

Тема 1. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА – ГОЛОВНА ЗАДАЧА АГРОЕКОЛОГІЇ (2 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.

1. Місце агроєкології в системі наук. Наукова концепція захисту рослин може бути реалізована лише в межах природоохоронних та екологічних концепцій. Саме тому теоретичною основою охорона навколишнього природного середовища при захисті рослин є агроєкологія. 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 якості 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 «агроєкологія» ще немає. У словнику-довіднику «Природовикористання» (М.Ф.Реймерс, 1990) зазначається: агроєкологія (агроєкологія) — і наукова дисципліна про агроєкоєнози, що як центральний об'єкт розглядає вид або сорт, заради якого створюється агроєкоєноз. 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 агроекосистем і специфіку колообігу в них речовин, перенесення енергії, характер функціонування агроекосистем в умовах техногенних навантажень.

Головними цілями створення і підтримки людиною агроекосистем 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 агроекології є штучні фітоекосистеми (посіви і насадження сільськогосподарських культур, тваринницькі ферми та комплекси, а також аграрні ландшафти у взаємозв'язку з середовищем проживання). Агроекологія 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, агроекологія 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 агроекологічних досліджень. Агроекологія 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.

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

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 агроекосистемах реалізується тільки 15 - 30 % потенційної продуктивності. Недоотримання 85—70 % потенційного врожаю може бути спричинене також обмежувальною дією екологічних і ценотичних чинників.

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 досліджень³.

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 вибіркового 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:

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

² У польових дослідах 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.

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 квітки тощо. Введення стохастичного компонента в математичні моделі, як з'ясувалося, збільшує їх відповідність реальності, підвищує вірогідність прогнозів. Моделі такого

$$P(t) = P_0 \frac{r^t}{e},$$

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 непросте. 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 воедино матеріально, а й постійно взаємодіють один з одним, у результаті чого в природі безперервно створюється нове тіло — ґрунт, який змінюється і розвивається.

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.

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 українських агроландшафтів. Малі річки часто стають причиною екологічних катастроф, коли внаслідок змивів або паводків їх замулені русла неспроможні пропустити критичну

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, сухотів, 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.

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.

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 Рифкин.* 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.
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.

«Охорона навколишнього природного середовища при захисті рослин». 22 год.лекцій;

Тема 2. ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АГРОЕКОСИСТЕМ (2 год).

План: 1. *Понятійно-термінологічний апарат агроекології.* 2. *Поняття про агроекосистему.* 3. *Рівні організації та типи агроекосистем.* 4. *Еволюція поняття і структури агроекосистеми.*

1. Понятійно-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 популяції* 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 надорганізмена система популяція забезпечує виду потенційне «безсмертя» — пристосувальні можливості в популяції значно вищі, ніж в індивідуумів, що її 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 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 кількість 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

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.

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

розміщуватись рівномірно, випадково і групами. *Народжуваність* 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 народжуваності, 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 розвиватись 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.

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 домінанти. Види, які живуть за рахунок домінантних, називають *переддомінантами*, домінанти, 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.

2. 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.

3. Рівні організації та типи агроекосистем. Штучно створені людиною рослинні угруповання посівом чи висаджуванням культурних рослин, що можуть позначатись як (*агроекосистема, 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: плодкові сади, захисні лісонасадження,

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

штучно створенні лісові екосистеми; зооценози: стада сільськогосподарських тварин, тваринницькі ферми, птахоферми, зграйних, водяних тварин, риби; різні культури мікроорганізмів і грибів.

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

Кожен тип агроекосистемн 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 організмів, ступінь участі окремих видів у формуванні системи, життєвість окремих видів, ярусність вкривання та ін.*¹⁷

Під *типом агроекосистеми* розуміється сукупність окремих агроекосистем, 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 агроекосистемного рівня є *агросфера*¹⁸.

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

Агроекосистеми на відмінну від природних екосистем формують для отримання максимально можливої кількості продукції, яка слугує першоджерелом харчових, кормових, лікарських і сировинних ресурсів, тобто *функції агроекосистем в основному обмежуються постачанням засобів життя*. У цьому головна причина кількісної переваги ресурсоемних і природоруйнівних типів агроекосистем¹⁹.

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

4. Еволюція поняття і типів агроекосистем.

Антропогенне перетворення природних ландшафтів на аграрні відбувалось упродовж тисячоліть.

¹⁷ Агроекосистемн 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 агроекосистем: 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 агроекосистемах 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 обгрунтована організація агроекосистем 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 агроекосистем має бути наближеною до контурів природних комплексів, що досягається оптимізацією агроландшафту. Проте це тільки видима частина екологічно обгрунтованої агроекосистеми, значно складніші внутрішні процеси масо- й енергообміну, які підтримують ландшафтно-екологічну рівновагу.

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 перелого. 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 агроєкосистем поділяють на групи.

Першу групу утворюють *екстенсивні агроєкосистеми*. 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 агроєкосистеми*. 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 агроєкосистеми*. 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 агроєкосистеми, зменшенням біологічного різноманіття, повною утилізацією гною, застосуванням біометодів.

Сільськогосподарська екологія знаходиться в стадії розвитку, тому єдиного загальноприйнятого визначення поняття агроєкосистеми 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;

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

◆ *пасовищна агроєкосистема* — 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:

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;

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.

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

²¹ Це завдання можна вирішити тільки докорінною перебудовою потоків речовин у сільськогосподарських екосистемах і доволішньому 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.

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, Белоліпський, 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.
14. *Шикла 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.

Тема 3. ЕКОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ЗАКОНИ В АГРОЕКОСИСТЕМАХ (4 год).

План: 1. Екологічні чинники агроecosистем. 2. Закони розвитку агроecosистем.

1. Екологічні чинники агроecosистем 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. Він 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 агроecosистем 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 водянні 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 конюшині, люцерні, виці та інших рослинах.

- *Зоогенні чинники* — це вплив тварин (поїдання, витоπτування, 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*. Переуцільнення 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 плодожеркою; таких ентомофагів, як інтродуковані хижі комахи подізує і периліос — 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.

2. 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).

Література:

1. *Ботаническая география с основами экологии растений/* Хржановский В. Г., Викторов В.С, Литвак П.В., Родионов Б.С.—М.: Агропромиздат,1988. - 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. *Гиренко 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.
14. *Шукула 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. *Заславський М.Н.* Эрозиоведение. Основы противоэрозионного земледелия.- М.:Вышш.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: «ІНКОС», 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.

«Охорона навколишнього природного середовища при захисті рослин». 22 год.лекцій;
Тема 4. АГРОФІТОЦЕНОЗИ ТА ЇХНЯ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ОРГАНІЗАЦІЯ
(4 год.)

План: 1.Поняття про агрофітоценоз. 2.Екологічні відносини в агрофітоценозах. 3.Видовий склад агрофітоценозу. 4.Структура і динаміка агрофітоценозів. 5.Співжиття в агрофітоценозах. 6.Можливі варіанти екологічно-толерантного регулювання агрофітоценозів.

1. Поняття про агрофітоценоз. Крім природних фітоценозів значні площі планети займають угруповання сільськогосподарських і лісогосподарських рослин, які створені, підтримуються і регулюються людиною. Сільськогосподарські штучні фітосистеми, або агрофітоценози, мають свої характерні особливості. Зазвичай людина створює агрофітоценози, але вони завжди самі трансформуються в агробіоценози, оскільки в штучних рослинних угрупованнях знаходяться вільні екологічні ніші, особливо для гетеротрофних організмів.

Агрофітоценоз (від грец. *agros*— поле, *phiton* — рослина, *koinos* — загальний, спільний) — рослинне угруповання, створене людиною в результаті посіву чи посадки культурних рослин. Спираючись на багатовіковий досвід, людина розробила цілий комплекс агротехнічних заходів щодо вирощування культурних рослин, найважливішими з яких є розпушування ґрунту, внесення добрив, сівозміна, регулювання водного і повітряного режимів ґрунту, боротьба зі шкідниками і бур'янами. З'явилися штучні рослинні угруповання близько 10 - 15 тис. років тому. Першими посівами були хлібні злаки. При цьому поряд з вирощуваними культурами на полях зберігалися деякі з рослин, які росли тут до посіву, та види з природною властивістю до самостійного оселення на окультурених ґрунтах. Такі види пристосувалися до життя серед сільськогосподарських рослин і стали їх супутниками-бур'янами. Крім бур'янів до складу агрофітоценозів включалися специфічні бактерії, водорості, гриби. В результаті антропогенної діяльності створювалася нові, штучні та регульовані людиною агрофітоценози. Такий процес стабільніше забезпечував продуктами харчування первісну людину і певною мірою був прогресивним порівняно з отриманням їжі з природного рослинного покриву. В результаті створювалися нові агрофітоценози і водночас розширювалися сільськогосподарські угіддя. Щорічний приріст населення на планеті Земля зумовлював освоєння нових потенційно придатних площ з певною родючістю ґрунту.

2.Екологічні відносини в агрофітоценозах. Нині в світі розорано не менш як 17 млн км³, тобто 10 % площі суходолу, і майже 50 млн км² займають пасовища та сінокоси. Тому агрофітоценози — невід'ємні складові сучасного рослинного покриву. Едифікатори агрофітоценозів — це вирощувані культурні рослини. Травостій цих рослин формує людина, вони є основними продуцентами штучних екосистем. Людина не тільки готує площу для створення відповідного агрофітоценозу, а й за потреби змінює ґрунтові умови життя рослин, вологість і висіває насіння домінантів. Інші компоненти зазвичай з'являються в складі угруповання поза волею людини. Отже, штучне рослинне угруповання, або агрофітоценоз, складається з певних видів рослин. Рослини, які зростають на полях і є сталими елементами агрофітоценозу, називають *компонентами*. Основу агрофітоценозу становлять культурні рослини, тобто *едифікатори*. Отже, *едифікатори* — це культурні рослини полів, городів і садів; про домінантну роль яких дбає людина.

Одна рослина впливає на іншу як безпосередньо, так і опосередковано (через зміну умов середовища). Пряму дію добре спостерігати при паразитизмі. *Паразитизм* — одна із форм взаємовідносин організмів різних видів у фітоценозі. Наприклад, на посівах льону звичайного можна спостерігати негативну дію однорічної рослини-паразита з

ниткоподібним зеленкувато-жовтим стеблом, що обвиває стебла льону і присмоктується до них за допомогою особливих присосків — гаусторіїв. Повитиця льонова досить поширена у всіх льоносіючих районах України, поширюється переважно з насінням льону. Це типова біотрофія, коли повитиця льонова живе за рахунок льону звичайного або вовчок соняшниковий на соняшнику однорічному. Особини льону звичайного, соняшника однорічного є живителями паразитів, тому їх життєдіяльність пригнічується, іноді вони гинуть. Крім паразитичних, в агрофітоценозах і фітоценозах поширені напівпаразитичні взаємовідносини. Так, на Поліссі та в лісостепу поширений дзвінець великий, який паразитує на озимому житі й інших злакових, завдає значної шкоди також на луках. Дзвінець весняний — близький вид, який трапляється на луках, лісових галявинах, інколи в посівах.

У фітоценозах і агрофітоценозах поширений *симбіоз* — форма тривалого співжиття організмів різних видів, за якого обидва партнери (симбіонти) мають від цього певну вигоду. Симбіоз має надзвичайно різноманітний характер і різниться безпосередніми трофічними зв'язками (бобові рослини і бульбичкові бактерії; рослини і мікоризні гриби). Березка польова, обвиваючи стебла пшениці, спричинює механічний тиск на її тканини і негативно впливає на продуктивність. Сільськогосподарські рослини можуть виділяти корінням фізіологічно активні речовини, які пригнічують ріст деяких бур'янів. Так, овес посівний пригнічує ріст маку польового, а жито посівне — гірчиці польової. Встановлено і взаємний обмін корисними кореневими виділеннями між сільськогосподарськими рослинами та бур'янами.

Агрофітоценоз має певні флористичний склад, структуру, взаємовідносини особин рослин одна з одною та довколишнім середовищем. Від природних угруповань агрофітоценоз різниться цілеспрямованим посівом домінуючих рослин, простішою структурою, спрямованою, заміною іншими запланованими агрофітоценозами у сівозміні, недовговічністю існування угруповання та відсутністю здатності до поновлення³².

3. Видовий склад агрофітоценозу. Видовий або флористичний склад угруповань (видове багатство) — це перелік видів, які трапляються в ньому. Число видів, які можна знайти у даному угрупованні на певній одиниці площі (1,10 або 100 м²), називають *видовою насиченістю*. Агрофітоценоз характеризується обов'язковим домінуванням вирощуваних культурних рослин, які чинять основний вплив на формування біотопних особливостей цієї штучної системи. Зазвичай 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 їх ослаблення однорічні культури утворюють такий ряд: озимі, ярі колосові, зернобобові, ярі просапні, баштанні, овочеві. В сільськогосподарській практиці за едифікаторним ефектом виділяють три групи культур:

◆ *сильноедифікаторні* — культури суцільного посіву, які формують густий травостій (проективне покриття близько 100 %), високорослий (до 3 м) або середньорослий, зазвичай швидко розвивається після посіву, рано відростає навесні — жито, ріпак, соняшник на силос;

◆ *середньоедифікаторні* — рослини суцільного посіву та рядкового весняного посіву, досить високорослі (до 1,6 м, проективне покриття 75 — 80 %), зазвичай швидко ростуть після появи сходів — ярі зернові, в тім числі рис, гречка, просо, соя;

32

Наприклад, на полі озимої пшениці (домінанта й едифікатор) зазвичай зростають бур'яни — талабан польовий, волошка синя, мак польовий, бромус житній, триреберник непахучий. Це рослинне угруповання має багатоярусну структуру, між особинами видів існує конкуренція за світло, воду, поживні речовини. Встановлюються певні взаємовідносини з довколишнім середовищем. Елементи саморегуляції цього рослинного угруповання досить слабкі, а сам фітоценоз є досить нестійким і нездатним до самовідтворення. Навіть за умови, коли не зібрати насіння пшениці, то вже наступного року вона не збереже домінуючого положення і разом з бур'янами буде витіснена більш конкурентоспроможними видами.

◆ *слабокоедифікаторні* — рослини рядкового посіву з широкими або неширокими міжряддями, культури суцільного посіву, низькорослі, що повільно розвиваються після появи сходів (проективне покриття менш як 40 %) — баштанні, більшість овочевих (морква, капуста, цибуля та ін.), горох, цукровий буряк, льон.

Бур'яни — це супутники культурних рослин поля і городу³³. Вони є другим автотрофним компонентом агрофітоценозу. Їх поділяють на дві групи: сегетальні та рудеральні. *Сегетальні* бур'яни засмічують польові й городні культури, рудеральні — оселяються на смітниках, узбіччях шляхів, вони також потрапляють на сільськогосподарські землі й завдають великої шкоди сільськогосподарському виробництву. Культурні рослини і бур'яни — об'єкти вторинних місцезростань, еволюція яких відбувалася за участю людини, тобто агрофіти з'явилися з розвитком землеробства. В Європі вони поширилися, починаючи з пізнього кам'яного віку (5000 - 6000 років тому).

Види рослин, які відомі з археологічних знахідок як бур'яни з доісторичного часу, називають *археофітами*. Найдавніші бур'яни — *волошка синя, кукіль звичайний, маки, стоколос житній, ромашка непахуча, талабан польовий, рутка лікарська, сокирки польові*. Всі вони поширювалися разом із вирощуваними культурними рослинами з Середньої Азії або Середземномор'я. В бронзовому віці цей список поповнили *люцерна хмелевидна, фіалка триколірна*. Серед бур'янів є і *неофіти* — занесені рослини, які з'явилися в агрофітоценозах в історично недавній час. Так, злинка канадська була завезена в Європу в 1655 р. з Північної Америки, а *галінсога дрібноцвіта* — з Мексики у 1880 р. Кількість неофітів зростала з розвитком землеробства, транспорту, збільшенням перевезень вантажів та переміщенням людей. Рослини, які поширилися в місцевій флорі за участю людини (культурні бур'яни) і живуть на місцях зростання, створених людиною, називають *антропофітами*. Аборигенні рослини, які поширилися з природних місцезростань на орні землі, називають *апофітами*. Види місцевої флори, що знаходять сприятливі умови для росту і розвитку на полях, стають злісними бур'янами — *пирій повзучий, осот жовтий польовий, глуха кропива пурпурова, лобода біла, лобода багатонасінна, зірочник середній (мокрець)*.

На сучасному етапі розвитку землеробства застосовують інтегровану систему захисту рослин від бур'янів, компонентами якої є агротехнічні, хімічні, біологічні та інші засоби. Найчисленнішими як за кількістю видів, так і за кількістю особин є однорічні бур'яни, що мають досить високу насінневу продуктивність. Так, одна рослина лободи білої продукує до 100 тис. насінин, а шириці загнutoї — до 1 млн, частка одно- і дворічних бур'янів досягає 70% усієї забур'яненості сільськогосподарських угідь. Найсприятливіші умови для бур'янів складаються в посівах однорічних культур, тоді як у багаторічних травах вони натикаються на сильну конкуренцію з домінантною культурою. Серед однорічних та озимих бур'янів різко переважають антропофіти, а серед багаторічних — апофіти, представники місцевих природних фітоценозів. Бур'яни-антропофіти, які були створені людиною проти власної волі одночасно з однорічними культурними рослинами, як і основна культура є однорічними.

В агрофітоценозі, де переважає один вид культурних рослин, формується одновікова, морфологічно вирівняна ценопопуляція, різноманітність супутніх організмів обмежена. Тому така штучна екосистема характеризується невеликим числом видів, наприклад різноманітних грибів. Значення ґрунтових грибів як мінералізаторів у

³³ Бур'янами слід вважати рослини, які самостійно з'являються у посівах чи насадженнях сільськогосподарських культур, на орних землях, у садових, лісових, декоративних та інших насадженнях і угіддях. Крім того, до бур'янів належать отруйні й неїстівні рослини природних лук, пасовищ, а також види, що ростуть на неорних землях, звідки вони можуть поширюватися на сільськогосподарські угіддя. Забур'яненість полів призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур і завдає величезних збитків виробникам сільськогосподарської продукції. Аби запобігти цьому, з бур'янами ведуть боротьбу, вдаючись до агротехнічних, хімічних і біологічних заходів. Однак є чимало рослин, які хоч і належать до бур'янів (якщо вони ростуть на городах чи полях), та водночас мають лікувальні властивості (*рутка лікарська, череда трироздільна, сухоцвіт багновий, чистотіл звичайний*), є добрими медоносами або навіть належать до рідкісних, зникаючих видів. Тому на необроблюваних землях такі рослини необхідно не тільки зберігати, а й сприяти їхньому розмноженню і поширенню.

агрофітоценозі не менше, ніж у природних угрупованнях. Поживні рештки сприяють формуванню мікрофлори, де важливу функцію виконують сумчасті та базидіальні гриби, які розкладають целюлозу. Більшість вирощуваних рослин, у тім числі хлібні злаки і плодові дерева, мають мікоризу. *Ризосферні організми* (бактерії, гриби та ін.) відіграють важливу роль у процесі поглинання речовин корінцями та забезпечення азотом (за наявності азотфіксаторів) і біологічно активними речовинами, наприклад вітамінами. Ціанобактерії-азотфіксатори (носток, анабена) в ґрунті агрофітоценозів озимих зернових розвинені більш ніж у посівах ярих колосових і просапних культур, особливо навесні. Загалом агрофітоценоз має простіші внутрішні зв'язки, ніж природний фітоценоз, і це зменшує його здатність до самовідтворення та саморегуляції.

4. Структура і динаміка агрофітоценозів. Незважаючи на різноманітність компонентів агрофітоценозу, головними організаційними елементами його структури завжди є культурні рослини та бур'яни. Структурна організація агрофітоценозу досить спрощена, як і структура природних фітоценозів у тих же екологічних умовах. Часті одновидові посіви за відсутності бур'янів є одноярусними угрупованнями. Зі зростанням забур'яненості ниви проявляється вертикальне розчленування агрофітоценозу, тобто формується його ярусність. Переважно верхній ярус формують культурні рослини, забур'янені *вівсюгом, осотом польовим, будяком кучерявим*. Бур'яни можуть сформувати і свій власний ярус над ярусом сільськогосподарських рослин. Середній ярус угруповання можуть утворювати *волошка синя* в агрофітоценозі жита або *лобода біла та щиріця загнута* в посівах кукурудзи звичайної. Нижній ярус (до 25 см) формують такі бур'яни, як *фіалка польова, грицики звичайні, галінсога дрібноцвіта, талабан польовий, незабудка польова*. Виткі бур'яни (*березка польова, гірчак березковидний, гірчак шорсткий*) є позаярусними рослинами³⁴.

Аспективність агрофітоценозу цілком залежить від екології культури рослини, тому на добре оброблюваному полі мозаїчність не виявляється. Вона можлива тільки за недосконалої агротехніки при посіві. За масового розвитку бур'янів може розвиватися аспектність агрофітоценозу, тобто його фізіономність. Так, на засмічених посівах ярих зернових поле змінюється спочатку зеленим, а з часом — солом'яно-жовтим аспектом злаків та бур'янів.

Сезонна мінливість кількості бур'янів в агрофітоценозах характеризується швидким зростанням числа особин на одиницю площі залежно від погодних умов року. За достатньої кількості вологи і тепла бур'яни добре проростають і з часом формують генеративні органи. Отроки генеративної фази залежать від погодних умов, що забезпечує їм високі пристосувальну здатність та стійкість.

Різнорічна динаміка пов'язана зі зміною погодних умов, але вона не призводить до істотних змін в агрофітоценозі, оскільки домінантність сільськогосподарської культури зберігається. Склад і кількість бур'янів можуть варіювати³⁵.

Докорінна зміна агрофітоценозів пов'язана із сівозмінами і підлягає агрономічному контролю. Конкретні агрофітоценози можна розглядати як агрофази лише одного агроекоциклу, період якого відповідає одній ротації сівозміни. Короткотривалість існування одного агрофітоценозу в такому циклі призводить до повної заміни культури (домінанта) та певної зміни малорічних і незначної зміни в складі багаторічних бур'янів³⁶.

³⁴ Ярусне розміщення бур'янів в агрофітоценозах засвідчує їх вимогливість до світла. Більшість бур'янів — це світлолюбні рослини. Найшкідливіші бур'яни розміщуються у верхньому та середньому ярусах агрофітоценозу, розвивають чималу надземну фітомасу, яка затінює культурні рослини. Бур'яни нижнього ярусу конкурують із сільськогосподарськими рослинами за вологу та мінеральні речовини, але не за світло. Ярусність в агрофітоценозах простежується не лише в надземній частині, а й у підземній — в розміщенні кореневих систем.

³⁵ Так, періодично спостерігається масове розмноження *кудрявця Софії* в лісостепових і особливо степових районах після вологої осені.

³⁶ Фітоекологи розрізняють два пороги чисельності бур'янів: *екологічний*, коли врожай сільськогосподарських культур вірогідно знижується через бур'яни, та *економічний*, за якого ціна гербіцидів нижча, ніж ціна приросту врожаю.

5. Співжиття в агрофітоценозах. Можливість спільного зростання різних видів зумовлена їхньою екологічною, біологічною специфікою, а також неординарністю умов зростання. Кожен вид у фітоценозі займає свою екологічну нішу. Певна ніша характеризується горизонтами середовища, де розміщені надземна і підземна частини фітомаси тіла рослини³⁷. Отже, чим різноманітніший видовий склад угруповання, тим повніше використовується потенціал місцезростання за можливого мінімуму конкуренції.

Оскільки в агрофітоценозі умови зростання переважно одноманітні (оранка, добрива тощо) й вирощується тільки одна культура, всі особини якої здатні однаково поглинати сонячну енергію, воду, мінеральні елементи, то надзвичайне значення має *внутрішньовидова конкуренція*. Конкуренцію в агрофітоценозі регулює людина за допомогою норми висіву. Розмір площі живлення в однакових ґрунтово-кліматичних умовах залежить від видової специфічності, причому в сільськогосподарських культур та їхніх бур'янів виробилась здатність успішно зростати в густіших травостоях, ніж рослини природної флори³⁸.

Конкурентоспроможність видів змінюється залежно від умов зростання. Забезпеченням оптимальних умов культурним рослинам підвищують їх конкурентність. Тому *агротехніка фактично регулює співжиття культурних рослин і бур'янів. Якщо внесення органічних добрив сприяє швидкому масовому розвитку бур'янів, воно може призвести до зниження, а не до підвищення врожаю вирощуваної культури.*

Під час створення сучасних високоурожайних сортів зернових добирали рослини, які більшу частину пластичних речовин фотосинтезу витрачають на формування насіння, тобто на збільшення врожаю. Такі рослини — неконкурентоспроможні, вони пристосовані до вузького спектра екологічних чинників і потребують високої технології вирощування, бо за старими технологіями їх продуктивність буде низькою. В цьому разі продуктивнішими будуть старі сорти.

В агрофітоценозах простежується значний взаємовплив через кореневі виділення і метаболіти ризосферних організмів. Із корінців у ґрунт виділяються різноманітні органічні речовини, які сприяють конкуренції мікроорганізмів, формується особливе для кожної культури середовище, здатне впливати на конкурентні взаємовідносини в угрупованні³⁹.

Алелопатія — взаємний хімічний вплив сумісно існуючих організмів шляхом виділення ними в навколишнє середовище продуктів своєї життєдіяльності (фітонциди, ефірні олії тощо). Явище алелопатії враховують при вирощуванні сільськогосподарських культур (сівозміни, повторні посіви культур-санітарів, добір культур для змішаних посівів тощо).

³⁷ В екології під *екологічною нішею* розуміють фізичний простір із властивими йому екологічними умовами, що визначають існування будь-якого організму, тобто це місце виду в природі, яке характеризує не лише розміщення його в просторі, а й функціональну роль у біоценозі та відношення до абіотичних чинників середовища існування. Водночас екологічна ніша відбиває ступінь біологічної спеціалізації даного виду.

³⁸ Наприклад, за однакової площі живлення (3x3 см) відмирання особин *романа напівфарбувального* до періоду плодоношення досягає 60%, у льону, гречки та їхніх спеціалізованих бур'янів (*шпергель польовий, гірчак льоновий*) випадання не спостерігається. З поліпшенням умов зростання підвищується міцність рослин і водночас їх вплив одна на одну, що призводить до конкуренції та відмирання особин. У період зростання конкуренція йде в основному за воду й елементи живлення, тому в цей період відмирають особини зі слабкорозвиненою кореневою системою. З розвитком надземної фітомаси посилюється конкуренція за світло. Збільшення густоти посіву певною мірою сприяє формуванню сприятливого мікроклімату: зменшуються транспірація й випаровування і навіть нівелюється коливання температури, ослаблюється механічна дія вітру. З підвищенням норми висіву збільшується кількість особин на одиницю площі, але водночас зменшується їх могутність. Тому максимальний урожай формується за певної середньої кількості особин. Для кожної сільськогосподарської культури ця величина різна й зумовлюється умовами зростання. Міжвидова конкуренція в агрофітоценозах виникає між висіяними культурними рослинами та бур'янами за світло, вологу, поживні речовини. *Осот польовий* для утворення 3,6 т зеленої фітомаси поглинає з ґрунту таку кількість поживних речовин, якої було б достатньо для отримання 3,2 т зерна або майже 20 т коренеплодів цукрового буряку.

³⁹ Так, із корінців пшениці в ґрунт виділяється до 10 різних цукрів, 19 амінокислот, 10 органічних кислот, 3 нуклеотиди та 3 ферменти. Експериментально встановлено, що чимало рослин виділяє речовини, які пригнічують проростання насіння і розвиток паростків інших видів. В агрофітоценозах алопатична дія одних рослин на інші важливіша, ніж у природних угрупованнях, де еволюція організмів відбувалася одночасно, тому збереглися тільки алопатично стійкі один до одного види. Інтродуковані або випадково занесені людиною види можуть пригнічувати аборигенні і навпаки.

Паразитизм — антагоністична форма взаємодії двох різних організмів, за якої один із них (паразит) використовує іншого (хазяїна) як джерело їжі або середовище оселення. Відомий серед усіх груп організмів. Паразити можуть бути *обов'язковими (облігатними) і факультативними* — здатними переходити до іншого способу життя та живлення, *тимчасовими і стаціонарними*. Серед стаціонарних паразитів виділяють ендopазитів, які оселяються в тканинах різних органів. Паразити завдають шкоди сільському господарству. У природі вони регулюють чисельність популяцій рослин і тварин, на цьому ґрунтується їх застосування для боротьби зі шкідниками та збудниками хвороб.

6. Можливі варіанти екологічно-толерантного регулювання агрофітоценозів.

Внаслідок господарської діяльності людини відбувається відчуження надземної (сінокоси, пасовища, поля), а інколи й підземної (збір коренеплодів цукрового буряку, моркви тощо) фітомаси, що різко знижує здатність агрофітоценозів змінювати навколишнє середовище. Водночас культурні рослини — доміанти агроценозів — істотно змінюють мікрокліматичні умови в посівах, перетворюючи екотоп на біотоп. Важливу роль у конкурентній боротьбі між культурними рослинами і бур'янами відіграє освітлення. Під наметом добре розвиненого травостою культурних рослин створюються умови, за яких сходи бур'янів, як правило, не можуть зростати або пригнічені і їхнє розмноження припинене.

Регулюванням строків посіву та норм висіву вдається підвищити конкурентну стійкість культурних рослин. *Сучасна агротехніка, яка передбачена для інтенсивних сортів, у багатьох випадках забезпечує зрідження і загибель бур'янів внаслідок затінення.* В разі ослаблення конкурентоспроможності культури спостерігається швидкий розвиток бур'янів. Очищення окремих земель від бур'янів за інтенсивного землеробства є результатом системи агротехніки, коли створено оптимальні умови для розвитку культури та знешкодження бур'янів, а також усунуто можливість засмічення сільськогосподарських угідь.

Однією з важливих характеристик агроєкосистем є співвідношення в них посівних площ, пасовищ та поголів'я свійських тварин. У сільськогосподарському виробництві це співвідношення зазвичай оцінюють за кількістю поголів'я худоби на гектар землі. Нормативи утримання тварин залежать від родючості ґрунту та типів його господарського використання. Згідно з балансовими розрахунками, для Східної Європи з урахуванням колообігу речовин у системі ферма — гній — засіяна площа — навколишнє середовище, на 1 га ріллі доцільно мати від 0,8 - 1,1 до 2,2 — 3,0 умовних голів великої рогатої худоби. Відхилення від цих параметрів завжди має однакові наслідки: або дефіцит гною та деградацію ґрунту через заміну органічних добрив на мінеральні, або деградацію агроєкосистеми у зв'язку з необхідністю інтенсифікації процесу кормовиробництва.

Має значення синхронізація життєдіяльності вищих рослин та мікроорганізмів у ґрунті. Вона визначає родючість ґрунту, стабілізує запаси поживних речовин і замикає колообіг речовин. Співжиття в ґрунті зовні малопомітне, але дуже важливе. Відомо, що в середньому в орному шарі на 1 га живе 500 кг дощових черв'яків, 50 кг нематод, 40 кг ґрунтових ракоподібних і 20 кг змій та гризунів. На кожен 1 м² ріллі припадає 2 — 3 кг внутрішньоґрунтової живої речовини, з якої 1,5 кг — це корені рослин.

У межах окремого посіву (або стада) стійкість видів забезпечується їхнім генетичним різноманіттям та проживанням у стабільному екологічному середовищі. Якщо практика сільського господарства враховує другу частину цього принципу і намагається зрівняти в оптимізувати умови існування в агроєкосистемах, то перша його частина порушується. Основою рослинництва і тваринництва є посіви і стада, що сформовані з генетично однорідних груп рослин або тварин. Цим великою мірою визначається вразливість агроєкосистеми шкідниками, бур'янами, хворобами, які знаходять для себе сприятливе середовище у вигляді сконцентрованих кормів і ресурсів.

Зовні найбільш очевидними співмешканцями культурних рослин і свійських тварин в агроекосистемах є бур'яни та комахи-шкідники. За походженням бур'яни поділяють на дві основні групи: *агрофіти* — справжні бур'яни, що пов'язані з культурними рослинами протягом багатьох тисячоліть; *анофіти* — вихідці з місцевої флори. Загальна кількість видів бур'янів, шкідників, патогенних мікроорганізмів обчислюється десятками тисяч.

Література:

1. *Ботаническая география* с основами экологии растений/ Хржановский В. Г., Викторов В.С, Литвак П.В., Родионов Б.С.—М.: Агропромиздат,1988. - 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.
14. *Шикула Н. К.* Почвозащитная система земледелия: Справ. кн.— Х.: Прапор, 1987. — 200 с.
15. *Агроекологія:* Навч. посібник / О.Ф. Смаглий, 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 противозерозионного 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: «ІНКОС», 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.* Засадничі принципи ноосферного природокористування у контексті концепції сталого розвитку./ Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ, №8, 2006 С. 74-87.
29. *Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.* Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2005.- 687 с.
30. *Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.* Біологічно активні речовини в рослинництві. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2008.- 347 с.

Тема 5. ЕКОЛОГО-ФІТОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОСНОВНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР І БУР'ЯНІВ

(2 год.)

План: *1.Еколого-фітобіологічні особливості як чинник організації захисту рослин. 2.Еколого-фітобіологічні особливості основних сільськогосподарських культур. 3.Еколого-фітобіологічні особливості бур'янів.*

1.Еколого-фітобіологічні особливості як чинник організації захисту рослин. Накопичений у землеробстві експериментальний матеріал і виробнича практика засвідчують, що найтісніші зв'язки і залежності існують між технологіями вирощування культур, рельєфом і ґрунтом. Крім того, на вибір та оперативне коригування технологій вирощування культур значною мірою впливають погодні умови, попередник, добрива, забур'янення полів. У конкретних ситуаціях ступінь важливості тих чи інших чинників може істотно змінюватись що зумовлює диференційований підхід до систем обробітку ґрунту застосування добрив, догляду за посівами сільськогосподарських культур. Диференційований підхід передбачає не тільки обґрунтоване поєднання прийомів обробітку ґрунту, застосування добрив, догляду за посівами, а й максимальне використання біологічних чинників у створенні оптимальних фізичних і агрохімічних властивостей ґрунту, захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб.

Теоретичні узагальнення досягнень науки в усіх галузях землеробства, особливо в фітобіології рослин, створення нових високоврожайних, стійких до несприятливих умов сортів сільськогосподарських культур у поєднанні з новою технікою і високоефективними засобами захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, дають змогу широко і швидко впроваджувати прогресивні технології у виробництво. За високих продуктивності та якості сільськогосподарської продукції ці технології мають бути екологічно нешкідливими стосовно всіх компонентів навколишнього середовища, і насамперед до такого безцінного та вразливого, яким є ґрунт. При застосуванні тих чи інших агротехнічних і технологічних заходів передбачають їх дію на ґрунт, ґрунтові та підґрунтові води, повітряне середовище, саму рослину, створюють умови, щоб кожна культура могла проявити потенційну біологічну продуктивність без завдання шкоди навколишньому середовищу.

Культурні рослини посідають центральне місце в агрофітоценозі — це головний компонент, ядро агроекологічної системи. Вони здійснюють найсильніший, нерідко домінуючий вплив на агроекосистему. Рослини-домінанти — не тільки компонент фітоценозу, а й важливий екологічний чинник, який всебічно впливає на навколишнє середовище, екологічну обстановку, що складається в агроекосистемі, тому вони отримали назву «едифікатори». Едифікаторна роль культурних рослин різних видів неоднакова. За ступенем зменшення едифікаторного впливу, за Н.Є. Воробйовим, їх можна розмістити в такий ряд: багаторічні трави, озимі колосові культури, ярі колосові культури, зернобобові, ярі просапні (картопля, кукурудза, соняшник), баштанні, овочеві.

2. Еколого-фітобіологічні особливості основних сільськогосподарських культур.
Багаторічні трави. Травам загалом властива низька вимогливість до умов вирощування і дуже висока екологічна пластичність. Водночас вони мають істотні відміни, зумовлені фітобіологією рослин, різним типом кореневої системи, неоднаковим відношенням до чинників середовища.

Стрижньові корені бобових трав глибоко проникають у ґрунт, тому вони дуже чутливі до рівнів підґрунтових вод. У злакових трав коренева система теж добре розвинена, але вона мичкувата і характер її розподілу зовсім інший. Група злакових

багаторічних трав стійкіша до тривалого вирощування на одному місці, ніж бобових. Всі ці особливості і визначають взаємовідношення трав з навколишнім середовищем, у тім числі й відношення до едафічного чинника. Значення ґрунтової екології трав — одна з важливих умов успішного їх вирощування.

Конюшина лучна — головна кормова культура в сівозмінах Північного Дісостепу і Полісся. Вона як і інші бобові трави сприяє підвищенню родючості ґрунтів. Конюшина лучна — вологолюбна і кальцієфільна культура, потребує слабкокислих ґрунтів. Для отримання високих врожаїв зеленої фітомаси конюшини бажано мати вологість ґрунту 80% НВ до цвітіння і 60 % — під час цвітіння. Вона вимоглива до реакції ґрунтового розчину (оптимальний рН 6 — 7). На кислих і лужних ґрунтах росте незадовільно. Добрі врожаї конюшини лучної можна отримати на окультурених і провапнованих дерново-підзолистих суглинкових ґрунтах, гірше росте вона на супіщаних і піщаних ґрунтах легкого гранулометричного складу.

Із злакових багаторічних трав широко культивується як у чистому вигляді, так і в суміші з конюшиною лучною *тимофіївка лучна*. Ця вологолюбна рослина погано переносить ґрунтову і повітряну посуху, але пристосована до широкого діапазону (4,5 - 8,0) значень рН. Краще росте на ґрунтах важкого гранулометричного складу.

Люцерна — дуже цінна кормова бобова багаторічна культура. В Україні налічується понад 30 видів люцерни, що трапляється в культурному і дикому стані. Практичного значення і поширення набули два її види — люцерна посівна (*Medicago sativa*) і люцерна тендерська (*Medicago falcata*), які різняться один від одного певними морфологічними ознаками та біологічними особливостями. Люцерна — багаторічна бобова рослина, її коренева система потужна — до 5 м, розгалужена, з великою кількістю бічних коренів, що дає змогу добре використовувати вологу з нижніх шарів ґрунту. Посухостійка, витримує засолення ґрунтів, вимоглива до їх аерації, погано переносить затінення і високу кислотність ґрунту (оптимальний рН 7 — 9). Погано росте на перезволожених, із близьким стоянням ґрунтових вод ґрунтах. Кращими для люцерни є чорноземні, суглинкові і супіщані добре аеровані ґрунти. Найкращі умови для її культивування в Лісостепу і Північному степу України.

Подальший ріст продуктивності кормових культур зумовлюється *адаптивним потенціалом*, що має екологогенетичну основу. Адаптивний потенціал сільськогосподарських культур відбиває їх здатність до зростання в різних умовах зовнішнього середовища за рахунок онтогенетичної й генетичної мінливості⁴⁰. Екологічний напрям у рослинництві довів актуальність адаптивної селекції, яка набуває дедалі більшого значення в різних регіонах сільськогосподарського виробництва. Такий методологічний підхід сприяє створенню сортів і гібридів з високим адаптивним потенціалом, орієнтованим на конкретні екологічні чинники. Тому збереження і відтворення давніх місцевих сортів має важливе значення для кормовиробництва, оскільки вони є добрим вихідним матеріалом для селекції кормових рослин. Місцеві сорти, створені народною селекцією, поряд із природними популяціями залишаються цінним вихідним матеріалом для виведення кормових культур — конюшини, люцерни, еспарцету, тимофіївки та багатьох інших. Загалом будь-які фітопопуляції мають унікальний генофонд, який був створений у процесі філогенезу⁴¹.

⁴⁰ Добрим прикладом цього є популяція горбашівської люцерни. Він переконує, що гібридизація є основним способом поліпшення існуючих та створення нових сортів для різноманітних екологічних умов, зокрема для зони Полісся України. Віддалена гібридизація, як неодноразово наголошував М.Г.Попов, мала вирішальне значення в створенні різноманітних сільськогосподарських, у тім числі і плодкових, культур. Тому найдоступнішим і найефективнішим способом отримання високопродуктивних і екологічно пристосованих сортів для умов зони Полісся України є міжвидова гібридизація. Цим способом було створено природним шляхом високотолерантну до перезволоження і рН ґрунту популяцію горбашівської люцерни (люцерна посівна (*Medicago sativa*) і люцерна тендерська (*Medicago falcata*)).

⁴¹ Поширене в сільськогосподарській літературі твердження, що люцерну можна вирощувати тільки на ґрунтах із глибоким заляганням ґрунтових вод (глибше за 2 м) потребує істотного уточнення залежно від фітобіологічних особливостей сорту. Дослідження П.В.Литвака показали, що особини популяції горбашівської люцерни успішно ростуть і плодоносять на ділянках, де рівень ґрунтової води навесні знаходиться на глибині 50 — 60 см від поверхні ґрунту. Геноми цієї популяції досить швидко й адекватно реагували на водний чинник — відбувався відповідний розподіл коренів у горизонтах ґрунту. Генофонд рослин цієї популяції формує переважно

Озима пшениця. Осима пшениця має велику екологічну амплітуду. Її можна культивувати на чорноземах, темно-сірих, сірих лісових, лучних та слабкокислих дернових і дерново-підзолистих ґрунтах. Проте вона не витримує кислих ґрунтів⁴². Осима пшениця витримує значні коливання зволоження — від помірної посухи до затоплення за короткочасної дії цих чинників. Найліпші ж умови зволоження — в інтервалі 60 - 70 % польової вологоємності. В орному шарі ґрунту зосереджена основна маса коренів. З нього протягом періоду вегетації пшениці поглинається 80 - 85 % елементів мінерального живлення. Понад 95 % мінеральних речовин використовується з шару ґрунту 0-60 см. Велике екологічне пристосування озимої пшениці спостерігається в широкому інтервалі кислотності середовища. Нейтральна і слабколужна реакції середовища сприяють підвищенню якості зерна, збільшенню його білковості.

Озиме жито порівняно з іншими зерновими культурами більш пластичне завдяки добре розвиненій кореневій системі, яка засвоює поживні речовини з важкорозчинних сполук. Воно краще витримує кислі ґрунти. При вирощуванні в подібних умовах з озимою пшеницею жито не поступається їй за урожайністю, а в окремі роки і перевищує її. Водночас жито менш стійке, ніж пшениця, до вимокання, випрівання, посухи і вилягання, але більш морозостійке. Воно витримує зниження температури в зоні вузла куштиння до 25 - 30 °С. На відміну від озимої пшениці жито кушиться в основному восени, тому дуже важливо дотримуватись оптимальних строків посіву. Озиме жито менш вимогливе, ніж пшениця до ґрунтових, кліматичних та інших умов життя. Воно добре пристосовується до ґрунтів різного гранулометричного складу — від піщаних до глинистих. На піщаних ґрунтах жито прибутковіше за інші злаки, тому тут йому віддають перевагу. Жито легко витримує слабкокислу реакцію ґрунтового розчину. Проте воно також сильно реагує на високий агрофон, і добрі врожаї дає на багатих, окультурених легко- і середньосуглинкових ґрунтах із реакцією ґрунтового розчину близькою до нейтральної. Його коренева система добре розвинена, глибоко проникає в ґрунт і здатна засвоювати важкорозчинні сполуки.

Ярий ячмінь. Враховуючи поширення ячменю на земній кулі, можна твердити про велике пристосування його до різних ґрунтово-кліматичних умов⁴³. Важкі перезволожені ґрунти з поганими фізичними і гранулометричними властивостями непридатні для вирощування ячменю. Він гірше пристосований до перезволоження, ніж пшениця й овес. Має недостатньо розвинену кореневу систему, тому вимогливий до ґрунту, чутливий до надмірної вологості. Мінімальна температура проростання насіння 1 - 2 °С. Сходи ярого ячменю витримують приморозки -3...-4°С. У період вегетації сприятливою для росту і розвитку є температура 18 °С, тривалість вегетаційного періоду — 85 - 110 діб.

Овес — рання яра культура, насіння проростає за температури ґрунту 1-2°С. Сходи витримують приморозки -3...-4°С. У період від цвітіння до наливання зерна оптимальною є температура повітря 15 - 22 °С.

Овес пристосований до широкого діапазону ґрунтів. Проте його корені проникають у ґрунт на меншу глибину, ніж корені інших зернових культур, тому він потребує доброго зволоження ґрунтів і навіть не боїться перезволоження в другий період вегетації. Овес менш чутливий до кислотності ґрунтів, ніж пшениця і ячмінь, має нижчу потребу в елементах живлення, тому цю культуру вирощують в основному на дерново-підзолистих ґрунтах. На сильнокислих ґрунтах (рН 5,0) ріст вівса пригнічується, тому їх потрібно вапнувати. Найкраще він розвивається на суглинкових і легкосуглинкових ґрунтах, віддає

кореневу систему, де осі другого порядку майже не поступаються за могутністю головному кореню. Це підтверджує їх здатність рости на ґрунтах з високим рівнем ґрунтових вод та унікальну пристосованість і толерантність до рН ґрунту (4,8 — 5,2).

⁴² Вміст білка в зерні пшениці поліської зони значно нижчий, ніж чорноземної. Це спричинено негативними властивостями дерново-підзолистих ґрунтів, насамперед їх підвищеною кислотністю. При цьому сповільнюється синтез крохмалю, підвищується вміст водорозчинних цукрів. Кисла реакція ґрунту призводить до збільшення вмісту в зерні небілкових форм азоту і водорозчинних фракцій білка.

⁴³ У поліській зоні України для ячменю ліпшими є суглинкові дерново-підзолисті, темно-сірі і сірі лісові ґрунти, окультурені до слабкокислої й нейтральної реакції середовища (рН 6,0 - 6,8) і збагачені органічною речовиною.

перевагу ґрунтам легкого гранулометричного складу. Глинисті, погано дреновані менш придатні, тому що посіви схильні до вилягання, менш стійкі до шкідників і хвороб.

Картопля. Найліпші умови для вирощування картоплі створюються в районах з помірним теплим літом і легкими за гранулометричним складом ґрунтами — дерново-підзолистими і сірими лісовими. Полісся — основна зона вирощування картоплі, оскільки ґрунти тут легкого гранулометричного складу забезпечують одну з важливих ґрунтово-екологічних вимог цієї культури, що зумовлено особливостями її кореневої системи. Корені картоплі проникають у ґрунт неглибоко і різняться активною поглинальною здатністю, але мають невелику силу подолання механічного опору ґрунту. А пухкий стан саме і характерний для легкосуглинкових і супіщаних ґрунтів. На глинистих і важкоглинних ґрунтах ріст бульб пригнічується, вони деформуються. Оптимальна щільність ґрунту для картоплі становить 1,10 - 1,20 г/см³. Однак легкість гранулометричного складу ґрунту не треба вважати абсолютною вимогою. Часто картоплю успішно вирощують на глинистих, але достатньо оструктурених і пухких ґрунтах. Потреба в пухких ґрунтах визначається ще однією властивістю коренів картоплі — високою їх чутливістю до нестачі кисню, яка створюється на ґрунтах з поганими фізичними властивостями. Картопля — вологолюбна культура. Найсприятливіша вологість ґрунту — 80% польової вологоємності. Водночас вона не витримує надмірної вологи через високу вимогливість до вмісту кисню в ґрунтовому повітрі. Найкращими для картоплі є слабкокислі і нейтральні ґрунти (рН 6-7)⁴⁴.

Льон. Для отримання волокна і насіння вирощують льон культурний, що включає такі різновиди, як льон-довгунець та льон олійний. *Льон-довгунець* — однорічна рослина помірного, теплого і вологого клімату. Він дуже вимогливий до температурного і світлового режимів, холодостійкий і тому негативно реагує на спекотну погоду. Сходи витримують приморозки до -4°C. Вегетаційний період триває 75 діб. Самозапильний. Для рослин льону кращим є розсіяне світло, помірне освітлення. Він потребує постійно вологих ґрунтів з оптимумом 70% польової вологоємності і водночас не витримує надмірної вологи ґрунту і високого рівня стояння підґрунтових вод. кращими для льону-довгунця є легко- і середньосуглинкові ґрунти. Піщані і супіщані ґрунти швидко висихають і за слабкорозвиненої кореневої системи льон страждає від нестачі вологи. Крім того, ґрунти легкого гранулометричного складу мають низький рівень потенційної родючості. Оптимальна кислотність ґрунту для вирощування льону рН 5—6. На кисліших ґрунтах урожайність його різко падає, а на нейтральних або сильно провапнованих отримують грубе і крихке волокно. *Льон олійний* — однорічна, більш теплолюбна і менш вимоглива до вологи, ніж льон-довгунець, рослина. Вегетаційний період — до 150 діб. Вітрозапильний.

Кормові і цукрові буряки. Екологію буряків визначають холодостійкість, вологолюбність, вимогливість до режиму освітлення. За вимогливістю до ґрунтів кормові і цукрові буряки близькі до озимої пшениці, яка часто є їхнім попередником. Кормові і цукрові буряки добре ростуть на багатих на органічну речовину суглинкових, супіщаних, чорноземних і заплавних ґрунтах з глибоким орним шаром і міцною дрібногрудочкуватою структурою. На піщаних ґрунтах високий урожай можна отримати за умов доброго

⁴⁴ За малої товщини гумусового шару з метою запобігання вивертання на поверхню неродючого шару й відповідного погіршення фізичних і мікробіологічних властивостей ґрунту зменшують глибину оранки, а загальну глибину розпушування зберігають шляхом обладнання плугів ґрунтопоглиблувачами. В умовах тимчасового перезволоження основний обробіток ґрунту під картоплю переносять на весну і застосовують плуги з вирізними полицями. На ґрунтах важкого гранулометричного складу, які погано прогриваються, доцільно застосовувати гребеневу технологію вирощування картоплі. Обов'язковість підтримання в агроекосистемах саморегулювальних функцій, використання біологічних властивостей рослин для боротьби з бур'янами і шкідниками зумовлює потребу мілкішого заробляння бульб картоплі в гребені на глибину не більш як 10 см, а також виходу на задану густоту стояння рослин. Мілке заробляння бульб дає змогу скоротити до мінімуму зрідження насаджень і тим самим посилити ґрунтозахисну здатність агрофітоценозів. Безумовно, в агроландшафтних смугах і масивах із ґрунтами легкого гранулометричного складу при пересиханні посівного шару глибину заробляння картоплі дещо збільшують. Специфічність вирощування картоплі в умовах ландшафтного землеробства, підвищені вимоги її до поживних речовин визначають і відповідну систему удобрення, що передбачає створення бездефіцитного балансу гумусу і поживних речовин, насамперед за рахунок використання в широких масштабах органічних добрив, які вносять безпосередньо під картоплю. Мінеральні добрива треба вносити в нормах, які разом з органічними забезпечують вихід на оптимальні рівні врожаїв.

вологозабезпечення і внесення високих норм органічних і мінеральних добрив. Оптимальна кислотність ґрунту коливається в межах рН 6 — 7. За рН 5,0 їх урожайність різко знижується. Для доброго росту буряки потребують постійного зволоження на рівні 60 — 80 % польової вологоємності. Коренева система їх проникає на глибину 2,5 м й активно використовує вологу з нижніх шарів ґрунту, що забезпечує протистояння рослин тимчасовим посухам⁴⁵.

Кукурудза. В сучасному світовому землеробстві кукурудза цілком справедливо посідає одне з чільних місць. Вона є культурою універсального використання, але найбільше значення має у вирішенні кормової проблеми. Це однодольна тепло- і світлолюбна рослина. Насіння починає проростати за температури ґрунту 8 - 10 °С Сходи витримують приморозки до -2...3°С. Найкраще росте і розвивається за температури 23 — 28°С. Вегетаційний період триває 90 - 160 діб. Має потужну мичкувату багатоярусну кореневу систему, основою якої є розміщені ярусами вузлові корені, що можуть проникати на глибину 2 - 4 м і в боки до 1,5 м. Головна екологічна особливість кукурудзи — висока вимогливість до вологи ґрунту протягом періоду вегетації. Їх урожайність значною мірою залежить від рівня зволоження.

Високі врожаї кукурудзи отримують на досить різноманітних за якість ґрунтах: чорноземах вилужених, лучно-чорноземних, лучних, темно-сірих. В умовах достатнього зволоження кукурудза добре витримує підвищену щільність ґрунтів. Хоча за багатьма даними оптимальною для кукурудзи є щільність 1,1 - 1,3 г/см³, вона непогано росте і за щільності 1,45 - 1,55 г/см³. Вона вимоглива до наявності в ґрунті органічної речовини й елементів живлення. Перехреснозапильна. Кукурудза відрізняється від інших культур широким діапазоном оптимальної реакції середовища — рН від 5,5 до 8,5. Хоч вона і теплолюбна, її вирощують і в помірному поясі. Тут для кукурудзи більш придатні ґрунти легкого гранулометричного складу, які добре прогріваються. На ґрунтах важкого складу вона відстає в рості і дає низькі врожаї зеленої маси.

3. Еколого-фітобіологічні особливості бур'янів. За період свого існування бур'яни добре пристосувалися до штучних умов вирощування домінуючої культури, а також до екстремальних умов, за яких агротехнічні та хімічні засоби боротьби спрямовані на їх знищення.

У процесі еволюції значно поширилися види, які найбільш пристосовані до умов поля і мають:

- ◆ однакові з домінуючою культурою вимоги до довколишнього середовища;
- ◆ короткий період вегетації;
- ◆ підвищену енергію насінневого і вегетативного розмноження;
- ◆ велику насінневу продуктивність;
- ◆ раннє дозрівання та осипання насіння задовго до збирання основної культури (тому насіння залишається в ґрунті);
- ◆ насіння, яке сходить за температури нижчої ніж 10°С і може проростати без періоду спокою, але максимальну схожість має після перезимівлі;
- ◆ розтягнутий до десяти років період проростання (щорічні сходи становлять менш як 1% запасу насіння в ґрунті);
- ◆ здатність до скарифікації, що сприяє проростанню насіння після знищення бур'яну.

Бур'янова флора агрофітоценозів залежить від вологозабезпеченості, запасу поживних речовин, рівня агротехніки, внесення насіння з гноєм, перенесення його вітром (анемохорія), водою (гідрохорія), тваринами (зоохорія), людиною (антропохорія). У процесі еволюції сформувалося багато пристосувань, які сприяють поширенню насіння:

⁴⁵ Перезволоження і високе стояння ґрунтових вод для буряків згубні. Якісний обробіток посівного шару ґрунту, попереднє очищення його від бур'янів залишаються найважливішою умовою. Необхідність скорочення застосування пестицидів очевидна, однак вона не повинна призводити до неоправданих втрат урожаю. Основою стратегії застосування хімічних засобів захисту рослин буряків має бути не прагнення до повного знищення шкідливих об'єктів, а перехід до керування й регулювання щільності популяцій на підставі чітких агроекологічних критеріїв і регламентів.

крильчасті вирости, волоски, гачки, щетинки, шипи та ін. Особливо важливо враховувати попередника, оскільки в ґрунті знаходиться великий запас насіння бур'янів. Вплив попередника на потенційну засміченість агрофітоценозу істотніший за вплив домінантної культури.

Екологічну характеристику основних біологічних груп бур'янів запропонували Б.М. Міркін і Ю.А.Злобін. Згідно з їх систематикою, до еколого-біологічної групи *малорічних ефемерів* належать: *зірочник середній, або мокрець, тонконіг однорічний*. Вони мають короткий життєвий цикл, маловимогливі до екологічних умов. Розмножуються насінням, яке проростає за температури 5-12 °С. Цвітуть у квітні-червні. Поширені на посівах озимих зернових культур.

Малорічні ранні бур'яни — лобода біла, гірчиця польова, гірчак березковидний, підмаренник чіпкий, редька дика, вівсюг звичайний. Закінчують цикл розвитку до середини літа. Забур'янюють посіви ранніх ярих і озимих зернових, просапні і городні культури. Стійкі до весняних приморозків. Створюють значні запаси насіння в ґрунті. Насіння дозріває одночасно з ярими зерновими культурами або дещо раніше.

Малорічні пізні (пожнивні) ярі бур'яни — *мишій сизий, мишій зелений, щиріця звичайна, щиріця біла, куряче просо, плоскуха звичайна, амброзія полинолиста та ін.* Розвиваються у другій половині літа і забур'янюють зернові, просапні та багато інших культур, бояться ранніх весняних приморозків і засух. Розмножуються насінням, яке дозріває після збирання основних ярих культур і довго зберігає схожість. *Малорічні зимуючі бур'яни* — *грицики звичайні, талабан польовий, волошка синя, ромашка непахуча, кукіль звичайний*. Вони можуть сходити навесні і поводитись як ярі, а ті, що зійшли в другій половині літа, — як озимі. Забур'янюють переважно озимі рослини. Мають добре виражену пластичність. Розмножуються насінням.

Малорічні озимі бур'яни — *костриця польова, костриця житня метлюг звичайний*. Сходять наприкінці весни чи влітку, утворюють розетку, зимують і дають насіння в наступному році. Вологолюбні. Розмножуються насінням, яке проростає за температури 5-10°С, Забур'янюють озимі культури.

Дворічні бур'яни — *морква дика, сокирки польові, буркун лікарський, буркун білий, буркун жовтий, будяк кучерявий*. У перший рік сходять, утворюють розетку, листки, на другий рік цвітуть (з травня до осені) і плодоносять. Коренева система проникає глибоко, забур'янюють посіви озимих і кормових культур.

Малорічні стрижнекореневі бур'яни — *суріпиця звичайна, кульбаба, щавель кінський*. Забур'янюють більшість сільськогосподарських культур. Головний корінь проникає в ґрунт на глибину 2 — 4 м. Висота рослин — 0,5 — 1,0 м. Цвітуть упродовж усього літа.

Багаторічні мичкуватокореневі бур'яни — *подорожник великий, люпин шорсткий, синяк звичайний, цикорій дикий*. Коренева система поверхнева, мичкуватого типу. Вологолюбні, розмножуються насінням.

Багаторічні повзучі бур'яни — *жовтець повзучий, перстач гусячий, розхідник звичайний*. Маловимогливі до родючості ґрунту, забур'янюють зернові і просапні культури. Розмножуються переважно вегетативно, вологолюбні.

Багаторічні кореневищні бур'яни — *пирій повзучий, хвоц польовий, свинорій пальчастий, сорго*. Розмножуються вегетативно (кореневищами) і насінням. До родючості ґрунтів маловимогливі. Поширені по всій Україні:

Багаторічні коренепаросткові бур'яни — *осот польовий, осот рожевий, осот жовтий, амброзія багаторічна, березка польова*. Створюють нові рослини з кореневої парості, забур'янюють усі сільськогосподарські культури.

Напівпаразити — *дзвінець великий*. Рослини мають листки присоски-гаусторії, якими прикріплюються до коренів польових культур і лучних трав. Від рослин-хазяїнів відбирають воду, мінеральні солі.

Паразити (рослини гетеротрофи) — *повитиця польова, повитиця конюшинна, повитиця льонова, вовчок соняшниковий*. Не мають листків і коренів, живуть за рахунок рослин-хазяїнів, прикріплюючись до них особливими присосками. Паразитують на зернових культурах, конюшині, рослинах льону, соняшнику тощо.

Література:

1. *Ботаническая география* с основами экологии растений/ Хржановский В. Г., Викторов В.С, Литвак П.В., Родионов Б.С.—М.: Агропромиздат,1988. - 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.
14. *Шикула 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 противозерозионного 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: «ІНКОС», 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.* Засадничі принципи ноосферного природокористування у контексті концепції сталого розвитку./ Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ, №8, 2006 С. 74-87.
29. *Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.* Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2005.- 687 с.
30. *Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.* Біологічно активні речовини в рослинництві. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2008.- 347 с.

Тема 6. ПЕСТИЦИДИ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ (2 год.)

План: 1.Еколого-технологічна та санітарно-гігієнічна характеристики пестицидів. 2.Ступінь небезпечності пестицидів для людини. 3.Поводження пестицидів у навколишньому середовищі. 4. Толерантність території до пестицидного навантаження.

1.Еколого-технологічна та санітарно-гігієнічна характеристики пестицидів.

Збирання високих урожаїв сільськогосподарських культур у сучасних умовах неможливе без захисту рослин, який великою мірою визначає ефективність технологічних заходів. Є кілька методів захисту рослин: *організаційно-господарський, агротехнічний, імунологічний, фізичний, механічний, біологічний, хімічний*. Провідне місце належить хімічному методу захисту, який для боротьби зі шкідливими організмами (шкідниками, інфекційними хворобами, бур'янами) передбачає застосування пестицидів.

Пестициди (від лат. *pestis* — зараза і *caedo* — вбиваю) — токсичні речовини, їх сполуки, суміші речовин хімічного чи біологічного походження, призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, внаслідок діяльності яких уражуються рослини, тварини, люди, завдається шкода матеріальним цінностям, а також гризунів, бур'янів, деревної, чагарникової рослинності, смітних видів риб.

За характером і механізмом дії пестициди поділяють на *контактні* та *системні*. Контактні призводять до загибелі шкідливого організму за безпосередньої дії в місці нанесення (локально). Системні проникають у рослини, пересуваються по їх судинній системі і виявляють свою дію в усій рослині. Перевага їх полягає ще й у тому, що на відміну від контактних вони за правильного застосування не змиваються. Це усуває потребу повторної обробки після опадів і загалом зменшує потрапляння їх у навколишнє середовище.

Застосування пестицидів, які виявляють низку негативних властивостей, спричинює забруднення сільськогосподарської продукції, ґрунту, водойм, загибель корисних організмів, погіршення здоров'я людини. Формування стійких популяцій шкідливих організмів знижує ефективність пестицидів, що потребує постійного їх вдосконалення.

Токсичність пестицидів — це їх здатність призводити до порушення життєдіяльності організмів людини і тварин (*отруєння*) або рослин (*фітотоксичність*).

Фітотоксичність виявляється у пригніченні росту, зміні темпів розвитку, зниженні продуктивності. Розрізняють *гостру* і *хронічну* форми фітотоксичності. За гострої спостерігаються некрози, опіки, деформації, засихання органів рослин через певний час після застосування препаратів. Хронічна зумовлена тривалою дією пестицидів, виявляється поступово, хоча й призводить до тих самих наслідків.

Розрізняють такі види *отруєння*:

- ◆ гостре — спричинене одноразовим надходженням великої кількості отруйної речовини;
- ◆ підгостре — зумовлюється надходженням меншої кількості отруйної речовини і відбувається менш інтенсивно;
- ◆ хронічне — спричинене тривалим надходженням отруйної речовини в невеликих кількостях.

Для визначення ступеня небезпечності пестицидів беруть до уваги такі їх *دوزи* або *концентрації*:

- ◆ підпорогова — максимальна кількість отруйної речовини, в разі надходження якої в живий організм не відбуваються зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань;
- ◆ порогова — мінімальна кількість отруйної речовини, що викликає зміни, які визначаються тестами, за відсутності зовнішніх ознак отруєння тварин;

- ◆ токсична несмертельна — кількість отруйної речовини, яка викликає видимі ознаки отруєння, але не призводить до смерті;
- ◆ токсична смертельна — кількість отруйної речовини, яка спричинює загибель тварин.

Пестициди зумовлюють й інші патогенні зміни в організмі людини та тварин:

- ◆ утворення пухлин — *бластомогенність* (злоякісних — *канцерогенність*);
- ◆ мутації — *мутагенність*;
- ◆ народження чи розвиток потвор — *тератогенність*;
- ◆ порушення нормального розвитку зародка — *ембріогенність*;
- ◆ алергії — *алергенність*.

2. Ступінь небезпечності пестицидів для людини. Згідно з класифікацією Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), за ступенем небезпечності для людини пестициди поділяють на чотири класи (табл.1).

Таблиця 1.

Класифікація пестицидів, запропонована ВООЗ

Клас небезпечності	ЛД ₅₀ пестицидів для шурів, мг/кг			
	у разі потрапляння у шлунок		У разі дії на шкіру	
	твердих	рідких	твердих	рідких
I. Надзвичайно небезпечні	5 і менше	20 і менше	10 і менше	40 і менше
II. Високо-небезпечні	5-50	20-200	10 - 100	40 - 400
III. Помірно небезпечні	50 - 500	200 - 2000	100-1000	400 - 4000
IV. Малонебезпечні	>500	>2000	> 1000	> 4000

ЛД₅₀ (летальна доза) — середня кількість речовини в міліграмах на 1 кг живої маси, яка викликає загибель 50 % піддослідних тварин.

Запропонована Л.І.Медведем, Ю.С.Коганом та Є.І.Спину токсиколого-гігієнічна класифікація пестицидів, яка враховує рекомендації ВООЗ, наведена в табл.2.

Таблиця 13.2.

Токсиколого-гігієнічна класифікація пестицидів

Параметр	Клас небезпечності			
	I. Надзвичайно небезпечні	II. Високо-небезпечні	III-Помірно небезпечні	IV. Малонебезпечні
ЛД ₅₀ для шурів, мг/кг, у разі потрапляння у шлунок	<50	50 - 200	200 - 1000	>1000
на шкіру	<100	100 - 500	500 -1000	>2000
Небезпечність речовини за ступенем леткості — СК ₅₀ для шурів за 4-годинної експозиції, мг/м ³	<200	200 -1000	1000 - 5000	>5000
Небезпечність за хронічного впливу — насичувальна концентрація	Вища або дорівнює токсичній	Вища за порогову	Зі слабкою дією	Неефективна
Коефіцієнт кумуляції K _к	<1	1-3	3-5	>5
Стійкість у навколишньому середовищі (період виявлення решток)	Дуже стійкі — понад 12 міс	Стійкі — 6 - 12 міс	Помірно стійкі — 1-6 міс	Малостійкі — менш як 1 міс
Отруєння	Можливі гострі, тяжкі	Можливі гострі	У виключних випадках можливі гострі	Гострі неможливі
Можливість терапії	Спеціальної немає, тера-Пептичні можливості недостатні	Відомі антидоти, середні терапевтичні можливості	Відомі антидоти добрі терапевтичні можливості	Специфічна терапія, добрі терапевтичні можливості
Подразнення шкіри	Дуже сильне подразнення; гострий токсичний дерматит від концентрованих препаратів; токсичний дерматит від робочого розчину	Сильне подразнення; Токсичний дерматит від концентрованих препаратів; кумулятивний ефект від робочого розчину	Подразнення; токсичний дерматит від концентрованих препаратів	Практично відсутнє
Подразнення очей і верхніх дихальних шляхів	Робочі розчини мають подразнювальну дію	Робочі розчини мають слабку подразнювальну дію	Концентровані робочі розчини для ультрамалооб'ємного обприскування	Робочі розчини практично не чинять подразнювальної дії

			мають подразнювальну дію	
Алергійність	Алергійна та фотосенсibiliзаційна дія на людину	Алергійна дія на людину	Можливий сенсibiliзаційний ефект на основі хімічної структури	Сенсibiliзаційна дія відсутня

Примітки. 1. Критерій інгаляційної токсичності приймають за лімітуючий, якщо в разі застосування на практиці складаються умови для створення близької до розрахункової концентрації пари, рідких і твердих аерозолів препарату в повітрі робочої зони.

2. СК₅₀ (середньолетальна концентрація) — кількість пестициду, яка призводить до загибелі 50 % піддослідних тварин.

$$3. K_n = \frac{LD_{50}(\text{хронічний дослід})}{LD_{50}(\text{гострий дослід})}$$

Небезпечність пестициду для людини визначають на основі порівняльної оцінки фактичної його дози (Дф), що надходить в організм людини протягом доби, та допустимої добової дози (ДДД):

$$\Phi_{\text{НП}} = \frac{D_{\text{ф}}}{\text{ДДД}},$$

де $\Phi_{\text{НП}}$ — фактичне навантаження пестициду, од.; Дф — фактична доза пестициду (формується з добових його кількостей, що надходять в організм людини з продуктами харчування, питною водою, атмосферним повітрям, середній внесок яких становить відповідно 0,7 - 0,9, 0,1 - 0,3 та 0,03 - 0,10); ДДД — максимальна доза пестициду (мг/кг маси тіла людини), яка при щодобовому надходженні в організм людини не викликає захворювань чи порушення стану здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень, і не впливає негативно на наступні покоління.

Показником ДДД характеризують біологічну активність пестициду. Нижче наведено класифікацію пестицидів за значеннями ДДД:

Клас небезпечності	ДДД, мг/кг маси тіла
I. Високонебезпечні	До 0,002
II. Небезпечні	0,0021 - 0,005
III. Помірно небезпечні	0,0051 - 0,020
IV. Малонебезпечні	Понад 0,020

$$\Phi_{\text{НП}\Sigma} = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{\text{НП}i}$$

За $\Phi_{\text{НП}\Sigma} > 10$ забруднення об'єктів навколишнього середовища

За $\Phi_{\text{НП}} > 10$ забруднення об'єктів навколишнього середовища високонебезпечне для людини, від 3 до 10 (включно) — небезпечне, від 1 до 3 (включно) — потенційно небезпечне, менш як 1 — безпечне. За $\Phi_{\text{НП}} > 3$ треба вносити зміни в систему захисту рослин, зокрема зменшувати кількість обробок, застосовувати менш небезпечні пестициди та ін.

Вміст залишкових кількостей пестицидів у продукції рослинного й тваринного походження нормують і контролюють. Для окремих пестицидів визначено *максимально допустимі рівні* (МДР, мг/кг продукту), щоб їх надходження в організм людини з продуктами харчування не перевищило ДДД.

На основі МДР встановлюють:

◆ *період чекання*, тобто строк останньої обробки рослин пестицидами (у добах до збирання врожаю);

◆ *максимальне число обробок* рослин пестицидом за сезон;

◆ *дозу препарату* (кг/га, л/га).

Щоб запобігти перевищенню ДДД, встановлюють допустимі рівні вмісту пестицидів в об'єктах навколишнього середовища:

◆ *гранично допустимі концентрації пестицидів* (ГДК) у повітрі робочої зони (для осіб, зайнятих роботами, пов'язаними із застосуванням пестицидів, мг/м³), атмосферному

повітрі (для всіх категорій населення, мг/м^3), воді, водойм санітарно-побутового та рибогосподарського призначення (мг/дм^3), ґрунті (мг/кг);

- ◆ до встановлення ГДК в експерименті — тимчасові *розрахункові нормативи*;
- ◆ *орієнтовно безпечні рівні впливу* (ОБРВ) у повітрі робочої зони та атмосферному повітрі (мг/м^3);
- ◆ *орієнтовно допустимі концентрації* (ОДК) у воді (мг/дм^3) та ґрунті (мг/кг).

Для обмеження надходження пестицидів в організм людини з повітрям та крізь шкіру встановлено *строки виходу людей (дiб)* на оброблені пестицидами площі для виконання ручних і механізованих робіт із догляду за рослинами.

Сукупність вимог щодо зберігання, транспортування та застосування пестицидів називають *регламентом*. Усі відомості про регламенти і нормативи застосування окремих препаратів, які забезпечують необхідні ефективність та безпечність, наведені в «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

3. Поводження пестицидів у навколишньому середовищі. Негативні наслідки хімічного методу захисту рослин зумовлені певною стійкістю пестицидів, їх здатністю мігрувати в ґрунті, воді, повітрі, біологічними ланцюгами і в зв'язку з цим — виявляти свою дію далеко за межами території, де вони були застосовані (рис.1).

Пестициди, потрапляючи в ґрунт, з часом розкладаються під впливом біологічних процесів, які в ньому відбуваються. Інтенсивність їх розкладання визначається вмістом гумусу в ґрунті, його гранулометричним складом, водно-тепловим режимом, реакцією ґрунтового розчину, іншими ґрунтово-кліматичними чинниками. Чим вони сприятливіші для мікробіологічної діяльності, тим швидше відбувається деструкція пестицидів. Найнебезпечнішими вважають персистентні (стійкі) пестициди зі строком розкладання в ґрунті на нетоксичні компоненти понад два роки. До таких, зокрема, належать хлорорганічні сполуки (ДДТ, гексахлоран тощо), використання яких заборонене.

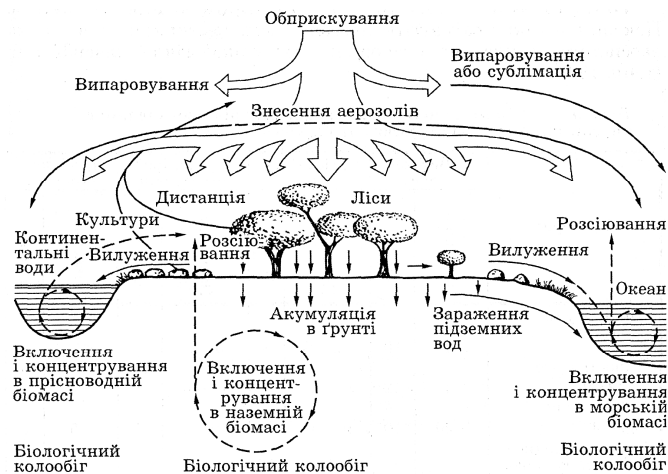


Рис. 13.1. Переміщення пестицидів у біосфері

З трьох основних (за обсягом застосування) груп пестицидів найбільш згубними для мікроорганізмів є фунгіциди, найменш згубними — гербіциди. Інсектициди найнебезпечніші для ґрунтової фауни, а з мікроорганізмів — для бактерій.

Важливим чинником, який визначає поведінку пестициду в ґрунті, є його адсорбційна здатність. За високого вмісту гумусу, важкого гранулометричного складу ґрунт утримує більше пестицидів, тим самим їх міграція уповільнюється.

Видаляються пестициди з ґрунту вимиванням у ґрунтові води або поверхневим змиванням, внаслідок вивітрювання, винесення рослинами. Пестициди, що потрапили у водойми з ґрунту та атмосфери, руйнуються, мігрують, накопичуються у водяних організмах, мулі. Інтенсивність їх руйнування визначається в основному температурою та рН води. Найнебезпечніші пестициди здатні зберігатися понад 30 дiб. Для водяної фауни

найбільш токсичними є інсектициди, найменш токсичними — фунгіциди; гербіциди посідають проміжне місце.

В атмосферне повітря пестициди надходять внаслідок знесення їх під час хімічних обробок посівів або внаслідок випаровування з поверхні ґрунту й рослин, а видаляються з нього фотохімічним розкладанням та з опадами.

4. Толерантність території до пестицидного навантаження.

Показники, які враховують небезпечність пестицидів для фауни екосистеми, покладено в основу їх екоотоксикологічної класифікації (табл.3).

Таблиця 3.

Екоотоксикологічна класифікація небезпечності пестицидів⁴⁶

КРИТЕРІЙ	I. Високо-небезпечні		II. Небезпечні		III. Помірно-небезпечні		IV. Малонебезпечні	
	Показник	Оцінка	Показник	Оцінка	Показник	Оцінка	Показник	Оцінка
Стійкість у ґрунті (період виявлення), міс	>12	10	12-6	8	5-1	6	<1	3
Стійкість у рослинах (T ₅₀), Діб	>20	12	20-11	10	10-5	8	<5	4
Стійкість у воді (T ₅₀), Діб	>30	10	30-11	8	10-5	6	<5	3
Біокумуляція (коефіцієнт накопичення K _n) за міграції у водній екосистемі	> 1000	12	1000-201	10	200 - 51	6	<50	2
у наземних трофічних ланцюгах	> 10	13	10-5	12	4-1	4	<1	1
Міграція по ґрунтовому профілю, см	>50	7	50-21	5	20-10	2	<10	1
Коефіцієнти міграції ґрунт — рослини	>0,5	5	0,5-0,11	4	0,1-0,02	3	<0,02	1
ґрунт — повітря	>0,1	4	0,1-0,02	3	0,01-0,005	2	<0,005	1
ґрунт — вода	>0,1	4	0,1-0,05	3	0,04-0,01	2	<0,01	1
Фітотоксична дія (загибель рослин), %	>50	4	50-20	3	<20	2	0	0
Дія на ґрунтовий біоценоз (зміна загальної чисельності мезофауни, сапрофітної мікрофлори, ферментативної активності ґрунту) %	100-51	4	50-25	3	25-10	2	<10	0
час відновлення, міс	>6	4	6-3	3	3-1	2	<1	0
Токсичність для корисних комах (запилювачів, ентомофагів)	Дуже висока	4	Висока	3	Помірна	2	Низька	1
Для риб	Дуже висока	4	Висока	3	Помірна	2	Низька	1
Утворення токсичних і стійких продуктів трансформації, % вихідної кількості	>30	7	30-11	5	10-5	3	>5	0

Примітки. 1. За сумарного оцінкового бала понад 80 пестицидів відносять до I класу небезпечності, 50-80 — до II, 20-50 — до III, менш як 20 — до IV.

2. T₅₀ — період піврозпаду, тобто час, протягом якого вміст пестициду в об'єкті дослідження знижується на 50 %:

$$T_{50} = \frac{0,693}{k}; \quad k = \frac{2,303}{t} \lg \frac{C_0}{C_t}$$

(k — константа; t — час, доба; C₀, C_t — вміст пестициду, мг/кг, відповідно в початковий момент часу і час t).

3. K_n = C_o/C_e — коефіцієнт накопичення (C_o, C_e — концентрація пестициду, мг/кг, відповідно у водяних організмах і воді).

Отже, об'єктивнішу оцінку небезпечності пестициду отримують у разі врахування обох класифікацій — токсиколого-гігієнічної та екоотоксикологічної і визначення інтегрального ступеня небезпечності:

$$C_H = (K_A + K_B) \cdot I,$$

де K_A і K_B — класи небезпечності пестициду відповідно за категоріями А (за токсиколого-гігієнічною класифікацією) та Б (за екоотоксикологічною класифікацією).

Пестициди 1-, 2-го ступенів — особливо небезпечні; 3-го — небезпечні; 4-, 5-го — помірнонебезпечні, 6-, 7-го — малонебезпечні. Пестициди 1 - 3-го ступенів небезпечності

⁴⁶ (за В.П. Васильєвим та ін., 1989)

слід застосовувати з посиленням контролем, а за можливості утримуватися від їх використання.

Токсиколого-гігієнічну й екотоксикологічну характеристики пестицидів разом з їх кількісним навантаженням на територію та інтенсивністю розкладання використовують для розрахунку потенційного рівня інтегральної небезпечності забруднення пестицидами навколишнього середовища. Порядок розрахунку наведено нижче.

1. Визначають середньовиважений інтегральний ступінь небезпечності застосовуваних пестицидів C :

$$C = \frac{C_{n1}m_1 + C_{n2}m_2 + \dots + C_{nn}m_n}{M},$$

де C_{n1}, \dots, C_{nn} — інтегральний ступінь небезпечності окремого пестициду; m — маса окремого пестициду, кг; M — сумарна маса пестицидів, кг (M і m — розраховують за препаратом, для гранульованих — за діючою речовиною); n — кількість пестицидів.

2. Знаходять усереднене навантаження пестицидів на територію — екотоксикологічну дозу $D_{\text{ект}}$, кг/га:

$$D_{\text{ект}} = \frac{M}{S},$$

де S — площа території, на якій застосовано пестициди, га (для садів, що плодоносять, цю площу множать на коефіцієнт 3, що враховує абсорбційну поверхню листків).

3. Обчислюють індекс самоочищення території ($I_{c.o}$), який характеризує її толерантність до пестицидного навантаження.

Розподіл території України на зони ілюструє рис. 13.2. Зональні значення індексів $I_{c.o}$ наведено нижче.

1. Поліська зона дерново-підзолистих типових і оглеєних ґрунтів0,5
2. Лісостепова зона чорноземів типових і сірих лісових опідзолених ґрунтів
 - 2.1. Західна, центральна, лівобережна низинні провінції..0,6
 - 2.2. Лівобережна висока провінція
 - 2.2.1. Північно-західна підпровінція....0,7
 - 2.2.2. Східна підпровінція0,55
3. Степова зона чорноземів звичайних і південних
 - 3.1. Дністровсько-Дніпровська провінція..0,5
 - 3.2. Дніпровсько-Донецька провінція.....0,3
 - 3.3. Донецька провінція 0,4
 - 3.4. Азово-Причорноморська провінція0,3
 - 3.5. Кримська провінція.....0,3
4. Сухостепова зона темно-каштанових і каштанових ґрунтів0,2
5. Зона буроземних ґрунтів Українських Карпат
 - 5.1. Передгірна провінція бурувато-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтів....0,75
 - 5.2. Закарпатська низинна провінція лучно-буроземних оглеєних ґрунтів0,78



Рис. 2. Агроекотоксикологічне районування території України (за В.П. Васильєвим та ін.):

I — Полісся; II — Лісостеп; III — Степ; IV — сухостепова зона; V — Українські Карпати; 1 — 9 — провінції; 1 — західна, центральна, лівобережна низинна; 2 - лівобережна висока (а — північно-західна, б — східна підпровінції); 3 — Дністровсько-Дніпровська; 4 — Дніпровсько-Донецька; 5 — Донецька; 6 - Азово-Причорноморська; 7 — Кримська; 8 — передгірна; 9 — Закарпатська низинна

4. Визначають *інтегральний показник V*:

$$V = \frac{D_{\text{ект}}}{CI_{\text{с.о}}}$$

5. Розраховують *агроекотоксикологічний індекс (АЕТІ)*:

$$\text{АЕТІ} = \frac{10V(1+V)^3}{(1+V)^4 + 5000}$$

За значення АЕТІ до 1 забруднення навколишнього середовища пестицидами малонебезпечне, від 1 до 4 — середньонебезпечне, від 4 до 7 — підвищено небезпечне, від 7 до 10 — високонебезпечне. Планувати застосування пестицидів треба так, щоб значення АЕТІ не перевищувало 1. За АЕТІ > 1 обов'язково проводять контроль вмісту залишкових кількостей пестицидів у продукції, ґрунті, воді.

Агроекотоксикологічну оцінку пестицидів можна встановлювати й за такими показниками:

1) *коефіцієнтом вибіркості дії (КВД)*:

$$\text{КВД} = \frac{LD_{50}}{D}$$

(LD₅₀ — мг/кг, D — кг/га діючої речовини);

2) *коефіцієнтом екологічного навантаження (КЕН)*:

$$\text{КЕН} = \frac{D}{LD_{50}}$$

Чим більше значення КВД і менше КЕН, тим прийнятніші пестициди.

Література:

1. *Ботаническая география* с основами экологии растений/ Хржановский В. Г., Викторов В.С, Литвак П.В., Родионов Б.С.—М.: Агропромиздат, 1988. - 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.
14. **Шикула 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.** Засадничі принципи ноосферного природокористування у контексті концепції сталого розвитку./ Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ, №8, 2006 С. 74-87.
29. **Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.** Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2005.- 687 с.
30. **Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.** Біологічно активні речовини в рослинництві. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2008.- 347 с.

«Охорона навколишнього природного середовища при захисті рослин». 22 год.лекцій;
Тема 7. РЕГУЛЮВАННЯ ПЕСТИЦИДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ
(2 год.)

План: 1.Пестицидне навантаження на агроecosистему та головні принципи інтегрованого захисту рослин. 2.Зберігання та перевезення пестицидів. 3.Застосування пестицидів. 4.Охорона природного середовища від забруднення пестицидами.

1.Пестицидне навантаження на агроecosистему та головні принципи інтегрованого захисту рослин.

Зменшити небезпечні наслідки застосування хімічного методу захисту рослин можна раціональним поєднанням його з іншими методами. Сучасний підхід передбачає насамперед керування чисельністю популяцій шкідливих організмів, а не їх знищення.

Інтегрований захист рослин — це комплексне застосування методів для довгострокового регулювання розвитку й поширення шкідливих організмів до невідчутного господарського рівня на основі прогнозу економічного порогу шкодочинності, дії корисних організмів, енергозберігаючих і природоохоронних технологій, які забезпечать надійний захист рослин та екологічну рівновагу довкілля (закон України «Про захист рослин»).

У закордонній літературі як синонім дедалі частіше застосовують термін «*pestmanagement*» — «керування популяціями шкідників».

Головні принципи інтегрованого захисту рослин, згідно з якими треба застосовувати хімічний метод:

1. Вжиття винищувальних заходів проти шкідливих організмів лише в разі перевищення ними чисельності *економічного порогу шкодочинності* (ЕПШ), під яким розуміють щільність популяції шкідника чи ступінь забур'яненості посівів, за якого витрати на боротьбу з ними окуповуються збереженням урожаю.

2. Урахування чисельності природних стримувальних чинників (корисних організмів).

3. Урахування просторового розподілу шкідливих організмів.

4. Висока агротехніка вирощування сортів сільськогосподарських культур, стійких до хвороб і шкідників.

Додатково можна виділити й інші принципи і напрями підвищення безпечності хімічного методу захисту рослин, зменшення пестицидного навантаження на агроecosистему.

1. *Удосконалення асортименту пестицидів* і застосування тих, які характеризуються:

- ◆ невисокою токсичністю для людини, теплокровних тварин, корисних організмів;
- ◆ відсутністю різко виражених кумулятивних властивостей, канцерогенності, мутагенності, ембріогенності, тератогенності, алергенності;

- ◆ низькою стійкістю (персистентністю) в об'єктах навколишнього середовища;

- ◆ високою ефективністю проти шкідливих організмів, системною дією.

2. *Вибір оптимальних способів застосування пестицидів:*

- ◆ протруєння насіння і садивного матеріалу;

- ◆ пневмомеханічне розпилювання (зниження дози до 50 %);

- ◆ обприскування полімерними препаратами (зниження дози до 20-50%);

- ◆ малооб'ємне (МО) та ультрамалооб'ємне (УМО) обприскування; норми витрат робочої рідини за МО становлять:

- для польових культур із застосуванням штангових обприскувачів — 80 - 135 л/га, вентиляторних — 5-50 л/га; ягідників і винограду — 200 л/га; садів — 250 - 500 л/га; за УМО норма витрати робочої рідини 0,5 - 2 л/га;

- смугове і стрічкове внесення.

Проти комах і кліщів доцільно чергувати препарати з різним механізмом дії, щоб запобігти виведенню стійких популяцій і необхідності додаткових обробок.

3. Суворе дотримання регламентів (сукупності вимог) зберігання, транспортування та застосування пестицидів.

Пестициди потребують спеціальних умов транспортування, виконання навантажувально-розвантажувальних робіт і зберігання. Особливість цих процесів визначається належністю пестицидів до одного з класів речовин:

- 1) легкозаймисті рідини (ЛЗР);
- 2) легкозаймисті речовини та матеріали (ЛЗМ);
- 3) речовини, що окиснюються (ОР) й органічні пероксиди (ОП);
- 4) токсичні речовини (ТР), їдкі та корозійні речовини (ІР), інші небезпечні речовини.

2.Зберігання та перевезення пестицидів. Зберігати пестициди можна тільки в спеціально призначених для цього складах, що відповідають СНиП 11-108-78 «Склади сухих мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин» та «Нормам технологического проектирования складов твердых мінеральных добрив і пестицидов для хозяйств и пунктов химизации» (1981 р.).

Склади бувають *базовими* (приколіїні, пришосейні, районні, міжгосподарські) та *витратними* (господарств, тваринницьких і птахівницьких комплексів та ін.). На базових складах для зберігання пестицидів обладнують ізольовані приміщення.

Залежно від місткості базових складів встановлено таку ширину санітарно-захисних зон, м: до 20 т — 200, від 20 до 50 т — 300, від 50 до 100 т — 400, від 100 до 300 т — 500, від 300 до 500 т — 700, понад 500 т — 1000. Ширина санітарно-захисних зон витратних складів має бути не меншою за 200 м. Майданчик для будівництва базового складу повинен мати відносно рівну поверхню з невеликим нахилом для відведення поверхневого стоку й запобігання забрудненню поверхневих і підземних вод. Глибина залягання ґрунтових вод на такій ділянці має бути не меншою за 1,5 м.

На витратних складах пестицидів мінеральні добрива слід зберігати в окремих приміщеннях. В них передбачається влаштування розчинозаправного вузла, майданчиків для протруювання насіння, знезараження тари, апаратури, засобів механізації, призначених для обробки тваринницьких і птахівницьких комплексів. Майданчики повинні мати асфальтове або бетонне покриття. Відстань між складом пестицидів, майданчиком для протруювання насіння, приміщенням для зберігання протруєного насіння, розчинозаправним вузлом, будівлями адміністративного і побутового призначення має бути не меншою як 50 м.

Зберігати пестициди на складі можна тільки після огляду приміщень органами санітарно-епідеміологічної служби та охорони навколишнього середовища і складання паспорта. Такі перевірки проводять щорічно.

Пестициди, які входять до переліку небезпечних вантажів, *транспортиують* з урахуванням їх належності до відповідних груп:

- високого ступеня небезпечності (група пакування 1) — вантажі в сталевих барабанах, бочках, спеціальних контейнерах;
- середнього ступеня небезпечності (група пакування 2) — вантажі в тарі з полімерних матеріалів, дерев'яних ящиках;
- низького ступеня небезпечності (група пакування 3) — вантажі в паперових мішках, картонних ящиках.

Пестициди перевозять тільки спеціально призначеними для цих цілей транспортними засобами. Вони мають бути упаковані в заводську або спеціальну міцну і добре закриту тару. Перевозити пестициди з іншими вантажами забороняється. Знезаражують транспортні засоби після перевезення пестицидів на спеціальних пунктах, і

лише після цього ними можна перевозити інші вантажі крім харчових продуктів, фуражу і питної води.

Автомобільний транспорт для перевезення пестицидів підлягає паспортизації санітарно-епідеміологічною службою, він має бути справним і незараженим, мати сигнальне забарвлення кузова і бортовий напис «Отрута». Швидкість руху транспортного засобу, що перевозить пестициди, не повинна перевищувати 40 км/год, а в разі дощу, туману чи снігопаду — 20 км/год. Забороняється перевозити пестициди за видимості до 300 м.

3. Застосування пестицидів. Населення, санітарно-епідеміологічна, ветеринарна служби, органи рибоохорони мають бути завчасно проінформовані про проведення хімічних обробок.

У період виконання робіт у радіусі 200 м від меж ділянок, які обробляються, мають бути попереджувальні написи. Тимчасово зберігати пестициди дозволено на спеціально виділених ділянках, які охороняються. Заборонено влаштовувати заправні майданчики, місця очищення техніки у водоохоронній зоні рибогосподарських водойм і ближче як за 200 м від місць проживання людей, тваринницьких ферм, водних джерел, місць концентрування тварин, бджіл.

Машини й апарати, призначені для застосування пестицидів, мають знаходитись у спеціально відведених місцях під накриттям або в приміщеннях. Виготовляти розчини і заправляти апаратуру треба в стаціонарних розчинових вузлах або пунктах, які мають тверде покриття і спеціальні бетоновані резервуари для збирання забрудненої води. Готувати розчини пестицидів безпосередньо в полі без засобів механізації заборонено. Забруднені пестицидами ґрунт, машини, апаратура, тара з-під пестицидів і протруєного насіння, невикористані робочі розчини, стічні води і засоби індивідуального захисту підлягають знезараженню.

Авіаційна обробка рослин пестицидами здійснюється на робочій висоті 3 - 4 м у ранкові та вечірні години за швидкості вітру не більш як 3 м/с (дрібнокраплинне обприскування) і 4 м/с (велико-краплинне) й температури повітря не вище за +22 °С. Наземне обприскування з використанням вентиляторних обприскувачів обмежується такими ж швидкостями вітру, штангових — при дрібно- і великокраплинному обприскуванні — 3 м/с. Відстань від населених пунктів, тваринницьких комплексів, місць виконання ручних робіт на посівах сільськогосподарських культур, водойм і місць відпочинку в разі застосування вентиляторних обприскувачів має бути не меншою як 600 м, штангових — не меншою як 300 м. За аерозольного способу застосування пестицидів ширина санітарно-захисної зони визначається дисперсністю крапель, а обробка посівів у цій зоні допускається за напрямку вітру від об'єкта, для якого вона встановлена. Для тепличних господарств ширина санітарно-захисної зони становить 300 м.

Вносити пестициди в ґрунт треба тільки за допомогою спеціальної апаратури. Для внесення гранульованих пестицидів заборонено використовувати туковисівні пристрої.

Обробляти пестицидами овочеві культури, продукція яких споживається у сирому вигляді, не дозволяється; дозволяється обробка їх насіння та ґрунту до появи сходів.

Навколо обробленої ділянки встановлюють попереджувальні знаки. Пасіки відвозять на відстань не менш як 5 км або ізолюють на регламентований термін.

4. Охорона природного середовища від забруднення пестицидами.

Охорона поверхневих і підземних вод від забруднення пестицидами. Для запобігання забрудненню поверхневих вод, які використовують для централізованого господарсько-питного водопостачання, встановлюють зони санітарної охорони. В них, а також у прибережних водоохоронних зонах і на затоплюваних територіях, згідно з ГОСТ 17.1.3.04-82, не допускається:

- ◆ зберігання і поховання пестицидів і забрудненої ними тари;

- ◆ спорудження приміщень для миття та очищення тари, спецодягу, машин і обладнання, забруднених пестицидами;
- ◆ зливання й очищення стічних вод, які містять пестициди;
- ◆ зберігання і ремонт обладнання для застосування пестицидів;
- ◆ влаштування й експлуатація злітно-посадкових смуг і майданчиків для заправлення обладнання пестицидами.

Транспортувати пестициди від місця зберігання до місця застосування дозволяється лише при безпосередньому їх використанні, у спеціально обладнаному транспорті. Після закінчення обробки рештки пестицидів треба вивезти для зберігання або ліквідації.

Не допускається застосування пестицидів, яке перешкоджає чи обмежує всі види водокористування, а також шкідливо впливає на навколишню флору і фауну. Внаслідок сільськогосподарського зрошення в поверхневій воді не повинні потрапляти зворотні води, концентрація пестицидів у яких перевищує норму.

У прибережній водоохоронній зоні не допускається застосування пестицидів, небезпечних для гідробіонтів. Забороняється внесення пестицидів у першій смузі зони санітарної охорони джерел централізованого господарсько-питного водопостачання

Авіарозпилення пестицидів не допускається у внутрішній і проміжній смугах зони санітарної охорони джерел централізованого господарсько-питного водопостачання й обмежується в прибережних водоохоронних зонах і на затоплюваних територіях.

Неприпустимо скидати у водні об'єкти пестициди, їх рештки і відходи, пакувальні матеріали і стічні води, забруднені пестицидами, мити забруднені пестицидами тару, спецодяг, машини і обладнання в поверхневих водах, набирати воду забрудненим обладнанням.

Санітарно-захисну зону узгоджують з водоохоронною зоною. У разі наземного обприскування посівів пестицидами ширина санітарно-захисної зони (від меж оброблюваних ділянок до водних джерел) має становити 600 м, за авіаобприскування — 1000 м (до рибогосподарських водойм — 2000 м), за внесення гранульованих препаратів — 300 м. За потреби органи санітарно-епідеміологічної служби можуть збільшувати санітарно-захисну зону у 2 - 3 рази. Ширина прибережної водоохоронної смуги малих річок — від 20 до 100 м; застосування пестицидів у ній забороняється.

Охорона атмосферного повітря. Відповідно до «Методичних рекомендацій по санітарній охороні атмосферного повітря від забруднення пестицидами» (МОЗ України, 1998) заборонено:

- ◆ звичайне авіаційне обприскування ближче як 1000 м від житлової зони, а ультрамалооб'ємне авіаобприскування — ближче як 2000 м;
- ◆ одночасна обробка посівів однотипними препаратами у межах району чи області.

Застосування пестицидів, стійких у ґрунті понад 1 міс, а у воді — 5 діб, слід обмежувати на територіях великих господарств. Великі масиви культур, які обробляють багаторазово, рекомендується розміщувати з урахуванням рози вітрів на відстані не менш як 1000 м від населених пунктів, а поблизу них вирощувати на невеликих площах культури, які не потребують багаторазових обробок. Доцільним є використання різних добавок у робочі розчини для зменшення випаровування й розпилення, гранул, мікрокапсул, урізноманітнення асортименту препаратів.

Охорона ґрунту. Заборонена фумігація ґрунту пестицидами I і II класів небезпечності, виливання решток робочих розчинів, промивних вод після обробки тари, спецодягу, апаратури і приміщень складів без попереднього очищення, використання більш як 2 рази протягом одного сезону пестицидів зі стійкістю в ґрунті менш як 6 міс, а пестицидів, стійких понад 6 міс, — за наявності їхніх решток після попередніх обробок. Рекомендовані способи застосування пестицидів — малооб'ємне та ультрамалооб'ємне обприскування, протруювання насіння.

Література:

1. **Ботаническая география** с основами экологии растений/ Хржановский В. Г., Викторов В.С, Литвак П.В., Родионов Б.С.—М.: Агропромиздат,1988. - 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.
14. **Шикула 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 противозерозионного 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: «ІНКОС», 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.** Засадничі принципи ноосферного природокористування у контексті концепції сталого розвитку./ Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ, №8, 2006 С. 74-87.
29. **Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.** Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2005.- 687 с.
30. **Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.** Біологічно активні речовини в рослинництві. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2008.- 347 с.

Тема 8. РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ АГРОХІМІКАТІВ (2 год.)

План: 1.Добрива та хімічні меліоранти як чинник екологічної загрози. 2.Причини погіршення довкілля при застосуванні агрохімікатів. 3.Охорона вод від забруднення мінеральними добривами. 4.Головні особливості нітратів і нітритів. 5.Заходи запобігання нітратному забрудненню продукції рослинництва.

1.Добрива та хімічні меліоранти як чинник екологічної загрози. Негативний вплив агрохімікатів (добрив, хімічних меліорантів) на навколишнє середовище в основному полягає у:

- погіршенні властивостей і зниженні родючості ґрунту;
- забрудненні підземних і поверхневих вод, повітря хімічними елементами та сполуками;
- зниженні якості продукції (складу органічних речовин, зольних елементів, накопиченні нітратів і нітритів, погіршенні смакових якостей).

Все це в кінцевому підсумку позначається на здоров'ї людини.

Погіршення властивостей ґрунту виявляється у зміні реакції ґрунтового розчину, складу ґрунтового вбирного комплексу, умов життєдіяльності корисних тварин і мікроорганізмів, накопиченні токсичних речовин, що є одним із чинників, який визначає забруднення води й повітря. На інших причинах цього забруднення і заходах протидії їм слід зупинитися детальніше.

Забруднення води — надходження у водний об'єкт фізичних, хімічних, біологічних речовин або енергії, що спричинює погіршення якості води.

Евтрофування води — підвищення біологічної продуктивності водних об'єктів унаслідок накопичення у воді біогенних елементів під дією антропогенних чи природних чинників. Одним із проявів евтрофування є *цвітіння води* — масовий розвиток фітопланктону, що змінює її забарвлення. Результатом евтрофування є значне зменшення вмісту у воді кисню, що згубно позначається на рибах та якості води, яка стає непридатною навіть для купання. Основними біогенними елементами, які призводять до цих змін, є азот у нітратній формі, фосфор і меншою мірою — калій.

Оптимальною для водяних рослинних організмів є концентрація нітратів у воді 0,9 - 3,5 мг/л, фосфору — 0,09 - 1,80 мг/л. Для людини допустимий вміст нітратів у питній воді — 45 мг/л, а нешкідливий вміст поліфосфатів — до 7 мг/л, при цьому небезпечним вважають співвідношення фосфору і калію за межами 1 : 1...1,5. Якщо підвищена кількість біогенних елементів перестане надходити у водний об'єкт, він може повернутися у вихідний стан.

Біогенні елементи надходять у водотоки (річки, струмки) та водойми (озера, ставки тощо) з поверхневим стоком із сільськогосподарських угідь інфільтрацією з ґрунту та зі зворотною водою.

Води зворотні — води, що повертаються за допомогою технічних споруд і засобів із господарської ланки колообігу води до його природних ланок у вигляді дренажних, скидних і стічних вод. *Води дренажні* — води, які профільтрувалися у дренаж з тіла гідротехнічної споруди або її основи, а також з осушуваного (зрошуваного) земельного масиву.

Води скидні — води, які відводять зі зрошуваних сільськогосподарських угідь та забудованих поливних територій, а також води, які відводять з ділянок, де застосовується гідромеханізація.

Води стічні — різновид зворотних вод, що утворилися у процесах господарсько-побутової і виробничої діяльності, а також під час відведення із забудованих територій вод, які утворюються внаслідок випадання атмосферних опадів.

Переважає частина азоту, який надходить у водні об'єкти (понад 80 %), — це азот ґрунту, а не мінеральних добрив. Фосфор малорухливий у ґрунті і втрачається переважно не з поверхневим стоком, а в результаті ерозії ґрунту. Калій в основному вимивається з ґрунту.

Забруднення атмосфери в разі застосування добрив зумовлене в основному надходженням сполук азоту, фосфору і сірки. ГДК аміаку в повітрі робочої зони виробничих приміщень становить 20 мг/м³, хлориду калію — 10 мг/м³. Основне забруднення повітря азотом відбувається за рахунок втрат його газоподібних сполук (NH₃, N₂O, N₂ та ін.) з ґрунту та добрив. Причинами цього можуть бути як порушення правил зберігання й застосування органічних добрив (зокрема, безпідстилкового гною, гнойових стоків), внесення безводного аміаку та аміачної води, так і природні процеси, що відбуваються в ґрунті, — амоніфікація, денітрифікація (до 30 % азоту мінеральних добрив), взаємодія азотних добрив з карбонатами тощо.

2. Причини погіршення довкілля при застосуванні агрохімікатів. Причини погіршення властивостей ґрунту, забруднення вод і повітря пов'язані із застосуванням агрохімікатів. Основними з них є такі:

- недосконалість технологій транспортування, зберігання, підготовки і внесення добрив, хімічних меліорантів, слабка матеріально-технічна база;
- недостатній науковий рівень системи удобрення в сівозміні, порушення технологічної дисципліни;
- недосконалість властивостей добрив і хімічних меліорантів;
- використання як добрив промислових і побутових відходів з підвищеним вмістом шкідливих речовин.

*Недосконалість технологій транспортування, зберігання, підготовки і внесення добрив та хімічних меліорантів, слабка матеріально-технічна база*⁴⁷. Основним заходом, спрямованим на зменшення негативних наслідків, пов'язаних із названими причинами, може стати застосування контейнерної технології доставки агрохімікатів, змішувачів, розтарювачів-змішувачів, автомобільних транспортувальників. Особливу увагу слід приділяти можливим технологічним проблемам при заготівлі, приготуванні та внесенні органічних добрив. Недосконалість систем видалення гною та техніки для рівномірного його внесення, недостатні місткість сховищ органічних добрив, розрахованих на зберігання їх протягом 6 міс, та площа полів зрошення для використання гнойових стоків, неналежна увага, яку приділяють компостуванню, — ось головні причини забруднення вод і повітря й одночасно орієнтири для поліпшення екологічної ситуації.

Недостатній науковий рівень системи удобрення в сівозміні, порушення технологічної дисципліни. Норми мінеральних добрив треба визначати з урахуванням якомога більшої кількості чинників — вмісту в ґрунті доступних рослинам форм елементів живлення, попередника, норм органічних добрив, гранулометричного складу ґрунту, рельєфу та ін.⁴⁸

⁴⁷ Недостатня кількість спеціалізованих транспортних засобів, застосування перевалочної схеми доставки мінеральних добрив і хімічних меліорантів від заводу до складу і поля, перевезення і зберігання їх незатареними призводить до втрат внаслідок знесення вітром чи змивання водою. Проблеми створює і недостатня місткість типових сховищ, які відповідають вимогам природоохоронних нормативів щодо розміщення й обладнання з урахуванням відстані до водних об'єктів, населених пунктів та тваринницьких приміщень, гідрологічних умов, рози вітрів, механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, технології підготовки добрив до внесення (подрібнення, змішування). Несприятливими чинниками є також велика нерівномірність розкиданого внесення агрохімікатів існуючими машинами (не повинна перевищувати 15%), низька забезпеченість машинами для внутрішньогрунтового внесення твердих і рідких мінеральних добрив.

⁴⁸ Внесення високих норм азотних добрив, що перевищують у середньому 120 кг/га діючої речовини, може призвести до забруднення вод нітратами. Восени не дозволяється вносити добрива, що містять азот у нітратній формі, оскільки внаслідок їх великої рухливості й низького споживання рослинами основні втрати відбуваються в зимовий період. Кращими для цього є амонійні добрива. На ґрунтах легкого гранулометричного складу слід відмовитися від осіннього застосування азотних добрив. Дробне внесення добрив у період, коли рослини найбільше потребують азоту, зменшує його вимивання з ґрунту. Втрати добрив із поверхневим стоком істотно знижуються в разі загортання їх у ґрунт. Цьому ж сприяє розкидання по полю органічних решток, особливо соломи. Оскільки вегетуючі рослини перехоплюють мінеральний азот, зменшуючи його втрати, то застосуванням проміжних та ущільнених посівів,

Недосконалість властивостей добрив і хімічних меліорантів. Неналежні властивості згаданих речовин обумовлені:

- високою розчинністю та здатністю їхніх складових мігрувати в ґрунті або змиватися поверхневим стоком;
- вмістом у них речовин, які зміщують реакцію ґрунтового розчину;
- наявності в складі добрив баластних і токсичних речовин⁴⁹.

Використання як добрив промислових і побутових відходів з підвищеним вмістом шкідливих речовин. Систематичне застосування *піритних недогарків* може призвести до накопичення в ґрунті підвищених кількостей свинцю, міді, цинку, арсену, сірки, *фосфогіпсу* — фтору, стронцію, *стічних вод* і *сапропелю* — кадмію, що створює небезпеку їх вимивання в поверхневій воді.

Стічні води потрібно попередньо очищувати від шкідливих речовин, знезаражувати від хвороботворних мікроорганізмів на очисних спорудах, полях зрошення і фільтрації, біологічних ставах. *Поля зрошення* — це земельні ділянки, спеціально підготовлені для очищення стічних вод зрошенням з одночасним фільтруванням їх крізь ґрунт. *Поля фільтрації* — земельні ділянки на ґрунтах легкого гранулометричного складу, які використовують як елемент очисних споруд для біологічного очищення стічних вод просоченням їх крізь ґрунт.

3. Охорона вод від забруднення мінеральними добривами. У водні об'єкти добрива можуть потрапляти з поверхневим стоком, під час інфільтрації в підземні води, з колекторно-дренажними водами зрошуваних чи осушуваних масивів, з повітря, зі стічними водами підприємств, які виробляють добрива, а також при очищенні та митті тари й спецодягу, машин, обладнання, скиданні у водні об'єкти решток добрив та пакувальної тари. Основні вимоги щодо охорони вод від забруднення мінеральними добривами встановлені ГОСТ 17.1.3.11-84, згідно з яким не допускається:

- внесення мінеральних добрив на замерзлий або вкритий снігом ґрунт; авіарозпиленням за швидкості вітру понад 10 м/с; з поливною водою, якщо її скидання у водні об'єкти спричинює забруднення вод;
- миття у водних об'єктах тари, машин і обладнання, забруднених добривами; процес очищення можна здійснювати на спеціальних мийних майданчиках, а стічні води збирати, використовувати для удобрення, перед скиданням у водні об'єкти — очищувати.

У першій смузі зони санітарної охорони заборонено всі способи внесення добрив.

виращуванням багаторічних трав можна не тільки поліпшити його використання, а й знизити забруднення вод і повітря. Неправильне співвідношення елементів живлення може призвести до обмеження споживання рослинами азоту у зв'язку з лімітуванням їх росту іншими елементами. Оптимізація чинників та умов середовища забезпечує підвищення інтенсивності продукційного процесу, опосередковано впливає на чистоту води й повітря. Застосування інгібіторів нітрифікації зменшує втрати нітратного азоту, які можливі внаслідок поверхневого і внутрішньоґрунтового стоку. Внесення органічних добрив навесні, особливо на ґрунтах легкого гранулометричного складу, є причиною забруднення вод і повітря, тому бажано цей процес здійснювати восени. Безпідстилковий гній, який вносять восени, треба поєднувати із солом'яною та зеленою масою проміжних культур. Як уже зазначалося, втрати калію й особливо фосфору, внесених з мінеральними добривами, за рахунок вимивання порівняно невеликі й усуваються простим дотриманням норм, строків і способів застосування добрив.

⁴⁹ Висока рухливість нітратів спричинює підвищений ризик забруднення вод. Внаслідок денітрифікації *азот* добрив може втрачатися у газуватому стані. В разі внесення амонійних та аміачних добрив може виділятися вільний аміак. Шляхи регулювання процесів перетворення сполук азоту в ґрунті з метою зменшення забруднення довкілля висвітлені вище. Запобігти втратам *калію* можна внесенням добрив з урахуванням гранулометричного складу ґрунту та потреб у ньому рослин, а також планомірним збільшенням обмінної вбирної здатності ґрунту. Для сповільнення розчинення добрив у ґрунті їх гранулюють, вкривають плівками (крім тих, ефективність яких визначається площею контакту з ґрунтом, — преципітату, фосфоритного борошна, вапнякових). Азотні та фосфорні добрива містять залишкові кількості кислот, що пов'язано зі специфікою їх виробництва. Крім того, підкислення ґрунту при систематичному внесенні азотних і калійних добрив зумовлене вибірковою поглинанням елементів живлення рослинами, що можна вважати недоліком добрив лише умовно. Найдієвішим компенсуючим заходом є *вапнування ґрунтів*. З мінеральними добривами в ґрунт потрапляють елементи, які спричинюють погіршення його властивостей та якості продукції, — баластні (фтор, натрій тощо), токсичні — важкі метали (ртуть, свинець, кадмій), арсен. Рухомі їх форми можуть потрапляти у водні об'єкти. *Фтор* негативно впливає на мікробіологічну активність ґрунту, порушує розвиток плодів. У сировині для виробництва фосфорних добрив — апатитах і фосфоритах — його вміст близько 3 %, причому в кінцевому продукті залишається більш як половина. *Арсен* надходить з азотними і фосфорними добривами, *кадмій* — із фосфорними й органічними, *свинець* — з вапняковими та органічними. До перевищення ГДК рухомих форм важких металів у ґрунті може призвести тривале (протягом десятків років) внесення добрив. І хоча їх частка у забрудненні навколишнього середовища порівняно з промисловими та транспортними викидами невелика, за можливості слід вибирати добрива з якомога меншим вмістом цих елементів. Вапнуванням знижують токсичність кадмію і свинцю. Збільшення вмісту гумусу та вбирної здатності ґрунту сприяє зв'язуванню важких металів і зменшенню їх вимивання.

У першій і другій смугах зони санітарної охорони джерел централізованого господарсько-питного водопостачання, в прибережних водоохоронних зонах, а також на затоплюваних територіях не допускається:

- знищення тари з-під добрив;
- очищення, миття тари, машин і обладнання, які застосовуються для транспортування та внесення добрив.

У другій смузі зони санітарної охорони не допускається:

- внесення добрив у період безпосередньої загрози повені;
- авіарозпилення добрив.

При зберіганні добрив має бути виключена небезпека забруднення ними поверхневих і підземних вод. Місця зберігання не повинні затоплюватись. Води, що стікають з майданчиків, складських приміщень, мають збиратися у водонепроникні збірники й використовуватись для удобрення сільськогосподарських угідь.

4. Головні особливості нітратів і нітритів. Зі зростанням обсягів застосування азотних добрив пов'язана така важлива проблема, як підвищення забруднення харчових продуктів і питної води нітратами та нітритами. Нітрати значно поширені в природі, вони містяться в ґрунті, воді, рослинах, організмах тварин і людини. Азот з усіх форм, в яких він існує в ґрунті, може переходити в нітратну: з аміачної, яка утворюється в результаті амоніфікації органічних сполук, під впливом бактерій групи *Nitrosomonas* він переходить у нітритну, а під впливом *Nitrobacter* — в нітратну форму⁵⁰.

В організми людини і тварин нітрати надходять з продуктами харчування, кормами, водою. Шкідливий вплив нітратів і нітритів (останні в 10 разів токсичніші) полягає в тому, що вони спричиняють перетворення гемоглобіну крові на метгемоглобін, який не здатний переносити кисень. Настає кисневе голодування тканин — *гіпоксія*, причому зміни найбільш виражені в тканинах, де відбувається інтенсивний поділ клітин. Саме тому нітрати особливо небезпечні для дітей, ембріонів. Дуже чутливі до нітратів хворі люди. Не менш небезпечним є і те, що нітрати й нітрити є попередниками N-нітрозосполук (*нітрозозамінів і нітрозозамідів*) — канцерогенних, тератогенних, мутагенних, ембріогенних речовин. Утворюються вони внаслідок взаємодії нітратів і нітритів з амінами, амідами, сечовиною, деякими іншими сполуками як у харчових продуктах, так і в шлунку. Нітрати питної води токсичніші за нітрати харчових продуктів в 1,25 раза. Продукти тваринництва, особливо м'ясо, містять невелику кількість нітратів порівняно з рослинною продукцією.

При визначенні допустимого вмісту нітратів у харчових продуктах і воді орієнтиром слугує допустима добова доза нітратів (ДДД). У нашій країні вона становить 5 мгNO₃/кг маси тіла. Гранично допустима концентрація нітратів у питній воді — 45 мг/л за середньої норми її споживання 2 л на добу. Допустимі концентрації нітратів в окремих продуктах харчування встановлюють з урахуванням їх середньодушового споживання за добу у конкретних районах, фонового рівня нітратів у продуктах (табл. 1).

При нормуванні вмісту нітратів у кормах виходять із того, що ДДД для великої рогатої худоби становить 40 - 60 мг/кг живої маси, свиней і птиці — 30 - 40 мг/кг.

Таблиця 1

Допустимий вміст нітратів у продуктах рослинного походження в Україні (мг/кг сирової маси продукту)

⁵⁰ Нітрати дуже рухливі в ґрунті, майже не адсорбуються ґрунтовим вбирним комплексом і можуть вимиватись у поверхневі й інфільтруватись в ґрунтові води. Нітрати також здатні відновлюватись до газуватих продуктів — N₂O, N₂, NO, NO₂ в результаті денітрифікації і втрачатися з ґрунту. Рослини поглинають азот у різних формах: нітратній, нітритній, аміачній, амідній або вільній молекулярній (бобові рослини), однак у синтезі амінокислот під час взаємодії з органічними кислотами може брати участь лише аміак NH₃ (реакція амінування), який Д.М. Прянишников назвав «альфою й омегою» азотистого обміну. Вільний амоній у рослинах накопичується в обмеженій кількості, інакше відбувалося б так зване аміачне отруєння, тоді як від надлишку нітратів і нітритів рослини не страждають. Цим і пояснюється здатність рослин накопичувати їх у значній кількості. В рослинах нітрати і нітрити під дією нітратредуктази і нітритредуктази відновлюються до NH₃ (редукція).

Культура	Ґрунт		Культура	Ґрунт	
	відкритий	захищений		відкритий	захищений
Картопля рання	240		Цибуля-порей	400	800
			Цибуля городня	90	
пізня	120		Томати	100	200
Овочі листкові і салатні	1500	3000	Перець солодкий	200	
			Огірки	200	400
Капуста білоголова рання	800		Кабачки	400	
			Баклажани	300	
пізня	400		Дині	90	
Морква рання	600		Кавуни	60	
			Буряки столові	1400	
пізня	300		Редис	1200	

Гранично допустимий вміст нітратів у кормах такий, мг/кг:

сіно — 1000;

сінаж і силос — 500;

зелені корми — 300;

зернофураж — 500;

трав'яне борошно — 2000;

кормові буряки — 1500.

Дані табл.1 дають уявлення про здатність різних овочевих і баштанних культур до накопичення нітратів. Порівняно небагато нітратів міститься в картоплі, томатах, городній цибулі, баштанних культурах (динях, кавунах), найбільше їх накопичують зелені овочі (петрушка, кріп, салат тощо) і столові коренеплоди (буряки, морква, редис). Огірки, кабачки, солодкий перець характеризуються середнім вмістом нітратів. Порівняно небагато нітратів накопичують фрукти та ягоди. Отже, біологічні особливості рослин — один із чинників, що визначає нітратне забруднення продукції.

Вагомим чинником підвищеного накопичення нітратів у продукції рослинництва, який часто вважають головним, є порушення норм і правил застосування азотних добрив, а саме:

- перевищення норм внесення, рекомендованих зональними науково-дослідними установами для відповідних ґрунтово-кліматичних умов;
- віддавання переваги добривам, в яких азот знаходиться у нітратній формі;
- внесення добрив без урахування вмісту в ґрунті мінерального азоту;
- проведення пізніх азотних підживлень.

Ґрунтові властивості та умови є одним із чинників забруднення рослин нітратами⁵¹.

Одним із найважливіших чинників нітратного забруднення продукції є ступінь утилізації нітратів і нітритів у самих рослинах, що, в свою чергу, визначається інтенсивністю фотосинтетичної діяльності. Отже, всі чинники, що впливають на неї, а в кінцевому підсумку — на урожайність, одночасно визначають вміст нітратів у рослинах. Основні з них наведено нижче.

1. Рівень освітленості, або забезпеченість рослин ФАР. Недостатня освітленість рослин у теплицях може бути однією з причин підвищеного накопичення нітратів у вирощених там овочах. Загущення посівів польових культур, затінення рослин призводять до аналогічних результатів. Відомо також, що інтенсивність освітлення визначає активність нітратредуктази, яка відновлює нітрати до амонію.

⁵¹ Відомо, що за нейтральної реакції ґрунтового розчину рослини краще поглинають NH_4^+ , за кислої — NO_3^- . В разі внесення фізіологічно кислих добрив кислотність ґрунту підвищується, що сприяє поглинанню NO_3^- . Надмірно інтенсивний обробіток ґрунту теж призводить до збільшення забруднення продукції рослинництва нітратами. За цих умов спостерігаються підвищена мінералізація гумусу та інших азотовмісних органічних речовин ґрунту з вивільненням амонію й подальшим перетворенням його на нітрати, збільшення їх вмісту в ґрунті та посилене поглинання рослинами.

2. *Тепловий режим ґрунту і фітоценозу.* Відхилення температури від оптимальної, тобто як надмірне зниження, так і підвищення її, спричинює збільшення забруднення рослин нітратами.

3. *Водний режим ґрунту.* Найнижчий вміст нітратів у продукції рослинництва спостерігається за оптимального забезпечення рослин вологою. І за нестачі, і за надлишку вологи накопичення нітратів збільшується.

4. *Забезпеченість рослин елементами живлення та співвідношення між ними.* Оптимальні вміст і співвідношення елементів живлення в ґрунті — один із чинників, що впливає на вміст нітратів у рослинах. Крім того, важливими є й окремі елементи. Так, від вмісту молібдену залежить нормальне відновлення нітратів до нітритів, від вмісту мангану — нітритів до амонію. Калій і магній поліпшують використання нітратів у самих рослинах (калій активує синтез вуглеводів, магній — збільшує вміст хлорофілу).

5. *Кислотність ґрунтового розчину.* Для кожної рослини існує оптимальний діапазон кислотності, який забезпечує найсприятливіші умови для фотосинтетичної діяльності.

6. *Ураження рослин хворобами і шкідниками.* Передчасне припинення фотосинтезу при ураженні чи пошкодженні вегетативної маси призводить до зменшення утворення органічних кислот, недостатньої утилізації нітратів, які вже надійшли в рослину.

7. *Вчасність виконання польових робіт.* Передчасне або запізніле проведення сівби, робіт із догляду за посівами скорочує вегетаційний період, погіршує умови росту, що супроводжується зменшенням кількості синтезованих органічних речовин.

Поєднанням деяких із цих чинників пояснюють певні закономірності коливання вмісту нітратів у продукції рослинництва⁵².

5. Заходи запобігання нітратному забрудненню продукції рослинництва.

З урахуванням викладеного можна визначити *основні заходи* щодо запобігання підвищеному нітратному забрудненню продукції рослинництва.

1. Дотримання умов і регламентів застосування азотних добрив:

- визначення вмісту амонійного та нітратного азоту в ґрунті на початок вегетації рослин і внесення азотних добрив з урахуванням вмісту азоту;

- раціональне поєднання різних форм азотних добрив (амонійних, нітратних, амідних);

- урахування максимально допустимих норм азоту мінеральних добрив (табл.2);

- коригування норм азотних добрив аж до повного їх виключення з урахуванням вмісту в ґрунті фосфору, калію, мікроелементів, кислотності ґрунту;

- визначення потреби в підживленнях, доз елементів живлення за даними ґрунтової та рослинної діагностики;

- підживлення культур азотними добривами дозою не більш як 15-20 кг/га діючої речовини не пізніше ніж за 1,5-2 міс до збирання врожаю, а саме: *капусти білоголової* — початок зав'язування головки; *томатів* — початок плодоутворення; *бажанних культур* — початок цвітіння; *цибулі* — початок формування цибулин; *столових буряків, моркви, редьки, селери, пастернаку* — початок утворення коренеплодів;

- локальне внесення (дає змогу зменшити дозу добрив удвічі без зниження врожаю).

Норми азотних добрив під картоплю на насіння для ранньо-, середньо- і пізньостиглих сортів не повинні перевищувати: на Поліссі — відповідно 60, 90 і 120 кг/га діючої речовини; в Лісостепу — 45, 70 і 100 кг/га діючої речовини.

Таблиця 2.

⁵²

Так, біологічні особливості рослин зумовлюють найінтенсивніше поглинання мінерального азоту до їх цвітіння, а з вступом у генеративний період розвитку запас нітратів вичерпується в міру накопичення сухої речовини. Оскільки в ранніх сортах вміст сухої речовини нижчий і мінерального азоту зв'язується менше, то залишкова кількість нітратів у продукції вища, ніж у пізніх сортах. Подібно пояснюють і факт більшого вмісту нітратів у продукції, що споживається зеленою, порівняно з вмістом їх у плодах.

Максимально допустимі норми азоту мінеральних добрив під картоплю та овочеві культури в різних зонах України, кг/га діючої речовини (за О.І. Циганенком)

Культура	Степ		Лісостеп		Полісся	
	Урожайність, ц/га.	Норма добрива	Урожайність, ц/га.	Норма добрива	Урожайність, ц/га.	Норма добрива
Картопля без зрошення	—	—	300	110	300	110
зрошення	300	105	300	120	—	—
Капуста без зрошення	—	—	400	60-90	500	60-90
зрошення	600	90 - 140	600	60 - 120	600	90 - 120
Томати без зрошення	400	45-60	350	90	300	60-90
зрошення	600	120	400	120	—	—
Огірки без зрошення	—	—	250	60	500	45
зрошення	350	120	300	90	250	60
Морква	450	90	450	60-90	150	45-60
Цибуля без зрошення	200	45-60	200	45-60	150	45-60
зрошення	300	90	300	60-90	—	—
Столові буряки	500	60	400	45-60	450	45-60

Максимальні норми під ранні сорти картоплі й капусти не повинні перевищувати 45 - 50 кг/га діючої речовини. На кислих торф'яних ґрунтах та на ґрунтах, багатих на азот, норми азоту добрив під картоплю й овочеві культури зменшують на 40 - 50 кг/га діючої речовини порівняно з наведеними у табл.2. У разі внесення органічних добрив норми мінеральних азотних добрив треба зменшувати, а при плануванні невисокого врожаю — взагалі не вносити. Під баштанні культури за врожаю менш як 150 ц/га на фоні органічних добрив азотні не застосовують, за врожаю 200 - 250 ц/га їх норма становить 60 кг/га в разі внесення органічних добрив і 90 кг/га діючої речовини — без внесення. Під картоплю навесні не рекомендується вносити гній, особливо безпідстилковий. Заборонено використовувати під картоплю та овочі аміачну селітру і безводний аміак.

2. Забезпечення необхідного запасу в ґрунті обмінного калію, рухомих форм фосфору, мікроелементів за рахунок внесення органічних і мінеральних добрив, вжиття інших заходів (наприклад, боротьба з ерозією).

3. Створення оптимального для рослин кислотного-лужного середовища вапнуванням ґрунту, внесенням фізіологічно нейтральних або лужних добрив тощо.

4. Проведення щадного обробітку ґрунту з метою недопущення надмірної мінералізації азотовмісних органічних сполук.

5. Застосування інгібіторів нітрифікації.

6. Створення умов для високоінтенсивної фотосинтетичної діяльності та подовження періоду вегетації рослин:

- оптимізація водно-теплого й поживного режимів ґрунту;
- ефективний захист рослин від хвороб та шкідників;
- дотримання агротехнічних строків сівби;
- вирощування середньо- та пізньостиглих сортів і гібридів рослин та ін.

Надходження нітратів в організм людини з продукцією рослинництва можна зменшити, добираючи для харчування відповідні частини рослин. Найменший вміст нітратів у листках, дещо більший — у черешках і найбільший — у стеблах та коренях.

Переробкою продукції можна зменшити вміст нітратів. Так, механічним очищенням та промиванням видаляють 10 % нітратів. Вимочуванням картоплі, моркви, столових буряків упродовж 1 год знижують вміст нітратів на 25-30 %, а зеленних овочів (петрушки, кропу, селери, цибулі тощо) — на 20 %, що пояснюється високою розчинністю нітратів. Багато нітратів видаляється при відварюванні овочів: із картоплі — 80 %, з моркви і капусти — 60 - 70, з буряків — 40 — 50 %. Менш ефективними є тушкування, бланшування і смаження, за яких вміст нітратів знижується на 10 %. Квашенням, солінням та маринуванням продукції вміст нітратів у готових продуктах знижують більш ніж удвічі. За дотримання належних режимів тривалого зберігання картоплі та овочів (6 — 8 міс) вміст нітратів у них значно зменшується. У пошкодженій механічно та ураженій хворобами продукції нітрати можуть перетворюватися на нітрити.

Найістотнішим заходом щодо запобігання підвищеному забрудненню нітратами продукції тваринництва, особливо молока, є дотримання допустимого вмісту нітратів у питній воді та кормах.

Література:

1. *Ботаническая география* с основами экологии растений/ Хржановский В. Г., Викторов В.С, Литвак П.В., Родионов Б.С.—М.: Агропромиздат, 1988. - 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.
14. *Шикула 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: «ІНКОС», 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.* Зasadничі принципи ноосферного природокористування у контексті концепції сталого розвитку./ Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ, №8, 2006 С. 74-87.
29. *Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.* Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2005.- 687 с.
30. *Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б.* Біологічно активні речовини в рослинництві. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2008.- 347 с.

«Охорона навколишнього природного середовища при захисті рослин». 22 год.лекцій;
**Тема 9. МАЛОВІДХОДНІ І БЕЗВІДХОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СІЛЬСЬКОМУ
 ГОСПОДАРСТВІ (2 год.)**

План: 1. Види відходів у сільськогосподарському виробництві. 2. Характеристика технологій окремих галузей за ступенем відходності. 3. Точне землеробство.

1. Види відходів у сільськогосподарському виробництві.

Відходи — це речовини, матеріали і предмети, які утворюються у процесі людської діяльності, непридатні для подальшого використання за місцем утворення чи виявлення; власник відходів має намір або повинен позбутися їх (утилізувати чи видалити).

Відходи, з одного боку, можуть негативно впливати на живі й неживі об'єкти довкілля, а з іншого — слугувати вторинними матеріальними та енергетичними ресурсами для можливої утилізації.

Повна назва відходу складається з: номенклатурної назви відходу; уніфікованої назви процесу, в якому утворюється або виявлено відхід; уніфікованої назви виду економічної діяльності, в якій реалізовано цей процес.

Номенклатурна назва відходу відбиває стан і структуру відходів за місцем їх утворення або виявлення і відповідає конкретному різновиду відходів: стану відходу загалом та стану його компонентів; назві речовини, матеріалу, готового виробу чи іншій номенклатурній назві сировини або продукції; стану відходу як продукту процесу, в якому він утворюється.

Нижче наведено основні терміни та визначення, що відбивають конкретні види і стан відходів, які утворюються у процесі виробництва і переробки сільськогосподарської продукції.

Барда — рештки бродильного виробництва, з яких видалено леткі компоненти.

Вижимки (синоніми — *вичавки, макуха*) — рештки овочів, фруктів та іншої рослинної продукції після пресування.

Віск — жироподібна аморфна речовина, що складається з естерів вищих жирних кислот і одноатомних спиртів; залишається після переробки тваринних, рослинних і природних продуктів.

Гнильні рештки — продукти розкладання організмів, що містять азот (білки), під впливом мікроорганізмів.

Гній — екскременти тварин.

Гранулят — дрібні, щільні агрегати будь-якої речовини у вигляді зерен, які утворюються під час переходу речовини з рідкого стану у твердий або в інших процесах.

Екстракт — розчин певних компонентів, які виділено із суміші твердих або рідких речовин за допомогою селективних розчинників (екстрагентів).

Жом — рештки подрібнених коренеплодів після екстрагування цільового продукту.

Зола (попіл) — залишок після спалювання органічних речовин до мінералізованого стану.

Кісточки — тверді стрижневі частини (насіння) фруктів, овочів і ягід.

Компост (перегній) — продукт розкладання мікроорганізмами твердих сумішей органічного походження.

Костра — здерев'янілі частини стебел прядивних рослин (льону, конопель, кенафу та ін.), які отримують під час їхньої первинної обробки.

Лузга — здерев'янілий покрив насіння соняшнику, який відокремлюється під час його обрушування.

Луштиння (насіenneва оболонка) — зовнішня покривна оболонка насіння і плодів, що залишається після лущення та обрушування насіння рослин.

Міздря — підшкірно-жирова клітковина, м'ясо, сало, шматки сухожилля, що видаляють зі шкур у підготовчих операціях.

Меляса (кормова патока) — концентрований розчин вуглеводів (переважно цукристих), з якого подальше вилучення цукру за звичайною технологічною схемою бурякоцукрового виробництва неможливе.

Насіння — зародкові часточки рослинної сировини, що переробляється.

Осад фільтраційний (дефекат) — залишковий продукт процесу очищення розчинів від завислих речовин (у крохмально-патоковому, цукровому виробництві).

Послід — екскременти птахів і дрібних тварин.

Сажка — продукт неповного згоряння або термічного розкладання органічних сполук.

Фільтрат — рідина, що виділяється твердими відходами під час їхнього зберігання (транспортування), або утворюється в спеціальних фільтраційних процесах.

Фус (ФУЗ, кубовий відстій) — осад, що утворюється під час відстоювання рідких продуктів у тарі (гідрофус — у процесі гідратації олії).

Шкаралупа (лушпина) — тверде покриття яєць і плодів.

Щрот (жмих) — тверді рештки насіння олійних культур після вилучення з них олії екстракцією та пресуванням.

Загальний стан відходів відбивають такі терміни, як гель, емульсія, суспензія, золь, коагулят, паста, порошок, пил, розчин, суміш, смола та ін.

Для позначення відходів за *найменуванням процесу*, в якому вони утворюються, вживають додаткові терміни: брак, вибраковування, виділення, вижимка, викид, відпрацювання, відсів, відстій, залишок, конденсат, концентрат, накип, осад, осмол, пересортиця, продукт, продукти зношення, продукти корозії, просів, рециркулят, сублимація, фракція та ін.

2. Характеристика технологій окремих галузей за ступенем відходності .

Утворення відходів призводить до втрати частини цінних речовин, становить загрозу для навколишнього середовища, а їх збирання, перевезення, зберігання, переробка, утилізація, видалення, знешкодження, поховання, контроль за цими операціями, нагляд за місцями видалення потребують додаткових витрат. Переведення виробництва на безвідходні технології дає змогу раціональніше використовувати природні ресурси й підтримувати екологічну рівновагу. Маловідходні і безвідходні технології в рослинництві і тваринництві

Безвідходна технологія — це сукупність технологічних процесів, які забезпечують роботу виробництва за замкненим циклом і повне використання в процесі виробництва вихідної сировини і побічної продукції (відходу). Головним завданням і водночас змістом безвідходного виробництва є не стільки утилізація відходів, тобто використання їх як вторинних матеріальних, енергетичних ресурсів для отримання корисної продукції чи з іншою метою, як комплексна, максимально глибока переробка сировини і зменшення кількості відходів.

Шкідливий вплив на навколишнє середовище цукрових заводів пов'язаний із процесами, які відбуваються під час тимчасового зберігання та переробки коренеплодів, а також із відходами виробництва. Заходи, спрямовані на зниження втрат при зберіганні і переробці буряків, треба починати здійснювати ще під час вирощування і збирання врожаю⁵³. Максимальне зниження забрудненості коренеплодів ґрунтом і рослинними рештками під час збирання запобігає появі осередків гниття. Під час зберігання буряків у кагатах їх треба обробляти розчинами консервантів і антисептиків, зрошувати водою, вкривати теплоізоляційними матеріалами, активно вентилувати. Одним із нових способів

⁵³ Так, застосування біозасобів (ферментних препаратів, інгібіторів ферментів) сприяє посиленню синтезу сахарози, пригніченню ферментів, які її розщеплюють, внаслідок чого знижуються питомі втрати корисних речовин під час переробки. Передзбиральне хіміко-патологічне обстеження бурякових плантацій проводять з метою визначення черговості збирання і переробки буряків і тим самим зменшують можливі втрати при зберіганні, підвищують якість продукції.

поліпшення зберігання коренеплодів є обробка поверхні кагатів сумішами, які містять полімери, фунгіциди, неорганічні речовини і здатні утворювати тонку захисну плівку⁵⁴.

Важливе значення для зменшення забруднення довкілля має використання вторинних ресурсів і відходів цукрових заводів. Бурякові відходи (буряковий «бій», хвостики) переробляють окремо від основного потоку, а отриманий цукровмісний сік змішують з основним або використовують для виробництва спирту. Грудки цукру, цукровий пил повертають у технологічний процес. Буряковий жом, вихід якого досягає 83 % маси сировини, містить 6,5 % сухої речовини, в тім числі 0,4 — 0,5 % цукру⁵⁵. Мелясу, вихід якої становить близько 5 % маси сировини, застосовують як кормову добавку, з неї отримують хлібопекарські і кормові дріжджі, лимонну і молочну кислоти тощо⁵⁶.

Фільтраційний осад, який містить 75 - 80 % CaCO_3 , використовують як місцеве вапнякове добриво, у виробництві кормів, як в'язучу речовину для виготовлення силікатної цегли. Регенерацією фільтраційного осаду отримують вапно, яке повторно використовують для очищення дифузійного соку та сатураційного газу.

При переробці бурякової сировини утворюються стічні води, які поділяють на три категорії:

- I — барометричні (містять невелику кількість продуктів виробництва);
- II — транспортерно-мийні, які залишаються після механічного відстоювання;
- III — жомпресові, жомокислі, транспортерно-мийні.

Стічні води III категорії найнебезпечніші для навколишнього середовища. Для очищення стічних вод створюють оборотні системи водопостачання⁵⁷.

При зберіганні сировини картоплі середні втрати досягають 30 %. За традиційної технології переробки її на крохмаль у відходи (мезгу і стічні води) потрапляє значна кількість сухих речовин (до 1/3), більша частина яких надходить у водойми і спричинює їх евтрофування.

Технологія сушіння картоплі пластинками дає змогу знизити втрати при зберіганні до 2%, однак вона досить енерговитратна. Виробництво картоплепродуктів (чіпсів, крекерів, крупки тощо) подовжує строк їх зберігання порівняно зі свіжою картоплею, полегшує транспортування, забезпечує повнішу переробку сировини. Особливістю її однією з обов'язкових умов комплексної переробки картоплі стало застосування механічного зневоднення подрібненої картопляної маси на фільтрпресах з розділенням її

⁵⁴ Очищення буряків, які надходять на переробку, доцільніше проводити «мокрим» способом при гідророзвантаженні, переміщенні по тракту подачі і на водовіддільниках. Це дає змогу відокремити понад 90 % домішок, тоді як за «сухого» способу — 50 %. Процес екстрагування цукрів можна вдосконалити: - інтенсивним попереднім нагріванням стружки до 75 - 80 °С протягом 3 - 10 хв на агрегатах високої потужності; - застосуванням пресово-дифузної технології з глибоким пресуванням жому (до 22 - 26 % вмісту сухої речовини) і поверненням жомпресової води в процес екстрагування. Підвищення якості екстрагенту за рахунок використання чистих деамонізованих конденсатів (методи електродіалізу, суперкавітації) призводить до збільшення забруднення навколишнього середовища, тому екстракцію доцільніше проводити в пароконтактних нагрівниках. Очищення дифузійного соку з переддефекацією і холодно-гарячою основною дефекацією сприяє зменшенню технологічних витрат вапняку та втрат цукру у фільтраційному осаді. Для фільтрування згущеної суспензії використовують фільтр-преси. Процеси уварювання і кристалізації цукрових утфелів вдосконалюють застосуванням утфелемішалок вертикального типу, спеціальної пасти або суспензії для інтенсифікації кристалізації, підвищенням концентрації сиропу для уварювання утфелю.

⁵⁵ Неправильне зберігання і використання його може створити певні екологічні проблеми. Жом згодують худобі у свіжому вигляді або силосують. Сушений жом містить 87 - 88 % сухої речовини, в тім числі 4 % цукру і 6 - 7 % перетравного протеїну. Після збагачення його використовують для годівлі худоби (амідомінеральний, мелясований, бардяний). Із сушеного жому виготовляють харчовий пектин. Біотехнологічною переробкою жому отримують β-галактуронову кислоту, азот-, фосфоровмісні та карболізинні концентрати, флокулянт тощо.

⁵⁶ Найбільш відпрацьована безвідходна технологія переробки меляси у спиртовій промисловості, в результаті чого отримують етиловий спирт, дріжджі, вуглекислий газ, глютамінат натрію, вітамін В₁₂, інші лікарські засоби, гранульовані органо-мінеральні добрива, біогаз. Із сивушних масел добувають спирти-розчинники. Розроблено хроматографічний метод вилучення цукру з меляси з використанням іонообмінних смол, а з цінних нецукрів виготовляють кормові концентрати.

⁵⁷ Біологічне очищення природним шляхом найбільш поширене, його проводять на полях фільтрації і зрошення зі штучним висіванням зелених проточних водоростей. Штучне біологічне очищення здійснюють в аеротенках окисненням активним мулом або у біофільтрах біоплівкою (останнє малоєфективне). Розроблено метод біохімічного очищення в анаеробних умовах. Найефективнішим є зниження кількості стічних вод III категорії зменшенням забруднення цукрових буряків у ланці поле — кагатне поле.

на щільну і рідку фракції, що істотно знижує витрати енергії на сушіння порівняно з випарюванням⁵⁸.

Крохмалевмісний продукт використовують для добування крохмалю, у виробництві декстрину і паперу. До складу протеїнового концентрату входять усі незамінні амінокислоти, він є цінною кормовою добавкою. Концентрат картопляного соку, який крім цукрів містить значну кількість мінеральних елементів, особливо калію, використовують як компонент живильних середовищ при культивуванні актиноміцетів, які продукують антибіотики, істівних грибів, мікроводорості хлорели, біомаса якої багата на білок.

При переробці плодів і овочів обсяг відходів може досягати 50%, а з ними втрачаються цукри, білки, органічні кислоти, вітаміни тощо. Зменшення кількості відходів і збільшення виходу готової продукції добиваються вжиттям комплексу заходів.

1. Добір сортів з урахуванням мети переробки (строки досягання, придатність для механізованого збирання, вміст цінних речовин тощо).

2. Дотримання агротехніки (захист рослин, удобрення, технологія збирання та ін.) для вирощування високоякісної продукції, зменшення її деформування та травмування.

3. Застосування сучасних технологій переробки (електроплазмолізація, центрифугування, прес-пакування, прес-фільтрація, хімічні способи очищення сировини, мембранні технології тощо).

Розроблено маловідходні та безвідходні технології переробки яблук, ягід, огірків та ін.⁵⁹

Відходи переробних молокопідприємств містять біогенні елементи, органічні речовини, які завдають навколишньому середовищу значної шкоди. Системи очисних

⁵⁸ Одна з типових ліній переробки картоплі на корм передбачає отримання зі щільної фракції крохмалевмісного продукту і картопляного борошна, а з рідкої (клітинного соку) — сухого протеїнового концентрату та концентрату небілкового соку. Недоліками цієї технології є збільшення картопляного борошна на білок, досить високий вміст у крохмалевмісному продукті некрохмальних часточок, втрати білка в небілкову фракцію та видалення частини крохмальних зерен з газами. Розроблено лінію безвідходної переробки картоплі на крохмале-вмісний продукт вологістю 12% з вмістом крохмалю 90 - 96 %, кормове борошно такої ж вологості з вмістом протеїну до 15 % і концентрат небілкового соку. Високого вмісту протеїну в кормовому борошні досягають змішуванням його з протеїновою суспензією. Інша подібна лінія розрахована на отримання харчового картопляного борошна, протеїнового концентрату з вмістом протеїну до 60 % та концентрату картопляного соку з вмістом сухої речовини 40 - 50 %. Харчове картопляне борошно застосовують як добавку до пшеничного борошна для збагачення хліба на залізо, кальцій, магній, підвищення засвоюваності його білків. Додавання борошна до карамелі знижує вміст у ній цукру, збагачує на білок, мінеральні елементи, вітаміни, органічні кислоти. Харчове картопляне борошно може слугувати сорбентом-наповнювачем при сушінні молочної сироватки.

⁵⁹ За звичайної технології переробки яблук на сік обсяг відходів (вичавків) перевищує 45%. Переробкою яблук на сік, повидло, сульфитоване пюре можна знизити вихід витирок (насіння, насіннєвих камер, шкірки) після протирання вичавків до 10%. Після висушування їх використовують як сировину для отримання пектину або для годівлі худоби. Безвідходна технологія передбачає виділення соку (вихід — 25 -40 %), з вичавків і густого продукту фільтрації соку — пюре (50 -65 %), з витирок — кормового борошна (10 %). Подібна технологія із застосуванням інерційної фільтрувальної центрифуги дає змогу змінити співвідношення соку і пюре до 50 : 40 за такого ж виходу кормового борошна. Пюре використовують для виробництва напоїв, приправ, соусів, паст, кормів тощо. Маловідходна технологія переробки ягід чорної смородини, журавлини, брусниці тощо забезпечує отримання крім основного продукту (протертих ягід) напоїв з вичавків екстрагуванням гарячою водою. Відходи застосовують для компостування. За комплексної переробки огірків для приготування консервів використовують плоди неправильної форми (гачки, кубаріки) і завдовжки понад 12 см після ретельного миття та нарізання кружечками. З відходів переробки плодів, ягід і овочів добувають цінні продукти. Порошки, отримані з плодово-ягідних вичавків, містять понад 25 % цукрів, їх застосовують при випіканні хліба, виготовленні цукатів, кондитерських та інших виробів. Сухі вичавки використовують для виготовлення пектину. Для цього їх промивають теплою водою, в яку додають діоксид сірки для гідролізування протопектину. Пектин екстрагується на пакпресах за температури 88 - 98 °С. Екстракт концентрують, додаванням 90 - 95 % етилового спирту осаджують, відокремлюють на пакпресах і сушать у вакуум-сушарках. Пектин застосовують у кондитерській та консервній промисловості. Сухі вичавки слугують концентрованою добавкою до корму худобі, в 1 кг їх міститься 0,61-0,84 кормових одиниць за вмісту перетравного протеїну до 15 %. Відходи з плодів гранату (шкірка, насіння, перетинки), які досягають 50 % вихідного продукту, переробляють для отримання таніну (зі шкірок) екстрагуванням водою за температури 100 °С, кормового борошна, олії (з насіння). Сік, вичавки, виноматеріали є сировиною для виробництва плодового оцту. Для цього цукор зброджують в етиловий спирт, який за наявності кисню оцтовокислими бактеріями перетворюється на оцет. Із цілих плодкових кісточок вирощують саджанці дерев. Ядра кісточок містять багато олії: абрикосові — 51 %, вишневі — 33, сливові — 40, черешневі — 26 %. Особливо цінною є фармацевтична олія з ядер абрикосових і персикових кісточок; з відходів переробки їх на олію отримують кормову макуху, халву тощо; з кісточкових кришок виготовляють шліфувальні матеріали. З вичавків томатів отримують насіння, яке переробляють на харчову й технічну олію, але при цьому глибина переробки становить лише 25 %. Сушінням вичавків без роздлення на шкірку й насіння можна повністю переробляти їх на томатне кормове борошно для жуйних тварин. Вичавки плодів чорноплодної горобини, чорної смородини, ожини, чорниці, винограду, вишень слугують сировиною для отримання концентратів природних харчових барвників із вмістом сухої речовини близько 40 %. Для цього їх екстрагують водою з наступним уварюванням у вакуум-апаратах, а тверду фракцію пресують і використовують як корм або компостують. З органічних відходів рослинництва отримують вермикомпост.

споруд цих підприємств неспроможні повністю їх очистити. Застосуванням безвідходних технологій зменшують кількість відходів.

За традиційної технології переробки молока утворюються вторинні молочні ресурси — знежирене молоко, склотини, сироватка, в які переходить значна частина корисних речовин. Поряд із давно відомими методами переробки цих продуктів (сушіння і згущення) застосовують і фізико-хімічні — гельфільтрацію, іонний обмін, електрокоагуляцію, електродіаліз, ультрафільтрацію, зворотний осмос тощо.

Перспективними є мембранні методи, що характеризуються низькими енергозатратами, забезпечують розділення молочних продуктів без фазових перетворень окремих компонентів і зміни їх якості, здійснення технологічного процесу за низької температури. Поєднанням мембранних методів з іншими можна розробити безвідходні технології переробки молокопродуктів.

Ультрафільтрацію здійснюють крізь напівпроникні мембрани з розміром пор 10 — 100 нм. Вони затримують високомолекулярні компоненти (жир, білки) і пропускають низькомолекулярні (лактозу, мінеральні речовини тощо). Метод можна використовувати для виробництва переважної більшості молочних продуктів. За допомогою зворотного осмосу концентрують сухі речовини знежиреного молока, сироватки.

Перспективним є метод безмембранного осмосу, який застосовують для отримання білкових концентратів зі знежиреного молока. Він ґрунтується на обмеженій сумісності біополімерів (казеїну і поліцукридів) у розчині. Функцію мембрани виконує поверхня поділу фаз білок — поліцукриди. При додаванні у знежирене молоко 2 - 3%-го розчину пектину система розділяється на дві фази — концентрат казеїну та безказеїнову, які використовують у виробництві харчових продуктів. Переробка знежиреного молока із застосуванням біополімерів дає змогу повніше використовувати його компоненти. Впровадженням безвідходних технологій можна не тільки збільшити обсяг випуску харчової продукції, а й зменшити енерговитрати та негативний вплив відходів і викидів молочних підприємств на навколишнє середовище.

3.Точне землеробство. У розвинених аграрно-індустріальних країнах дедалі більшого поширення набуває *система точного землеробства* (СТЗ), яка дає змогу не тільки отримувати дешевшу продукцію кращої якості, а й знижувати шкідливе агротехногенне навантаження за рахунок зменшення витрат пестицидів, добрив тощо.

Точне землеробство (Precision Farming (Agriculture)) — це система взаємоузгоджених заходів, спрямованих на створення оптимальних і рівноцінних умов для розвитку рослин диференційованим внесенням технологічних матеріалів (насіння, добрив, пестицидів та ін.) відповідно до унікальних особливостей кожної елементарної ділянки поля. Близьким до нього є поняття «*місцевизначене землеробство*» (*Site-Specific Farming*).

Поступовий перехід до практичного впровадження точного землеробства є виявом загальної тенденції зростання ролі інформаційних технологій в усіх сферах життєдіяльності людини, а у виробництві дає змогу істотно піднести його технічний та організаційно-управлінський рівень за рахунок високої оперативності й багатопараметричності рішень, які приймаються.

Одним із головних шляхів вирішення завдань землеробства є просторово-часова оптимізація умов для рослин. Точне землеробство у сучасному розумінні переважно орієнтоване на просторову оптимізацію. Для цього потрібно, по-перше, забезпечити рівномірне розміщення рослин у полі, що за рядкової сівби означає — на однаковій відстані. Цим створюють однакові площу й об'єм живлення для рослин. По-друге, добрива, пестициди треба вносити так, щоб забезпечити рівноцінні умови для рослин. Однак високі точність і рівномірність застосування технологічних матеріалів внаслідок використання досконалішої техніки не гарантують створення однакових умов для рослин, оскільки на різних ділянках поля вони можуть опинитися в нерівнозначних умовах у

зв'язку з варіабельністю ґрунтового покриву і властивостей ґрунту, забур'яненості поля і заселеності його шкідниками тощо. Це, в свою чергу, може призвести до розриву в темпах росту і розвитку рослин, формування різного за якістю врожаю, неодноразовості його досягання. Отже, завдання полягає у здійсненні технологічних заходів відповідно до потреб рослин та фітосанітарної ситуації, стану посівів на кожній елементарній ділянці поля, для чого потрібні його детальні картограми з даними про запас елементів живлення, густоту бур'янів, стан рослин, біологічну урожайність тощо.

Точне землеробство передбачає:

- 1) детальне картографування поля за основними агротехнічними параметрами;
- 2) координатне прив'язування машинно-тракторних агрегатів до поля;
- 3) точне виконання технологічних заходів відповідно до особливостей елементарних ділянок поля.

Основними складовими СТЗ є географічна інформаційна система (ГІС, GIS), диференційована глобальна система позиціонування (ДГСП, DGPS) та технологія змінних норм внесення (ЗНВ, VRT).

Географічна інформаційна система — це система комп'ютерних апаратних засобів та програмного забезпечення, призначена для збирання та обробки даних щодо агротехнологічних параметрів елементарних ділянок поля.

Інформацію можна збирати відбиранням проб у полі (наприклад, для визначення агрохімічних показників) з наступними обробкою результатів аналізів і прив'язуванням їх до координат місць відбирання. Створено оптичні прилади з безконтактними датчиками, за допомогою яких в інфрачервоному випромінюванні з літаків або супутників фотографують поля. Інформація з характеристиками параметрів накопичується в базі даних (*Data Base*), використовується для складання тематичних карт (*Thematic map*) урожайності, вмісту елементів живлення, норм внесення технологічних матеріалів тощо.

Диференційована глобальна система позиціонування — радіонавігаційна супутникова система, спеціально скоригована для визначення місцезнаходження стаціонарних і мобільних об'єктів у трьох світових координатах (довгота, широта, висота) з точністю до десятків сантиметрів. Є поліпшеним варіантом глобальної системи позиціонування (GPS), точність якої вимірюється десятками метрів.

Широке застосування GPS для визначення координат машинно-тракторних агрегатів стримується високою вартістю технічних та інформаційних засобів, відсутністю розвинутої мережі станцій диференціального коригування, можливими похибками, спричиненими грозовими розрядами та магнітними бурями.

Технологія змінних норм внесення (Variable Rate Technology, VRT) — це внесення за допомогою спеціального обладнання змінних норм (доз) технологічних матеріалів відповідно до особливостей кожної елементарної ділянки поля. Основою VRT є високоточна сільськогосподарська техніка, функціональні властивості якої визначаються широким використанням електронних пристроїв (комп'ютерів, мікропроцесорів, датчиків).

Обприскувачі обладнані пристроями для електронного регулювання подачі робочого розчину пестицидів, сівалки — для регулювання норми висівання та глибини загортання насіння, машини для внесення добрив — для регулювання доз внесення добрив, ґрунтообробні — для регулювання глибини обробки ґрунту. Керування робочим процесом і контроль за його виконанням здійснюють із трактора, обладнаного багатоканальним мікропроцесором або комп'ютером, а на сільськогосподарських машинах встановлюють уніфіковані датчики. На пульт керування надходить інформація щодо швидкості руху агрегату, обсягу виконаної роботи, витрат пального і запасів технологічних матеріалів тощо.

За неможливості впровадження системи точного землеробства за класичною схемою вдаються до альтернативних підходів. Так, для визначення координат МТА

використовують радіосистеми, які складаються з базової радіостанції, що знаходиться в приміщенні, та приймально-передавальних приладів, встановлених на польових агрегатах.

Українські вчені розробили нові концепцію й методологію впровадження системи точного землеробства на основі визначення місцезнаходження в полі і в локальній криволінійній системі координат. За допомогою цифрових відеокамер, якими оснащені агрегати, здійснюють зйомку полів, дані якої використовують для складання агротехнологічної карти завдань у координатах, що означають номер проходу агрегату та відстань його від краю поля. Карту можна вносити у пам'ять бортового комп'ютера.

В Україні у 2000 р. прийнято «Програму створення та впровадження технічних засобів для технологій точного землеробства», реалізація якої дала перші результати, створено мобільні машини для механічного відбирання проб ґрунту, електронно-механічні пристрої для зміни доз внесення добрив, машину для диференціального обробітку ґрунту, радіосистему для визначення координат агрегатів з використанням базової радіостанції та ін.

Література:

1. *Ботаническая география* с основами экологии растений/ Хржановский В. Г., Викторов В.С, Литвак П.В., Родионов Б.С.—М.: Агропромиздат,1988. - 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.
14. *Шикула 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 противозерозионного 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: «ІНКОС», 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. Засадничі принципи ноосферного природокористування у контексті концепції сталого розвитку./ Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ, №8, 2006 С. 74-87.

29. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б. Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2005.- 687 с.

30. Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтьюк І.Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. / За редакцією З.М.Грицаєнко.- Умань, УДАУ, 2008.- 347 с.