунту і пряму сівбу. 13. Екологічні особливості землеробства без обороту шару. 14. Захисна й ґрунтоутворююча роль рослин і їхніх пожнивних залишків. 15. Головні терміни та визначення. 16. Зміст екологічної конверсії та її особливості у рослинництві і тваринництві. 17. Біологічне землеробство як головна складова екологічної конверсії. 18. Основні системи біологічного землеробства. 19. Біотехнології в землеробстві і тваринництві.

1. Місце агроєкології в системі наук. У більшості країн світу характер сільськогосподарського виробництва визначається пріоритетом споживчої функції. Забезпечення населення продовольством і сировиною потребує значної інтенсифікації усіх галузей сільського господарства, що спричинило деградаційні процеси в агросфері. Коли на початку ХХ ст. вони ще мали локальний характер, то нині стали широкомасштабними і глобальними, потребують швидкої оптимізації сільськогосподарського виробництва.

Агроєкологія формується як самостійна наука на стиках багатьох дисциплін. Її основою, з одного боку, є природничі науки, що входять у комплекс, загальна екологія, фізика, хімія, морфологія, анатомія, фізіологія, географія рослин, ґрунтознавство, метеорологія, гідрологія, біохімія, генетика, математика тощо, а з іншого — в число виробничих наук про вирощування культур та виробництво продукції тваринництва: землеробство, рослинництво, агрохімія, кормовиробництво, овочівництво, садівництво, селекція, тваринництво та ін. Крім того, агроєкологія тісно пов'язана з охороною природи і соціальною екологією. Ведення сільського господарства можна розглядати як управління екосистемою з метою отримання продукції рослинництва і тваринництва, необхідної для харчування людей, та сировини для переробної промисловості.

На основі методологічних підходів агроєкології — моделювання, комплексності і системної парадигми — слід передбачити чітку екологічну орієнтацію усіх ланок науково-технічного прогресу, залучення широкого кола спеціалістів до розв'язання прикладних проблем екології й агроєкології, проведення екологічної експертизи, моніторингу, суворого контролю за реалізацією природоохоронних заходів; виховання екологічного світогляду населення.

2. Об'єкт, предмет та задачі агроєкології. Агроєкологія розглядається як самостійна частина загальної екології, у якій з нею існують найтісніші методологічні зв'язки. Екологія у буквальному розумінні — це наука про організми «у себе дома». Зазвичай екологію визначають як науку про відношення організмів до середовища, що їх оточує. Вона належить до фундаментальних підрозділів біології, які досліджують якість життя на надорганізменому рівні організації. У центрі поняття сучасної екології — *концепція екосистеми*.

Об'єкти досліджень екології як науки, що вивчає вплив компонентів (елементів) середовища на організми, різноманітні і складні. Компоненти середовища, які впливають на організми рослин або тварин, називають *екологічними чинниками* (світло, температура, вода, повітря, поживні речовини). *Угруповання у їх взаємовідносинах із навколишнім середовищем* також є об'єктами екологічних досліджень.

Загальноприйнятого визначення поняття «агроекологія» ще немає. У словнику-довіднику «Природовикористання» (М.Ф. Реймерс, 1990) зазначається: агроценологія (агроекологія) — і наукова дисципліна про агроценози, що як центральний об'єкт розглядає вид або сорт, заради якого створюється агроценоз. У тлумачному термінологічному словнику «Екологія та охорона навколишнього середовища» (1998) агроекологією (сільськогосподарською екологією) названо розділ прикладної екології, що вивчає вплив чинників середовища (біотичних і абіотичних) на продуктивність культурних рослин, а також структуру й динаміку угруповань організмів, які живуть на сільськогосподарських полях, вплив агробіоценозів на життєдіяльність культурних рослин.

Згідно з сучасними уявленнями **агроекологія** — це комплексна наукова дисципліна, яка вивчає взаємодію людини з навколишнім середовищем у процесі сільськогосподарського виробництва, вплив сільського господарства на природні комплекси та їх компоненти, взаємодію між компонентами агроєкосистем і специфіку колообігу в них речовин, перенесення енергії, характер функціонування агроєкосистем в умовах техногенних навантажень.

Головними цілями створення і підтримки людиною агроєкосистем є: забезпечення стійкого виробництва якісної продукції, максимальне використання природного біоенергетичного потенціалу, збереження і відтворення природно-ресурсної бази аграрного сектору, виключення і мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище.

Предметом вивчення агроєкології є штучні фітоєкосистеми (посіви і насадження сільськогосподарських культур, тваринницькі ферми та комплекси, а також аграрні ландшафти у взаємозв'язку з середовищем проживання). Агроєкологія розглядає системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур, виробництва продукції тваринництва з погляду витрачання і відтворення природних ресурсів, оцінює обґрунтованість екологічних рішень. Вона має розробляти теоретичні основи для екологічно маловідходного і нешкідливого виробництва продукції рослинництва і тваринництва, таке формування агроландшафтів, щоб вони зберігали гармонійну рівновагу з біосферою.

Крім того, агроєкологія в доповнення до сільськогосподарської практики має великі можливості щодо забезпечення зростання виробництва сільськогосподарської продукції нарівні з генною інженерією, біотехнологією виробництва. Причому цей ріст не супроводжуватиметься шкідливими для природного середовища побічними ефектами¹.

Головне і, мабуть, кінцеве завдання сільськогосподарської екології — завжди знаходити найоптимальніші співвідношення у вирощуванні рослин і тварин за певних умов середовища. Мірилом цього співвідношення є врожай, продуктивність тварин, які крім кількісних показників характеризуються високою якістю продукції, чистотою навколишнього середовища.

3. Методи агроєкологічних досліджень. Агроєкологія як розділ екології вивчає специфіку різних середовищ життя і взаємозв'язки організмів та середовища з метою керування чисельністю популяцій як в умовах природних, так і культурних біоценозів (агробіоценозів). Для вирішення своїх завдань вона використовує методи і досягнення багатьох суміжних наук, що дало їй змогу розв'язати специфічні проблеми і стати теоретичною основою охорони сільськогосподарських угідь.

¹ Відомо, що потенційна, генетично обумовлена продуктивність сучасних сортів культурних рослин досить висока. Для зернових вона досягає 200 — 300 ц/га, для цукрових буряків і картоплі — 1200 — 1300 ц/га. В умовах реального виробництва в агроєкосистемах реалізується тільки 15 - 30 % потенційної продуктивності. Недоотримання 85—70 % потенційного врожаю може бути спричинене також обмежувальною дією екологічних і ценотичних чинників.

Методи екології умовно поділяють на три основні групи: спостереження *в природі, експеримент і моделювання*. Агроекологічні дослідження зазвичай є *польовими* (стаціонарними або маршрутними) і *лабораторними*.

Під час проведення *польових досліджень* агроеколог має змогу не тільки спостерігати за життєдіяльністю організмів у реальних умовах, а й широко використовувати природний і штучний експеримент, за якого організм завжди потрапляє в незвичні умови, виявляє окремі боки своєї життєдіяльності.²

У *лабораторних дослідженнях* часто застосовують фізіологічні й агрохімічні методи (здебільшого для вивчення відношення організму, який досліджується, до абіотичних чинників). Проте основою агроекології є *кількісні методи досліджень*³.

Методи кількісного обліку організмів різноманітні і залежать від середовища проживання та характеру об'єкта — його розміру, рухливості, способу життя тощо. Розрізняють *суб'єктивний і об'єктивний облік*. *Суб'єктивний* облік є приблизною оцінкою чисельності організмів, виражений у невизначених термінах «багато», «середньо», «мало», або в одиницях різних шкал, балах тощо. За такою методикою результати обліку, проведеного різними дослідниками, можуть певною мірою не збігатись, а іноді виявляються непорівнюваними через суб'єктивні погляди спостерігачів на характер щільності організмів.

На відміну від суб'єктивного, *об'єктивний облік* характеризується максимальним наближенням до справжнього положення.

Облік організмів може бути *візуальним* (окомірним) та *інструментальним* (за допомогою приладів різних ступенів складності й точності).

Розрізняють *повний і вибірковий облік* організмів, а також *лінійний, ділянковий і об'ємний*. *Лінійний облік* застосовують для реєстрування особин, що трапляються на маршруті, яких спостерігач визначив у межах видимості. *Ділянковий* — для підрахунку всіх організмів, які проживають на земній поверхні, дні водойм, паразитують на тваринах і рослинах, тощо. *Об'ємний* — залежно від товщини шару води і ґрунту.

В останні роки для вирішення агроекологічних проблем часто вдаються до *методу моделювання*. Як модель матеріальна копія об'єкта екології зазвичай до певної міри спрощена. Наприклад, акваріум можна розглядати як модель ставка. На таких моделях отримують чимало корисної інформації, але загалом їх значення в екології порівняно обмежене. Реальні екосистеми — багатовидові, комплексні об'єкти, тоді як їхні моделі — значно спрощені, часто виявляються досить дорогими і потребують багато часу. Інший рід матеріальних моделей — реальні об'єкти природи, спеціально виділені для вивчення — «модель особини», «модель популяції» та ін.

Ширше в екології використовують *абстрактні моделі*. Залежно від апарату дослідження абстрактні моделі поділяють на *вербальні, графічні і математичні*.

Вербальні моделі є суто словесними описами елементів і процесів екосистеми. Вони непридатні для дослідження й прогнозування систем, але в самому процесі моделювання відіграють важливу роль⁴. *Графічні моделі* — це схематичні зображення компонентів системи і зв'язків між ними. Для дослідження екологічних і агроекологічних процесів досить широко застосовують абстрактні моделі. Ю.А. Злобін (1998) вважає основними видами моделей, які застосовують у дослідженнях, аналого -матеріальні, абстрактно-вербальні, абстрактно-математичні:

² У польових дослідках поєднані різні типи і методики досліджень. Наприклад, визначають видовий склад об'єктів живлення, ворогів, паразитів та інших організмів, з якими вид, що вивчається, знаходиться в тих чи інших взаємовідносинах.

³ Еколог вивчає організми в біоценозі: досліджує середовище проживання — біотопи, кормові ресурси, живлення і розмноження організмів, їх добове і сезонне життя, що визначає міграцію. Агроекологія організмів виявляється в чисельності (щільності) популяцій, яка підлягає складній сезонній і багаторічній динаміці.

⁴ Чим ближча вербальна модель до реальної, тим точніше вона відбиває суть екологічної системи, тим правильнішими виявляються створені на її основі матеріальні та інші моделі. Успіх конструювання вербальних моделей безпосередньо залежить від рівня екологічної освіти дослідника, точності використання ним термінів і понять екології.

Математичні моделі описують екологічну систему одним чи кількома математичними виразами⁵. Так, математична модель росту популяцій у момент часу t має такий вигляд:

$$P(t) = P_0 \frac{rt}{e}$$

де P_0 — початкова чисельність популяції; e — основа натурального логарифма; r — швидкість росту популяції; t — час; $P(t)$ — чисельність популяції в момент часу t .

У цій моделі ріст популяції повністю визначається параметрами P_0 , r і t . Тому її називають *детерміністською*. Проте біолого-

Використання математичних моделей потребує досить вільного володіння екологом математичним апаратом. До розрахунків сьогодні широко залучені ЕОМ та професійні програмісти.

Математичні моделі є потужним інструментом сучасної екології однак метод абстрактного моделювання має і свої вади. Екологічна інтерпретація математичних виразів, отриманих після перетворення вихідних даних, часто досить непроста. Складні математичні моделі вкрай важко вирішуються, а прості — надто спрощують реалії природи і дають тривіальні результати⁶.

4. Застосування системної парадигми в агроекології. В останні роки сформувалося загальне поняття, що подальший розвиток екологічних досліджень неможливий без застосування системного підходу і моделювання. Ефективне використання системного аналізу і синтезу забезпечується при розгляді прийомів досліджень і побудови відповідних систем у нерозривній цілісності, єдності і взаємопроникненні. Для таких досліджень створено методологічну концепцію — *системний підхід*. В її основу покладено вчення про системи. Термін «система» вживають у науці і повсякденній практиці для позначення упорядкованих взаємозв'язків якихось елементів чи процесів.

Важливою особливістю системної організації досліджень, як зазначав Г.І. Швєбс (1982), є розгляд об'єкта насамперед як цілого у структурному і функціональному відношеннях з урахуванням взаємозв'язків його із зовнішнім середовищем, а потім розділення його на складові, виділення нехарактерних підсистем, розгляд найважливіших зв'язків і процесів у них. Це передбачає створення ієрархічних систем, причому дія підсистеми вищого рівня визначається вихідними величинами, які впливають на цю систему загалом.

Першу спробу застосування системного аналізу в природознавстві зробив основоположник генетичного ґрунтознавства В. В. Докучаєв. На його думку, найважливішим завданням має бути пізнання тих співвідношень і взаємодій живого, постійного і завжди закономірного зв'язку, які, безсумнівно, є між усіма силами, явищами і тілами природи. Пізнання і виявлення законів, які керують світом, водночас є найпевнішим засобом оволодіти згаданими силами. явищами і тілами, спрямувати їх на службу на благо людства.

В.В. Докучаєв на прикладі ґрунту і процесів його утворення довів складну, різнобічну і суперечливу взаємодію різних сил і тіл природи. Природні компоненти у нього не тільки зв'язані воєдино матеріально, а й постійно взаємодіють один з одним, у

⁵ Екологічні процеси рідко коли мають тверду визначеність. Частіше вони залежать від випадкових, стохастичних коливань значень якогось одного чи кількох параметрів певної системи. Так, стохастичний характер має освітленість протягом доби через непередбачуваний рух хмар, цілком випадковим є відвідання комахою-запилювачем певної квіттки тощо. Введення стохастичного компонента в математичні моделі, як з'ясувалося, збільшує їх відповідність реальності, підвищує вірогідність прогнозів. Моделі такого роду називають *стохастичними*. Для їх реалізації в математичні вирази включають змінні величини, значення яких мають випадковий характер і лежать у межах певної амплітуди.

⁶ Досвід роботи за міжнародного біологічною програмою підтверджує недоцільність моделювання цілих екосистем, оскільки це потребує великих матеріальних затрат і багато часу. Так, розробка моделі низькотравних прерій у США зайняла 8 років, над нею працювало 200 учених із США та закордонних країн, а загальні витрати досягла 10 млн доларів. Доцільніше моделювати окремі підсистеми. До того ж досить великі системи, такі як біосфера, практично неможливо моделювати через велику кількість зв'язків, що є в них, та високу значущість випадкових чинників.

результаті чого в природі безперервно створюється нове тіло — ґрунт, який змінюється і розвивається.

Метод досліджень В.В. Докучаєва полягає в комплексному охопленні різноякісних природних об'єктів і явищ, виявленні інтегрального зв'язку об'єкта і процесів його розвитку, є ключем до синтетичної концепції стосовно біосфери Землі⁷.

5. Екологічна ситуація в агросфері України. Агросфера як складова біосфери⁸, є сільськогосподарською екосистемою найвищого рівня і включає поверхню суходолу, залучену до сільськогосподарського виробництва. *Агросфера* — продукт сільськогосподарської діяльності людини — головний компонент антропогеоценозів⁹.

Загальний стан сільського господарства в Україні характеризується спадом виробництва продукції, виснаженням землі, різким зменшенням поголів'я худоби, погіршенням матеріально-технічної бази.

У спадок від ХХ ст. в багатьох випадках нам дісталася важка екологічна ситуація внаслідок екстенсивного, масово безграмотного і хижацького використання природних ресурсів, серед яких унікальним багатством є земля. Адже в Україні близько 28% світової площі найбільш родючих земель — чорноземів і всього 0,1 % населення планети. Водночас у нас надзвичайно гострим є питання забезпечення його харчовими продуктами.

Переплетення економічних, соціальних і екологічних проблем породжує необхідність пошуку шляхів виходу з цієї затяжної кризи.

Фізичне знищення геобіоценозів і агроландшафтів на території будь-якої держави є великою трагедією. Б Центральній Європі тільки Україна має класичну модель знищення геобіоценозу на території, що перевищує 1 млн га. Йдеться про створення шести водосховищ Дніпровського каскаду (Каховське, Запорізьке, Кременчуцьке, Дніпродзержинське, Київське, Канівське).

Небачених масштабів із часів останнього льодовикового періоду (18 тис. років тому) набули геологічні процеси розмивання берегової лінії і переміщення мас землі; площа підтоплених земель сягає 1 млн га, а затоплених — 260 тис. га.

До фізичного виведення з ладу на невизначений час слід віднести часто непродумане, неконтрольоване відведення земель під несільськогосподарське використання. За останні 60 років їх вилучено 3,3 млн га.

Загрозливою стала деградація ґрунтового покриву, що пов'язано з процесами водної і вітрової ерозії, переущільненням ґрунту, погіршенням його якісного складу. Основною причиною багатьох деградаційних процесів є тотальна розораність земель України, яка сягає 82 %. (Для порівняння: в ФРН — 32 %, у Великій Британії — 18,5, у США — 20 %).

Екологічна деградація, спричинена людською діяльністю, найбільш відчутно зачепила береги і басейни малих річок України, що є основною структурною одиницею

⁷ Вчення про системи розвинув і поглибив російський дослідник В.А. Соловйов (1982), Він схарактеризував дві основні особливості системної парадигми: *маністичність*, що забезпечує єдиний підхід до вивчення будь-яких природних комплексів» включаючи рослини, тварини, мікроорганізми, людину і природне середовище; *системність*, що подає екосистему як один із видів системи взагалі і створює умови для застосування загальної теорії систем і кібернетики з їх розвиненими потужними математичними методами до екологічних об'єктів.

⁸ Як уже зазначалося, вчення про біосферу створив В.І. Вернадський. Біосфера — нижня частина атмосфери, вся гідросфера, верхня частина літосфери, яка є зоною існування і функціонування живої речовини або зачеплена життєдіяльністю живих організмів (у тім числі в історичному минулому); активна оболонка Землі, в якій сукупна діяльність живих організмів проявляється як геохімічний чинник планетарного масштабу. В межах цієї глобальної екосистеми взаємодіють жива і нежива речовини. Найважливішими компонентами біосфери є жива речовина (рослини, тварини і мікроорганізми), біогенні речовини (органічні й органо-мінеральні продукти, створювані живими організмами упродовж геологічної історії — кам'яне вугілля, нафта, торф та ін.), неживі речовини (атмосфера, гірські породи неорганічного походження, вода); безживні речовини (продукт синтезу живого і неживого, тобто осадові породи, ґрунт, мул).

⁹ Із сотень тисяч видів рослин і тварин, що живуть на Землі, лише декілька сотень видів і сортів основних сільськогосподарських культур і порід тварин використовують люди для виготовлення продуктів харчування. Крім того, виробництво і забезпечення населення продуктами харчування значною мірою залежить від випадкових явищ: екстремальних умов погоди (засухи, суховії, морози, град, вимокання та ін.), епіфітотій та епізоотій серед сільськогосподарських рослин і тварин, забруднення навколишнього середовища понад допустимі норми. Ріст чисельності населення планети спричинює необхідність значного збільшення обсягів продуктів харчування, що призводить до посилення антропогенного тиску на природні екосистеми.

українських агроландшафтів. Малі річки часто стають причиною екологічних катастроф, коли внаслідок змивів або паводків їх замулені русла неспроможні пропустити критичну масу атмосферних чи талих вод. В усіх ґрунтово-кліматичних зонах погіршується якість землі — знижується вміст гумусу (за останні 10 років гумусний фонд України зменшився на 10-14%). Нині в ґрунті не вистачає азоту, в орному шарі дедалі знижується вміст рухомих форм фосфору і калію, збільшуються площі підкислених і засолених ґрунтів.

Величезних масштабів набуло забруднення навколишнього середовища.

Найбільшу загрозу несуть у собі відходи виробництва і побутові. Вони нагромадились в Україні на площі 160 тис. га загальним об'ємом 25 млрд. т зі щорічним надходженням близько 2 млрд т. Дуже небезпечним залишається радіонуклідне забруднення, що сталося внаслідок чорнобильської катастрофи, — площі з рівнем забруднення радіонуклідами понад 1 Кі/км² становлять близько 9 млн га. Величезні території землі забруднені важкими металами. Загалом в Україні потребує оздоровлення від різних видів забруднення близько половини сільськогосподарських угідь.

6. Поняттєво-термінологічний апарат агроекології. Більшість термінів, понять і категорій агроекології пов'язані з класичною екологією. Усвідомлення їх сприятиме дослідженню головного поняття в агроекології – поняття про агроекосистему. Головні з них:

Екологія популяцій (демекологія) — це розділ загальної екології, що вивчає структурні та функціональні характеристики, динаміку, статевий і віковий склад, чисельність, генетичну цілісність, положення в екосистемі, умови, за яких формується популяція.

Популяція - це сукупність особин¹⁰ одного виду, яка склалася *природно* або за участю людини, об'єднана спільною більшою чи меншою територією, відомою генетичною спорідненістю, належністю до однієї або кількох конкретних екосистем¹¹.

Популяції та популяційні системи формують певну ієрархію — від випадкових схрещувань групи до виду. *Схрещувана популяція* — це популяційна одиниця, яка має деяку локальну протяжність у безперервній ієрархії.

Еволюційні зміни — це явища, що стосуються популяцій і систем популяцій. У найпростішій формі еволюція відбувається в межах локальних відтворювальних популяцій. Це *мікроеволюція*. Локальна відтворювальна популяція розглядається як старт до *макроеволюції*.

Популяція як біологічна одиниця має певні *структуру і функції*. Під *структурою популяцій* розуміють склад особин і їх розміщення в екологічних нішах. Реально існуючі популяції досить різноманітні за величиною та формою. Структура популяцій утворена чотирма головними компонентами: їх *величиною, просторовим розміщенням, системою та швидкістю розмноження*.

Популяція як групове об'єднання має специфічні *екологічні ознаки*. Це чисельність і щільність, смертність, розподіл особин за віком, характером розміщення в межах екосистеми чи угруповання, вікові і статеві структури, поліморфізм, ефект групи, росту, тобто¹². Підтримання оптимальної в певних умовах чисельності особин називають

¹⁰ Особини популяції характеризуються однотипними зовнішніми ознаками, подібними адаптаціями, єдиною специфічною реакцією на дію чинників середовища, своєрідним типом динаміки чисельності, демографічною і територіальною структурою, спільним біологічним сигнальним полем, що загалом забезпечує популяційний гомеостаз, самостійне існування і розвиток упродовж тривалого часу, що супроводжується відповідною взаємодією із середовищем існування і впливом на нього.

¹¹ Кожен існуючий у природі вид є складним комплексом (системою) внутрішньовидових груп зі специфічними будовою, фізіологією і поведінкою. В популяціях виникають перебудови, які далі поширюються на угруповання. Наприклад, відновлювальні зміни рослинних угруповань по суті є змінами популяцій рослин з різними життєвими циклами. Члени однієї популяції впливають один на одного не менше, ніж фізичні чинники. Популяції можуть бути різноякісними за найрізноманітнішими показниками: способами розмноження і ступенем щільності, морфологічними, фізіологічними та іншими параметрами. Як надорганізменная система популяція забезпечує виду потенційне «безсмертя» — пристосувальні можливості в популяції значно вищі, ніж в індивідуумів, що ті утворюють.

¹² *Чисельність* — це загальна кількість особин на даній території або в певному об'ємі. Вона ніколи не буває сталою і залежить від зовнішнього середовища, біотичних взаємовідносин і біотичного потенціалу. *Біотичним потенціалом* називають внутрішню

гомеостазом популяції, який здійснюється через взаємовідносини компонентів системи. Зокрема нормативний розвиток багатьох видів можливий лише в разі об'єднання їх у різні групи. Поліпшення фізіологічних процесів, що ведуть до підвищення стійкості і життєздатності особин за сумісного існування, називають «*ефектом групи*»¹³.

Взаємодія на популяційному рівні відбивається на наступному, вищому рівні організації живих організмів — *угруповань*, під якими розуміють сукупність популяцій рослин, тварин і мікроорганізмів, що взаємодіють один з одним у межах даного середовища і створюють особливу живу систему з власними складом, структурою, взаємовідносинами із середовищем, розвитком і функціями. Угруповання — не просто сукупність видів, що утворюють його, а й сукупність взаємовідносин між ними. Угруповання підлягають власним законам функціонування і розвитку, тобто вони є природними системами. Найменшою одиницею, до якої можна застосувати термін «угруповання», є *біоценоз*, який займає певний *біотоп*. В біоценозі об'єднані рослинні угруповання, або фітоценози, й угруповання тварин, або зооценози.

Біоценоз — це стійка система сумісно існуючих на певній ділянці суходолу або водойми популяцій автотрофних і гетеротрофних організмів (біота) і створеного ними біоценотичного середовища (в тім числі ґрунту, сапропелів, фітоклімату)¹⁴.

Для агроєкології важливими є процеси *сукцесії*, тобто низка послідовних змін рослинних угруповань у часі, що формуються на ділянках, позбавлених рослинності. Сукцесії бувають *первинні* і *вторинні*. В первинних рослинний покрив відсутній взагалі, у вторинних — частково збережений. Розрізняють також *антропогенну* і *ендоекогенетичну* сукцесії. Перша пов'язана з господарською діяльністю людини, друга — зумовлена впливом самого рослинного угруповання, що поступово змінює середовище існування внаслідок формування фітосередовища, фітоклімату, корневих виділень тощо¹⁵.

властивість популяції та її здатність до збільшення чисельності за стабільного вікового складу й оптимальних умов середовища. *Популяційний гомеостаз* — це самостійне існування і розвиток упродовж тривалого часу особин популяції, що супроводжується відповідною взаємодією із середовищем існування. Популяція є також екологічною одиницею. Її складові — особини, генотипно подібні за екологічною толерантністю, що займають певну ділянку в тій чи іншій екологічній ніші або із подібними вимогами до умов середовища. *Чисельність* — це загальна кількість особин на даній території або в певному об'ємі. Вона ніколи не буває сталою і залежить від зовнішнього середовища, біотичних взаємовідносин і біотичного потенціалу. *Біотичним потенціалом* називають внутрішню властивість популяції та її здатність до збільшення чисельності за стабільного вікового складу й оптимальних умов середовища. *Популяційний гомеостаз* — це самостійне існування і розвиток упродовж тривалого часу особин популяції, що супроводжується відповідною взаємодією із середовищем існування. Популяція є також екологічною одиницею. Її складові — особини, генотипно подібні за екологічною толерантністю, що займають певну ділянку в тій чи іншій екологічній ніші або із подібними вимогами до умов середовища. *Щільність популяції* — це число особин або кількістю біомаси на одиницю площі чи об'єму (наприклад, 5 млн рослин озимої пшениці на 1 га). Це змінний показник, що залежить від чисельності популяції. Особини в популяції можуть розміщуватись рівномірно, випадково і групами. *Народжувальність* називають здатність популяції до збільшення чисельності особин. Вона може бути нульовою або позитивною, але ніколи не буває негативною.

Вікова структура популяції характеризує співвідношення окремих особин за віком, фазами розвитку. Для кожного виду, а інколи й для кожної популяції всередині виду характерні свої співвідношення вікових груп. *Статева структура популяції*, особливо частка самок, що розмножуються, має велике значення для подальшого росту чисельності популяції.

Під час вивчення природних і створених людиною популяцій треба розрізняти сезонні зміни їхніх параметрів, які регулюються в основному онтогенетичними адаптаціями, пов'язаними із сезонними змінами чинників середовища, а також річними відхиленнями цих величин від середнього значення.

¹³ Позитивний ефект групи виявляється до якогось оптимального рівня щільності популяції. Занадто велика кількість особин призводить до нестачі ресурсів, падіння народжувальності, деградації. Популяції властиві ріст, розвиток, здатність підтримувати існування в постійно змінних умовах. Коли середовище не обмежує швидкість росту популяції в даних кліматичних умовах, вона є сталою і максимальною упродовж популяційних циклів. Змінюються не тільки чисельність, а й вікова і генетична структури, фізіологічні властивості особин, інші популяційні параметри.

¹⁴ Біоценоз є продуктом природного добору. Його виживання, стійке існування в часі і просторі залежить від характеру взаємодії складових популяцій і можливе лише за обов'язкового надходження сонячної енергії іззовні. Жоден біоценоз не може успішно розвиватися сам по собі незалежно від середовища. В екосистемі біоценоз функціонує як продуктивна система, здатна до саморегулювання і відновлення. Біомасу наземних біоценозів утворюють переважно вищі рослини (продуценти). На масу тварин (консументів) припадає лише 0,001-0,01 % загальної біомаси; дещо більша біомаса мікроорганізмів і грибів. Угруповання має не тільки функціональну єдність із характерною структурою трофічних зв'язків і енергетичного обміну, а й деяку композиційну єдність, що забезпечує існування певних видів. Проте види значною мірою заміщують один одного в часі і просторі, тому функціонально подібні угруповання можуть мати різний видовий склад.

¹⁵ Сукцесії перебувають у стані внутрішньої рухомої рівноваги, постійно змінюються. Ці зміни можуть бути зворотними і незворотними, у тім числі й еволюційними. Вони ведуть до формування або відновлення стійкого, стабільного фітоценозу чи, навпаки, до депресій — погіршення стану, нестійкості, розпаду. Сукцесії відбуваються в результаті зміни фізичного середовища під впливом самого угруповання. Вони начебто контролюються угрупованнями. Водночас фізичне середовище визначає характер сукцесії, швидкість змін і нерідко межі розвитку. Функціональним показником зрілості екосистеми може слугувати співвідношення синтезу і дихання рослин.

Від сукцесій (незворотних змін) відрізняються *флуктуації* — форми модифікацій, що полягають у плавній, дуже повільній зміні ознак із незначним відхиленням їх від середньої величини, щорічні зміни рослинного угруповання, що визначаються зміною з року в рік метеорологічних умов та інших особливостей біотопу.

Вікові зміни фітоценозів відбуваються дуже повільно і захоплюють великі території; вони пов'язані з кліматичними змінами, змінами флористичного складу та іншими процесами, малопомітними упродовж десятиліть і навіть століть. Угруповання зазвичай формують власну структурну організацію, основним показником якої є число видів, що утворюють його, та їх відносна чисельність. Найпростішим параметром угруповання, який враховує число видів і співвідношення їх чисельності, є *індекс різноманітності Симпсона*.

Серед видів, які утворюють угруповання, виділяють *домінантні*, тобто ті, що переважають (кількісно або за масою) в угрупованнях (фітоценозах). Вони різняться інтенсивністю росту й розвитку, значно змінюють умови зростання і тим самим обмежують існування в угрупованні багатьох організмів. Різним систематичним групам організмів властиві свої доміанти. Види, які живуть за рахунок доміантних, називають *переддомінантами*, доміанти, які визначають характер і структуру угруповання — *едифікаторами*. Вони становлять основу біоценозів і відіграють основну роль у створенні біоценотичного середовища в екосистемах. Едифікатори — це в основному рослини, наприклад, у соснових лісах — сосна, у степових ценозах — ковила, типчак, на луках — костриця лучна, лисохвіст лучний тощо.

7.Поняття про агроекосистему. Під *сільськогосподарською екологічною системою* (агроекосистемою) розуміють природний комплекс, змінений (трансформований) сільськогосподарською діяльністю людини. *Агроекосистема* — це штучна або змішана система рослинних, тваринних і мікробіологічних угруповань з невираженим або відсутнім механізмом саморегулювання, проектна продуктивність яких підтримується за рахунок прямих і опосередкованих енергетичних інвестицій, при припиненні або критичному зниженні яких вона деградує, втрачає свої проектні властивості¹⁶.

Агроекосистема є несталою системою агроценопопуляцій культивованих рослин на оброблюваних ґрунтах із певним складом, структурою й режимом, які підтримуються і регулюються сільськогосподарськими працівниками; за відсутності такого контролю поступово втрачає свої властивості.

Під *екологічною системою* (екосистемою) розуміють цілісну природну одиницю, що утворилася в результаті взаємодії компонентів груп живих істот і неорганічного середовища їх проживання. Внаслідок цієї взаємодії створюються нова якість і відповідний колообіг речовин та енергії між організмами і середовищем проживання. До природних екосистем належать лише стабільні системи з визначеними трофічною й енергетичною організаціями. Крім того, в певних межах вони характеризуються саморегуляцією. Екосистему зазвичай визначають як сукупність живих істот та умов середовища:

Екосистема = Біотоп + Біоценоз.

Концепцію *біогеоценозу* розробив В.М. Сукачов (1942). Згідно з його визначенням, біогеоценоз — це сукупність на певній ділянці земної поверхні однорідних природних об'єктів (атмосфери, гірської породи, рослинності, тваринного світу, мікроорганізмів, ґрунту і гідрологічних умов) з особливою специфікою їх взаємодії і певним типом обміну речовиною й енергією між собою та з іншими компонентами природи, що становлять внутрішні протиріччя системної єдності, яка знаходиться в постійному русі, розвитку. Будь-який біогеоценоз є екологічною системою, а конкретна екосистема — біогеоценозом.

¹⁶ Розділ екології, що вивчає екологічні системи, називають *синекологією*.

8. Рівні організації та типи агроєкосистем. Штучно створені людиною рослинні угруповання посівом чи висаджуванням культурних рослин, що можуть позначатись як (*агроєкосистема, агроценоз, агробіоценоз, сільськогосподарська екосистема, сільськогосподарський фітоценоз, зооценоз, тощо*) завжди є збідненим рослинним (тваринним) угрупованням одного чи декількох видів для отримання певної фіто-, зоомаси чистої продукції від автотрофів. До них зазвичай відносять посіви сільськогосподарських культур: зернових, бобових, олійних, технічних, плодкових, овочевих, кормових та культурні пасовища; багаторічні насадження: плодві сади, захисні лісонасадження, штучно створенні лісові екосистеми; зооценози: стада сільськогосподарських тварин, тваринницькі ферми, птахоферми, зграйних, водяних тварин, риби; різні культури мікроорганізмів і грибів.

Штучно створені людиною агроєкосистемн (біоценози) складаються з певних видів рослин (сортів). Рослини, які зростають на польових ділянках і є сталими елементами агроєкосистем, називають *компонентами*. Основу агрофітоценозу становлять культурні рослини полів, городів, садів, тобто едифікатори, про домінуючу роль яких дбає людина.

Кожен тип агроєкосистемн у своїй організації має певні *компоненти*, які беруть участь у створенні цієї динамічної системи. Її компонентами зазвичай є *видовий склад рослин, його ярусність, співвідношення надземних і підземних органів, ступінь участі окремих видів у формуванні системи, життєвість окремих видів, ярусність вкривання та ін.*¹⁷

Під *типом агроєкосистеми* розуміється сукупність окремих агроєкосистем, однорідних за компонентним складом середовища та їх динамікою. Як і будь-які безживні системи вони мають багатоступінчасту ієрархічно зумовлену організацію. Сільськогосподарські екосистеми нижчого рівня входять до складу системних утворів вищого рангу і підпорядковані їм. Найвищою ієрархічною одиницею агроєкосистемного рівня є *агросфера*¹⁸.

До системного складу входять одиниці нижчих рівнів — аграрні ландшафти, які, в свою чергу, є сукупністю польових, пасовищних, фермських екосистем.

Агроєкосистеми на відмінну від природних екосистем формують для отримання максимально можливої кількості продукції, яка слугує першоджерелом харчових, кормових, лікарських і сировинних ресурсів, тобто *функції агроєкосистем в основному обмежуються постачанням засобів життя*. У цьому головна причина кількісної переваги ресурсоемних і природоруйнівних типів агроєкосистем¹⁹.

В аграрних ландшафтах людина створила природно-технологічні системи для вирощування рослин (тепліці, оранжереї, парники), тварин (корівники, свинарники, конюшні, вівчарні), птиці (птахофабрики), корисних комах (пасіки) тощо. Теплиці й оранжереї, тваринницькі ферми і комплекси, вулики й акваріуми — це природно-

¹⁷ Агроєкосистемн характеризуються обов'язковим домінуванням вирощуваних культурних рослин, які чинять основний вплив на формування біотичних особливостей штучної системи. Культурні види вирощують переважно як одновидові популяції. Залежно від умов вирощування, періоду онтогенетичного розвитку та морфолого-фізіологічних особливостей культури її едифікаторна роль різна. Найсильніші едифікаторні властивості мають багаторічні трави. За ступенем ослаблення цих властивостей однорічні культури утворюють такий ряд типів агроєкосистем: озими, ярі колосові, зернобобові, ярі просапні, баштанні, овочеві тощо.

¹⁸ *Агросфера* — продукт сільськогосподарської діяльності людини — головний компонент антропогеоценозів. *Антропогеоценоз* — система, об'єктами якої є люди, людські поселення й довколишня жива і нежива природа. Антропогеоценоз не обмежується населеним пунктом. Він може поширюватись на всю територію, яку експлуатує населення, на весь простір, що є об'єктом господарської діяльності людини. *Сьогодні існують припущення, що агросфера, як компонент техносфери входять до складу ноосфери, яка лише починає формуватись.*

¹⁹ У сучасних агроєкосистемах матеріально-енергетичні, економічні й екологічні процеси виробництва біологічної продукції знаходяться у складних взаємозв'язках. При цьому забезпечується відтворення природного ресурсного потенціалу та ефективне використання антропогенних субсидій енергії. Науково обґрунтована організація агроєкосистем передбачає створення раціональної природної і природно-господарської інфраструктури (шляхи, лісові насадження, сільськогосподарські угіддя, канали та ін.), адекватні особливостям місцевого ландшафту і господарському використанню території загалом. Організація агроєкосистем має бути наближеною до контурів природних комплексів, що досягається оптимізацією агроландшафту. Проте це тільки видима частина екологічно обґрунтованої агроєкосистеми, значно складніші внутрішні процеси масо- й енергообміну, які підтримують ландшафтно-екологічну рівновагу.

технологічні системи, які функціонують за принципом штучних екосистем. Аналогічно створено космічні апарати для проживання в космосі.

9. Еволюція поняття і типів агроекосистем.

Антропогенне перетворення природних ландшафтів на аграрні відбувалось упродовж тисячоліть.

Першою системою землеробства була *підсічно-вогнева*, яка в деяких племенах зберігається досі. За такої системи спалюють ліси, а на вивільненій території, вкритій попелом (золою), сіють і вирощують культурні рослини²⁰.

На зміну підсічно-вогневій системі землеробства прийшла *обліжно-перелогова*. Після 5-10-річного використання поля покидали і вони поступово перетворювались на облоги і перелоги. З часом їх родючість відновлювалась, польові ділянки звільнялись від бур'янів.

Екстенсивні системи землеробства замінили інтенсивні — *парові, сидеральні, травопільні, плодозмінні*.

За розмірами антропогенних енергетичних субсидій основні типи агроекосистем поділяють на групи.

Першу групу утворюють *екстенсивні агроекосистеми*. Їх продуктивність низька, ступінь адаптивності високий, спеціалізація рослинницька, тваринницька, комплексна. Характеризуються тривалою обліжно-перелоговою стадією, збереженням балансу між продуктивністю кормових угідь і поголів'ям худоби.

До другої групи належать *інтенсивні агроекосистеми*. Їх продуктивність висока, ступінь адаптивності низький, спеціалізація рослинницька, тваринницька, комплексна. Характеризуються застосуванням сівозмін із травами і сидератами; утилізацією безпідстилкового гною, внесенням його на поля.

До третьої групи входять *адаптивні агроекосистеми*. Їх продуктивність помірно висока, ступінь адаптивності високий, спеціалізація рослинницька, тваринницька, комплексна. Характеризуються широким застосуванням сидерації, побічної продукції сільськогосподарських культур, сівозмін із короткою ротацією, адаптивною структурою агроекосистеми, зменшенням біологічного різноманіття, повною утилізацією гною, застосуванням біометодів.

Сільськогосподарська екологія знаходиться в стадії розвитку, тому єдиного загальноприйнятого визначення поняття агроекосистеми немає.

М.А.Уразаєв та ін. пропонують такі екологічні терміни для визначення сільськогосподарських екосистем:

◆ *агросфера* — глобальна екосистема, що об'єднує територію земної поверхні, перетворена сільськогосподарською діяльністю людини;

◆ *аграрний ландшафт* — екосистема, сформована в результаті сільськогосподарського перетворення ландшафту (степового, пустельного, тайгового тощо);

◆ *сільськогосподарська екологічна система* (сільськогосподарська екосистема) — екосистема на рівні господарства;

◆ *агроекосистема* — поле, сад, теплиця, оранжерея;

◆ *пасовищна агроекосистема* — природне чи культурне пасовище;

◆ *фермова екосистема* — корівник, свинарник, конюшня, тваринницький комплекс, зоопарк, віварій тощо.

Незважаючи на велику різноманітність, сільськогосподарські екосистеми різних рівнів і ієрархій мають багато спільного. За визначенням М.В.Маркова, основними їх елементами є:

²⁰ Через швидке виснаження ґрунтів термін використання таких полів був короткий (до 10 років). Поля, які різко знижували родючість, тимчасово залишали у спокої. В результаті природних процесів вони поступово відновлювали родючість. На цій території знову спалювали ліси і вивільнені ділянки включали у сільськогосподарське використання.

- 1) культурні рослини, висіяні або висаджені людиною;
- 2) бур'яни, які потрапили в агроєкосистеми всупереч волі людини;
- 3) мікроорганізми ризосфер культурних рослин і бур'янів;
- 4) бульбочкові бактерії на корінцях бобових рослин, що зв'язують вільний азот повітря;
- б) мікоризотворні гриби на корінні вищих рослин;
- б) водорості, бактерії, гриби, актиноміцети, вільноіснуючі в ґрунті;
- 7) безхребетні тварини, що живуть у ґрунті і на рослинах;
- 8) хребетні тварини (гризуни, птаці та ін.), які живуть у ґрунті й посівах;
- 9) гриби, бактерії, віруси — паразити (напівпаразити) культурних рослин і бур'янів;
- 10) бактеріофаги — паразити мікроорганізмів.

Основне призначення агроєкосистем — забезпечення населення продуктами харчування²¹. Власне, це головне завдання і зумовлює формування головних особливостей агроєкосистем:

- Характерна особливість сільськогосподарських екосистем у тім що *вони є продуктом трансформування природних*. Трансформуючи природні екосистеми в сільськогосподарські, людина змінювала живі і неживі компоненти природних комплексів: рослинний і тваринний світ, ґрунт, воду, атмосферу. Рослини природної флори знищували, замінювали на нові, потрібні для задоволення потреб людини. Зникло багато видів рослин, диких тварин, їх замінили свійські.

- У сільськогосподарських екосистемах *ланцюги живлення залучені в сферу діяльності людини*. В них змінена екологічна піраміда, на вершині якої стоїть людина, що є специфічною ознакою будь-якої сільськогосподарської екосистеми. При умовному розгляді агроєкосистеми як поєднання природної екосистеми з антропогенною енергією зрозуміло, що питомі затрати енергії в доіндустріальному сільському господарстві були порівнювані з енергозатратами в природних екосистемах. З переходом на інтенсивне ведення сільського господарства енерговикористання набагато зросло.

- У сільськогосподарських екосистемах *видовий спектр рослин і тварин збіднений*. Аграрні і фермські агроценози малокомпонентні.

- Істотною особливістю агроєкосистем є поява в них *штучного добору і селекції рослин та тварин*. Окультурення рослин і одомашнення тварин відбувалося на перших етапах формування сільського господарства (близько 12 -14 тис. років тому).

- Важливою особливістю агроєкосистем є *цілеспрямовані або навмисні антропогенні зміни умов* життя культурних рослин і свійських тварин. Штучний добір і селекція рослин і тварин супроводжувались перебудовою інших компонентів екосистем — ґрунту, води тощо²².

- Агроєкосистемам властива *розімкненість біотичного колообігу*, визначена особливостями їх організації, структурою і функціями, роллю, яку вони виконують.

- В аграрних ландшафтах *змінений потік енергії*. В них разом із сонячною енергією використовують додаткові енергетичні ресурси для обробітки, зрошення, осушення, удобрення ґрунту, захисту рослин від шкідників, хвороб, бур'янів тощо. Дуже велика енергоємність агроєкосистем закритого ґрунту.

- Сільськогосподарські екосистеми *різняються від природних характером їх регулювання та керування ними*. Природні біоценози є саморегульовальними, самовідтворювальними системами. В усіх сільськогосподарських екосистемах (польових,

²¹ Це завдання можна вирішити тільки докорінною перебудовою потоків речовин у сільськогосподарських екосистемах і довколишньому середовищі. Більша частина хімічних елементів, зв'язаних у фітомасі, у вигляді зерна, овочів, фруктів, корене- і бульбоплодів мігрує за межі сільськогосподарських екосистем здебільшого для забезпечення міського населення продуктами харчування, а промисловості — сировиною.

²² Характерною особливістю аграрних ландшафтів як екосистем є залучення у сферу діяльності людини трофічних; ланцюгів і біотичного колообігу. Людина впливає на умови живлення рослин, тварин за допомогою внесення в ґрунт органічних, мінеральних, бактеріальних добрив, збагаченням ґрунту теплиць CO₂ поліпшує умови мінерального живлення рослин, здійснює годівлю тварин в умовах пасовищного і стійлового утримання.

садових, пасовищних, фермських) механізми саморегулювання і самовідтворення порушені. Процеси, які відбуваються в агроєкосистемах, регулюються не стільки механізмами саморегулювання і самовдосконалення, скільки людиною. Людина виконує роль «внутрішнього» і «зовнішнього» регулятора.

10. Екологічні чинники агроєкосистем дуже споріднені з екологічними чинниками природних екосистем, оскільки сільське господарство набагато ближче наближене до природи ніж інші галузі господарської діяльності людини.

Вони поділяються за їх походженням, характером дії на живі системи, іншими ознаками. *За часом виникнення* екологічні чинники поділяють на три групи: *еволюційні, історичні і діючі*. *Еволюційний чинник* — це чинник середовища, що впливає на організми, популяції, біоценози, екологічні системи, в тім числі й на біосферу. Вів існує з часу виникнення рослинних і тваринних організмів та озонового шару. *Історичний чинник*, на відміну від еволюційного є результатом історичного розвитку людства, його господарської діяльності²³. *Діючий чинник* — це сучасний екологічний чинник, зокрема меліорація земель, що забезпечує розвиток високопродуктивного рослинництва, тваринництва інших галузей.

Екологічні чинники поділяють також на *періодичні і неперіодичні*. *Періодичні чинники* є циклічно змінними. Це, наприклад, періодичні зміни умов середовища зі зміною пір року. *Неперіодичні чинники* середовища виникають раптово, наприклад дощ, град, буря.

За черговістю виникнення екологічні чинники поділяють на *первинні і вторинні*. *Первинні* є вихідними, *вторинні* — їхніми наслідками²⁴.

За походженням розрізняють чинники *космічні, абіотичні, біотичні, безживні, антропогенні, антропічні і природно-антропогенні*.

- *Космічні чинники* мають космічне походження. До них належать потік космічного пилу, космічні поля, промені Сонця та ін. Дуже важливим для функціонування агроєкосистем є такий чинник, як сонячна радіація, що слугує джерелом енергії, яку рослини використовують у процесі фотосинтезу. Рослинництво можна розглядати як систему заходів щодо інтенсифікації фотосинтезу культурних рослин.

- *Абіотичні чинники* — це чинники неживої природи. В наземних екосистемах такими є: *кліматичні* — світло, тепло, повітря (його склад і рух), волога (в тому числі опади в різних формах, вологість повітря і ґрунту та ін.); *едафічні* (ґрунтові) — гранулометричний і хімічний склад ґрунтів, їх фізичні властивості; *орографічні* — умови рельєфу. На водяні організми впливає комплекс *гідрологічних чинників* (гідрофізичні, гідрохімічні)²⁵.

- *Біотичний чинник* — сукупність впливів життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших, а також на безживне середовище їх існування²⁶.

- *Фітогенні чинники* — це вплив рослин (як прямий, так і побічний) на середовище. Прямим впливом є механічні контакти, симбіоз, паразитизм, оселення епіфітів тощо²⁷.

²³ Зокрема, усі антропогенні компоненти аграрних ландшафтів (поля, сади, культурні пасовища, та ін.) — екологічні чинники, пов'язані з сільськогосподарською діяльністю людей протягом історичного часу

²⁴ Так, формування степових, лісостепових, поліських біоценозів зумовлене особливостями кліматичних умов того чи іншого регіону України. Клімат, у свою чергу, залежить від кількості сонячної радіації, форми Землі, швидкості її обертання навколо власної осі і навколо Сонця.

²⁵ Абіотичні чинники можуть справляти на організм пряму і побічну дію. Наприклад, температура середовища, що діє на організми рослин або тварин безпосередньо, визначає їх тепловий баланс, перебіг у них фізіологічних процесів. Разом з тим температура як абіотичний чинник може здійснювати на них і космічний вплив.

²⁶ Кожен організм постійно піддається прямому або побічному впливу інших істот, вступає в зв'язок з представниками свого та інших видів — рослинами, тваринами, мікроорганізмами, залежить від них і сам на них діє. На основі цього і виділяють біотичні чинники.

²⁷ Наприклад, в агроценозах повитиця польова паразитує на коношині, люцерні, виці та інших рослинах.

- *Зоогенні чинники* — це вплив тварин (поїдання, витоштування, інші механічні впливи, запилення, поширення насіння тощо) на середовище. Їх можна використовувати для біологічного захисту рослин²⁸.

- *Мікробогенні чинники* — це вплив мікроорганізмів і грибів (наприклад, паразитизм) на середовище. Мікроорганізми (бактерії і гриби) впливають на ризосферу й патогенні організми²⁹.

- *Антропогенні чинники* відбивають вплив діяльності людини на навколишнє середовище. З їх дією пов'язане знищення продуктів еволюції — багатьох видів рослин і тварин, дуже складних систем їх сумісного існування — біоценозів. Руйнування конкретних екосистем найчастіше зумовлене безпосереднім впливом на них (пожежі, різкі зміни ґрунтового покриву і водного режиму, забруднення різними техногенними речовинами); змінами, пов'язаними з постійним вилученням фіто- і зоомаси, особливо в агроекосистемах, без компенсації їх утрат; антроподинамічними змінами; докорінними перетвореннями природних екосистем на агроекосистеми.

За характером дії екологічні чинники поділяють на *інформаційні, речовино-енергетичні, фізичні, хімічні і комплексні*.

Під *інформаційними чинниками* розуміють зовнішні сигнали, які діють на організми набагато сильніше, ніж потік речовини та енергії, що переноситься. Деяка життєво важлива для рослин і тварин інформація надходить без будь-яких затрат енергії (наприклад, інформація про періодичні зміни тривалості дня і ночі).

Речовино-енергетичні чинники характеризуються більш чи менш вираженою відповідністю масштабів перенесення речовини й енергії та ступеня вираженості відповідної реакції об'єкта дії (організму, популяції, біоценозу).

Серед *фізичних чинників* найбільше значення мають геофізичні і термічні, серед *хімічних* — засоленість і кислотність, серед *комплексних* — кліматичний, географічний, системотворний.

За умовами дії екологічні чинники поділяють на *залежні і не залежні від щільності популяції*. Переуцілювання популяцій призводить до посилення конкуренції, рослини і тварини можуть негативно впливати одні на одних. Встановлено, що під дією конкурентів ріст особини (рослини чи тварини) гальмується або навіть припиняється. Конкуренція може стати причиною загибелі рослин і тварин. До екологічних чинників, які *не залежать від щільності популяції*, належать сила гравітації, атмосферний тиск, інші компоненти середовища.

За об'єктом впливу екологічні чинники поділяють на *індивідуальні, групові, отологічні, соціально-психологічні, соціально-економічні, видові* (в тому числі життя людини та суспільства). *Індивідуальні чинники* діють на індивідуум (особину), *групові* — на групу рослин або тварин (популяцію, біоценоз), *отологічні* — відбивають характер дії на організм певних рекреацій тварин, наприклад самок на самців, самок на дітей; *соціальні* — вплив суспільства на людину і лише частково — на свійських тварин, комах, наприклад бджіл; *соціально-психологічні, соціально-економічні чинники* — екологічні взаємовідносини в людському суспільстві.

За ступенем впливу екологічні чинники поділяють на *екстремальні, непокійливі, мутагенні, тератогенні, летальні, лімітуючі*. Під *екстремальними* розуміють чинники середовища, що створюють несприятливі умови для росту, розвитку і розмноження рослин і тварин. *Непокійливі чинники* безпосереднього фізико-хімічного впливу на організм не здійснюють, проте вони не є індиферентними, оскільки під їх дією стан

²⁸ Наприклад, відомого яйцепаразита трихограму застосовують для боротьби з капустяною, озимою та іншими совками, кукурудзяним метеликом, гороховою плоджеркою; таких ентомофагів, як інтродуковані хижі комахи подіпус і периллос — проти яйцевідкладань і личинок колорадського жука на картоплі і баклажанах.

²⁹ Зміна мікробонаселення ризосфери відбивається на живленні рослин, на їх стійкості до бактеріальних або інфекційних уражень. Одна вища рослина може бути проміжним хазяїном патогенного мікроорганізму, який спричинює захворювання іншої рослини. Наприклад, деякі види молочаїв є проміжним хазяїном іржі гороху (в судіальній стадії), тому наявність у посівах гороху молочаю небезпечна.

організму змінюється, Наприклад, сильний шум на фермі непокоїть тварин, знижується продуктивність лактуючих тварин, кури можуть захворіти (шумова істерика). *Мутаційні чинники* середовища спричиняють мутації, *тератогенні* — тератогенез, *летальні* — зумовлюють загибель тварин і рослин, *лімітуючі* — обмежують розмноження і поширення організмів. Обмежувальний вплив мають найрізноманітніші екологічні чинники — нестача або надлишок елементів живлення, води, тепла тощо.

До життєво необхідних екологічних чинників належить: сонячне світло; тепло; вода та волога; склад повітря; рух повітряних мас; геохімія ґрунтів; біогенні чинники (взаємозв'язки і взаємовідносини між організмами); антропогенні чинники; інформація.

11. Закони розвитку агроєкосистем. Подібно до екологічних чинників агроєкосистемам в найбільшому ступені притаманна динаміка природних екосистем, саме тому закони розвитку агроєкосистем розглядаються саме у контексті загальноєкологічних законів.

Закон — необхідне, істотне, стійке відношення між явищами, предметами, їх складовими частинами, властивостями речей, а також між властивостями всередині речей.

Правило екологічне — сукупність природних закономірностей, що визначають функціонування популяцій, екосистем.

Закони екології умовно поділяють на такі групи: структурні, міжсистемні, функціональні, енергетичні, еволюційні.

1. Структурні закони.

1.1. Закон фізико-хімічної єдності живої речовини. Вся жива речовина Землі фізико-хімічно єдина. Шкідливе для однієї частини або виду шкідливе і для іншої.

2. Міжсистемні закони.

2.1. Закон зниження енергетичної ефективності природокористування. З плином історичного часу при отриманні з природних систем корисної продукції на її одиницю в середньому витрачається дедалі більше енергії.

2.2. Закон зростаючої родючості —урожайності. Агротехнічні та інші прогресивні прийоми ведення сільського господарства, що впроваджуються в практику землеробства, ведуть до збільшення урожайності полів.

2.3. Правило міри перетворення природних систем. Під час експлуатації природних систем не можна переходити меж, що дають цим системам змогу зберігати властивість самопідтримання і зазвичай пов'язані з помітною зміною систем трьох рівнів ієрархії (нижчого, такого самого і вищого)³⁰.

2.4. Правило інтегрального ресурсу. Галузі господарства, що конкурують у сфері використання конкретних природних систем, завдають тим більшої шкоди одна одній, чим значніше вони змінюють екологічний компонент, який спільно експлуатується, або всю екосистему загалом.

2.5. Принцип ієрархічної організації. Будь-яка біологічна система складається з ієрархічно розміщених підсистем. З ускладненням структури (переходом від нижчого ієрархічного рівня до вищого) формуються додаткові (унікальні) властивості.

2.6. Принцип природності. Технічні системи керування природою з часом потребують дедалі більшого вкладання засобів аж до нераціональності їх підтримання, і тому природні («м'які») форми керування в кінцевому підсумку завжди ефективніші за технічні («жорсткі»).

2.7. Принцип обманливого добробуту. Перші успіхи або невдачі в природокористуванні можуть бути обманливими: успіх заходу щодо перетворення або керування природою об'єктивно оцінюється лише після з'ясування ходу і результатів природних ланцюгових реакцій у межах природного циклу (декілька років).

³⁰ Господарського впливу знає не тільки та система, на яку він спрямований, а й надсистеми, що намагаються нівелювати зміни. У зв'язку з цим витрати на перетворення природи ніколи не обмежуються лише вкладаннями в безпосередньо заплановані впливи. Вторинна екологічна рівновага, як правило, стійкіша за первинну, але потенційний «запас перетворення» при цьому скорочується.

2.8. *Принцип віддаленості події.* Явище, віддалене в часі і просторі, здається менш істотним.

2.9. *Принцип неповноти інформації (невизначеності).* Інформація при проведенні акцій щодо перетворення природи завжди недостатня для апріорного судження про всі можливі результати заходів, що вживаються.

3. Функціональні закони

3.1. *Закон розвитку природної системи за рахунок навколишнього середовища.* Будь-яка природна система може розвиватися тільки за рахунок використання матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей навколишнього середовища³¹.

3.2. Закони Дансеро.

1. *Оборотності біосфери.* Біосфера після припинення впливу на її компоненти антропогенних чинників обов'язково намагається завоювати «втрачені позиції», тобто зберегти і відновити свою екологічну рівновагу та стійкість.

2. *Зворотного зв'язку взаємодії людина — біосфера.* Будь-яка зміна в природному середовищі, спричинена господарською діяльністю людини, має небажані наслідки для людини.

3. *Незворотності взаємодії людина — біосфера.* Частина відновлюваних природних ресурсів може стати невідновлюваною, якщо людина своїми нерациональними заходами унеможливить їх відновлення.

3.3. Закони Бауера.

1. *Розвиток біологічних систем — результат збільшення ефекту зовнішньої роботи біосистеми у відповідь на отриману із зовнішнього середовища одиницю енергії.*

2. *Біосистеми мають самовідновлюватись, оскільки вони постійно виконують роботу і руйнуються.* Внаслідок самовідновлення біосистеми зберігають відносно середовища мешкання антиентропійний стан.

3.4. *Закон максимізації енергії.* У суперництві з іншими системами виживає (зберігається) та з них, яка найкраще сприяє надходженню енергії і використовує максимальну її кількість найефективнішим способом.

3.5. *Закон рівноцінності всіх умов життя.* Усі природні умови середовища, необхідні для життя, відіграють рівноцінну роль.

3.6. *Закон сукупної дії природних чинників.* Величина врожаю залежить не від окремих, навіть лімітувальних чинників, а від усієї системної сукупності екологічних чинників одночасно. Коефіцієнт дії кожного чинника різний і може бути обчислений.

3.7. *Закон мінімуму.* Витривалість організму визначається найслабкішою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб. Організм певною мірою здатний замінити дефіцитний чинник на інший функціонально близький.

3.8. *Закон неоднозначної дії чинників.* Кожен екологічний чинник неоднаково впливає на різні функції організму; оптимум для одних процесів може бути песимумом для інших.

3.9. *Закон толерантності Шелфорда.* Лімітувальним чинником організму (популяції, виду) може бути як мінімум, так і максимум екологічного виливу, діапазон між якими визначає величину витривалості (*толерантності*) організму даного виду. Він визначає і положення, за яким будь-який надлишок речовини чи енергії стає забрудником середовища.

3.10. *Закон фазових реакцій (екологічної токсикології).* Малі концентрації токсиканта діють на організм у напрямі підсилення його функцій (стимуляція), високі — у напрямі пригнічення (інгібування), ще вищі — призводять до смерті організму.

³¹ Абсолютно безвідходне виробництво неможливе. Першим етапом розвитку технологій має бути їх низька ресурсоемність (на вході і виході), другим — створення циклічності виробництв (відходи одних можуть слугувати сировиною для інших), третім — організація продуманого депонування (поховання) відходів і нейтралізація неминучих енергетичних відходів. Будь-яка високоорганізована біотична система, середовище життя становить потенційну загрозу для низькоорганізованих систем. Вплив людини на природу потребує заходів щодо його нейтралізації.

3.11. *Закон оптимальності.* Із найбільшою ефективністю будь-яка система функціонує в деяких просторово-часових межах. Необхідний пошук найкращих з погляду продуктивності розмірів сільськогосподарських полів, рослин, тварин.

3.12. *Закон послідовності проходження фаз розвитку.* Фази розвитку природної системи можуть іти лише в еволюційно установленому порядку — від простого до складного.

3.13. *Правило оптимальної компонентної додатковості.* Жодна екосистема не може самостійно існувати за штучно створеного значного надлишку або нестачі одного з екологічних компонентів.

3.14. *Закон збіднення різномірної живої речовини в острівних згущеннях.* Індивідуальна система, що працює в середовищі з рівнем організації нижчим, ніж рівень самої системи, приречена і, поступово втрачаючи свою структуру, через деякий час розчиняється в навколишньому середовищі.

3.15. *Правило обов'язковості заповнення екологічної ніші.* Ніша, яка пустує, завжди природно заповнюється.

3.16. *Правило географічного оптимуму.* У центрі видового ареалу зазвичай складаються оптимальні для виду умови існування, які погіршуються до периферії зони мешкання виду.

3.17. *Правило максимального «тиску життя».* Організми розмножуються з інтенсивністю, що забезпечує максимально можливе їх число, яке обмежене місткістю середовища та іншими чинниками.

3.18. *Правило біологічного підсилення.* Накопичення живими організмами хімічно стійких речовин (пестицидів, радіонуклідів тощо) призводить до біологічного підсилення їх дії в міру проходження біологічних циклів і трофічних ланцюгів.

3.19. *Принцип раптового підсилення патогенності.* Епідемії та епіфітотії спричиняються:

- раповим або швидким вселенням патогенного агента з потенційно високою швидкістю росту в екосистему, в якій механізм регуляції його чисельності відсутній або малоефективний;

- різкими або дуже сильними змінами середовища, внаслідок чого зменшується енергія, потрібна для регуляції за принципом зворотного зв'язку або яким-небудь іншим способом, що порушує здатність системи до саморегуляції.

3.20. *Закон екологічної кореляції.* В екосистемі всі види живого та абіотичні екологічні компоненти функціонально відповідають один одному. Випадіння однієї частини системи призводить до виключення всіх тісно пов'язаних з нею інших частин системи і функціональної зміни цілого.

3.21. *Біоценотичні принципи Тінемана.*

1. *Чим різноманітніші умови існування, тим більше число видів у даному біоценозі.*

2. *Чим більше відхиляються від норми (оптимуму) умови існування, тим бідніший на види біоценоз і тим більше особин матиме кожен вид.*

3.22. *Принцип конкурентного виключення Гаузе.* Два види не можуть існувати в одній місцевості, якщо їх екологічні потреби ідентичні, тобто якщо вони займають одну й ту саму екологічну нішу. За обмежених можливостей просторово-часового розподілу один із видів виробляє нову екологічну нішу або зникає.

3.23. *Принцип сукцесійного заміщення.* Біотичні угруповання формують закономірну низку екосистем, що веде до найстійкішої в даних умовах природної системи — клімаксової в суто природних умовах або вузлової за природно-антропогенного режиму.

3.24. *Закон сукцесійного уповільнення.* Процеси, що відбуваються у зрілих рівноважних системах, які перебувають у стані рівноваги, як правило виявляють тенденцію до уповільнення. Заходи, що вживаються, викликають ефект лише в початковій фазі.

4. Енергетичні закони.

4.1. *Перший закон термодинаміки (закон збереження енергії)* При всіх змінах, що відбуваються в ізольованій системі, загальна енергія системи залишається сталою:

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W,$$

де ΔU — внутрішня енергія; ΔQ — кількість теплоти, якою система обмінюється з навколишнім середовищем; ΔW — робота. Загальна кількість енергії, що її отримує рослина, тварина або людина за певний період часу, виявляється: по-перше, у виділеній теплоті, по-друге — у зовнішній роботі або речовинах, які виділяються, по-третє — у збільшенні теплоти тіла в результаті росту або накопичення речовини.

4.2. *Другий закон термодинаміки.* Процеси, пов'язані з перетвореннями енергії, можуть відбуватися самочинно лише за умови, що енергія переходить із концентрованої форми в розсіяну. Інше формулювання: оскільки частина енергії завжди розсіюється у вигляді недоступної для використання теплоти, ефективність самочинного перетворення кінетичної енергії на потенціальну завжди менша за 100 %.

4.3. *Закон внутрішньої динамічної рівноваги.* Речовина, енергія, інформація і динамічні якості окремих природних систем та їх ієрархії взаємопов'язані настільки, що будь-яка зміна одного з цих показників зумовлює супутні функціонально-структурні кількісні та якісні зміни, які зберігають загальну суму речовино-енергетичних, інформаційних, динамічних якостей систем.

Емпіричні наслідки

1. *Правило ланцюгових реакцій.* Будь-яка зміна середовища (речовини, енергії, динамічних якостей системи) супроводжується розвитком природних ланцюгових реакцій, спрямованих у бік нейтралізації цієї зміни.

2. *Правило нелінійності внутрішніх взаємодій.* Взаємодія речовино-енергетичних екологічних компонентів кількісно нелінійна, тобто слабкий вплив або зміна одного з показників може спричинити значні відхилення інших і всієї системи загалом.

3. *Правило незворотності порушень.* Зміни, що відбулися у великих екосистемах, відносно незворотні.

4. *Правило сталості еколого-економічного потенціалу.* Будь-яке місцеве перетворення природи зумовлює в глобальній сукупності біосфери і в її великих підрозділах відповідні реакції, які призводять до відносної незмінності еколого-економічного потенціалу.

4.4. *Закон одностороннього потоку енергії в біоценозах.* Енергія, що її отримує біоценоз шляхом ендотермічного фотосинтезу автотрофними організмами-продуцентами, разом з їх біомасою передається гетеротрофним організмам-консументам і мікроорганізмам-редуцентам. Напрямок цього енергетичного потоку незворотний і виражається у формі екологічної піраміди.

4.5. *Правило Шредінгера.* Для підтримання внутрішньої упорядкованості в системі необхідна постійна робота з вилучення невпорядкованості та підтримання процесів, спрямованих проти температурного градієнта.

4.6. *Правило 1 %.* Зміна енергетики природної системи в межах 1 % виводить природну систему з рівноважного стану (гомеостазу).

4.7. *Правило 10%.* Середньомаксимальний перехід 10 % енергії (або речовини в енергетичному еквіваленті) з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший не призводить до несприятливих для екосистеми наслідків.

5. Еволюційні закони

5.1. *Закон спрямованості еволюції.* Загальний хід еволюції завжди націлений на пристосовуваність до геохронологічно змінюваних умов існування й обмежений ними.

5.2. *Закон (правило) незворотності еволюції (Л. Долло).* Організми (популяції, види) не можуть повернутися до попереднього стану, якщо кілька поколінь їхніх предків пройшли певний шлях розвитку.

5.3. *Закон прискорення еволюції.* Швидкості формоутворення з плином геологічного часу зростають, а середня тривалість існування видів всередині більшої систематичної

категорії зменшується; більш високоорганізовані форми існують менший період часу, ніж низькоорганізовані.

5.4. *Закон еволюційно-екологічної незворотності.* Екосистема, яка втратила частину своїх елементів або замінилася на іншу внаслідок дисбалансу компонентів, не може повернутися до свого початкового стану, якщо відбулися еволюційні (мікроеволюційні) зміни в екологічних елементах (збережених або тимчасово втрачених).

5.5. *Закон біоенергетичний (Е. Геккеля і Ф. Мюллера)* Організм (особина) в індивідуальному розвитку (онтогенез) повторює в скороченому і закономірно зміненому вигляді історичний (еволюційний) розвиток свого виду (філогенез).

12. Загальні уявлення про мінімальну обробку ґрунту і пряму сівбу. Суть раціонального використання ґрунтів може бути визначена як здатність вибору систем обробки ґрунту, що забезпечують умови для оптимального розвитку рослин у сполученні з підбором культур, найбільш придатних для кожного типу ґрунту. Саме цей основний фактор лежить в основі ідеї мінімальної обробки.

Інтенсифікація сільського господарства супроводжується значним збільшенням потужності й продуктивності ґрунтообробних машин і знарядь. Однак збільшення глибини обробки ґрунту, підвищення інтенсивності крошення оброблюваного шару, збільшення числа операцій у системі відвальної обробки ґрунтів підсилюють такі негативні явища, як розпилення ґрунтових агрегатів, підвищення темпів мінералізації органічної речовини, надмірне розпушення оброблюваного шару й ущільнення нижніх шарів ґрунту, втрата вологи, водна й вітрова ерозія.

Раціональне використання ґрунтів полягає у виборі системи обробки ґрунту, що забезпечує умови для оптимального розвитку культур у сполученні з їхнім підбором, найбільш відповідним даному типу ґрунту.

Система мінімальної, або зменшеної обробки припускає використання будь-якого методу обробки ґрунту й посіву культур без застосування відвального плуга при малому числі проходів і неглибокому розпушуванні (із застосуванням або без застосування гербіцидів для знищення бур'янів або злакового травостою).

Прямий посів є різновидом мінімальної обробки і являє собою посів культур по стерні або дернині, звичайно з попередньою обробкою їх гербіцидами, без якої-небудь механічної обробки ґрунту, за винятком формування дрібних щілин для висіву насіння.

Великі потенційні можливості технологій прямого посіву й мінімальної обробки полягають, по-перше, в економії робочої сили, устаткування й палива; по-друге, у забезпеченні високої оперативності польових робіт в умовах обмеженого часу й стислих строків; по-третє, у поліпшенні ґрунтових умов і зниженні ризику розвитку водної й вітрової ерозії.

При використанні зазначених технологій необхідно враховувати можливі зміни характеру дренажності й родючості ґрунтів, вплив цих технологій на розвиток кореневої системи, на ефективність боротьби зі шкідниками, хворобами й бур'янами, а також на потребу створення сівалок для проведення посіву по необробленій поверхні ґрунту.

13. Екологічні особливості землеробства без обороту шару. У природних умовах цілинних степів процес ґрунтоутворення створив найбагатші чорноземні ґрунти. Але з розоренням степів його дія припинилася або сповільнилася через відчуження з поля як основного (зерно), так і побічного (солома) урожаю, тобто з-за-часткового розмикання малого біологічного круговороту речовин.

Перехід на безплужне землеробство із залишенням на поверхні ґрунту стерні й пожнивних залишків дозволяє у виробничих умовах моделювати природні процеси в природі.

Для безплужного землеробства необхідні *наступні умови*:

- використання ґрунтозахисних технологій обробки сільськогосподарських культур, заснованих на безплужній обробці й тих, що сприяють поліпшенню живильного режиму, агрофізичних властивостей ґрунтів, захист їх від ерозії;
 - використання захисної ролі рослинності і її пожнивних залишків для захисту ґрунтів від руйнування дощовими краплями, поверхневим стоком і пильними бурями;
 - використання стерні й пожнивних залишків для снігозатримання, заповнення органічної речовини ґрунту й енергетичного матеріалу культурного ґрунтоутворчого процесу;
 - посилення ґрунтозахисної ролі рослин і розширеного відтворення ґрунтової родючості внесенням органічних і мінеральних добрив;
 - мінімалізація обробки ґрунту для зменшення механічного впливу на неї тракторів, ґрунтообробних машин і знарядь;
 - використання парової, напівпарової безплужної обробки й гербіцидів для звільнення верхнього 10-сантиметрового шару ґрунту від потенційної засміченості насінням бур'янистих рослин;
 - розробка заходів захисту рослин від хвороб і шкідників з урахуванням залишення на поверхні ґрунту мульчі з рослинних залишків;
 - розробка системи машин і знарядь для обробки ґрунту без обороту шару й посіву по мульчованій пожнивними залишками поверхні ґрунту;
 - розробка раціональної структури посівних площ і чередування культур у сівозміні з урахуванням обробки ґрунту без, обороту шару й мульчування її пожнивними залишками;
 - виведення сортів культур, найбільш пристосованих до обробки ґрунту без обороту шару, а також з урахуванням наявності на поверхні ґрунту мульчі з рослинних залишків.
- Реалізація цих передумов при застосуванні безплужного землеробства дозволяє одержувати значні переваги в порівнянні із традиційним землеробством, заснованим на відвальній оранці. Основні вимоги для цього наступні:
- застосування ґрунтозахисних технологій безплужного оброблення сільськогосподарських культур з їх високою ґрунтозахисною, агрономічною й економічною ефективністю;
 - сполучення плоскорізної обробки із щільуванням як одним з ефективних прийомів попередження вітрової і водної ерозії ґрунту;
 - сполучення плоскорізної обробки з обробкою ґрунту важкою дисковою бороною, і тим самим створення найбільш сприятливого для рослини кореневого шару, близького до природного утворення непорушеного ґрунту.

14. Захисна й ґрунтоутворча роль рослин і їхніх пожнивних залишків.

Природа, шляхом впливу на материнську породу води, температури, газів, біологічних процесів, створила ґрунт як природне тіло, забезпечивши нагромадження факторів родючості й захист її від несприятливих впливів за допомогою рослин і їхніх омертвілих залишків. Це дозволило вичленувати з великого геологічного круговороту речовин значну кількість хімічних елементів і включити їх у малий біологічний круговорот речовин, що забезпечує життя рослин і всієї ґрунтової флори й фауни.

Принцип повернення споживаних рослинами живильних речовин сприяв утворенню ґрунту з високою потенційною родючістю.

Але людина своєю виробничою діяльністю порушує цю природну рівновагу. Відвальною оранкою вона позбавляє ґрунт захисного мульчуючого шару з омертвілої рослинності. Відчуження з поля вирощеної продукції виключає повернення в ґрунт органічної речовини й елементів живлення рослин, тим самим порушується біологічний круговорот речовин. Наслідком цього є виникнення прискореної (антропогенної) ерозії, що веде до втрати родючості й утворення еродованих ґрунтів. Крім того, інтенсивний механічний вплив на ґрунт ґрунтообробних знарядь і втрата значної кількості гумусу

ведуть до агрофізичної деградації орного шару й підсилюють аридність умов зростання рослин і втрату потенційної ґрунтової родючості.

Сучасні інтенсивні системи землеробства покликані відновити принцип повернення шляхом внесення усе зростаючих доз органічних і мінеральних добрив. Але ефективність, їхнього використання усе більше натрапляє на агрофізичну деградацію орного шару ґрунту, що ще підсилюється під впливом хімічних добрив, диспергації гумусу, ще більшого запливання ґрунту.

Принцип повернення в землеробстві припускає повернення живильних елементів і органічної речовини у вигляді гною (навозу) й мінеральних добрив. Але цього недостатньо для розширеного відтворення ґрунтової родючості. Для заповнення органічної речовини ґрунту необхідне залишення на полі менш коштовної частини врожаю: соломи, здрібнених стебел кукурудзи, соняшника, люпину. Роль стерні й пожнивних залишків дуже велика. Адже вони не тільки захищають ґрунт від руйнівних ударів дощових крапель, запобігають виникненню й розвитку вітрової ерозії, значно зменшують змив ґрунту, але й сприяють снігозатриманню й нагромадженню вологи в ґрунті. Крім того, попереджають непродуктивне випаровування вологи з поверхні ґрунту, знижують промерзання його в зимовий період, попереджають утворення ґрунтової кірки, скорочують діапазон температурних коливань поверхні ґрунту, поповнюють у ньому органічні речовини і стають енергетичною основою культурного дернового процесу ґрунтоутворення в цілому.

Вплив мульчі зі стерні й пожнивних залишків робить її незамінною при розширеному відтворенні ґрунтової родючості, важливою умовою прискорення культурного ґрунтоутворчого процесу. Чим більше буде накопичено на поверхні ґрунту рослинних залишків, тим більше наблизиться культурний ґрунтоутворчий процес до природного дернового процесу ґрунтоутворення, що створив найбагатшу родючість унікальних чорноземів.

15. Головні терміни та визначення.

- *Ґрунтозахисна бесплужна система землеробства* - система землеробства, при якій обробка ґрунту під всі культури сівозміни ведеться без обороту шару. На поверхні її накопичується шар мульчі з рослинних залишків, що захищає ґрунт від руйнуючої дії дощових крапель, вітрової і водної ерозії, ґрунтову вологу від непродуктивного випару. Родючість ґрунту підтримується й підвищується внесенням органічних (гній, торф, компости, солома, здрібнені стебла соняшника, кукурудзи, сорго, люпину й інших культур) і мінеральних добрив.

- *Бесплужна обробка* - узагальнений термін, що визначає обробку ґрунту без обороту шару. Він включає наступні прийоми обробки ґрунту: плоскорізну, поверхневу, комбінованими агрегатами, чизельну, глибокорозрихлювачами, щілювання, фрезерування, кротування, мінімальну й "нульову".

- *Бесплужна глибока обробка* - обробка ґрунту без обороту шару на глибину більше 10-12 см. за допомогою плоскорізів, глибокорозрихлювачів, чизелей, щілювателів, кротувателів. Термін супроводжується числовою вказівкою глибини обробки ґрунту.

- *Бесплужна дрібна обробка* - обробка ґрунту плоскорізами, дисковими знаряддями, фрезами й комбінованими агрегатами на глибину до 10-12 см.

- *Бесплужна передзимова обробка* - основна обробка ґрунту без обороту шару, виконувана восени (аналог зяблевої оранки).

- *Мульчуюча обробка* - обробка ґрунту, при якій на її поверхні накопичується шар мульчі з рослинних залишків.

- *Плоскорізна пошарова обробка ґрунту* - глибока плоскорізна обробка ущільненого й пересохлого ґрунту у два яруси; перший ярус - на 12-14, другий - на 28-30 см. Вона дозволяє добре рихлити ґрунт без утворення великих брил.

- *Плоскорізна обробка ґрунту з одночасним щілюванням* - обробка ґрунту без обороту шару плоскорізом-щілювателем. Плоскорізна обробка виконується на глибину 10-12, з одночасним щілюванням стійкою плоскоріза на 35-40 см.

- *Передзимове щілювання посівів озимих культур і багаторічних трав* - виконується щілювачами в жовтні-листопаді на глибину 50- 60 см. Нахил долота, що рихлить, для щілювання ґрунту - 30°, щілювання посівів, озимих культур і багаторічних трав -10° .

- *Пожнивне розпушування* - розпушування ґрунту голчастою бороною, дисковими знаряддями або плоскорізами слідом за збиранням культури для закриття продуктивної вологи, що залишилася невикористаною попередником, і для боротьби з бур'янами.

- *Прямий посів* - посів культур у неопрацьований мульчований поживними залишками ґрунт спеціальними сівалками прямої сівби.

- *Поверхнева обробка* - дрібна обробка ґрунту (на глибину 10-12 см) дисковими знаряддями під озимі культури після непарових попередників. Застосовується в зонах недостатнього, нестійкого й стійкого зволоження.

- *Обробка комбінованими, агрегатами* - дрібна (6-10 див) обробка ґрунту під озимі і ярові культури, що дозволяє після непарових попередників за один прохід агрегатів мати готовий до посіву мілкокомкуватий посівний шар ґрунту. Застосовується в зонах недостатнього, нестійкого й стійкого зволоження.

- *Чизельна обробка* - обробка без обороту шару важкосуглинистих, глинистих, а також оглеєних ґрунтів, за допомогою чизелей. Може виконуватися на глибину від 10-12 до 28-30 см і глибше. Застосовується в зонах стійкого й надлишкового зволоження.

- *Обробка глибокорозрихлювачами* - обробка без обороту шару надлишково зволених і поверхово оглеєних ґрунтів, а також площ із гончарним дренажем для прискорення відводу надлишкових вод. Виконується на глибину 60-70 см. Застосовується в зонах надлишкового зволоження.

- *Щілювання* - обробка ґрунту без обороту шару на схилових землях за допомогою щілювача для затримки стоку талих і зливових вод. Може сполучатися із прийомами дрібної бесплужної обробки - дрібної плоскорізної і обробкою комбінованими агрегатами. Виконується на глибину до 60 см. Застосовується в зонах посушливого, недостатнього, нестійкого й стійкого зволоження.

- *Фрезерування* - обробка важких ґрунтів, а також полів із грубими поживними залишками (соняшник, кукурудза, сорго й інші) для надання пухкості ґрунту й здрібнювання поживних залишків. Може виконуватися на глибину від 5-7 до 14-16 см. Застосовується в зонах недостатнього, нестійкого й особливо в зонах стійкого й надлишкового зволоження.

- *Кротування* - обробка перезволоженого ґрунту без обороту шару за допомогою щілювача-кротувача для відводу надлишкової вологи. Виконується на глибину до 70 см. Застосовується в зонах надлишкового зволоження.,

- *Мінімальна обробка ґрунту* - посів у неопрацьований ґрунт за допомогою сівалок-культиваторів і сівалок прямого посіву як основних, так і поживних культур. Як правило, сполучається із застосуванням гербіцидів для боротьби з бур'янами. Застосовується в зонах посушливих, недостатнього, нестійкого, стійкого й надлишкового зволоження.

- *Нульова обробка ґрунту* - являє собою склад ґрунту, мульчованого рослинними залишками, протягом усього року в непорушеному стані, а для посіву проводиться розпушування вузьких смужок ґрунту шириною 3-5 см, в які висівають насіння. Застосовується в зонах посушливих, недостатнього, нестійкого зволоження.

16. Зміст екологічної конверсії та її особливості у рослинництві і тваринництві.

Екологічна конверсія, або екологізація — це поширення екологічних принципів та підходів на природничі та гуманітарні науки, на виробничі процеси та соціальні явища. У

сфері матеріального виробництва екологізація природокористування включає в себе три компоненти³²:

- максимальну ефективність користування ресурсами;
- відтворення ресурсів та їхня охорона від виснаження;
-) найбільш доцільні способи використання ресурсів.

В агрономії як головні напрямки екологізації визначились:

- а) турбота про збереження родючості ґрунту;
- б) використання органічних добрив, сидератів та посівів багаторічних трав;
- в) застосування мінеральних добрив та хімічна меліорація на суворій науковій основі;
- г) збільшення частки методів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин;
- д) комплекс заходів щодо запобігання ерозії ґрунту, включаючи контурно-меліоративне землеробство, полезахисне лісорозведення, безвідвальний та мінімальний обробіток ґрунту;
- е) обмеження у використанні важкої техніки.

У галузі обробітку ґрунту екологічна конверсія повинна, перш за все, стосуватися оранки³³.

Проблеми екологічної конверсії у тваринництві значно складніші, ніж у рослинництві³⁴. Важливим елементом екологізації тваринництва є знешкодження твердих і рідких відходів та зменшення газоподібних викидів. Нині гній використовується головним чином як добриво і при цьому його погано готують для внесення у ґрунт. Можливостей для знешкодження такого гною багато. Але найбільш екологічно чистою та економічно вигідною є переробка тваринницьких відходів на біогаз³⁵.

Головне в екологічній конверсії — це поворот від інтенсивного сільського господарства до стійкого, екологічно бережливого в усьому різноманітті його форм (Табл.)³⁶.

Основні напрямки екологічної конверсії сільськогосподарського виробництва

Стратегічний напрямок	Тактичні завдання
Створення лісо-луго-пасовищної рівноваги.	Підвищення біологічного різноманіття ландшафтів. Зниження масштабів вітрової та водної ерозії. Лісонасадження в ерозійно небезпечних місцях. Залужування.

³² Світову стратегію сільськогосподарського природокористування багато в чому визначає створена в 1945 році при ООН продовольча сільськогосподарська організація - ФАО. Спершу її діяльність оцінювалася позитивно. Але в останні роки гострій критиці піддавалися її стратегічні пріоритети. То був загальний курс на інтенсифікацію сільського господарства, орієнтування країн, що розвиваються, на монокультури, повсюдне впровадження сортів, ігнорування методів рослинництва та тваринництва, віками вироблених місцевим селянством, тісний зв'язок із хімічною індустрією та політика заохочувального поширення пестицидів та синтетичних мінеральних добрив. Саме ці пріоритети призвели агроекосистем і світу до кризової ситуації.

³³ Відповідно до сучасних джерел (А.Г.Тарарико 1991), для України значну перспективу має ґрунтозахисна система землеробства, в якій до 40-50% ріллі зайнято багаторічними травами. З них вносять тільки високоякісні органічні добрива та сидерати, витримується оптимальне поголів'я худоби та ретельно контролюється баланс поживних речовин в ґрунті. Але така система на 40 - 50% знижує продуктивність рослинництва.

³⁴ Однією з центральних і такою, що найважче вирішується є проблема становлення рівноваги між рослинницькою та тваринницькою галузями господарства. Для повної переробки залишків рослин за нормами на 1 га орних земель повинно припадати в середньому або 2-3 корови або 5 телиць, або 25 свиней, або 2500 курей. Але на сьогодні у сільському господарстві України це співвідношення різко порушене.

³⁵ Біогаз - це суміш горючих газів, у якій переважає метан, а також наявні сірководень і водень. Розроблена технологія його виробництва з тваринницьких та рослинницьких відходів у так званих метантенках. При дотриманні технології (температура 35 - 40°C чи 50 - 55°C, рН в 6,5 - 8,0 відсутність у сировині токсичних речовин та антибіотиків) вихід біогазу високий.

³⁶ Екологізація сільського господарства стала привертати до себе увагу ще в 80-х роках минулого століття. Чіткий курс на екологічну конверсію сільського господарства взяли країни Європейського Союзу. У США розпочата розробка системи ПЗА - низьковитратне, стійке сільське господарство, що засноване на ресурсах, які відновлюються в межах фермерського господарства та не руйнують природне середовище. У цій країні створений спеціальний комітет сприяння альтернативному сільському господарству. Стійке, екологічно нешкідливе сільське господарство має на меті не лише збереження бази сільськогосподарського виробництва для майбутніх поколінь людей. У ньому закладений соціальний, гуманітарний та культурний зміст. Це той тип виробництва, що відповідає рівню загальної цивілізованості людини.

Відновлення природних біогеохімічних циклів.	Контроль за надходженням органічних речовин до ґрунту. Перехід до оптимальних пасовищних навантажень. Децентралізація тваринництва.
Оздоровлення ґрунтів	Перехід до безплужного землеробства та мінімального обробітку землі. Збереження гумусу в ґрунті шляхом використання органічних добрив, сидератів та живого мульчування. Мінімізація використання пестицидів.
Підвищення коефіцієнта енергетичної ефективності агроєкосистем.	Використання енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Створення сортів з підвищеним коефіцієнтом використання ФАР.
Підвищення стійкості агроєкосистем.	Перехід від інтенсивних систем землеробства до адаптивних і самопідтримуваних. Створення сортів, пристосованих до полікультур.
Забезпечення екологічної чистоти усіх видів сільськогосподарської продукції.	Екологічна експертиза якості продовольства та кормів. Широке застосування біометоду для боротьби з бур'янами та шкідниками.

17. Біологічне землеробство як головна складова екологічної конверсії. На думку більшості учених, *альтернативне (біологічне) землеробство* — це концепція, а не система, новий підхід до землеробства, група прийомів, етика ставлення до землі. В основу її покладено повну або часткову відмову від синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту і кормових добавок. Комплекс екологічних і агротехнічних заходів базується на суворому дотриманні науково обґрунтованої структури сільськогосподарських угідь, сівозмін, насичених бобовими культурами, збереженні рослинних решток, широкому застосуванні гною, компостів і сидератів, проведенні механічного обробітку ґрунту (поліпшений зяб, боронування).

Біологічне землеробство передбачає дотримання біологічного характеру трьох чинників, які мають вирішальний вплив на величину та якість урожаю:

1. Переведення азоту повітря в рослинний білок здійснюється за участю бобових культур, специфічних бактерій ґрунту або ціанофітів, а не шляхом хемосинтезу азотних добрив.

2. Розпушення й оструктурення ґрунту здійснюється коренями рослин, дрібними ґрунтовими тваринами і мікроорганізмами, а не за допомогою знарядь і механізмів за великих затрат енергії.

3. Боротьба з бур'янами, хворобами, шкідниками ведеться в основному біологічним шляхом — правильним чергуванням культур у сівозміні, вибором видів і сортів відповідно до конкретних умов, активуванням природних ворогів шкідників, а не за рахунок застосування хімічних засобів захисту рослин (біоцидів).

Цілі біологічного землеробства та способи їх досягнення ілюструють схеми, наведені на рис. 15.1, 15.2.

Біологічне землеробство, як і традиційне, вимагає визнання необхідності:

- внесення мінеральних добрив, без чого можливе зниження величини та якості врожаїв;

- застосування пестицидів для запобігання епіфітотіям або масовому розмноженню комах. *Головні особливості біологічного (альтернативного) землеробства:*

1. Підживлювати слід не рослини, а корисні мікроорганізми, які забезпечують переробку рослинних решток і матеріалів на поживні речовини і гумус. Основою має бути гасло: «ґрунт живить рослину — рослина живить ґрунт»³⁷.

³⁷ Головну роль у забезпеченні ґрунтової мікрофлори енергетичним матеріалом і в постачанні рослинам поживних речовин виконують органічні добрива. Як дуже цінний вид добрив розглядають гній. Використання компостів передбачено усіма різновидами системи біологічного землеробства, деякі з них допускають застосування гною тільки в компостованому вигляді. Найсприятливішою для компостування вважають сировину, яка містить не менш як 50% органічної речовини (у перерахунку на суху масу), подрібнена на часточки 10-30 мм, вологістю 55 - 80 %, з рН 5,5 - 9,0 і співвідношенням С : N у межах 20 - 35. У компост рекомендовано вносити різні добавки — додаткові (сирі фосфати, базальтовий пил, роґове борошно тощо) і стимулювальні (культури бактерій і грибів). Застосовують кілька способів компостування: у купах, штабелях, валках або поверхневий. Велика роль відведена дощовим черв'якам. Обов'язковим або бажаним є використання сидератів, хоча через економічні чи кліматичні умови це не завжди можливо. Допускається використання як додаткового джерела мінерального живлення базальтового, доломітового, вапнякового і кісткового борошна, томашлаку, калімагнезії, інших матеріалів. Однак забезпечення рослин елементами живлення без внесення мінеральних добрив багато спеціалістів вважають проблематичним.

2. Сівозміна є визначальною і відіграє провідну роль, тоді як у традиційному землеробстві — допоміжною. Недоцільним вважають вирощування у сівозміні культур, які особливо вимогливі до забезпечення елементами живлення. Велику увагу приділяють бобовим культурам.

3. Обробіток ґрунту рекомендується проводити переважно без перевертання шару і на невелику глибину. Заробляння рослинних решток і органічних добрив у верхній шар сприяє утворенню ґрунту, багатого на мікроорганізми і дощові черв'яки³⁸.

4. Основною умовою успішної боротьби з бур'янами є дотримання правильної сівозміни і системи обробітку ґрунту в ній³⁹.

5. У боротьбі з шкідниками і хворобами перевага надається превентивним заходам: сівозміні, сорту, обробітку ґрунту⁴⁰.

6. При веденні біологічного землеробства перевагу надають культурам, більш конкурентоздатним щодо бур'янів, менш чутливим до хвороб і шкідників і менш вимогливим до забезпечення поживними речовинами⁴¹.

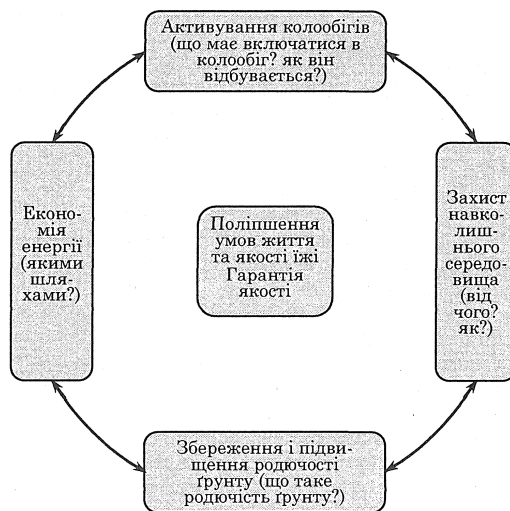


Рис. 15.1. Цілі біологічного землеробства (за Г. Кантом)

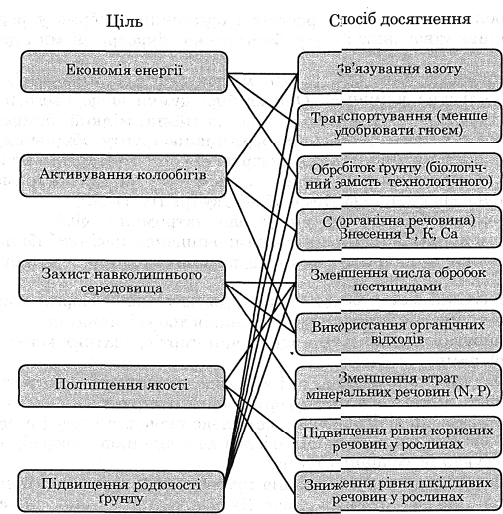


Рис. 15.2. Способи досягнення цілей біологічного землеробства (за Г. Кантом)

18. Основні системи біологічного землеробства.

Поняття «біологічне землеробство» включає кілька систем, між якими не завжди можна провести чітку межу: органічне, органобіологічне, біодинамічне, система ANOG, система LISA.

Органічне землеробство найбільш поширене у США. При його веденні виключається або істотно зменшується застосування мінеральних добрив і пестицидів. Прийоми органічного землеробства забезпечують раціональне використання природних ресурсів, мінімальне зниження (а в окремих випадках і підвищення) врожайності кукурудзи та сої за несприятливих природно-кліматичних умов. Обов'язковим правилом є

⁶ Неглибока оранка (до 15 - 20 см) допускається лише тоді, коли цього не можна уникнути. Одноставної думки щодо цього немає. Вчені висловлюють побоювання, що постійний мілкий, безполицевий обробіток може зумовити диференціацію ґрунту, збіднення його нижньої частини, ущільнення, погіршення фітосанітарного стану.

³⁹ Вживають такі превентивні заходи: затримання сівби для знищення сходів бур'янів боронуванням; очищення насіння; збільшення норми висіву; вирощування сидеральних культур, які пригнічують бур'яни. Біологічний метод боротьби застосовують мало. Перспективним вважають використання комах, збудників хвороб, нематод. У майбутньому очікується виведення сортів, здатних конкурувати з бур'янами.

⁴⁰ Важливу роль відіграє увесь комплекс умов для росту і розвитку рослин, що підвищує стійкість посівів до шкідників і хвороб, зокрема застосування змішаних посівів. З інсектицидів рекомендовано мікробні препарати, рослинні інсектициди, ефірні олії, мило тощо. Як фунгіциди застосовують сірку, бордоську рідину, вапно. Доцільно використовувати так звані захисні рослини, які відлякують шкідників.

⁴¹ Побутує думка, що для умов біологічного землеробства необхідні особливі сорти.

дотримання сівозмін із чергуванням у них бобових культур з культурами, які характеризуються високою потребою в азоті⁴².

Органобіологічне землеробство поширене у Франції та Швейцарії. Основна його ідея полягає в тому, що мінеральні речовини з ґрунту поглинаються у формі не тільки іонів, а й макромолекул (мікросом) і слугують поживними речовинами для ґрунтових мікроорганізмів, які переробляють важкозасвоювані сполуки на легкодоступні для рослин форми. Тому головне в органобіологічному землеробстві — підвищення родючості ґрунту за рахунок керування живленням рослин, активування ґрунтової мікрофлори, для чого компости вносять поверхнево, а під час обробітку верхніх шарів намагаються зберегти структуру ґрунту⁴³.

Біодинамічне землеробство є одним із найбільш розвинених і давніх у Європі (Німеччина, Швеція, Данія) напрямів альтернативного землеробства. З початку свого становлення воно об'єднувало біологічні, екологічні, технічні і соціальні аспекти сільського господарства. З 1928 р. прихильники біодинамічного землеробства організували продаж сертифікованих продуктів харчування (продукція відповідних фірм має назву «Деметр»). Проблему землеробства вони розглядають комплексно, тобто сільське господарство — людина — навколишнє середовище — космос, а також їх взаємовплив⁴⁴.

Система ANOG порівняно з іншими є близькою до традиційного сільського господарства. Вона дістала умовну назву «ближче до природи» і в багатьох підходах в основному збігається з органобіологічним землеробством. На підставі наукового аналізу стану ґрунту для кожного господарства розробляють індивідуальні плани внесення органічних добрив. Допускається помірне застосування усіх синтетичних препаратів (крім гербіцидів), але за ретельного контролю вмісту залишкових кількостей хімікатів у продукції.

Система LISA є новою системою землеробства у США. Найчастіше її називають «*sustainable agriculture*», що в перекладі означає «*підтримуване сільське господарство*».

⁴² Ґрунт обробляють переважно без перевертання шару (дискування, чизельні і плоскорізні обробітки, щілювання). Боротьбу з бур'янами ведуть як за допомогою культур, розміщених у сівозмінах, так і проміжних культур, ущільнених посівів, покривних культур. Від шкідників рослини захищають ентомофаги: сонечка, трихограма, хижі кліщі (фітосейулюс), а також біопрепарати. Проти колорадського жука застосовують грибний препарат боверін. У боротьбі з комахами широко використовують інсектициди рослинного походження і слабкотоксичні препарати. Особливу увагу приділяють внесенню різних компостів. Виговлення компостів має велике гігієнічне значення, оскільки під час компостування інактивується багато збудників хвороб. За високої температури в компостному бурті гинуть бактерії, які спричинюють пошкодження культурних рослин, а насіння багатьох бур'янів втрачає схожість. У готовий компост іноді додають калійні і фосфорні добрива. В ґрунт також вносять місцеві добрива (вапняки, дефекації тощо). Пестициди практично не застосовують (до 1-2 %).

⁴³ Захист рослин від шкідників і хвороб здійснюється подібно до того, як і в органічному землеробстві. Властивості ґрунту поліпшують насамперед вирощуванням трав'яних бобово-злакових сумішей у сівозміні. Зелена маса трав'яної суміші є, крім того, добрим кормом. Якщо в господарстві немає тварин, неодноразово скошувану зелену масу вивозять і компостують. Безпосереднє внесення зеленої маси в ґрунт вважається нерациональним. Як і за органічної системи, не виключають можливість застосування місцевих добрив (вапняки, бентоніти, фосфати, кісткове борошно), які містять в своєму складі мінеральні елементи у важкорозчинній формі.

⁴⁴ Теоретичні основи біодинамічної системи зводяться до двох положень.

1. За допомогою біодинамічних методів треба поєднати землеробство з цілісним ритмом Землі. Обробіток ґрунту, сівбу, догляд за посівами слід здійснювати у сприятливі періоди, настання яких зумовлюється розміщення Місяця в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї. Наприклад, коли Місяць знаходиться в сузір'ї Риб, то цей строк сприятливий для сіви і садіння розсади овочів, якщо в сузір'ї Біка, — то це кращий строк для сіви коренеплодів. Взаємне розміщення небесних тіл рекомендують також враховувати при організації боротьби з бур'янами, приготуванні компостів. Космічний вплив на рослини виявляють й інші небесні тіла.

2. Спеціальні біодинамічні препарати мають надавати рослинам необхідну силу й активувати певні процеси у ґрунті. «Гумусні» препарати готують із рогів тварин і гною, «силіцієві» — з розмеленого кварцу. Цим препаратам, які застосовують у дуже розбавленому вигляді, приписують особливі властивості. Крім того, є так звані «компостні» препарати, що регулюють живлення і розвиток рослин. Їх готують із різних рослин — деревію, кропиви, ромашки лікарської, дубової кори, валеріани тощо, а потім змішують з гноєм. Витяжки, відвари і продукти бродіння з рослин використовують як добрива, стимулятори росту та для захисту рослин від бур'янів і хвороб. Найбільш поширені препарати з кропиви і польового хвоща. Мінеральні добрива і пестициди не застосовують зовсім. Ферми, де ведеться біодинамічне землеробство, намагаються забезпечити себе добривами і кормами. Як добрива тут використовують різні компости і спеціальні мінеральні добавки (силіцій, рогове борошно, кісткове борошно, вапняки, фосфати тощо). Елементи біодинаміки наводяться в астрологічних календарях.

Паралельно поширився ще один термін, який визначає нову тенденцію у веденні землеробства, — «*низьковитратне (low-input sustainable agriculture) землеробство*»⁴⁵.

Основні *стратегічні завдання* її такі:

- збільшення ефективності витрат у межах спеціалізованих (тобто нині діючих) систем господарства;
- розробка ефективніших багатопрофільних фермерських систем;
- обґрунтування прибуткового ринку для продукції, яка вироблятиметься з невеликими вкладеннями ресурсів.

У практичному плані *нова система ставить за мету*:

- споживання мінеральних добрив у невеликих кількостях;
- скорочення використання пестицидів;
- зменшення інтенсивності механічного обробітку ґрунту;
- інтегрований підхід при веденні землеробства, що базується на комплексному взаємозв'язку чинників (добрива — бур'яни, добрива — хвороби рослин, гербіциди — шкідники і хвороби, фунгіциди — мікрофлора ґрунту, пестициди — дощові черв'яки тощо).

Основою технології вирощування сільськогосподарських культур нова система вважає сівозміну.

19. Біотехнології в землеробстві і тваринництві. У сільському господарстві розвинених країн настав новий етап «зеленої революції», пов'язаний з розвитком *біотехнології*, під якою розуміють створення і використання нових організмів, продуктів, отриманих за допомогою методів генної інженерії, культури органів і тканин *in vitro* та ін. Свідченням високих темпів розвитку біотехнології є зокрема те, що у 1997 р. у США і Канаді трансгенні кукурудзу, сою, ріпак, цукрові буряки вирощували на мільйонах гектарів. Трансгенна соя тільки в США займала 12%, кукурудза — 6%, бавовник — 13% усіх посівних площ цих культур.

За висновками експертів ФАО, у 2030 р. весь світовий приріст виробництва продукції рослинництва буде досягнуто за рахунок нових сортів рослин⁴⁶.

Основні напрями розвитку біотехнології в землеробстві:

1. Підвищення вмісту білка і незамінних амінокислот у продукції сільськогосподарських рослин, що досягається створенням так званих *генетично модифікованих організмів*, насамперед *трансгенних* рослин. Вони набувають господарсько цінних ознак внаслідок перенесення генів, які їх зумовлюють, зокрема від бактерій. Пріоритетним визнано виведення азотфіксуючих сортів зернових культур.

2. Отримання бактеріальних добрив (азотфіксуючих бактерій), біопестицидів.

3. Створення сортів і гібридів культурних рослин, стійких до хвороб та шкідників⁴⁷.

4. Отримання білків людини (інсуліну, інтерферону) з трансгенних рослин. Так, виведено гібриди рослин картоплі, що синтезують сироватковий альбумін людини; рослини тютюну, що синтезують інсулін; рослини, з яких отримують природний пігмент шкіри людини — меланін.

5. Створення трансгенних рослин — продуцентів біологічних пластмас, здатних деградувати в природному середовищі⁴⁸.

⁴⁵ У низьковитратному землеробстві робиться ставка на мобілізацію внутрішніх, відновлюваних ресурсів, наприклад на максимальне використання азоту нехімічного походження, розвиток водозберігаючих технологій, перехід на нехімічні засоби боротьби з бур'янами і шкідниками, регулювання складу біоценозів. Офіційна назва, яка відбиває новий напрям у розробці систем землеробства, — «*low-input*», або скорочено LISA. LISA — це програма досліджень щодо розробки багатопрофільної концепції вирощування сільськогосподарських культур, яка б дала виробництву, з одного боку, можливість невизначено довго підтримувати необхідний рівень, а з іншого — зменшила його залежність від зовнішніх ресурсів і підвищила економічну надійність фермерського господарства.

⁴⁶ Чільне місце у біотехнологічних дослідженнях посіли корпорації «Дюпон», «Новартис», «Монсанто», «Рон-Пуленк», «Карсіл».

⁴⁷ Так, у США вирощують рослини томатів, картоплі, бавовнику, що набули стійкості до комах; рослини томатів, картоплі, стійкі до патогенних вірусів. Отримано сорти рослин, стійких до гербіцидів суцільної дії, що значно полегшує боротьбу з бур'янами і здешевлює технологію вирощування, оскільки зникає потреба у застосуванні селективних гербіцидів.

Але незважаючи на певні позитивні риси нових технологій, серед учених немає однакості щодо можливого ефекту досліджень з генної інженерії, впливу їх на здоров'я та безпеку людини, а також на функціонування екологічних систем⁴⁹. Вважається, що при проведенні досліджень із генної інженерії необхідний ретельний контроль. Це пов'язано з наступними *небезпеками*:

- непередбаченого перенесення введених генів в інші організми;
- створення фундаментально нових біотипів, які не існують у природі;
- зменшення як місцевої, так і глобальної різноманітності сільськогосподарських культур.

Як наслідок, зростає потенційна небезпека порушення екологічної рівноваги. Тому дослідження слід здійснювати з великими пересторогами, кожен організм має проходити через кілька послідовних стадій випробувань і на кожній стадії отримувати спеціальний дозвіл, тобто експеримент необхідно здійснювати за принципом постійного розширення. І все ж багато вчених вважає, що результати досліджень не можуть бути катастрофічними, а самі роботи треба розглядати як новий етап впливу людської діяльності на навколишнє середовище, але не більшою мірою, ніж це відбувалося раніше.

Закордонний досвід засвідчує, що поширення біотехнологій залежить від багатьох причин: економічних, політичних, соціальних, екологічних та ін. Велику роль у впровадженні біотехнології в практику відіграє громадська думка. Біотехнологія — важливий, але не єдиний елемент науково-технічного прогресу в аграрному секторі, тому необхідний комплексний підхід до цього питання з урахуванням альтернативних технологій.

Література:

1. *Ботаническая география* с основами экологии растений/ Хржановский В. Г., Викторов В.С, Литвак П.В., Родионов Б.С.—М.: Агропромиздат, - 255 с. —(Учеб. пособие для вузов).
2. *Подолінський С.А.* Вибрані твори / Упоряд.: Л. Я. Корнійчук. — К.: КНЕУ, 2000. — 328 с.
3. *Величко И.М.* Когда и как возникли растения. /Отв. ред. С П. Вассер.—Киев: Наукова думка, 1989.— 160 с.
4. *Гиренок Ф.Д.* Экология, Цивилизация, Ноосфера. / Под общ.ред. академика Н.Н.Моисеева.- М.:Наука,1987.- 184 с.
5. *Сонько С.П.* Просторовий розвиток соціо-природних систем: шлях до нової парадигми. Наукова монографія.- Київ: Ніка Центр, 2003.- 287 с.
6. *Добровольський В.В.* Основи теорії екологічних систем: Навчальний посібник. — К,: ВД «Професіонал», 2005. — 272 с.
7. *Сигида В.П., Заплічко Ф.О., Миколайко В.П.* Загальна біологія. Навчальний посібник. 2008. - 358 с.
8. *Горшков В.Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни./ Ответственный редактор К.С.Лосев.- Москва, ВИНТИ, 1995 г. – 472 с.
9. *Джеремі Рифкін.* Глава из книги «Биосферная политика». Приближение биосферного века. - Информационное агентство «Эхо — Восток». - 62 с.
10. *Шелякин Н.М.* и др. Контурно-мелиоративное земледелие на склонах./Н.М. Шелякин, В.А, Белолипский, И. Н. Головченко.— К.: Урожай, 1990.— 168 с.
11. *Аллен Х.П.* Прямой посев и минимальная обработка почвы./ Пер. с англ. М.Ф.Пушкарева.—М.: Агропромиздат 1985.—208 с.
12. *Дубинский Г.П., Бураков В.И.* Почвозащитное устройство агроландшафта. - Х.: Вища шк., Изд-во при Харьк.ун-те/ 1985.- 216 с.
13. *Сельскохозяйственные экосистемы.*/Пер. с англ. А.С. Каменского, Ю.А. Смирнова, Э.Е.Хавкина; Под ред. и с предисл. Л.О. Карпачевского. - М.: Агропромиздат, 1987 — 223 с.

⁴⁸ Пластичні біополімери, які можуть стати поновлюваними джерелами виробництва промислових пластмас, привертають велику увагу в усьому світі. Підвищений інтерес до біопластмас зумовлений їх здатністю до біологічного руйнування (біодеградації), а також тим, що для їх отримання не потрібна нафтова сировина. Потенційне використання цих матеріалів різноманітне: тара, пакети, фотоплівки, медичні імплантати та ін.

⁴⁹ Існують крайні погляди, згідно з якими біотехнологія має бути заборонена, оскільки знання про неї недостатні для гарантування повної безпеки людини. Висловлюється й протилежна думка: застосування генної інженерії безпечно і потребує мінімального контролю. При цьому основним аргументом є те, що принципової відмінності між генною інженерією і селекцією немає. До того ж при генній інженерії виконуються відомі, заздалегідь сплановані модифікації, а швидкість процесу вища.

14. **Шикун Н. К.** Почвозащитная система земледелия: Справ. кн.— Х.: Прапор, 1987. — 200 с.
15. **Агроекологія:** Навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т.Кардашов, П.В.Литвак та ін. — К.: Вища освіта, 2006. — 671 с.
16. **Куценко О.М.,** Писаренко В.М. Агроекологія.-К.:Урожай,1995.-256 с.
17. **Агроекологія:** теорія та практикум./ За заг.ред.проф.В.М.Писаренка.- Полтава: «ІнтерГрафіка»,2003.- 320 с.
18. **Заславский М.Н.** Эрозиоведение. Основы противоэрозионного земледелия.- М.:Высш.шк.,1987.- 376 с.
19. **Органические удобрения.** Справочник/Попов П.Д., Хохлов В.И., Егоров А.А. и др. – М.: Агропромиздат,1988.- 207 с.
20. **Мисик Г.А., Куліковський Б.Б.** Основи меліорації і ландшафтознавства: Посібник. – Київ: «ІНКІОС», 2005.- 464 с.
- 21.**Соловій І.П., Іванишин О.Т., Лавний В.В., Турчин Ю.І., Часковський О.Г.** Землекористування: еколого-економічні проблеми, конфлікти, планування. Навчаль.пос.- Львів: Афіша, 2005.- 400 с.
22. **Вавилов Н.И.** Происхождение и география культурных растений.- Л.:Наука,1987.- 440 с.
23. **Экологические очерки о природе и человеке.**/Под ред. Б.Гржимека.- М.:Прогресс,1988.- 660 с.
24. **Чаянов А.** Путешествие моего брата Алексея в страну крестьянской утопии./ Triada book on CD.
25. **Гаррисон Г.** Неукротимая планета./ Triada book on CD.
26. **Сонько С.П.** Географічна інтерпретація доповідей Римському клубу./ Український географічний журнал. №1,2003.- с.55-62
27. **Сонько С.П.** Концепция агроэкосистем как теоретическая основа экологически безопасного природопользования./ Труды кафедры размещения производительных сил и технологий производства.Выпуск 1. Кривой Рог,1997.-с.77-85
28. **Сонько С.П.** Концепція сталого розвитку та її методологічна дискусійність./Регіональна економіка. №4,2003.-С.13-28.
29. **Сонько С.П.** Засадничі принципи ноосферного природокористування у контексті концепції сталого розвитку./ Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ, №8, 2006 С. 74-87.
30. **Екологічні основи** збалансованого природокористування у агросфері: навчальний посібник./за редакцією проф.С.П.Сонька та доц.Н.В.Максименко.- Х.: ХНУ імені В.Н..Каразіна, 2015.- 568 с. (Навчально-наукова серія «Бібліотека еколога». Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна (протокол №6 від 29.05.2015). Режим доступу: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/375>