

Міністерство освіти і науки України

О.Т.Лагутенко

Агроекологія

Навчальний посібник для студентів спеціальності «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

Рекомендовано Вченою радою Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова
Протокол № 2 від «26» жовтня 2011 р.

Ухвалено на засіданні кафедри екології
Протокол № 14 від «27» квітня 2011 р.

Київ 2012

УДК 631.95(075.8)
ББК 40.3я73
А-26

Рецензенти: В.О.Забалуєв, доктор с.-г. наук, професор кафедри ґрунтознавства і охорони ґрунтів Національного університету біоресурсів і природокористування
Е.В.Компанець, канд. с.-г. наук, доцент кафедри екології
Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова

Лагутенко О.Т.

Агроекологія: Навчальний посібник. – К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2012. – 206 с.

Книга вміщує розділи, які розкривають основні поняття агроекології як наукової дисципліни, характер впливу антропогенних факторів на основні компоненти агроєкосистем, а також агроекологічні аспекти ведення сільськогосподарського виробництва. Посібник рекомендований для студентів спеціальності 0401 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”.

УДК 631.95(075.8)
ББК 40.3я73

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АПК	агропромисловий комплекс
БЕР	безазотисті екстрактивні речовини
Бк	Бекерель – одиниця виміру радіоактивності речовини
ВРХ	велика рогата худоба
га	гектар
ГВК	грунтовий вбирний комплекс
ГДК	гранично допустима концентрація
ГМО	генетично модифіковані організми
год.	година
Д	допустима норма важкого металу
2,4-Д	40% амінна сіль – гербіцид
д.р.	діюча речовина добрива (N, K ₂ O або P ₂ O ₅)
ДДД	1) дихлордифеніл-дихлоретан — продукт розпаду ДДТ; 2) допустима добова доза пестициду
ДДТ	4,4'-дихлордифеніл-трихлоретан — інсектицид
ДНК	дезоксирибонуклеїнова кислота
D _ф	фактична доза пестициду
ЕМ	ефективні мікроорганізми
ЗКП	залишкова кількість пестицидів
ін.	інші
К	поправочний коефіцієнт
КВД	коефіцієнт використання добрив
кВт	кілоВат
кг	кілограм
Кгрунту	вміст радіонукліду в одиниці маси ґрунту
КМЗ	контурно-меліоративне землеробство
Кп	коефіцієнт переходу радіонукліду з ґрунту в рослини
КпАП	Кодекс про адміністративні порушення
Крослини	вміст радіонукліду в одиниці маси рослини
л	літр
м	метр
МДР	максимально допустимий рівень
млн.	мільйон
млрд.	мільярд
мм	міліметр
НААНУ	Національна академія аграрних наук України
об.	оберти
од.	одиниці
ПТК	природний територіальний комплекс
с	секунда
ст.	століття
т	тонна
тис.	тисяча
УААН	Українська академія аграрних наук (колишня назва НААНУ)
Ф	фоновий вміст важкого металу в ґрунті
ФАР	фотосинтетично активна радіація
ФНП	фактичне навантаження пестицидом
хв.	хвилина
ХЗЗР	хімічні засоби захисту рослин
°С	градус Цельсія
%	відсотки
НРК	повне мінеральне добриво
pH	від'ємний логарифм концентрації катіонів водню в ґрунтовому розчині

ПЕРЕДМОВА

Історія розвитку сільськогосподарського виробництва йде далеко в глибину століть, відображає хід розвитку культури, продуктивних сил і виробничих відносин суспільства. Сучасне сільськогосподарське виробництво базується на підвищенні ефективності добрив, засобів захисту рослин від шкідливих організмів, меліоративних та інших заходів. Землеробство має бути високопродуктивним, конкурентоспроможним, енергоощадним, ґрунтозахисним, продукція рослинництва повинна бути якісною і екологічно безпечною для людей і тварин.

Проте сучасне землеробство України не спроможне повною мірою забезпечити населення якісною і екологічно безпечною продукцією рослинництва, тваринництво – повноцінними кормами, а промисловість – сировиною. Тому надзвичайно важливим завданням агрономічної науки є розробка заходів і способів підвищення продуктивності культурних рослин та свійських тварин, а також забезпечення сталості сільськогосподарського виробництва в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Агроекологія як розділ прикладної екології досліджує агроєкосистеми та агроландшафти, в які об'єднуються агроєкосистеми. Основні відмінності агроценозів від природних екосистем зумовлені їх головним призначенням, яке полягає в отриманні сільськогосподарської продукції. Щоб спрямувати характер сільськогосподарського виробництва на збереження екологічної рівноваги, надзвичайно важливим є розуміння внутрішніх процесів, які відбуваються в агроєкосистемі.

Навчальний посібник з агроекології призначений для студентів-екологів і є необхідною складовою підготовки фахівців, здатних здійснювати природозахисну, організаційну, дослідницьку, наукову роботу, а також застосовувати набуті знання з агроекології під час агрономічної діяльності, виконання агроекологічних досліджень, моніторингу, екологічних оцінок і знаходження конструктивних рішень з охорони природи і збереження рівноваги в агроєкосистемах.

В посібнику систематизовано викладена навчальна дисципліна відповідно до нової навчальної програми. Навчальний посібник містить основні поняття і закони агроекології, методи досліджень агроекології, основні характеристики агроєкосистем та агроландшафтів, особливості їх будови і функціонування, основні джерела та форми забруднення в агросфері, основні напрямки вирішення глобальних і локальних екологічних проблем в агросфері, поняття та види альтернативного (біологічного) господарювання, а також екологічні нормативи, які діють в агропромисловому комплексі (АПК) України.

ВСТУП

Сільськогосподарська діяльність людини – найдавніша форма використання природних ресурсів. Прагнучи взяти від цих ресурсів щоразу більше, людина в процесі сільськогосподарського виробництва все більше порушує екологічну рівновагу в природі.

В усі часи забезпечення людей продуктами харчування є найголовнішим завданням населення Землі, чисельність якого постійно зростає. Незважаючи на постійне удосконалення технологій вирощування сільськогосподарської продукції та технічного забезпечення цього процесу, в багатьох країнах ця проблема залишається дуже актуальною.

За оцінками спеціалістів, нараховується від 300 до 500 тис. видів вищих рослин і понад 1,5 млн. видів тварин, що формують генетичні ресурси планети. З цього різноманіття дуже незначна частина видів рослин і тварин, що населяють Землю, використовуються людиною у сільськогосподарському виробництві для виготовлення продуктів харчування. Залежність від вузького набору сільськогосподарських рослин і тварин підвищує незахищеність галузі виробництва продуктів харчування від випадкових явищ, а саме:

- екстремальні погодні умови (посухи, суховії, заморозки, повені тощо);
- поширення та збільшення кількості бур'янів, хвороб та шкідників сільськогосподарських рослин;
- масові захворювання сільськогосподарських тварин;
- забруднення довкілля вище допустимих значень.

Зростання кількості населення з одного боку зумовлює необхідність збільшення кількості продуктів харчування, з іншого – збільшує антропогенне навантаження на природні екосистеми. Таким чином, тенденції до збільшення населення планети загострюють продовольчу проблему.

Сільськогосподарською діяльністю охоплено 30% суші, зокрема близько 10% зайнято ріллею, а інше — природними кормовими угіддями. Резерви розширення сільськогосподарських угідь вичерпані, а збільшення її частки, особливо за рахунок знищення лісів, посилюватиме екологічну кризу на планеті.

Крім того, життя людей на нашій планеті безпосередньо залежить від стану родючих ґрунтів. Ґрунтовий покрив зазнає негативного впливу промисловості, особливо енергетичних і металургійних комплексів. В умовах техногенної цивілізації прогресують процеси ерозії та засолення ґрунтів. Так, втрати продуктивних ґрунтів становлять 6-7 млн. га за рік. В результаті тільки ерозії з сільськогосподарських угідь щорічно втрачається 26 млрд. т ґрунту. Відповідно, посухи і опустелювання сприяють голоду та зубожінню населення.

Таким чином, наявна кризова екологічна ситуація стимулювала розвиток агроекології і спроби вирішення проблеми продовольчої безпеки з урахуванням екологічних вимог.

Розділ I

АГРОЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА

1.1. ПОНЯТТЯ ПРО АГРОЕКОЛОГІЮ ЯК НАУКОВУ ДИСЦИПЛІНУ

Агроєкологія є одним з головних розділів прикладної екології, який вивчає закономірності екологічних процесів у сільськогосподарському виробництві, а також комплексною сільськогосподарською наукою.

Визначення поняття агроєкології наведені в працях В.Т.Тишлера (1971), Дж.Авді (1959) та ін.

За Дж.Авді (1959), агроєкологія – наука, яка вивчає фізичні умови середовища (клімат, ґрунти) в зв'язку з розвитком сільськогосподарських рослин та їх урожаєм з кількісної, якісної і генеративної (якість насіння) точок зору.

В.Т.Тишлер (1971) вважає, що агроєкологія займається вивченням культурних ландшафтів і, зокрема, площ сільськогосподарського користування.

На думку Н.Реймерса, А.Яблокова (1987), агроєкологія в загальному вигляді — це екологія культурних рослин і свійських тварин, а ще ширше — екологія всіх організмів, що культивуються на полях, луках, у лісах, теплицях.

Однак наведені визначення не дають повного уявлення про агроєкологію, оскільки кожне з них розглядає лише певну її частину.

Агроєкологія — це наука, що вивчає агроєкосистеми та агроландшафти, а також всі сучасні екологічні проблеми, пов'язані з агропромисловим виробництвом, та шляхи екологізації всіх галузей сільського господарства.

Об'єктом вивчення агроєкології є агросфера планети, а також системи землеробства та технології вирощування сільськогосподарських культур і тварин з точки зору раціонального витрачання і відтворення природних ресурсів.

Агросфера – це частина біосфери, залучена в сільськогосподарське використання, основу якої складають культурні рослини, свійські тварини і ґрунт, що обробляється для вирощування сільськогосподарських культур.

Вивчення агросфери відбувається на всіх рівнях організації живого:

- на рівні організму агроєкологія вивчає: індивідуальну адаптацію сортів рослин та порід тварин, створених людиною, а також фізіологічні та біохімічні механізми їх стійкості до несприятливих умов середовища;
- на популяційному рівні — це вивчення форм взаємовідносин і механізмів, що підтримують популяцію як цілісну саморегульовану систему, так як в агроценозах популяція перебуває під великим впливом людини, яка створює певні умови з метою керування чисельністю популяцій;
- на екосистемному рівні вивчають функціонування багатовидової системи, в якій за допомогою різних способів впливу регулюється її біологічна

продуктивність в потрібному для людини напрямі;

- на агроландшафтному рівні досліджують розміщення і взаємодію різних типів агроценозів у певних умовах місцезростання і залежно від способу обробітку ґрунту з урахуванням особливостей екології культурних видів та їх співвідношення в багатовидових угрупованнях, а також їх поєднання з природною рослинністю, що збереглася в ландшафті;

- на рівні агросфери вивчають розміщення і функціонування агроландшафтів та агроєкосистем залежно від природних умов і застосовуваних систем землеробства.

Предмет агроєкології — взаємозв'язки людини з довкіллям у процесі сільськогосподарського виробництва, вплив сільського господарства на природні комплекси, взаємозв'язки між компонентами агроєкосистеми і специфіка колообігу в них речовин та енергії під впливом техногенних навантажень.

Загальна *мета* агроєкології — забезпечення сталого виробництва біологічно якісної та екологічно чистої продукції шляхом збереження та відтворення природно-ресурсної бази аграрного сектора, а також ефективної екологізації всіх галузей сільськогосподарського виробництва.

Основними завданнями агроєкології є розробка на екологічній основі прогнозів розвитку сільського господарства, альтернативних моделей у землеробстві, рослинництві і тваринництві та інших шляхів ведення сільського господарства.

Взаємозв'язок агроєкології з іншими науками. Агроєкологія сформувалася на межі багатьох наук. Її основою, з одного боку, є природничі науки, такі як хімія, біологія, біохімія, фізіологія рослин, генетика, а з іншого — сільськогосподарські науки: землеробство, рослинництво, агрохімія, ґрунтознавство, землевпорядкування, метеорологія, агрофітоценологія, селекція, захист рослин, тваринництво, зоогігієна та інші науки зооветеринарного профілю.

Методи досліджень в агроєкології. У сучасних дослідженнях агроєкологія широко використовує методи інших наук — польові, вегетаційні, лабораторні, хімічні, агрохімічні, біохімічні, фізіологічні, фізико-хімічні та радіобіологічні, а також поєднує різні типи і методики дослідження. Більшості агроєкологічних досліджень властивий системний підхід, тобто комплексне використання польових спостережень, вимірювань і обліків, експериментальних лабораторних досліджень, екологічного картування, моніторингу стану компонентів агроєкосистеми, а також прогнозування і моделювання процесів, що відбуваються в агроєкосистемі.

Усі ці методи можна об'єднати в декілька груп:

- Методи реєстрації та оцінки якості довкілля, насамперед різні типи екологічного моніторингу.

- Методи кількісного обліку організмів і методи оцінки біомаси та продуктивності рослин і тварин.

- Методи вивчення особливостей впливу різних екологічних

чинників на життєдіяльність організмів (складні й тривалі спостереження в природі, експерименти в лабораторних умовах).

- Методи вивчення взаємозв'язків між організмами в багатовидових угрупованнях.

- Методи прогнозування та моделювання екологічних явищ, процесів і систем від локальних до регіональних і глобальних екологічних ситуацій.

- Методи створення геоінформаційних систем і технологій для розв'язання екологічних проблем різних масштабів і в різних сферах діяльності.

- Методи комплексного еколого-економічного аналізу стану різних об'єктів, територій, галузей виробництва.

- Геоекологічні методи дослідження, геоекологічний моніторинг з метою зменшення негативного впливу забрудників на довкілля.

- Технологічні методи екологізації різних виробництв з метою зменшення їх негативного впливу на довкілля.

- Методи вивчення медико-екологічного впливу різних чинників на здоров'я людей.

- Методи екологічного контролю стану довкілля: екологічна експертиза, екологічний аудит, екологічна паспортизація.

Основою сільського господарства є ґрунт, який забезпечує повноцінні умови для виробництва продуктів харчування для людини і корму для тварин. Однак, деградація ґрунтів призводить до зміни їх якісного стану і втрати родючості. Крім того, внаслідок зростаючого антропогенного впливу шкідливі речовини, які потрапили в ґрунт, надходять у сільськогосподарські рослини і накопичуються в них, а також здатні мігрувати трофічними ланцюгами і в кінцевому результаті потрапляти до організму людини. Тому на сучасному етапі розвитку суспільства найбільш актуальними агроекологічними методами дослідження є моніторинг земель та ґрунтів.

Моніторинг земель – це система спостережень за складом земельного фонду для своєчасного виявлення змін у його стані, їх оцінки, попередження (профілактики) та усунення наслідків негативних процесів. Моніторинг земель є також складовою частиною земельного кодексу України (ст. 93).

Моніторинг земель забезпечується проведенням топографо-геодезичних, картографічних, ґрунтових, геоботанічних та інших обстежень і пошуків, реєстрацією землеволодінь і землекористувань, обліком та оцінкою земель, використанням комплексу наземних пересувних, стаціонарних і дистанційних (аерокосмічних) методів спостереження за проявом процесів ерозії, дегуміфікації, засолення, підкислення, заболочення, перезволоження, підтоплення, опустелювання, забруднення шкідливими речовинами, переущільнення та інших природних і антропогенних негативних змін якісного стану сільськогосподарських земель. В моніторингу земель виділяють чотири блок-компоненти: 1) структура та стан агроландшафту; 2) ґрунтовий покрив; 3) рослини; 4) води.

Якісною та кількісною оцінкою стану ґрунтового покриву та його змін у часі займається моніторинг ґрунтів.

Моніторинг ґрунтів являє собою систему спостережень, кількісної оцінки та контролю за використанням ґрунтів і земель для забезпечення можливості керування їх продуктивністю. Для діагностики стану ґрунтового покриву потрібна інформація про зміни його основних показників.

У зв'язку із забрудненням ґрунту в ІГА УААН (нині Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського" НААН України) рекомендовано систему показників ґрунтово-екологічного моніторингу в інтенсивному землеробстві (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Система показників для контролю за родючістю ґрунту

<i>Процес, режим</i>	<i>Показник</i>
Баланс поживних речовин	Вміст елементів живлення у ґрунтах, добривах, культурах, насінні, атмосферних опадах, хімічних меліорантах. Надходження біологічного азоту (симбіотична і несимбіотична азотфіксація); надходження елементів живлення з пилом. Втрати елементів живлення з природними водами (горизонтальні та вертикальні стоки). Втрати елементів живлення з твердим стоком (ерозія) та внаслідок дефляції
Баланс гумусу	Вміст гумусу у вихідних об'єктах та його періодичні зміни (при закінченні ротації). Вміст поживних речовин в органічних добривах; швидкість мінералізації та гуміфікації органічної речовини
Кислотно-основний режим	$pH_{КС}$, pH_{H_2O} , гідролітична кислотність, лужність, ємність катіонного обміну, ступінь насичення основами
Сольовий режим	Вміст натрію, хлору, сульфатів, суми солей, електропровідність ґрунтових вод
Окислювально-відновний режим Фізичні властивості	Динаміка окислювально-відновних потенціалів, щільність, порозність, вологість (різні показники водного режиму), температура
Поживний режим	Вміст рухомих речовин, макро- і мікроелементів
Біологічна активність	Чисельність деяких видів мікроорганізмів, виділення CO_2 , активність ґрунтових ферментів, інтенсивність нітрифікації, розкладання целюлози
Санітарно-гігієнічний стан (забрудненість пестицидами, важкими металами, фтором тощо)	Нагромадження агелону, акрексу, актеліну, атразину, а також Pb, Cd, Hg, Ni, Sn, Fe, As, поліциклічних ароматичних вуглеводнів та ін. токсикантів
Ерозія і дефляція	Рівень еродованості

Достатня розгалуженість структури земельного моніторингу за окремими показниками і режимами блок-компонентів землі як агроєкосистеми дозволить визначити найсуттєвіші чинники і науково обґрунтувати режими раціонального використання і охорони земель та ґрунтів.

1.2. ОСНОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ТА АГРОНОМІЧНІ ЗАКОНИ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В АГРОЕКОЛОГІЇ

Використовуючи досягнення сучасної науки людина свідомо впливає на механізми та процеси, що відбуваються в біосфері, тому спеціаліст з агроекології повинен вміти приймати рішення по плануванню та організації сільськогосподарських робіт, розробляти і впроваджувати технологічні процеси та механізми, а також планувати природоохоронні заходи.

Основні закони екології, що застосовуються в агроекології:

Закон мінімуму (основний закон). У 1840 р. Ю.Лібих встановив, що врожай зерна лімітується речовинами, котрих потрібно небагато, однак їх мало в ґрунті (мікроелементи). Витривалість організму визначається найслабшою ланкою в ланцюгу екологічних проблем, тобто лімітуючим є той екологічний фактор, величина якого близька до необхідного організму чи екосистемі мінімуму.

Закон толерантності. У 1913 р. Шелфорд звернув увагу на те, що відсутність або неможливість розвитку екосистеми визначається не лише нестачею, але й надлишком будь-якого з факторів (тепло, світло, вода тощо). Тобто лімітуючими факторами розвитку організму можуть бути як мінімум, так і максимум екологічного фактора. Діапазон між екологічним мінімумом і максимумом являє межу толерантності (витривалості) виду.

Закон відповідності умов середовища генетичній визначеності організму. Вид організмів може існувати лише тоді, коли його навколишнє природне середовище співпадає з генетичними можливостями пристосування цього виду до змін середовища. Докорінна перебудова природи небезпечна для нині існуючих видів, у тому числі й для самої людини.

Биогенетичний закон. Організм в індивідуальному розвитку (онтогенез) повторює (у скороченому й закономірно зміненому вигляді) історичний розвиток виду.

Закон генетичної різноманітності. Все живе генетично різноманітне й має тенденцію до збільшення біологічної різноманітності. Вид організмів може існувати доти і настільки, наскільки навколишнє середовище збігається з генетичними можливостями пристосування цього виду до змін середовища. Закон має важливе значення, так як не завжди можна передбачити результат нововведень під час вирощування нових культур через виникаючі мутації або поширення дії нових біопрепаратів на ті види організмів, на які вони розраховувалися. Докорінна перебудова природи небезпечна для нині існуючих видів, у тому числі й для самої людини.

Закон внутрішньої динамічної рівноваги. Природна система має внутрішню енергію, речовину, інформацію і динамічні якості, пов'язані між собою настільки, що найменші зміни одного з цих факторів викликають відповідні зміни в інших. Так бездумне неконтрольоване розорювання схилів призводить до посилення енергії води, що прискорює процеси ерозії ґрунтів.

Закон біогенної міграції атомів. Міграція хімічних елементів на Земній

поверхні і в біосфері в цілому здійснюється при безпосередній участі живого організму (біогенна міграція) або ж відбувається в середовищі, геохімічні особливості якого (наявність С, CO₂, H₂O тощо) зумовлені живими організмами, як тими, що в даний час заселяють біосферу, так і тими, які існували на Землі протягом всієї геологічної історії. Цей закон необхідно враховувати при внесенні добрив та інших невластивих природі речовин, тому що людина стоїть на верховці харчової піраміди і всі привнесені у природу речовини неодмінно потрапляють до її організму.

Закон обмеженості природних ресурсів. Усі природні ресурси в умовах Землі вичерпні, так як наша планета є природно обмеженим тілом.

Закон зниження енергетичної ефективності природного користування. З часом при видобуванні корисної продукції з природних систем на її одиницю витрачається все більша кількість енергії.

Закон необоротності еволюції. Організм (популяція, вид) не може повернутися у той стан, в якому перебували його предки.

Закон збіднення різноманітності живої речовини. Індивідуальна система у середовищі з нижчим рівнем організації приречена на поступове зникнення через втрату своєї структури.

Закон одного відсотка. Зміна енергетики природної системи в середньому на один відсоток (від 0,3 до 1) виводить її з рівноважного стану.

Науковою основою сільськогосподарського виробництва є агрономія (в перекладі з грецької – наука про закони землеробства), що являє собою сукупність знань про природні умови росту та розвитку рослин в землеробстві.

Теоретичною основою будь-якої системи землеробства є **закони агрономії**, а рушійною силою розвитку землеробства є суперечність землі як природного історичного тіла і основного засобу сільськогосподарського виробництва. Природні властивості ґрунту консервативні, важко піддаються зміні й обмежують родючість. В процесі використання землі як основного засобу виробництва у сільському господарстві для підвищення ефективної родючості ґрунту необхідно враховувати такі закономірності:

- *закон своєчасності:* усі сільськогосподарські роботи повинні виконуватися своєчасно;

- *закон плодозміни:* різні агротехнічні заходи більш ефективні за умови правильного чергування культур в часі (за роками) і в просторі (за полями);

- *закон ґрунтовтоми (зниження родючості)* – поступове зниження природної родючості ґрунтів внаслідок порушення процесів ґрунтоутворення під час виробничої діяльності; проявляється у накопиченні токсичних речовин, які виділяються коренями рослин та мікроорганізмами, за тривалого вирощування монокультур, а також накопиченні залишків пестицидів і мінеральних добрив, зниженні врожайності сільськогосподарських культур;

- *закон повернення поживних речовин у ґрунт:* для збереження родючості ґрунту необхідно підтримувати баланс між виносом поживних речовин з ґрунту та їх надходженням шляхом відновлення усіх факторів життя,

які витрачені рослинами на створення урожаю (внесення мінеральних та органічних добрив, полив, відновлення орного шару);

- *закон зростаючої родючості ґрунтів* – агротехнологічні та інші прийоми раціонального ведення сільськогосподарського виробництва сприяють підвищенню родючості ґрунтів та збільшенню урожайності культурних рослин.

Теорія продуктивності рослин ґрунтується на законах агрономії, серед яких найважливішими є:

- *закон автотрофності зелених рослин*, який ґрунтується на теорії мінерального живлення і фотосинтезу;

- *закон фотосинтетичної активності та оптимізації факторів* – усі сільськогосподарські культури є фотосинтезуючими (або автотрофними) рослинами, продукти фотосинтезу використовуються рослинами для утворення фітомаси та формування урожаю. Регулюючи фактори розвитку рослин (умови кореневого живлення, зволоження, освітлення тощо), можна керувати складом продуктів фотосинтезу;

- *закон незамінності і рівнозначності факторів*: жоден з факторів росту не можна замінити іншим, навіть близьким за властивостями та впливом на рослину;

- *закон оптимального поєднання всіх факторів* росту і розвитку рослин (вологи, елементів живлення, повітря, тепла, світла тощо);

- *закон обмежувальних (лімітуючих) факторів* (наприклад, коли нестача вологи обмежує надходження елементів живлення в рослину);

- *закон сукупної дії та взаємодії факторів життя рослин* – всі фактори та умови життя рослин знаходяться у тісній взаємодії, при оптимальному значенні кожен із них впливає на прояв інших, тому величина урожаю залежить не від окремих факторів росту і розвитку рослин, навіть лімітуючих, а від усієї сукупності екологічних факторів одночасно;

- *закон критичних періодів* – величина урожаю залежить від максимального забезпечення рослини сприятливими умовами життя у певні фази їх розвитку;

- *закон надходження, руху і перетворення в рослинах елементів живлення* – збалансоване надходження хімічних елементів забезпечує послідовність та взаємодію усіх біологічних реакцій та фізіологічних функцій рослинного організму, завдяки чому рослини створюють свої структурні елементи і збільшують фітомасу.

На основі зональних систем землеробства В.Д.Панніков та В.Г.Мінеєв сформулювали ***основні екологічні принципи підвищення ефективності засобів хімізації та охорони навколишнього середовища***:

- 1) проведення комплексу заходів, які забезпечують зберігання та відтворення родючості ґрунту;

- 2) утримання та збільшення вмісту гумусу як основного компонента родючості ґрунту, захист ґрунтів від ерозії;

- 3) оптимізація структури посівних площ;

- 4) управління родючістю та ліквідація втрат хімічних засобів і добрив,

використання їх на основі досягнень науки;

5) освоєння інтегрованих систем захисту рослин;

6) вирощування перспективних сортів культур;

7) підвищення якості сільськогосподарської продукції;

8) облік погодних умов для забезпечення високої ефективності засобів хімізації;

9) охорона навколишнього середовища від можливого негативного впливу засобів хімізації та інших антропогенних факторів;

10) довгостроковий прогноз змін вмісту та дії токсикантів у ґрунті та біосфері в цілому.

Знання законів агрономії та агрохімії дає змогу забезпечити високу ефективність використання агротехнічних прийомів, а законів екології — запобігти шкідливому впливу антропогенних факторів.

Запитання для самоконтролю:

- 1. В чому полягає продовольча проблема у зв'язку із тенденцією до збільшення населення планети?*
- 2. Яке сучасне найбільш повне визначення агроекології як науки?*
- 3. Які основні завдання агроекології?*
- 4. На яких рівнях відбувається вивчення агросфери?*
- 5. Що є предметом вивчення агроекології?*
- 6. З яким природничими науками пов'язана агроекологія об'єктами вивчення?*
- 7. На які групи поділяють методи досліджень в агроекології?*
- 8. Назвіть екологічні закони, які становлять науковий базис агроекології.*

Розділ II

АГРОЕКОСИСТЕМА ТА АГРОЦЕНОЗ

2.1. АГРОЕКОСИСТЕМА ТА АГРОЦЕНОЗ – ОСНОВНІ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОДИНИЦІ В АГРОЕКОЛОГІЇ

Крім природних екосистем, значні площі на планеті займають штучні сільськогосподарські екосистеми (або агроекосистеми).

Найбільш повне сучасне визначення агроекосистеми було дано Т.М.Масюком (2010): *агроекосистема* – це динамічна еколого-біологічна система, в якій штучно створений агрофітоценоз (з характерним для кожного культуригена комплексом специфічних видів бур'янів, фіто- і ентомофагів, зі слабо вираженими механізмами саморегуляції і нездатністю до тривалого самостійного існування) створюється на зміненому сільськогосподарським використанням природно-антропогенному екоотопі, постійно підтримується дотаціями непоновлюваної енергії, з'єднує природні і штучні екологічні ресурси в єдине ціле завдяки обміну речовин, потокам енергії і інформації, зумовлює вищу, ніж природні біогеоценози продуктивність та її доброякість.

Таким чином, агроекосистема є одним із видів екосистем і включає в себе агроценоз та екоотоп.

Агроценоз виділяється в межах штучно створеного фітоценозу і складається з агрофітоценозу (угруповання рослин), зооценозу (угруповання тварин) та мікробіоценозу (угруповання мікроорганізмів).

Екоотоп — це елемент неживої природи, що складається з кліматопа (кліматичні умови) і едафотопу (грунтові умови).

Загально прийнятої класифікації агроекосистем немає.

За тривалістю існування агроекосистеми поділяють на такі, що існують:

- не більше 1 року – з переважанням зернових культур;
- 3-4 роки – з переважанням багаторічних трав;
- 20-30 років – з переважанням плодівих культур, а також полезахисні лісосмуги.

За ступенем окультуреності агроекосистеми поділяють на різновидності:

- окультурені – луки та пасовища;
- напівкультурні – сіяні багаторічні луки;
- культурні – багаторічні насадження, польові та городні культури;
- інтенсивно культурні – парникові та оранжерейні культури, гідро- та аеропоніка.

За ступенем зовнішнього антропогенного навантаження агроекосистеми поділяють на три основних типи:

- екстенсивні – характеризуються низьким рівнем антропогенного

навантаження та низькою продуктивністю;

- інтенсивні – характеризуються високим рівнем антропогенного навантаження та високою продуктивністю;
- адаптивні – характеризуються помірним антропогенним навантаженням та помірною продуктивністю.

Живі організми в агроценозі залежно від функцій, які вони виконують, поділяють на: продуценти, консументи та редуценти.

Продуцентами в агроценозі є вищі рослини, які синтезують з неорганічних сполук органічні речовини, використовуючи сонячну енергію (автотрофи), та мікроорганізми (нітрифікуючі бактерії, сіркобактерії, залізобактерії, метаноокислювачі тощо), які внаслідок своєї життєдіяльності синтезують органічні речовини з вуглекислого газу, використовуючи енергію, вивільнену при окисненні аміаку, сірководню, сірки, азотної кислоти, сполук заліза і марганцю (хемотрофи). Усі культурні рослини за способом живлення належать до автотрофів.

Консументи (або споживачі) — організми, що живляться органічною речовиною, трансформуючи її в інші форми. Це — всі тварини, частина мікроорганізмів, паразитичні та комахоїдні рослини, гриби. До консументів належить і людина, яка споживає велику кількість органічної речовини, що її продукують агроєкосистеми.

Редуценти (детритофаги або деструктори) — організми, що розкладають мертві органічні рештки, перетворюють складні органічні сполуки в прості неорганічні (бактерії і гриби).

Загальні біоценологічні закономірності взаємовідносин продуцентів і консументів різних порядків, властиві природним екосистемам, зберігаються на обмеженому рівні в багаторічних насадженнях, проте формування фауни агроценозу однорічних культур має суттєві особливості. У природі на певних площах з роками складається відносно стабільна екологічна ситуація, і навпаки, в умовах територіального переміщення культур у польовій сівозміні склад живих організмів агроценозу щорічно формується заново.

Усі види організмів, що входять до складу агроєкосистеми, перебувають у складних взаємовідносинах, які значною мірою визначаються кількісним і просторовим розміщенням рослин у посіві, водним і поживним режимами ґрунту, доглядом та ін.

Всю суму впливу живих організмів один на одного називають біотичними факторами середовища, а безпосереднє живе оточення організму становить його біотичне середовище.

В агроценозі виділяють такі **типи взаємовідносин між організмами** (Марков М.В., 1972):

а) безпосередні — прямі (паразитизм, симбіоз, механічний тиск при розростанні);

б) алелопатичні — через фізіологічно активні виділення (леткі виділення надземних частин рослин, кореневі виділення та ін.);

в) опосередковані — через прямодіючі фактори середовища: кліматогенні (світло, тепло, волога і рух повітря, вміст вуглекислого газу в повітрі),

едафогенні (волога, тепло, аерація, щільність, кислотність, поживний режим ґрунту), біогенні (мікроорганізми ризосфери, тваринні організми, що населяють агроценоз).

Паразитизм – це антагоністична форма взаємодії двох різних організмів, за якої один із них (паразит) використовує іншого (господаря) як джерело їжі та місце оселення. Наприклад, на посівах льону звичайного поширений паразит льонова повитиця, яка ниткоподібним зеленкувато-жовтим стеблом обплітає стебла льону і присмоктується до них за допомогою особливих присосок – гаусторіїв. Життєдіяльність рослин-господарів пригнічується, а іноді вони гинуть.

В агрофітоценозах, крім паразитичних, поширені напівпаразитичні відносини. Так, на Поліссі та в Лісостепу поширений дзівень великий, який паразитує на озимому житі та інших злакових, завдає значної шкоди також на луках.

Симбіоз – це форма тривалого співжиття організмів різних видів, за якого обидва партнери (симбіонти) мають від цього певну користь. Культурні рослини характеризуються симбіозом з азотфіксувальними бактеріями. Найбільшою мірою він спостерігається у бобових рослин. Бобові рослини, на коренях яких розвинені бульбочкові бактерії, певною мірою забезпечують азотом і небобові рослини, що ростуть поряд, тому при вирощуванні бобових культур і бобово-злакових сумішей не слід вносити багато мінеральних добрив. Погана аерація, підвищена кислотність ґрунту, вміст у ньому сполук алюмінію і заліза, нестача вологи утруднюють діяльність бульбочкових бактерій.

Культурні рослини тісно взаємодіють з ґрунтовими мікроорганізмами, особливо з тими, що живуть у ризосфері кореневих систем. Це так звані асоціативні мікроорганізми, які забезпечують засвоєння речовин, що надходять у ґрунт або залишаються у ньому після попередників. Ризосферні асоціативні мікроорганізми є також своєрідним біологічним фільтром для рослин у процесі живлення. В більшості польових культур на кореневій системі утворюється мікориза. *Мікориза* – це симбіотичне існування грибів на коренях та в тканинах коренях рослин, які живляться напіворганічними рештками, мінералізуючи органічну речовину, а продукти мінералізації засвоюються рослинами. При цьому мікориза здатна нейтралізувати негативні кореневі виділення рослин у сумісних посівах. Мікориза є на коренях пшениці, особливо твердої, деяких багато- і однорічних злакових (тимофіївка, вівсяниця, райграс однорічний) і навіть бобових трав (чина лучна і лісова, конюшина червона і біла та ін.). У розоцвітих, селерових, бобових і рослин-гігрофітів мікориза виражена слабо або її немає. Мікориза найактивніша влітку і восени, малопомітна навесні і взимку, тобто в періоди, коли рослини не вегетують. Її активність знижується при внесенні значних доз добрив. Вважається, що грибні симбіонти сприяють кращому засвоєнню рослинами поживних речовин із важкодоступних сполук.

Алелопатія – це взаємний хімічний вплив сумісно існуючих організмів шляхом виділення у навколишнє середовище продуктів своєї життєдіяльності (фітонцидів, ефірних олій тощо). Однією з причин алелопатії вчені вважають взаємне або однобічне отруєння рослин колінами. Озима пшениця залишає в

грунті багато колінів, тому з кожним роком монокультури її врожайність зменшується. Чимало колінів є також в післяжнивних рештках, знищених бур'янах та органічних добривах. Найменше колінів у післяжнивних рештках зернових і зернобобових культур, зібраних у дозрілому стані, більше – у зеленому добриві, а найбільше – у рештках городніх культур, буряка, тютюну.

Якщо культур (або сортів) у агроценозі кілька, велике значення для оптимізації взаємовідносин має добір їх з урахуванням біологічних і екологічних особливостей. Агроценози з кількох компонентів використовують з метою як збільшення врожайності і поліпшення якості кормів і зерна, так і захисту рослин. В посівах рослин на корм можливі досить вдалі поєднання, коли компоненти агроценозу розвиваються не гірше, а іноді навіть краще, ніж в одновидових посівах. Це, зокрема, посіви вики ярої з вівсом, гороху з вівсом, вівса з ріпаком. Добре ростуть у суміші рослини жита і вики озимої (за умови висівання жита по сходах вики), кукурудза з буркуном, соєю, бобами, ріпаком озимим і ярим, суданською травою (на зелений корм). А при висіванні кукурудзи з горохом, ярою і озимою викою, чиною агроценози розвиваються погано, бо кукурудза і зазначені бобові є антагоністами. Бобові швидко ростуть на початку вегетації, а кукурудза — повільно, внаслідок чого вона відстає в рості, пригнічується. Крім того, кореневі виділення цих бобових діють як інгібітори на ріст кукурудзи, погіршують обмін речовин (метаболізм) у злакового компонента, що різко знижує врожайність сумішей.

У посівах цукрових буряків чи гороху змієголовник або фацелія приваблюють бджолиних і водночас помітно зменшують кількість шкідливих комах. Коноплі на посівах капустяних, буряків та овочевих запобігають поширенню хрестоцвітих блішок.

Можна використовувати і несумісність рослин. Кореневі виділення конопель знищують пирій, свинорій та інші бур'яни. Завдяки своїм алелопатичним властивостям жито пригнічує розвиток бур'янів, навіть таких як вівсюг, гірчиця польова.

Урахування міжвидових і міжсорткових взаємозв'язків компонентів агрофітоценозів — постійне питання агрономії. З'являються нові сорти і гібриди із своїми агроекологічними особливостями, тому необхідно постійно досліджувати і вивчати це питання.

2.2. СТРУКТУРА АГРОЦЕНОЗУ

Структура агроценозу — це особливості розміщення його компонентів та кількісні зв'язки між ними, сезонні зміни агрофітоценозу тощо. В агроценозі розрізняють видову, просторову (або хорологічну) і трофічну структури.

Видова структура характеризує видову різноманітність та чисельність видів в агроценозі. Вона формується людиною, яка культивує якийсь певний вид культурної рослини. Висіяні людиною культурні рослини є *домінантами* (або *едифікаторами*), створеного агрофітоценозу. Інші його компоненти входять до складу агрофітоценозу незалежно від бажання людини і часто проти її бажання. Окремі види бур'янів і тварин, які пристосувалися до даної

культурної рослини в процесі історичного розвитку називають її *супутниками* (або *коменсалами*). В агроценозах з кількох компонентів, крім едификаторів, іноді виділяють допоміжні види — *субедификатори*.

Вибір того чи іншого виду культурних рослин значною мірою зумовлений потребою людини, кліматом і родючістю ґрунтів. Видова насиченість та розміщення видів в агроценозі залежать від норми та способу висіву насіння, агротехнології.

За видовим складом агроценози бувають прості і складні. *Прості агроценози* представлені великою кількістю особин одного виду культурної рослини (наприклад, на пшеничному полі число рослин пшениці досягає до 4,5 млн./га) та кількох десятків видів бур'янів, які в процесі свого розвитку пристосувалися до умов існування в агроценозі. Дві або більше культур утворюють *складні агроценози* (наприклад, вико-вівсяний, бобово-кукурудзяний, конюшино-тимофіївковий агроценози тощо). До складних належать також угруповання, що складаються з однієї культури, але в яких наявна значна кількість бур'янів.

Певні особливості обробітку ґрунту, розміщення рослин на площі та інші фактори зумовлюють деяку пристосованість окремих видів бур'янів до тієї чи іншої культури. Вони близькі до культурних рослин за ареалом, фітокліматичними потребами, досягають разом з ними тощо. Чим більше екологічні вимоги бур'янів збігаються з вимогами культурних рослин, тим краще вони розвиваються на сільськогосподарських угіддях. Майже кожна культура має свої види спеціалізованих бур'янів: озиме жито — стоколос житній, пшениця — пажитниця п'янка, овес — вівсюг, просо — мишій сизий і зелений, гречка — витка гречка і гречка татарська, льон — рижій льоновий, шпергель льоновий.

На сільськогосподарських угіддях проживає велика кількість зерноїдних видів ссавців та птахів, для яких тут склалися сприятливі умови, — це миша-полівка, хом'як, сірий пацюк, болотяна очеретянка, шпак звичайний, коноплянка, горобець хатній і польовий, жайворонок, просянка, коростель, сіра куріпка, дрофа. Агроценози населяють популяції окремих видів комах, що пов'язані з вищими рослинами трофічними зв'язками. Згідно з Визначником шкідливих і корисних комах (1980) з пшеницею пов'язані 669 видів: з них 416 фітофагів і 253 ентомофагів. На формування фауни шкідників впливає також склад бур'янів на різних полях сівозміни, бо для багатьох видів комах деякі види бур'янів є кормовими рослинами.

Мікроорганізми, що поселяються на рослинах в агрофітоценозі і є збудниками хвороб рослин, — здебільшого належать до облігатних паразитів. Вони розвиваються і розмножуються лише у живих тканинах, а взимку зберігаються в рослинних рештках, на насінні або у рослинах озимих культур. Облігатні паразити трофічно спеціалізовані й здатні уражувати лише певні види рослин.

Факультативні паразити розвиваються на полях, де вирощувалася відповідна культура в попередньому році, звідки спори розповсюджуються повітрям на великі відстані, або потрапляють у ґрунт разом із зараженим

насінням.

Загальна чисельність мікроорганізмів у ґрунті та їхній видовий склад залежать від температури, наявності вологи, а також характеру агрофітоценозу. Під злаками добре розвиваються актиноміцети, а під бобовими — нітрифікуючі та вільноживучі азотфіксувальні бактерії, гриби. Вища чисельність мікроорганізмів у ґрунті на засіяних полях, ніж під паром. Фітопатогенні мікроорганізми, що живляться органічною речовиною у ґрунті, уражують різні культурні рослини такими хворобами як пліснявіння насіння, кореневі гнилі тощо.

Необхідно розуміти, що природні біоценози багатші на види рослин і тварин, але чисельність окремих видів невисока. Тоді як агроценози збіднені видами живих організмів та мають високу біологічну продуктивністю вибраних домінуючих видів рослин і тварин.

Просторова структура (або ярусність) агроценозу — це його вертикальний розподіл функціональних органів рослин (листоків, коренів) на різній висоті від землі та глибині ґрунту. Розрізняють надземну і підземну структуру агроценозу.

Формування *надземної структури* залежить від вибагливості рослин до світла, тепла, вологи та вітру. Верхній ярус створюють більш світлолюбні, нижче розміщуються рослини з середньою вибагливістю до світла, під їхнім шатром — найбільш тіньовитривалі. Рослини верхнього ярусу краще переносять коливання температури і вологості повітря та силу вітру. Рослини нижніх ярусів пристосовані до більш стабільних умов, які формуються під шатром культурного ярусу.

За А.І.Мальцевим (1909) в агроценозі виділяють верхній (В), культурний (К), середній (С) та нижній (Н) надземні яруси.

Верхній ярус в агроценозі представлений невеликою кількістю високорослих рослин (бур'янів і культурних рослин).

Культурний ярус створений висіяними культурними рослинами, а також невеликою кількістю бур'янів, що мають з ними однакову висоту. Цей ярус відіграє вирішальну роль у створенні внутрішнього середовища агроценозу і формує умови для існування інших живих організмів в агроценозі.

Середній ярус, який розміщується нижче культурного ярусу, створюється бур'янами. Він відрізняється від культурного незначною кількістю рослин та меншою їх висотою. Під час збирання врожаю бур'яни середнього ярусу зрізаються разом з культурними рослинами.

Нижній ярус включає невисокі рослини (до 25см). В основному це однорічні післяжнивні бур'яни, які під час збирання врожаю не зрізаються збиральними машинами, тому потенційно дуже небезпечні.

У змішаних посівах, що створені двома культурами, одна з яких менша за розмірами, культурний ярус, за А.В.Марковим (1972), складається з двох під'ярусів — культурного верхнього (Кв) і культурного нижнього (Кн). Останній разом з середнім ярусом агроценозу створює один ярус. У такому випадку ярусна структура агрофітоценозу буде складатися з верхнього (В), культурного верхнього (Кв), культурного нижнього (Кн) і нижнього (Н) ярусів.

Підземна структура агроценозу формується завдяки розподілу кореневої системи рослин у ґрунті, проникненню коренів на різну глибину, де вони перебувають у неоднакових умовах щільності, вологості, тепла, повітряного режиму, живлення, а також у складних взаємовідносинах з кореневими системами бур'янів. Це впливає на нагромадження в них вуглеводів, постачання надземним частинам рослин води та елементів живлення, що надходять із коренів, а також на процес створення і перетворення органічних речовин.

Основна маса коренів культурних рослин розташована в найбільш придатному для їх росту, розвитку та біохімічної діяльності орному шарі — на глибині 0-25см. Корені бур'янів залежно від виду проникають на різну глибину — від 10 до 100см і глибше.

На розвиток кореневої системи культурних рослин значно впливає спосіб сівби. При звичайній рядковій сівбі хлібних злаків внаслідок великої зближеності рослин корені їх здавлюються. В той же час міжряддя залишаються вільними, тому тут поширюються бур'яни. При перехресній сівбі весь орний шар рівномірно пронизаний потужними коренями культивованих рослин, і для поселення бур'янів не залишається вільного місця.

Незайняті міжряддя ліквідуються також при вирощуванні рослин у сумісних посівах з підвищеною густотою стояння. Для рівномірного розподілу коренів у ґрунті, застосовують змішані посіви (наприклад, при висіві у міжряддях кукурудзи ущільнюючих культур — кормових бобів, пелюшки з вівсом, соняшнику тощо).

Ярусний розподіл рослин підвищує загальну продуктивність агроценозів, оскільки пом'якшує взаємовідносини між рослинами: зокрема, розмежовує життєвий простір окремих рослин, послаблює боротьбу за існування між ними і одночасно створює умови для повнішого використання ресурсів зовнішнього середовища.

Трофічна структура агроценозу. Трофічні (харчові) зв'язки — це зв'язки, що виникають тоді, коли організми одного виду живляться організмами іншого або їхніми продуктами життєдіяльності. На основі трофічних зв'язків формуються *ланцюги живлення*. Графічно їх зображують лініями, за допомогою яких з'єднуються організми, що перебувають на різному трофічному рівні. За допомогою ланцюгів живлення організми об'єднуються у великі групи, утворюючи *цикли живлення*, в яких харчування організмів, що знаходяться на вищому рівні, залежить від організмів, розташованих на нижчому рівні. Цикли живлення визначають трофічну структуру та функціонування всіх екосистем.

В агроценозі трофічні зв'язки значно деформовані. При застосуванні пестицидів трофічні ланцюги стають коротшими або руйнуються, оскільки гинуть консументи, а якщо вони і зберігаються, то кількість цих ланцюгів значно зменшується.

Ланцюги живлення поділяються на два типи: 1) ті, що починаються з живих організмів (пасовищні та ланцюги паразитів); 2) ті, що починаються з мертвої органічної речовини (детритні).

Пасовищні ланцюги живлення (або ланцюги поїдання) починаються з хлорофілоносних організмів (зелені рослини та водорості), наступний рівень займають рослиноїдні тварини, потім дрібні м'ясоїдні організми, яких в свою чергу поїдають більші хижаки. В трофічному пасовищному ланцюгу живі організми збільшуються за розмірами і зменшуються за кількістю.

Трофічні *ланцюги паразитів* починаються з рослин та тварин, на тілі або на внутрішніх органах яких живуть паразити рослин і тварин (екзо- та ендопаразити). Паразити рослин — це первинні консументи, вони перебувають на другому трофічному рівні, а паразити тварин — вторинні консументи, що перебувають на третьому трофічному рівні. Трофічні ланцюги паразитів ведуть від більших за розмірами і менш численних організмів до дедалі менших і численніших.

В агроценозах навколо кожного виду комахи-фітофага, що харчується культурними рослинами, формується цілий зооценоз паразитів і хижаків, що утворюють численні харчові ланцюги, в яких господар є початковою ланкою. У комах також дуже розвинутий гіпер-паразитизм і часто харчовий ланцюг має таку схему: рослина (ялиця) — травоїдне (гусінь) — паразит (браконіди) — гіперпаразит (наїзники); тварина (рослиноїдні ссавці і птахи) — паразит (блохи) — гіперпаразит (лептомонас).

Детритні ланцюги живлення (або ланцюги розкладу) починаються з мертвої органічної речовини (детриту), тобто залишків рослин, трупів тварин, екскрементів. Мікроорганізми розкладають мертву органічну речовину до простих неорганічних сполук.

В агроценозах у зв'язку з вивезенням з поля значної частини органічної речовини детрит не нагромаджується — він швидко мінералізується завдяки агротехнічним заходам, які сприяють розкладу органічної речовини (оранка, внесення азотних мінеральних добрив).

Знання трофічної структури агроценозу допомагає правильно планувати методи боротьби зі шкідниками, застосовувати отрутохімікати таким чином, щоб не завдавати шкоди навколишньому середовищу.

2.3. ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН

Рослини неоднаково реагують на умови вирощування: одні добре ростуть на нейтральних або слабколужних чи слабкокислих ґрунтах, інші можуть рости і на кислих, і на лужних ґрунтах. По-різному вони реагують на зволоження ґрунту, його поживний і температурний режим, фізичні властивості, температуру повітря, його відносну вологість, умови освітлення. Рослини з майже однаковими біологічними особливостями можуть різнитися і вимогами до умов середовища. Наприклад, різні сорти озимої пшениці неоднаково реагують на строки сівби, умови осінньої вегетації — освітлення, температуру, вологість повітря і ґрунту тощо. Тому технологія вирощування має враховувати загальну екологічну ситуацію на агроландшафті, в сівозміні на кожному полі і створювати відповідні екологічні умови вегетації для повної реалізації біологічного потенціалу продуктивності і якості врожаю культурних

рослин.

Відношення до вологи. За цим показником рослини поділяють на мезофіти, ксерофіти, гігрофіти, сукуленти і склерофіти. Останні три групи рослин майже не використовують у польовому рослинництві, бо вони здебільшого є рослинами природних екосистем. *Гігрофіти* (гідрофіти) — це рослини вологих місцевостей, боліт, заплав. Рослини *сукуленти* мають соковиті листки (типу агав), *склерофіти* — це рослини степів, пустель, які мають тонкі волокнисті листки.

Більшість польових культур належать до *мезофітів*, які добре ростуть в умовах задовільного, достатнього, але не надмірного зволоження. Вони поширені переважно у середніх широтах — в Степу, Лісостепу, до лісової зони включно, а також на заплавах, лиманах у всіх зонах. Це ранні ярі культури — яра пшениця, горох, ячмінь, овес, боби, вика, люпин, озимі зернові, кукурудза, картопля, соняшник, цукрові і кормові буряки, кормові та столові гарбузи, кормова капуста, ріпак та ін. З багаторічних трав до них належать вівсяниця (костриця) лучна і тростинна, тимофіївка лучна, пирій повзучий і безкореневищний, райграс високий, стоколос безостий, грястиця збірна, конюшина лучна і рожева, люцерна синя, еспарцет закавказький та ін.

Ксерофітні польові культури — це посухостійкі рослини, які ростуть за умов недостатнього зволоження і високої температури. Однак це не означає, що деякі з них випаровують менше вологи, ніж мезофіти. У ксерофітів здебільшого глибока, добре розвинена коренева система, тому вони можуть використовувати вологу глибоких шарів ґрунту (3-5м). Вони добре ростуть і розвиваються при вологості ґрунту 18-20%, але високий осмотичний тиск клітинного соку сприяє засвоєнню вологи рослинами і при низькій його вологості (16-17%). У ксерофітів листки густо опушені, сильно розсічені, а в деяких видів навіть з колючками. Ксерофіти водночас добре реагують на зрошення. До цієї групи належать сорго зернове, суданська трава, могар, столові і кормові кавуни, з багаторічних трав польового травосіяння — житняк.

Розрізняють також проміжні види культур. *Мезоксерофіти* — це степові екотипи — люцерна синя, люцерна жовта (або серповидна), еспарцет посівний, просо, чумиза, цукрове та віничне сорго. Виділяють також групу *мезогігрофітів* — рослин, які ростуть за умов доброго або навіть дещо надмірного зволоження. До них належать конюшина біла, вівсяниця (костриця) червона, лисохвіст лучний, райграс однорічний, турнепс.

Під час вегетації рослини можуть пристосовуватись до умов зволоження. Так, мезогігрофіти при поступовому зниженні вологи набувають ознак мезофітів, а мезоксефіти — мезофітів і ксерофітів.

Велике значення має здатність рослин витримувати тимчасове затоплення. Озимі зернові витримують його протягом 5-10 днів, багаторічні кормові трави (лисохвіст лучний, канарник тростинний, тонконіг лучний, тимофіївка лучна, вівсяниця, райграс пасовищний, конюшина біла) — до 20-30 днів.

Польові культури погано витримують близьке залягання ґрунтових вод

— на глибині 60-80см. Люцерна посівна росте лише там, де рівень ґрунтових вод не вище 120-140см. Проте при такій глибині ґрунтових вод добре ростуть капустані — ріпак, перко, суріпиця озима; коренеплоди — буряки кормові, турнепс, бруква, морква; злакові — овес, ячмінь, кукурудза; бобові — горох, боби, люпин. Суданська трава, сорго, могогар, просо, соя, еспарцет, соняшник, цукрові буряки та інші мають достатньо вологи і при глибшому заляганні ґрунтових вод — 180-260см. Їх могутня коренева система засвоює достатньо вологи з прошарку ґрунту постійного зволоження, який в Лісостепу і Степу знаходиться на глибині 2-3м.

На одиницю біомаси сухої речовини врожаю зазначені групи польових культур витрачають різну кількість одиниць маси води, яка коливається в широких межах, залежно від рівня загального зволоження, фону живлення, умов року, терміну сівби тощо. У мезофітів коефіцієнт водоспоживання коливається від 280-400 до 600-800, ксерофітів 220-400, гігрофітів 1200-1600, склерофітів 160-240.

Відношення рослин до світла. Усі зелені рослини можуть розвиватися лише за наявності світла, так як під дією світла відбувається процес фотосинтезу, який є найважливішою функцією зелених рослин.

Більшість польових культур є досить чутливими до умов освітлення, особливо у фазах сходів, початку вегетації, утворення генеративних органів. Більш *світлолюбні* — люцерна, чина, кукурудза, просо, сорго, суданська трава. Фіксація CO₂ в них відбувається шляхом С-4-дикарбонових кислот, світлове насичення фотосинтезу не досягається навіть при найсильнішому сонячному освітленні. Вони здатні до повторної фіксації та реутилізації CO₂, що звільнився при світловому диханні, і можуть фотосинтезувати при високих температурах і при закритих продихах, що спостерігається в жаркі години дня. С-4-рослини, як правило, високопродуктивні, особливо кукурудза.

Є *тіньовитривалі рослини*, які можуть розвиватися за незначного затінення, а фотосинтез відбувається при розсіяному освітленні. До них належать капуста, картопля, морква, грестиця збірна, жито, овес, ячмінь, конюшина червона, біла і рожева, бруква, турнепс, які добре вегетують і при менш інтенсивному освітленні. Їх можна вирощувати у міжряддях молодих садів. Багаторічні бобові трави конюшина, люцерна, еспарцет на першому році життя вегетують взагалі під покривом зернових культур. Однак і вони продуктивніші при посиленні освітлення. Рослини при цьому менше уражуються хворобами, більш витривалі щодо коливання умов вегетації.

За *відношенням до затінення* рослини поділяються на відносно стійкі (конюшина лучна, люпин, овес, боби, грестиця збірна та ін.) і такі, що погано реагують на затінення (люцерна посівна і жовта, стоколос безостий, буркун білий, вика озима, еспарцет, кормові і цукрові буряки, морква).

При частковому затінненні у деяких рослин може збільшуватись розмір листових пластинок, особливо при достатньому азотному живленні. Це спостерігається, наприклад, у змішаних посівах кукурудзи і сої. Рослини, які погано витримують затінення у сумісних посівах, витягуються, погіршується їх куціння і пагоноутворення, зменшується надземна і коренева маса, а також

вміст у рослинах жиру і цукрів, може збільшуватись вміст клітковини, фосфору.

Режим освітлення впливає на світлову стадію рослин. Якщо освітленість недостатня, затримується не лише ріст, а й розвиток рослин. Так, люцерна без покривної культури у рік сівби за період до збирання покривних культур (липень) досягає IX етапу органогенезу (бутонізація, початок цвітіння), а під покривом перебуває на IV етапі. При недостатньому освітленні генеративна фаза взагалі не настає.

Невдалий підбір покривних культур для багаторічних трав (люцерни, еспарцету, буркуну дворічного) призводить до погіршення їх відростання після скошування покривної культури, може істотно знижувати врожайність у наступному році. Для кращого освітлення рослин у посівах велике значення має напрям рядків. Так, рослини будуть більш освітленими, особливо ультрафіолетовими променями, якщо рядки покривної культури спрямовані на південний схід або південь.

Велике значення має не лише інтенсивність, а й тривалість освітлення. За цією ознакою розрізняють рослини короткого і довгого дня. До *рослин довгого світлового дня* належать рослини, які потребують для нормального розвитку та росту не менше 12 год. світлового часу (соя, чина, кукурудза, гарбузи, кавуни, люцерна, еспарцет, сорго, суданська трава, могоар, тверда пшениця). До *рослин короткого світлового дня* відносяться рослини, для нормального росту та розвитку яких потрібно не менше 12 год. безперервного темного періоду (наприклад, капуста, просо, сорго, соняшник, бавовник, квасоля, соя, горох, люпин, конюшина, овес, ріпак, кормова капуста, ячмінь, жито, бруква, турнепс, кормові буряки, картопля, грестиця збірна, тимофіївка, конюшина одноукісна і біла та ін.). Такий поділ є дещо умовним. Так, горох, вика яра і озима, ячмінь, жито, пшениця, кабачки, гарбузи, кормові та цукрові буряки, соняшник, буркун, ріпак, кукурудза, люцерна, стокolos безостий та інші добре ростуть у Степу, на Поліссі і в Нечорноземній зоні.

Рослини використовують лише незначну кількість сонячної світлової енергії, що досягає поверхні листків. Наближено це складає 1-2%, максимально може бути близько 5%. В овочівництві закритого ґрунту і квітникарстві за нестачі денного освітлення застосовують доосвітлення електричними лампами. В польових умовах практично неможливо змінювати потік сонячної енергії. Проте сучасна технологія вирощування сільськогосподарських культур включає ряд агрономічних заходів регульовального використання світла. До них належать способи сівби (широкорядний, пунктирний, квадратно-гніздовий); в овочівництві та садівництві розріджене розміщення рослин (дерев); зміна напрямку рядів; знищення бур'янів; формування відповідної крони дерев, використання низькорослих дерев на вегетативних підщепах тощо.

Відношення до температури повітря і ґрунту. Температурні умови вегетації — один з основних факторів життя рослин. В цілому, температурні межі життя рослин досить вузькі – від мінус 10° до плюс 60-70°C. Кожна рослина має свою межу низьких температур. В озимій пшениці, наприклад, від мінус 15° до мінус 20°C, озимого жита – від мінус 20° до мінус 28°C. Верхня

межа високих температур складає 40-45°C, коли рослини потерпають від спеки. За температури повітря 60-70°C більшість рослин припиняють життєдіяльність.

Температурні умови на полі значною мірою визначають відносну вологість приземного шару повітря. Зниження температури повітря увечері та вночі посилює конденсацію вологи в ньому, сприяє засвоєнню водяної пари ґрунтом, випаданню роси. Обсяг надходження води в ґрунт таким способом набагато більший, ніж вважали раніше. У лісостепових і степових районах при розпушуванні міжрядь на посівах просапних культур треба створювати пухкий верхній шар ґрунту 5-7см, який сприяє кращому засвоєнню вологи з повітря, значно зменшує втрати її ґрунтом внаслідок фізичного випаровування.

Температура ґрунту впливає на діяльність у ньому мікроорганізмів, якими він густо населений (80-100 млн. і більше в 1см³ ґрунту). При підвищенні температури ґрунту і повітря і за умов достатнього зволоження поліпшується діяльність мікрофлори ґрунту, а звідси — мінералізація органічної речовини, покращується режим живлення рослин. На температуру ґрунту в орному і підорному шарах впливають спосіб сівби і удобрення. Добрива і широкорядний спосіб сівби сприяють деякому підвищенню температури ґрунту в орному і підорному шарах ґрунту.

Температура повітря і ґрунту разом з сонячним освітленням позитивно впливає на фотосинтез. Велике значення має співвідношення денної і нічної температури. Чим триваліша ніч (темнова фаза фотосинтезу) і вища температура, тим інтенсивніше дихають рослини і більше втрачають енергетичного матеріалу, який накопичили за день (вуглеводів, цукрів, БЕР). Внаслідок цього зменшуються добові прирости врожаю.

Від температури середовища значною мірою залежить інтенсивність фізіологічних процесів у рослинному організмі. Фотосинтез і ріст рослин можуть відбуватись при значних коливаннях температури повітря — від 6-8 до 32-34°C. Оптимальною для вегетації кукурудзи, сої, суданської трави, люцерни, еспарцету є температура 26-28°C; для жита, пшениці, гороху, бобів, вики, цукрових і кормових буряків 22-24°C; для картоплі, вівса, злакових і бобових багаторічних трав (вівсяниці лучної і тростинної, грястиці збірної, конюшини лучної, білої, ріпаку, редьки олійної, капусти кормової, гірчиці білої) 18-20 і навіть 14-16°C. Розвиток цих культур визначається насамперед умовами живлення і зволоження. Особливо холодостійкими є озимі ріпак, суріпиця, жито, редька олійна, овес, капуста кормова. Вони дають змогу збільшити період надходження кормів за рахунок ранньовесняного і пізньоосіннього скошування на 40-60 днів.

У різні фази розвитку вимоги до тепла неоднакові. Проростання насіння відбувається переважно при більш низьких температурах, ніж цвітіння, а для цвітіння потрібна вища температура, ніж для дозрівання плодів. Кожен міжфазовий період рослини відбувається лише за температури, що перевищує певний поріг, який називається *біологічним мінімумом*.

Для повного проходження міжфазового періоду рослини повинні отримати певну кількість тепла, необхідного для здійснення процесів розвитку, тобто суму температур понад біологічний мінімум, яка називається

сума ефективних або біологічних температур.

Середньодобова температура, що перевищує біологічний мінімум протягом усього періоду вегетації, називається *активною*. Залежно від визначення біологічного мінімуму, виділяють суму температур понад 5°C та понад 10°C. Ця сума підраховується як сума середньодобових температур повітря за весь період, поки ці температури перевищують визначене значення. *Ефективною температурою* називають різницю між середньодобовою температурою середовища і біологічними мінімумом. Сума ефективних температур, необхідних для проходження повного циклу розвитку, складається із сум ефективних температур за міжфазові періоди.

Суми активних та ефективних температур є показником наявних ресурсів тепла даної території і визначають можливість досягання тих або інших теплолюбних культур. Порівнянням термічних ресурсів території та потреб рослин у теплі можна визначити їх забезпеченість теплом.

Температурний режим і яровизація рослин. Під впливом понижених температур у початковій фазі органогенезу (у період проростання насіння, на початку вегетації або при повторному відростанні після скошування — в точках росту) в рослині відбуваються певні якісні зміни. Ці біохімічні та фізіологічні зміни є передумовою настання у рослин генеративного періоду. Одні культури потребують для цього понижених температур (близько 0°C), для інших вони не обов'язкові. Якісні зміни, котрі є передумовою утворення рослиною (в процесі подальшої вегетації) генеративних органів, називаються стадією яровизації. Проте для реалізації у рослинному організмі змін, що відбулись в насінні чи у фазі сходів, потрібно, щоб рослина пройшла також світлову стадію, тобто щоб були відповідні умови освітлення у першій половині вегетації. Так, всі пагони куща злакової трави є потенційно генеративними, проте фаза виходу в трубку і наступне колосіння настають лише у пагонів, які були добре освітлені.

Культури, стадія яровизації яких відбувається при знижених температурах, називають *озимими*. Щоб у них відбувалася ця стадія, їх треба висівати восени, а також її можна викликати штучно, створивши відповідні температурні умови.

У культур весняного строку сівби ці якісні зміни в насінні або сходах відбуваються при звичайних температурах. Такі культури називають *яримми*. Є й проміжна група рослин — озимо-ярі або зимуючі (наприклад, озимо-ярі форми ячменю). Їх можна висівати восени і навесні. Серед бобових є зимуючі форми гороху, озимо-ярі та зимуючі форми вики паннонської.

Температурний режим і настання фаз вегетації рослин. Спостерігається загальна закономірність: при понижених температурах розвиток рослин (настання фаз) затримується, при підвищених — відбувається швидше, а тривалість періоду вегетації культури, відповідно, збільшується або зменшується. Так, одні й ті самі сорти польових культур, висіяні навесні, можуть досягти повної стиглості за 80-100, а при літніх посівах (післяукісних або післяжнивних) — за 60-70 днів. При цьому маса рослин значно і навіть набагато зменшується — виростають карликові рослини з коротким або дуже

вкороченим (майже відсутнім) стеблом, які дають достатньо насіння і дозрівають. Явище прискореного розвитку рослин під впливом високих літніх температур спостерігається як у культурних видів (проса, гречки, ячменю, гороху, ранньостиглих гібридів кукурудзи), так і в бур'янів (наприклад, мишію і щириці, що вегетують у післяжнивних посівах кукурудзи).

Температура ґрунту впливає на швидкість проростання насіння і появи сходів. Так, для озимих і ранніх ярих зернових культур (жито, пшениця, ячмінь, овес, буряки, бобові, озимі зернові та ін.) за оптимальної температури проростання насіння 2-7°C сходи з'являються на 12-й день, а при 15°C – всього через 4 дні. Для теплолюбних культур (кукурудзи, суданської трави, сої, гарбузів, кавунів, дині та ін.) за оптимальної температури 10-14°C сходи з'являються через 20-22 дні, а при температурі ґрунту за 18-19°C – через 9 днів.

За відношенням до низьких температур культури поділяють на морозо- і слабкоморозостійкі, а за зимостійкістю — на зимо- і малозимостійкі. До морозостійких належать озимі і ярі форми рослин, які добре витримують осінні й весняні заморозки, перші морози (овес, горох зимуючий, багаторічні трави, з озимих — пшениця, ріпак, суріпиця, жито, тритикале). Слабкоморозостійкі рослини витримують нетривалі заморозки не нижче мінус 2-4°C (кукурудза, цукрові і кормові буряки, сорго та ін.).

На посівах спостерігаються ще такі явища, як випрівання, вимокання, випирання, льодяна кірка. Випрівання трапляється здебільшого на посівах озимих культур, часто і на посівах багаторічних трав, коли випадає багато снігу на незамерзлий ґрунт, а також під час тривалих відлиг під сніговим покривом. За цих умов посилюється дихання рослин без надходження органічної речовини (фотосинтез відсутній, а процеси живлення сповільнені або не відбуваються). Випрівання посилюється також при переростанні озимих восени. Вимокання рослин під час відлиг на «блюдцях», де протягом певного періоду їх підтоплює вода. Випирання спостерігається при чергуванні потепління із заморозками наприкінці зими і рано навесні, що призводить до оголення і пошкодження корневих систем рослин. Льодова кірка виникає при суцільному замерзанні води з утворенням шару льоду в декілька сантиметрів. Лід з високою теплопровідністю і тепловіддачею посилює негативний вплив на рослини низьких температур, також травмується вузол куштиння. Проти усіх цих явищ треба застосовувати агротехнічні заходи: сівба в оптимальні строки, що запобігає переростанню рослин; коткування снігу на окремих ділянках поля, де є загроза випрівання. Вимокання можна запобігти, влаштовуючи на полях водовідвідні борозенки. При випиранні посіви коткують. Щоб запобігти утворенню льодяної кірки, під час основного і передпосівного обробітку ґрунту потрібно старанно вирівнювати поверхню поля.

Відношення до газового складу повітря. Рослини, як всі інші живі організми, дихають і засвоюють кисень з повітря. Рослини дихають всією поверхнею організму, тому їм потрібен кисень і атмосферного, і ґрунтового повітря. Крім кисню їм також потрібен вуглекислий газ, до складу якого входить один з елементів живлення – вуглець. Кисню в ґрунтовому повітрі менше, ніж в атмосферному (20,03-10,35% – 20,94%), а вуглекислого газу

більше (0,74-9,74% – 0,03%). Оптимальним вважається повітряний режим ґрунту, за якого близько 20-25% ґрунтових проміжків займає повітря. Нестача кисню у ґрунті буває причиною незадовільної схожості насіння, погіршення умов живлення рослин. Наявність вуглекислого газу у невеликих кількостях посилює розчинність поживних речовин ґрунту, зокрема, фосфатів. Висока концентрація вуглекислого газу збільшує забур'яненість посівів та зменшує водопроникність коренів, що є причиною послаблення темпів вбирання води і поживних речовин. Регулюється повітряний режим внесенням органічних добрив, обробіткою ґрунту (полицевою чи плоскорізною оранкою, розпушуванням), а також висівом культур з добре розвинутою кореневою системою, яка дренує ґрунт.

Відношення до родючості ґрунту. Усі елементи живлення (крім вуглецю) рослини засвоюють з ґрунту. Для нормального росту, розвитку і високої продуктивності культурних рослин у ґрунті має бути певний запас доступних рослинам поживних речовин, вміст яких і визначає родючість ґрунту. За відношенням до родючості ґрунтів польові культури поділяють на рослини родючих, середніх і бідних ґрунтів — відповідно еутотрофи, мезотрофи й оліготрофи. До еутотрофів належать культури, які добре ростуть лише на родючих ґрунтах (пшениця, гарбузи, кавуни, просо, суданська трава, люцерна, цукрові буряки, кукурудза, сорго та ін.). Мезотрофні культури (конюшина, еспарцет, тимофіївка лучна, вівсяниця лучна, буркун білий, горох, боби та ін.) задовільно і добре ростуть на ґрунтах із середньою родючістю, але відчутно реагують на внесення добрив. До оліготрофних рослин, які задовільно або добре ростуть на бідних піщаних, супіщаних і опідзолених ґрунтах, належать переважно бобові — вика озима, вика паннонська, серадела, люпин, буркун, лядвенець рогатий та ін. У них досить виражена азотфіксувальна здатність бульбочкових бактерій, але разом з тим високі врожаї таких культур, як горох, чина, нут, буркун, бувають лише на родючих ґрунтах. Так само, як і злакові культури, вони добре реагують на внесення азотних добрив.

Однією з важливих екологічних особливостей культур є реакція на кислотність і лужність ґрунту. Більшість польових культур добре ростуть переважно на слабкокислих, нейтральних і слабколужних ґрунтах. Це, наприклад, цукрові буряки, люцерна, кормові буряки, кукурудза, пшениця, гарбузи, кавуни та ін. Овес, жито, бруква, турнепс, конюшина, деякі види злакових трав можуть задовільно рости і на кислих підзолистих ґрунтах, але й вони добре реагують на вапнування.

Усі ґрунти у процесі вирощування культур у сівозміні значно ущільнюються. Культури сівозміни по-різному реагують на показники об'ємної маси ґрунту: витримують значне його ущільнення (соняшник, кукурудза, сорго, суданська трава), ростуть при деякому збільшенні щільності (цукровий і кормовий буряк, озимий і ярий ріпак, жито, пшениця, горох), потребують добре розпушених та аерованих ґрунтів (картопля, топінамбур, люцерна). Однак усі культури позитивно реагують на покращення аерації ґрунту шляхом обробітки, застосування сівозміни, системи удобрення та боротьби з бур'янами.

2.4. УМОВИ СТАБІЛЬНОГО ІСНУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ

Природні екосистеми стабільні при умові збалансованості процесів обміну між її компонентами, що досягається лише довготривалим природним добром. Це пов'язано з тим, що механізм рухомої рівноваги екосистем (гомеостаз) має одночасно і біоценотичну, і біогеохімічну природу, та як чисельність та видова різноманітність живих організмів визначають біогеохімічний цикл того чи іншого хімічного елемента. Таким чином, природні екосистеми мають збалансований кругообіг речовин, так як елементи живлення та енергія реалізуються всередині системи, а винос їх з системи практично відсутній.

На відміну від саморегульованої природної екосистеми, в агроекосистемі взаємодія між компонентами живої і неживої природи значною мірою спрямовується і скеровується людиною. Ґрунти (едафотоп) з метою створення кращих умов для росту і розвитку культурних рослин відповідним чином обробляють, вносять мінеральні і органічні добрива. Для підвищення продуктивності культурних рослин проводять заходи боротьби зі шкідниками, хворобами рослин і бур'янами.

В агроекосистемі людина значну частину органічної речовини вилучає і переміщує її на значні відстані. Так, виноситься з урожаєм і вилучається з біологічного колообігу: близько 85% біомаси корене- і бульбоплодів; з урожаєм зерна і зеленої маси 55-65% біомаси кукурудзи; з урожаєм зерна і соломи близько 50% біомаси ярої пшениці та ячменю; лише 30-40% біомаси багаторічних трав. У порядку зменшення сумарного виносу хімічних елементів сільськогосподарські культури можна розташувати в таким чином: коренеплоди → кукурудза → зернові → сіяні трави. Інша частина біомаси рослин повертається в ґрунт у вигляді післяжнивних і кореневих залишків. Так, у посівах ярих зернових при біомасі 80–120 ц/га повертається в ґрунт до 30–35 ц/га.

Повернути вилучені хімічні елементи і забезпечити стабільність агроекосистем, людина намагається за рахунок внесення необхідної, чітко визначеної кількості органічних і мінеральних добрив та додаткової енергії у вигляді обробітку ґрунту, селекції рослин тощо.

Однак, у результаті інтенсивного застосування агрохімікатів в агроекосистемах баланс речовин також може порушуватися. Так, при збільшенні норми внесення добрив коефіцієнт використання хімічних елементів (тобто відношення кількості речовин, що поглинаються рослинами, до кількості, внесеної з добривами) різко знижується. Це зумовлює нагромадження залишків добрив у ґрунті, поверхневих та ґрунтових водах, продукції рослинництва і тваринництва. Відбувається забруднення навколишнього середовища, продуктів харчування, питної води, що в свою чергу негативно впливає на здоров'я людей.

Таким чином, характерною рисою агроекосистем є слабка саморегулююча здатність і без підтримки людини вони неминуче

трансформуються в природні біоценози. Намагання людини вплинути на продуктивність агроєкосистеми обмежуються природними умовами та біологічними особливостями культурних рослин.

Досягти стабільного існування та функціонування агроєкосистем можливо лише за умови раціональної побудови їх на основі законів обміну речовин між живими організмами і неживим середовищем. Людина як споживач має підтримувати свій трофічний ланцюг і використовувати з нього органічної речовини не більше, ніж надходить у нього. Тому штучно створена агроєкосистема ефективно функціонує лише за оптимальної взаємодії усіх трьох складових трофічного ланцюга — продуцентів, консументів усіх порядків (включаючи людину) та редуцентів. Це означає, що середовище (грунт, повітря, поливна вода) повинно бути сприятливим, не містити шкідливих компонентів, які б погіршували роботу, зокрема першої (продуцентів) і останньої ланки цього ланцюга редуцентів — бактерій, дріжджових грибів, грибів-сапрофітів та інших, які мінералізують органічну речовину рослинних решток та органічні добрива.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Назвіть основні компоненти, властивості та функції агроєкосистеми.*
- 2. За якими показниками класифікують агроєкосистеми?*
- 3. Дайте визначення поняття агроценоз.*
- 4. На які групи поділяють культурні рослини за відношенням до освітленості?*
- 5. Назвіть екологічні групи сільськогосподарських рослин за відношенням до зволоження.*
- 6. Охарактеризуйте вплив температурних умов на біологічні особливості та продуктивність польових культур.*
- 7. Назвіть шляхи запобігання негативного впливу низьких температур на ріст і розвиток сільськогосподарських культур.*
- 8. На які екологічні групи поділяють культурні рослини по відношенню до родючості ґрунту?*
- 9. Назвіть рівні просторової структури агроценозу.*
- 10. Які показники видової структури агроценозу? Порівняйте видову насиченість в агроценозах та первинних природних біоценозах.*
- 11. Які особливості трофічних зв'язків в агроценозах?*
- 12. Розкрийте шляхи підтримання стабільності агроєкосистем.*

Розділ III

АГРОЛАНДШАФТИ

3.1. ПОНЯТТЯ ПРО ЛАНДШАФТ ТА АНТРОПОГЕННІ ЗМІНИ ЛАНДШАФТІВ

В межах географічної оболонки Землі внаслідок взаємодії літосфери, атмосфери, гідросфери і біосфери формуються природні ландшафти як на суші, так і в океанах.

За визначенням А. Перельмана (1975), ландшафт — це велика і складна динамічна система земної поверхні, в якій відбуваються взаємодія та взаємопроникнення елементів літо-, гідро- і атмосфери.

За визначенням В.М. Чупахіна (1987), ландшафт — це генетично однорідна ділянка території (за характером рельєфу, ґрунтово-кліматичними і гідрологічними умовами та біоценозом), що складається із взаємодіючих природних компонентів і підпадає під вплив людини.

Найбільш повне визначення ландшафту належить колективу співробітників лабораторії ландшафтознавства Московського державного університету ім. М.В.Ломоносова (під керівництвом М.А.Солнцева): *ландшафт* – це генетично однорідний природний територіальний комплекс (ПТК), який має єдиний геологічний фундамент, один тип рельєфу, однаковий клімат і складений із властивого тільки даному ландшафту набору динамічно сполучених основних і другорядних урочищ, що закономірно повторюються у просторі.

Різні природні компоненти ландшафту характеризуються різним ступенем стійкості по відношенню до антропогенного впливу. Біотичні компоненти дуже чутливі до впливу, але в той же час здатні до саморегулювання, відновлення. Літогенна основа рівнинних ландшафтів та повітряні маси відносно консервативні до зовнішнього впливу.

Антропогенні зміни ландшафтів, у більшості випадків, є зворотними і короткочасними або довготривалими похідними модифікаціями їх корінної структури при зміні "слабких" біогенних компонентів ландшафтів. Лише корінна зміна "сильних" геологічних компонентів ландшафтів призводить до незворотних змін. Також наслідки впливу людини на ландшафт набувають більш стійкого і навіть незворотного характеру, якщо: а) напрямок цього впливу співпадає з незворотними природними процесами і посилює їх (яроутворення); б) вплив людини відбувається на фактори ландшафтоутворення (терасування схилів, створення кар'єрів, териконів); в) відбувається екологічна заміна одних біоценозів іншими (зміна лісової рослинності на лучну в результаті заболочування).

Залежно від ступеню впливу господарської діяльності ландшафти поділяються на: 1) *слабозмінені* — господарська діяльність в них зачепила лише окремі компоненти, але основні природні зв'язки залишилися непорушеними; 2) *порушені* (сильно змінені) — такі, що піддавались довготривалому господарському використанню, яке призвело до порушення структури комплексу та прояву таких негативних процесів, як ерозія, заболочування, засолення, забруднення вод тощо; 3) *перетворені* — такі, в яких природні компоненти цілеспрямовано змінені в інтересах суспільства; 4) *умовно змінені* — ландшафти, які не відчували безпосереднього господарського використання.

Усі зміни в структурі природних ландшафтів, що спричинені різними формами господарської діяльності людини, призводять утворення антропогенних ландшафтів. За класифікацією В.Л.Казакова і Ф.М.Мількова виділяються 11 класів антропогенних ландшафтів: 1) промислові; 2) селітебні (ландшафти населених пунктів); 3) сільськогосподарські (агроландшафти); 4) водогосподарські; 5) транспортні; 6) рекреаційні; 7) лісогосподарські; 8) беллігеративні (від лат. *belligero* — вести війну); 9) обслуговуючі; 10) пустищні; 11) природоохоронні. Існують також інші класифікації антропогенних ландшафтів.

3.2. ПОНЯТТЯ АГРОЛАНДШАФТУ. ТИПИ І ПІДТИПИ АГРОЛАНДШАФТІВ

Сільськогосподарський ландшафт, або *агроландшафт* — це змінений в процесі сільськогосподарської діяльності людини природний ландшафт. Основу агроландшафту становлять сільськогосподарські угіддя, лісосмуги, лісові насадження, а також об'єкти виробничої та невиробничої інфраструктури, які утворюють природно-економічний район з вираженою спеціалізацією.

До складу агроландшафту входять агроєкосистеми, що складаються з порівняно невеликої кількості видів і характеризуються одноманітністю на великих площах. При цьому вони можуть включати однорічні монокультури (зернові, просапні, овочеві), багаторічні монокультури (люцерна, конюшина, виноград), багаторічні змішані посіви (луки, сіножаті) та складні біокомплекси (фруктові сади або лісосмуги).

Залежно від природної зони агроландшафти поділяють на типи: степові, лісостепові та поліські. Типи діляться на підтипи агроландшафтів: польові, садові, луко-пасовищні.

Польові агроландшафти формуються під дією переорювання ґрунтового шару, внесення добрив і вирощування біомаси. Під впливом різних польових культур з різною інтенсивністю технологій вирощування в ґрунтах відбувається мінералізація органічної речовини та гумусу. Температура і вологість повітря, швидкість вітру різні над пшеничним полем, плантаціями цукрового буряка і посівами кукурудзи. Тобто, система ведення сільського господарства має великий вплив на фізико-хімічні, гідрологічні і кліматичні властивості польових ландшафтів.

Однаковий багаторічний агротехнічний режим призводить до пристосування в польовому агроландшафті бур'янів і шкідливих для посівів тварин (наприклад: гризунів, жуків тощо).

Садові агроландшафти формуються під насадженнями багаторічних плодових дерев і кущів. В результаті постійного обробітку, внесення добрив і поливів ґрунт характеризується великою родючістю на загальному фоні природних ґрунтів.

Садові підтипи схожі з лісокультурними комплексами, але відрізняються слабовираженою саморегуляцією і великою потребою у високій агротехніці.

За рельєфом садові підкласи ландшафтів відрізняються більшою різноманітністю, ніж польові. Сади розміщують не лише на рівнинах, терасах, вододілах, але й на крутосхилах, де розвиток польових ландшафтів неможливий.

Луко-пасовищний агроландшафт утворюється під впливом луко-пасовищних комплексів і залежить від характеру та інтенсивності господарського використання. Ступінь саморегуляції луко-пасовищних ландшафтів значно вищий, ніж у польових та садових, і близький до природних ландшафтів.

3.3. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО СТІЙКИХ АГРОЛАНДШАФТІВ

Антропогенний вплив на природу проявляється як: 1) механічне переміщення твердих мас (обробіток ґрунту, планування поверхні ґрунту, прокладання меліоративних каналів та ін.); 2) порушенні кругообігу води (посилюючи поверхневий стік); 3) зміна теплового та повітряного режимів ґрунту; 4) порушення біологічної рівноваги; 5) зміна потоків міграції хімічних елементів.

У всіх типах агроландшафтів з найбільшою інтенсивністю проявляється водна і вітрова ерозії ґрунту. Водна ерозія проявляється у вигляді змиву і розмиву ґрунту, що супроводжується утворенням яружно-балочної системи. У східних і південних областях України (Луганська, Херсонська, Миколаївська, Запорізька), де сухий клімат, сильні вітри і наявність відкритого простору, в результаті вітрової ерозії руйнується верхній родючий шару ґрунту і виносяться основні елементи живлення.

Внесені людиною зміни в природу набули настільки глобальних масштабів, що стали справжньою загрозою порушення існуючої в природі відносної рівноваги і перешкодою для подальшого розвитку виробництва. Постає питання раціонального використання і охорони природних ресурсів.

Тому при створенні агроландшафтів необхідно враховувати екологічні закономірності і намагатися підтримувати таку структуру, яка б нагадувала природну. Тобто *екологічно стійкий та ефективний агроландшафт* — це агроландшафт, в якому разом з досягненням високої продуктивності виконуються ґрунтозахисні, природоохоронні та естетичні функції.

Для забезпечення чистоти навколишнього середовища і агроландшафту

в кожному господарстві слід розробляти цілісну систему природоохоронних та екологічних заходів з обов'язковою протиерозійною організацією території.

Забезпечити екологічну стабільність агроландшафту можна такими заходами:

1) **створення максимальної екологічної різноманітності території**, тобто забезпечення такого співвідношення різних за структурою агроecosystem, яке б створювало збалансовану систему і протидіяло однобічним навантаженням, що виникають при господарському освоєнні території (оранка, внесення добрив, пестицидів тощо), шляхом нормованого відведення площ під рілля, луки, ліси. Для підтримання екологічної стабільності та відтворення природних ресурсів, збереження природного середовища великого регіону, підтримання кліматичних параметрів і забезпечення виробництва продуктів харчування та відпочинку населення агроландшафт повинен включати:

а) до 30% площі територій близьких до природних екосистем;

б) серед 30% природних територій площа заповідних повинна становити 3-5%;

в) із залишених 70% половину слід відвести для виробництва продуктів харчування.

Таким чином заповідні території поряд з полезахисними лісосмугами, та іншими природними об'єктами повинні стати складовою частиною агроландшафту.

2) **виконання протиерозійних заходів**, тобто створення умов для запобігання водній і вітровій ерозії. Для попередження розвитку ерозії необхідно створити системи лісосмуг, які захищають поля від суховіїв, проводити просту глибоку оранку, обвалування зябу, посів культур упоперек схилів, внесення органічних та мінеральних добрив. На землях, що зазнають середньої дії ерозії, крім названих заходів, ще потрібно проводити лункування і боронування зябу, переривчасте боронування міжрядь, мульчування ґрунту, а також безвідвальну оранку і збереження стерні в посушливих районах. На землях з інтенсивним проявом ерозії рекомендується смугова форма використання земель, ґрунтозахисні сівозміни, буферні смуги, гідротехнічні споруди (гребеневі, ступінчасті або траншейні тераси).

3) **регулювання річок, ярів, балок** шляхом застосування комплексу агро-, лісо- і гідротехнічних заходів. До агротехнічних належать прийоми обробітку ґрунту, які найбільше сприяють правильному використанню вологи. Лісотехнічні заходи проводять на всій площі водозбору яру у вигляді висаджування водопоглинаючих лісових смуг (20-50м шириною) і, крім того, безпосередньо в прияржній зоні і по схилах яру та його вершинах створюють суцільні лісонасадження. Для затримання води, що стікає по поверхні ґрунту до яру, будують систему водоуловлюючих валів, каналів (гідротехнічні заходи).

4) **регулювання водного господарства** шляхом створення системи ставків, що будуть підтримувати на певному рівні ґрунтові води.

5) **відведення під сіножаті і пасовища** земель, що непридатні для землеробства (яржно-балочна мережа), а також заплави річок, низини,

суходоли, осушені землі і сіяні кормові угіддя.

6) **поліпшення природних кормових угідь** шляхом створення на них культурних сіножатей і пасовищ. При цьому користуються двома способами поліпшення: поверхневе та докорінне. При *поверхневому поліпшенні* травостій не переорюють, а поліпшують умови росту і поширення цінних багаторічних трав, застосовуючи агротехнічні заходи: знищення чагарника, купин та збирання каміння, відведення поверхневих вод, ремонт і догляд меліоративної мережі, збирання та знищення сміття, боротьба з бур'янами, підсів цінних кормових трав та удобрення. *Докорінне поліпшення* природних кормових угідь полягає в знищенні існуючого травостою та чагарників і висіванні багаторічних лучних трав, тобто залуженні. При цьому частину чагарнику потрібно залишати, а саме вздовж річок, доріг та огорожі, яка ділить пасовища на загони. Ця рослинність захищає річки від замулювання, худобу від спеки та є місцем гніздування птахів, що знищують шкідливих комах. При знищенні чагарників механізмами (кущорізами, корчувачами-збирачами) потрібно слідкувати, щоб для збереження родючості ґрунту гумусовий горизонт не порушувався.

7) **підвищення продуктивності сіножатей та пасовищ** шляхом удобрення та зрошування. Види, норми і строки внесення добрив добре вивчені науково-дослідними установами і ними даються рекомендації виробництву. Там звертається увага на те, що добрива вносили диференційовано: враховуючи ґрунтово-кліматичні і рельєфні умови, вид травостою, спосіб використання та застосування зрошення. Недотримання рекомендацій призводить до зниження продуктивності луків або забруднення добривами поверхневих і ґрунтових вод.

8) **зменшення інтенсивності господарського використання сіножатей** шляхом впровадження сінокосзміни. Суть її полягає в тому, що масив сіножатей розбивають на 4-6 ділянок, які скошують у різні фази вегетації рослин. Травостій скошують, коли бобові компоненти вегетують у фазі бутонізації, а злакові у фазі викидання волоті чи колосіння. При скошуванні трав на сіножатах у період цвітіння менше порушується процес нагромадження запасних пластичних речовин у корінні і кореневищах злаків, завдяки чому трави розвиваються нормально. Висота скошування рослин не повинна бути меншою 5-6см, щоб не пошкоджувалась коренева шийка і швидко відростали трави.

9) **зменшення інтенсивності господарського використання пасовищ** шляхом загінного випасання худоби. Суть загінної (діляночної) системи випасання полягає в тому, що кожне пасовище ділиться на рівновеликі загони (ділянки), на кожному з яких випасають худобу протягом 1-5 днів, потім переганяють у сусідній загін, а на стравлених загонах трава відростає протягом 20-40 днів. Там спочатку підкошують нез'їдену траву, розрівнюють екскременти, підживлюють добривами і поливають (якщо є зрошувальна система). Після випасання останнього загону (кінчився перший цикл спасування) тварин знову переганяють у перший, або в один із загонів, де краще відросла трава.

Чергування короткотермінового інтенсивного випасу тварин на тій чи іншій ділянці з подовженим відпочинком травостою на них запобігає

негативному впливу на травостій, дернину і ґрунт. Так, під впливом непомірного випасання відбувається ущільнення та висушування ґрунту, тваринами пошкоджується дернина, а відростаюча трава витоптується, що призводить до випадання із травостою цінних кормових рослин і заміна їх малопродуктивними видами та бур'янами.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Дайте визначення поняття агроландшафту.*
- 2. Що є компонентами агроландшафту?*
- 3. Як класифікують агроландшафти?*
- 4. Що таке екологічно стійкий агроландшафт? Якими заходами можна забезпечити екологічну стабільність агроландшафту?*
- 5. Розкрийте роль заповідних територій у підтриманні екологічної стабільності агроландшафтів.*
- 6. Які завдання вирішуються за допомогою протиерозійних заходів?*
- 7. В чому полягає поліпшення природних кормових угідь?*
- 8. Що таке сінокосзміна?*
- 9. В чому суть загінної системи випасання худоби?*

Розділ IV

АГРОБІОРІЗНОМАНІТТЯ

4.1. ПОНЯТТЯ ПРО АГРОБІОРІЗНОМАНІТТЯ. ФОРМУВАННЯ АГРОБІОРІЗНОМАНІТТЯ

У науковій літературі з генетики, морфології, таксономії та біоценології використовуються словосполучення "генетична біорізноманітність", "морфологічна біорізноманітність", "таксономічна біорізноманітність", "біоценологічна біорізноманітність".

Визначення поняття "біорізноманіття":

1) Міжнародна Конвенція про біорізноманіття (1992) у статті 2: поняття «різноманітність живих організмів» включає в себе різноманітність у межах одного виду, між видами й різноманітність екосистем.

2) У друкованих популярних виданнях Європейського Союзу біорізноманіття розглядається як різноманітність видів, різноманітність генів, різноманітність екосистем, різноманітність ландшафтів.

3) Шеляг-Сосонко та Ємельянов (1997) визначають "біорізноманіття" як універсальне поняття сукупності відношень відмінності та подібності між елементами тієї або іншої множини, яка створює цілісність, стосовно живих організмів.

4) Юрцев (1991) дає універсальне наукове визначення: біорізноманіття – це співіснування різноманітних життєпроявів у межах таксона або на певній території, оцінене за числом варіантів відмінностей та їхнім кількісним співвідношенням.

Таким чином, біорізноманіття має безперервний характер, хоча і може бути зведене до таких структурних рівнів: особини, популяції, угруповання, екосистеми, біосфера.

Згідно матеріалів Конвенції з біологічної різноманітності (2000) агробіорізноманіття, або сільськогосподарське біорізноманіття – це різноманітність і мінливість тварин, рослин та мікроорганізмів на генетичному, видовому і екосистемному рівнях, які необхідні для підтримання найважливіших функцій та структури агроекосистеми, і процесів, що забезпечують виробництво продовольства та продовольчу безпеку. Воно включає дві складові:

- різноманіття диких видів рослин і тварин, які природним чином поширені на сільськогосподарських угіддях;
- різноманіття видів і сортів культурних рослин та видів і порід свійських тварин, а також їхніх предків і споріднених диких таксонів, навіть якщо останні не мешкають на сільськогосподарських землях.

Біорізноманіття в агроекосистемах за походженням поділяють на фракції:

- аборигенна (автохтонна) – корінні види;
- адвентивна (алохтонна) – чужі види, не властиві даній агроекосистемі види, переміщені з інших екосистем;
- новітня – є результатом взаємопроникнення перших двох фракцій;
- культигенна – привнесена людиною і без її підтримки існувати не може (гібриди, не здатні до розмноження).

При дослідженні біологічних умов у створених людиною культурних ландшафтах постає питання про походження організмів, з яких складається тваринний і рослинний світ луків, пасовищ і орних земель, лісосмуг тощо.

Часто походження виду відображається в його екології і пристосуванні до певного місця проживання. Однак багато організмів культурного агроландшафту не завжди існували в даному ареалі, а були занесені людиною свідомо чи випадково.

Більшість *культурних рослин* походить із гірських місцевостей теплих зон земної кулі. З Південно-Західної Азії походять пшениця звичайна, жито, овес, дворядний ячмінь, боби, горох, цибуля ріпчаста, а також плодові дерева — яблуна, груша, слива, вишня, черешня. Їх принесли з собою землеробі-мігранти. Гірські ландшафти та узбережжя Середземного моря – є батьківщиною люпину, цукрових і кормових буряків, капусти, ріпаку. Абіссінське нагір'я є батьківщиною кави, окремих сортів гороху і сочевиці. Індія — батьківщина рису і цукрової тростини.

Після відкриття Америки чимало нових видів культурних рослин (кукурудза, томати, картопля та соняшник) були завезені на лани Європи.

Такі польові культури як овес, буряки та деякі інші овочі були культивовані в Європі. Більшість з них утворилися з бур'янів. До них належать жито і овес, які спочатку засмічували посіви пшениці та ячменю. Вика, сочевиця, льон і горох спочатку також були бур'янами. Інші рослини були спочатку супутниками поселень людини. Вони зустрічалися у місцях звалищ, на купках сміття або гною, звідки були перенесені на городи, щоб служити приправою до їжі – це буряки, шпинат, гірчиця, селера тощо.

Бур'яни – рослини, що пристосувалися до умов на полях, де вирощують сільськогосподарські культури. Частина з них походить з тих же місць, з яких перемістилися культурні рослини, інші з'явилися лише в історично недавньому часі, але значна частина бур'янів утворилася від місцевої дикорослої флори. Звільняючи від лісів та обробляючи, землероби створили ділянки землі з сприятливими умовами для багатьох видів лучних рослин.

Культури, що мають своїх предків у місцевій флорі, заселяються тими ж видами *комах*, що і їх дикі родичі (наприклад, жито, пшениця, овес, ячмінь, капуста, буряки, цибуля тощо). Із початкової фауни, що проживала до вирубування лісів і освоєння під сільськогосподарське виробництво, в місцях, нині перетворених у поля і луки, залишилося не дуже багато видів. Найкраще збереглися комахи — жителі лісових узлісь і світлих лісів, які знаходять добрі умови в плодкових садах. Це малиновий жук, квіткоїд яблуневий, непарний

шовкопряд, золотогуз, кільчастий шовкопряд, зимовий п'ядун, яблунева міль, щитівка яблунева комоподібна, червоний плодовий кліщ. Із паразитуючих комах до лісових видів належить трихограма. Вихідним біотипом для хлібного жука-кузьки, хлібної жужелиці, лучного метелика і пирійних вогнівок був Степ.

Фауна полів збільшується також за рахунок інтродуцентів – видів, що завозяться разом з культурами або заносяться людиною. До таких належать горохова зернівка, що походить із Середземномор'я, квасолева зернівка — з Південної Америки, колорадський жук, завезений з Північної Америки та ін.

У питанні про походження *домашніх тварин* все ще немає повної чіткості. Близько 10000 років тому були одомашнені собаки і більше 9000 років тому — вівці й кози, а велика рогата худоба — набагато пізніше. Нарешті, свиня належить до найбільш давніх домашніх тварин. У Середній Європі домашні тварини з'явилися не менше 5000 років тому (в різних місцях у різні періоди).

Вважається, що вовк є предком домашніх собак. Вихідною формою для домашньої кози вважається безоарська коза із Передньої Азії. Серед предків вівці слід назвати аральську вівцю, що проживала в степах між Каспійським і Аральським морями. Корови походять від диких биків і турів, а домашня свиня — від євразійської дикої свині (кабана), що поширений на всій території від Європи до Східної Азії. Стародавній центр одомашнювання дикого коня знаходився понад 5000 років тому в українських і казахських степах. Можливо, в цей же час вже утримували в домашніх умовах дику курку на її батьківщині в Західній Індії. Домашній голуб походить від сизого голуба із Середземномор'я, а качка — від дуже поширеного в Європі крижня. Домашня гуска була приручена в Єгипті і в Європі й походить від дикої гуски.

Велика кількість видів *тварин, що проживають на сільськогосподарських землях*, особливо в помірній лісовій зоні, походить із тих, що водяться на берегах річок, низинних та інших боліт. Це — водяна полівка, сірий пацюк, болотяна очеретянка.

Багато тварин степів і напівпустель реагували на антропогенні зміни ландшафту втечею з освоєних людиною площ. З іншого боку, значна кількість видів утримувалася в нових сільськогосподарських біотопах. Так, після розорювання цілинних земель зменшилася популяція травоядних гризунів, таких, як пеструшка степова або полівка вузькочерепна, а для зерноїдних видів (миша курганчикова і хом'як) склалися більш сприятливі умови.

Вирубування лісу дало можливість цілому ряду лісостепових і степових птахів перетворитися у характерні види для агроландшафту в зоні листяних лісів. Такими птахами є шпак звичайний, коноплянка, горобець хатній і польовий, жайворонок, просянка, коростель, сіра куріпка, дрофа.

4.2. ДЕГРАДАЦІЯ АГРОБІОРИЗНОМАНІТТЯ. БІОЛОГІЧНІ ІНВАЗІЇ ЯК ЗАГРОЗА АГРОБІОРИЗНОМАНІТТЮ

Деградація агробіорізноманіття визначається за такими *критеріями*:

- зміна площ ареалів компонентів агробіорізноманіття, тобто звуження ареалів видів, які не виявляють толерантності до господарської діяльності, або після якогось терміну використання перестають цікавити людину;
- погіршення внутрішніх умов ареалу до таких меж, коли толерантної біоти взагалі не залишається, так зване опустелювання;
- витіснення менш толерантних до діяльності людей видів більш толерантними.

Фактори деградації агробіорізноманіття можуть бути поділені на:

- **прямі** – безпосередній вплив на життєдіяльність суб'єктів агробіорізноманіття;
- **опосередковані** – зміна абіотичних та біотичних параметрів агроєкосистеми.

До прямих факторів належать:

Використання гербіцидів допомагає позбутися більшості популяцій коменсалів (рослин-супутників). Наприклад: бур'яни зернових, зокрема волошка синя, кукуль, сокирки, легузія стали надзвичайно рідкісними.

Використання інсектицидів призводить до знищення не лише комах-шкідників, а й значної частини корисної фауни. Також це негативно позначається на забезпеченні їжею тварин, які живляться комахами – жайворонки, куріпки та інші птахи, які гніздяться на землі.

Фактори, що впливають на флору та фауну опосередковано:

Різні види сільськогосподарських забруднень. Значна концентрація тварин на сучасних свино- або птахофермах, так само як і висока щільність утримання великої рогатої худоби, спричинюють виділення аміаку в атмосферу. Коли цей аміак знову потрапляє в ґрунт разом з атмосферними опадами, він прискорює евтрофікацію середовища.

Нітрати з ферм, фосфати та гербіциди з полів, можуть просочуватися у підземні води або з поверхневим стоком потрапляти до річок та струмків. Евтрофікація водойм спричинює швидке розмноження водоростей, що пригнічує водні види тварин, які звикли жити в чистому середовищі. Висока концентрація у воді гербіцидів може руйнувати водну флору.

Зменшення кількості видів, які використовуються в сільському господарстві. На сучасному етапі селекційна політика у сільському господарстві полягає у використанні невеликої кількості високопродуктивних комерційних порід тварин і сортів культурних рослин та постійні їх інтродукції в нові еколого-географічні умови. Глобальне поширення їхніх генофондів супроводжується витісненням місцевих форм, що призводить до звуження генетичної різноманітності всередині самих сільськогосподарських видів. Звісно, що старі породи являють собою безцінний генетичний матеріал, так як вони найбільш адаптовані до місцевих умов середовища та особливостей систем тваринництва. Це саме стосується й культурних сортів рослин.

Чимало непродуктивних, але багатих на види травостоїв, розорюють заради вирощування польових культур або пересівають кормовими травами. На сіножатях і пасовищах внесення добрив прискорює ріст продуктивних видів

трав, які пригнічують види, що зростають повільніше. На луках із застосуванням інтенсивних технологій залишається від 10 до 20 видів рослин, які зростають на 100м² луки. В той час як на природних луках їх може бути близько 50. Зникнення рослин супроводжується зникненням пов'язаних з ними комах, передусім метеликів.

Проблема не аборигенних організмів та інвазійних видів є загрозою для агробіорізноманіття та довкілля в цілому як явище з прогнозованими небажаними наслідками, які можуть у певний момент часу на певній території завдати шкоди або збитків.

Біологічні інвазії в агроєкосистемі особливо небезпечних агресивних організмів (бур'янів, комах, грибів, мікроорганізмів, вірусів) призводять до конфлікту адвентивних видів з аборигенними, так як посилюють конкуренцію за екотопи як у природних, так і антропогенних місцезростаннях. При наявності конкурентноспроможного інвазійного виду заселення цих екоотопів аборигенними видами буде відбуватися дуже повільно або взагалі може не відбуватися.

Вчені (Протопопова, Бурда, Мосякін та ін.) неодноразово наголошували на проблемі занесених видів, які потрапляють в Україну з багатьох країн Європи, Близького сходу та Африки, де вони розповсюджені, але відсутні на території України та мають карантинне значення для неї.

Джерелами загрози агробіорізноманіттю можуть бути:

- а) адвентизація неаборигенних небезпечних для довкілля видів;
- б) використання ГМО.

Занесення та розповсюдження неаборигенних видів відбувається навмисним та не умисним поширенням їх людиною, тому запобігання інвазіям неаборигенних організмів є відповідальністю усіх землевласників та землекористувачів (незалежно від форми власності).

Адвентизація флори та фауни може відбуватися за рахунок таких процесів:

- а) цілеспрямована інтродукція видів з високою інвазійною здатністю;
- б) випадкове потрапляння видів-вселенців разом з інтродукованими видами чи іншими антропогенними діями;
- в) занесення та експансія адвентивних видів, викликана зміною екологічних умов (створення нових екологічних ніш, значна кормова база, відсутність чи слабкий прес хижаків тощо).

Адвентивні види – це неаборигенні здатні до експансії види, які потенційно можуть розширити свій ареал і створити небезпеку для аборигенної флори і фауни. У результаті антропогенної трансформації умов середовища і заміни аборигенних видів занесеними в агроєкосистемах України адвентивними є 54% видів вищих рослин. Це, наприклад сегетальні бур'яни *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv., *Thlaspi arvense* L., які можуть звужувати або розширювати свій екологічний та географічний ареали, але в агроєкосистемах наявні постійно.

Інтродукція – це перенесення живих організмів з інших географічних зон та вирощування за межами їх природного ареалу. Наприклад, адвентивними

видами, що були цілеспрямовано інтродуковані до дніпровських водосховищ з метою підвищення їх рибопродуктивності, є представники далекосхідної іхтіофауни — товстолоб звичайний, товстолоб пістрявий, білий амур.

Через випадкове потрапляння набули поширення хвороби спадково-зумовлені, які раніше не були поширеними у аборигенних порід великої рогатої худоби, такі як лейкоз ВРХ.

Карантинні організми. За наказом Міністерства сільського господарства і продовольства України від 15 березня 1994 року № 80 (із змінами і доповненнями, внесеними наказом Міністерства аграрної політики України від 27 грудня 2002 року № 412) «Про затвердження Положення про Головну державну інспекцію з карантину рослин України» перелік карантинних об'єктів, керівництво та організація захисту рослин здійснюються державною службою захисту рослин Мінагрополітики України і державною службою карантину рослин при Мінагрополітики.

Чинний у нашій країні Закон України "Про карантин рослин" (1993) визначає загальні правові, організаційні та фінансово-економічні основи діяльності з карантину рослин, а також деякі поняття та терміни. Зокрема, карантинним об'єктом вважається шкідник, збудник хвороби рослин чи бур'ян, який відсутній або обмежено поширений на території України, але який може завдати значної шкоди рослинам або рослинній продукції.

В Україні чинний "Перелік шкідників, хвороб рослин і бур'янів, які мають карантинне значення для території України", затверджений 19.06.1992 р. Він включає 166 видів, серед яких карантинних рослин є 53 види, в тому числі 20 видів зовнішнього карантину. Види внутрішнього карантину поділені на 2 групи. До першої групи належать обмежено поширені в Україні (8 видів):

- 1) Степовий гірчак звичайний - *Acroptilon repens* (L.) DC.,
- 2) Амброзія полинолиста - *Ambrosia artemisiifolia* L.,
- 3) *A. трироздільна* - *A. trifida* L.,
- 4) *A. багаторічна* - *A. psilostachya* DC.,
- 5) Ценхрус малоквітковий - *Cenchrus tribuloides* L.,
- 6) Повитиця польова - *Cuscuta campestris* Juncker,
- 7) Іпомея плющовидна - *Ipomoea hederacea* (L.) Jacq.,
- 8) Паслін рогатий - *Solanum rostratum* Dun.

До другої групи належать потенційно небезпечні види вищих рослин, що потребують додаткового вивчення (25 видів):

- 1) Череди двічіпирчаста - *Bidens bipinnata* L.,
- 2) Чорнощир піхвовий - *Iva axillaris* Pursh.,
- 3) Полін Турнефорта - *Artemisia tournefortiana* Reichenb.,
- 4) П. Сіверса - *A. sieversiana* Willd.,
- 5) Щириця Пальмера - *Amaranthus palmeris* S.Wats.,
- 6) Молочай зубчастий - *Euphorbia dentata* Michx.,
- 7) Лобода Берландієра - *Chenopodium berlandieri* Meg.,
- 8) Кардарія опушена - *Cardaria pubescens* (C.A. Mey.) Jarm.,
- 9) Тортулініум родючий - *Tortulinium ferax* (Rich) Urb.,
- 10) Курай пагорбовий - *Salsola collina* Pall.,

- 11) Шавлія відігнута - *Salvia reflexa* Hornem.,
- 12) Сіда колюча - *Sida spinosa* L.,
- 13) Райманія розсічена - *Raimania laciniata* (Hill) Rose,
- 14) Ремерія заломлена - *Roemeria refracta* DC.,
- 15) Плоскуха колюча - *Echinochloa muricata* Beauv.,
- 16) П. рисова - *E. oryzoides* Ard.,
- 17) Шерстяк волохатий - *Eriochloa villosa* (Thunb) Kunth.,
- 18) Просо вілчастоквіткове - *Panicum dichotomiflorum* Michx.,
- 19) Елевзіра індійська - *Eleusine indica* L.,
- 20) Мишій Фабера - *Setaria faberi* Herrm.,
- 21) Сорго алепське - *Sorghum halepense* (L.) Pers.,
- 22) Щавель триязичковий - *Rumex triangulivalvis* (Dancer) Rechf.,
- 23) Паслін парадоксальний - *Solanum heterodoxum* Dunal.,
- 24) П. сухоребриколистий - *S. sisymbriifolium* Lam.,
- 25) Кропива коноплева - *Urtica cannabina* L..

Карантинні заходи спрямовані на запобігання занесенню на поля особливо шкідливих, відсутніх або обмежено поширених на конкретній території бур'янів, які включені в перелік карантинних об'єктів, із-за кордону (зовнішній карантин) або в межах країни з одного регіону в інший (внутрішній карантин).

Розвиток біобізнесу. Біобізнес – це експлуатація природних популяцій раритетної частини біоти у зв'язку з розвитком культури утримання нетрадиційних об'єктів (страуси, крокодили тощо).

З домашніх тварин специфічну загрозу біорізноманіттю можуть створювати лише такі чужоземні види, що здатні натуралізуватись в природному середовищі і зайняти екологічну нішу аборигенних видів, порушивши тим самим структурно-функціональні зв'язки в екосистемі, або здатні гібридизуватись з дикими тваринами з такими ж наслідками. Прикладом такої загрози є поширення американської норки, що розводиться на звірофермах і, втікаючи з ферм, утворює вільноживучі локальні популяції в тих ділянках ареалу європейської норки, де вона ще збереглась. Це призводить до витіснення аборигенного виду більш сильним суперником.

Небезпеку для збереження генетичного фонду свині дикої може становити розведення в деяких господарствах гібридів дикої свині з домашньою – так званих «мангалів», у випадку потрапляння таких гібридів у природні угіддя.

Одним із вагомих наслідків поширення адвентивних рослин та тварин є інсуляризація популяцій аборигенних видів. Як відомо, стійкість виду визначається розмірами популяції, її чисельністю, щільністю, здатністю до обміну генетичною інформацією, наявністю мінливості, яка забезпечує гетерозиготність популяції. Зменшення щільності популяцій та розчленованість їх внаслідок вторгнення більш конкурентноспроможного адвентивного виду призводить до зменшення гетерозиготності популяції і зростання ступеня інбридингу, що негативно позначається на репродуктивній спроможності та життєздатності. Адвентизація також може спричинити засмічення генофонду

споріднених видів через їх гібридизацію з адвентивними. Наприклад, середземноморський вид *Centaurea diffusa* утворює гібриди з декількома видами аборигенних волошок, що розхитує генетичну структуру виду і може призвести до його зникнення.

На сьогоднішній день шляхом генної інженерії створено цілий ряд сортів рослин, стійких до гербіцидів, комах-шкідників, вірусних захворювань, зі зміненими фізіологічними характеристиками (строки досягання, вміст білку та жирних кислот тощо), які з 1995 року стали широко використовуватись на полях. Домінуючими трансгенними культурами є соя, кукурудза, ріпак, бавовна.

Усі *генетично модифіковані організми (ГМО)* містять генетичний матеріал, отриманий ними завдяки горизонтальному переносу, тобто, від чужорідних для них організмів. Отже, вони містять екзотичний для себе генетичний матеріал, який може служити вектором переносу такої екзотичної ДНК до інших представників того ж виду. Наприклад, відомо, що агробактерії поширюються серед представників різноманітних таксонів рослин і можуть вносити свої власні гени в геноми господарів, проте в природних умовах вони не переносять екзотичних генів третіх видів.

До того ж генетична структура ГМО характеризується підвищеною нестабільністю, оскільки кількість копій і місце інтеграції чужорідного спадкового матеріалу контролювати достатньо важко. Тому це може спричинити непередбачуваний мутагенез, активізувати різноманітні мобільні елементи геному самого господаря і створити якісно нові міжгенні взаємодії, які можуть реалізуватися у фенотипі, у вигляді пристосованості і продуктивності ГМО.

У використанні ГМО передбачають наступні загрози для біорізноманіття з урахуванням ризиків здоров'я людини:

1) завдяки горизонтальному генному потоку будуть генетично модифіковані всі представники сільськогосподарського виду, у тому числі і представники предкових природних рас у центрах походження доместикованих видів рослин, в результаті чого вихідний буде зникати предковий генофонд;

2) так як неможливо спланувати ті рекомбінаційні процеси, у які вступає генна конструкція, що потрапила в геном господаря, можлива поява нових, незапланованих генних конструкцій, нових вірусів, супербур'янів і супервекторів для переносу нових генетичних елементів;

3) індукція геномної нестабільності в геномах-мішенях генетичної модифікації може в подальшому призвести до звуження агробіорізноманіття;

4) оскільки генні конструкції часто несуть гени стійкості до антибіотиків можлива зміна бактеріальної компоненти людини у бік підвищення її стійкості до антибіотиків;

5) недостатньо дослідженими залишаються алергенні властивості екзотичних білків, що потрапляють у їжу, для людини і для імунної системи людства взагалі.

Усі перераховані можливі небезпеки реально існують і потребують спеціальних досліджень, які і проводяться в окремих наукових підрозділах

Канади, Англії та Америки.

Основними шляхами розв'язання проблеми занесених (неаборигенних) видів рослин є:

- запобігання ввезенню та розселенню потенційно небезпечних організмів і карантин рослин;
- безпосереднє регулювання видового багатства та чисельності шкідників, збудників хвороб і бур'янів (захист рослин);
- контроль усіх етапів інтродукційної діяльності, тобто завезення та акліматизації нових неаборигенних лісових порід, сільськогосподарських культур, генетично модифікованих організмів.

4.3. ЗБЕРЕЖЕННЯ АГРОБІОРИЗНОМАНІТТЯ

Серед причин, що змушують турбуватися про збереження агробіорізноманіття, такі:

- Агробіорізноманіття репрезентує банк генів. Всі сорти є цінним вихідним матеріалом для селекції, тому потребують ретельного збереження. Дикі екотипи культурних видів можуть мати очевидні переваги (стійкість до хвороб, посухи, холоду тощо), що завдяки генній інженерії може бути використано для поліпшення культурних видів.

- Флора та фауна загалом є природною спадщиною, яка має наукову, культурну, рекреаційну, етичну цінність для наступних поколінь.

- Різноманіття ландшафтів також має зберігатися, тому що змінені певною мірою внаслідок людської діяльності, ландшафти набувають вагомого місця в наших традиціях і нашому світогляді. Так, Україна є аграрною країною і майже половину її території займають сільськогосподарські ландшафти.

- Велике біологічне різноманіття – фактор стійкості біосфери, воно дозволяє використовувати широкий асортимент ресурсів, забезпечує буферність трофічних ланцюгів.

- Важлива також моральна сторона — все живе має право на існування. Прямо або опосередковано людством за порівняно короткий період історії його існування було знищено до 10% видів живих організмів. Темпи знищення видів рослин та тварин досягли 150 видів на рік.

Стратегічні питання зменшення шкідливого впливу сільськогосподарського виробництва на біорізноманіття інших екосистем досить повно і чітко відпрацьовано в законодавстві. Але водночас, у жодному з нормативно-правових документів чітко не відзначено, що сорти культурних рослин та породи свійських тварин є повноправними об'єктами біорізноманіття, які потребують збереження.

Основними шляхами збереження агробіорізноманіття є такі:

1. *Створення колекцій насіннєвого матеріалу сортів культурних рослин:*

11 найбільших у світі національних колекцій генетичних ресурсів зберігають біля 1/3 усього генетичного різноманіття сільськогосподарських культур в таких країнах як Китай, США, Росія, Японія, Індія, Південна Корея, Німеччина, Канада, Бразилія, Італія, Ефіопія. Крім того, 12% усіх генетичних ресурсів

зберігається в міжнародних дослідницьких центрах, що фінансуються міжнародними установами: Міжнародний центр аграрних досліджень сухих зон (ICARDA – Близький Схід), Міжнародний центр сільського господарства тропіків (CIAT – Південна Америка), Міжнародний центр поліпшення кукурудзи і пшениці (CIM-MYT – Мексика), Міжнародний дослідницький центр культур для тропіків (ICRISAT – Індія), Міжнародний центр сільського господарства для тропіків (ПТА – Африка) і Міжнародний інститут досліджень рису (IRRI – Малайзія).

2. *Збереження генофондів рідкісних та зникаючих порід тварин in situ* (на місці, де вони утворилися). Спеціально спрямованих програм збереження зникаючих порід домашніх тварин in situ поки що, на жаль, не існує.

3. *Збереження давніх порід тварин у спеціальних резерватах, заповідниках або на реліктових фермах*, що мають державний статус. Аграрна цивілізація виникла приблизно 10 тисяч років тому і базувалася на невеликій кількості доместикованих видів рослин і тварин, таких як кози, вівці, велика рогата худоба, а також пшениця, рис, що і дотепер є основними видами сучасного сільського господарства. Тому зменшення внутрішньовидової різноманітності цих видів є глобальною проблемою і потребує розробки спеціальних програм їхнього збереження. Україна є унікальним власником ряду локальних порід домашніх тварин, що мають світове значення. Наприклад, сіра українська худоба, що пов'язує генофонд предкового дикого виду з усіма європейськими породами великої рогатої худоби, а також лебединська порода, білоголова українська і ряд інших. У коней до таких проміжних форм між диким видом і домашніми породами відносять гуцульську породу коней. Гірськокарпатські вівці складають унікальну частину генофонду овець, також тісно пов'язану з предковими формами. В Україні створення реліктових ферм ускладнено з організаційних і економічних причин.

4. *Геногеографія сільськогосподарських видів*, тобто спеціальні дослідження залежності генофондів порід тварин і сортів культурних рослин від еколого-географічних умов їхнього розведення, від рівнів техногенного забруднення. Екологічні зміни, спричинені радіоактивним забрудненням в Українському Поліссі, можуть впливати не тільки на ефективність використання порід і сортів сільськогосподарських видів, але й на збереження генетичного різноманіття сільськогосподарських видів в цілому.

5. *Створення генетичних паспортів місцевих сортів культурних рослин* шляхом дослідження їх генофондів із використанням сучасних молекулярно-генетичних методів. У 2000 році Україна уклала Угоду про співробітництво в сфері збереження і використання генетичних ресурсів культурних рослин держав-учасниць СНД.

6. *Збереження методом біотехнологій*. Тут існує два основних прийоми:

а) Збереження сперми, ембріонів або ДНК в стані глибокого охолодження у рідкому азоті. Потім ембріони можна імплантувати в матку особин близьких видів та отримати потрібні особини в бажаній кількості.

б) Трансплантація ембріонів рідкісних тварин, популяції яких стали такими малими, що в них не вистачає самок для виношування потомства.

7. *Природно-заповідні території* відіграють у ландшафті роль еталонів, за якими звіряють усі зміни, що відбуваються в природі на певній території. Крім того, вони зберігають генофонд диких родичів наших культурних рослин, корисні властивості яких використовуються селекціонерами. Природно-заповідні території — це і добра насіннева база для луківництва і лісівництва, використовуючи яку, значною мірою можна підвищити продуктивність лісів та лук. Тому створення "екологічного каркасу" – мережі природно-заповідних територій та об'єктів – є одним з найефективніших шляхів вирішення проблеми охорони біорізноманіття рослинного і тваринного світу на ландшафтному, ценотичному та популяційному рівнях.

8. *Переселення рослин, птахів і ссавців*. Використовують два способи: акліматизацію та реакліматизацію. Акліматизація — це процес переселення рослин і тварин в нові умови існування. Реакліматизація — переселення видів на ті території, де вони жили раніше, але потім були знищені.

Запитання для самоконтролю:

1. *Дайте визначення поняття «агробіорізноманіття» згідно матеріалів Конвенції з біологічної різноманітності (2000).*
2. *Які фракції за походженням включає в себе агробіорізноманіття?*
3. *Звідки походять рослини та тварини, що мешкають на сільськогосподарських землях?*
4. *Якими критеріями визначається деградація агробіорізноманіття?*
5. *Розкрийте джерела загрози агробіорізноманіттю.*
6. *Назвіть основні шляхи розв'язання проблеми занесених видів рослин?*
7. *Розкрийте значення та назвіть шляхи збереження видового агробіорізноманіття.*

Розділ V

ГРУНТ ЯК СТАБІЛІЗУЮЧИЙ ФАКТОР АГРОЕКОСИСТЕМ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАНУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

5.1. ПОНЯТТЯ ПРО ГРУНТ ТА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ. ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ТА ЗНАЧЕННЯ ГРУНТУ В АГРОЕКОСИСТЕМАХ

Ґрунт є основою агроєкосистеми та основним засобом виробництва у сільському господарстві. Людство з ґрунту отримує 95% всіх продуктів харчування, тому збереження родючості ґрунтів є головним завданням у сільськогосподарському виробництві.

Основоположником вчення про ґрунти є російський учений В.В.Докучаєв (1846–1903), який дослідив процес ґрунтоутворення і дав перше наукове визначення ґрунту (1879): «Ґрунт – це ті денні або близькі до них горизонти гірських порід (все одно яких), які були більш менш природно змінені взаємним впливом води, повітря і різного роду організмів – живих і мертвих, що і позначається певним чином на складі, структурі і кольорі таких утворень». В.В.Докучаєв довів, що ґрунти є результатом складної взаємодії гірських порід, клімату, рослинних і тваринних організмів, рельєфу і віку країни.

В.В.Докучаєвим був відкритий закон світової зональності ґрунтів. Суть цього закону: поширення ґрунтів на Землі підкоряється у загальних рисах закону природної широтної зональності і кожній природній зоні відповідає свій «зональний» тип ґрунту. Причому кожна природна зона характеризується не одним типом ґрунту, а певним набором пов'язаних між собою, але генетично не зв'язаних ґрунтових типів.

Розроблена В.В.Докучаєвим концепція ґрунту як дзеркала ландшафту була покладена в основу генетичного вчення про ґрунти. Концепція заснована на уявленні про те, що ґрунт є результатом розвитку материнської породи під дією комплексу визначеного сполучення п'яти факторів ґрунтоутворення: клімату, рельєфу, життєдіяльності живих організмів, ґрунтоутворюючих порід, віку країни.

Процес ґрунтоутворення – це сукупність явищ перетворення речовин та енергії у верхньому шарі земної кори під впливом комплексу природних факторів. Цей процес надзвичайно повільний. На утворення одного сантиметра ґрунту природа витрачає близько 100 років.

До найважливіших складових ґрунтоутворюючого процесу належать:

- утворення органічної речовини та її руйнування;
- акумуляція органічних і неорганічних речовин та їх винос;
- розкладання первинних і вторинних мінералів та синтез нових;

- надходження вологи в ґрунт і повернення її в атмосферу внаслідок транспірації та випаровування;

- поглинання ґрунтом променистої енергії Сонця, що супроводжується нагріванням ґрунту, та випромінювання енергії ґрунтом при його охолодженні.

Ґрунт – самостійне природно-історичне біоорганомінеральне тіло, яке виникло на поверхні земної кори внаслідок тривалої взаємодії біотичних, абіотичних і антропогенних факторів; має специфічні генетико-морфологічні ознаки та властивості, головною з яких є родючість.

Будь-який ґрунт можна розглядати як гетерогенну, багатофазну систему, що складається з трьох фаз: твердої, рідкої і газоподібної.

В твердій фазі переважають мінеральні утворення (50-60% від загального складу ґрунту), які представлені первинними (кварц, польові шпати) і вторинними мінералами (глинисті мінерали: каолініт, монтморилоніт, гідрослюди; мінерали оксидів заліза, алюмінію, марганцю, кремнію; солі: доломіт, сода, кальцит, магнезит, гіпс, ангідрит, мірабіліт, галіт, фосфати, нітрати, сульфідні тощо). До цієї ж фази відносяться різні органічні речовини (до 10 %), зокрема гумус або перегній, а також ґрунтові колоїди, що мають органічне, мінеральне або органо-мінеральне походження.

Рідку фазу ґрунту (ґрунтовий розчин, 25-30 %) складає вода з розчиненими в ній органічними і мінеральними речовинами, а також газами.

Газову фазу ґрунту (15-25 %) складає «ґрунтове повітря», яке включає гази, що заповнюють вільні від води пори, а також гази, адсорбовані колоїдними часточками і розчинені в ґрунтовому розчині.

До зовнішніх морфологічних ознак відносяться будова, потужність профілю і окремих горизонтів, забарвлення, гранулометричний склад, структура, щільність складення, новоутворення, включення.

Будова ґрунтового профілю. Шарувата структура ґрунту виникає в результаті взаємних переміщень в ній продуктів органічного і неорганічного походження. Ґрунт складається з декількох горизонтів (шарів з однаковими ознаками), що виникають в результаті складної взаємодії материнських гірських порід (підґрунтя), клімату, рослинних і тваринних організмів (особливо бактерій), рельєфу місцевості. Виділяють чотири основні горизонти, що різняться за морфологічними та хімічними властивостями:

- перегнійно-аккумулятивний горизонт (Н), в якому нагромаджується і перетворюється органічна речовина;

- елювіальний горизонт (Е) (від латинського *eluo* – вимивати), з якого промивними водами частина сполук виноситься в нижні горизонти;

- ілювіальний горизонт (І) (від латинського *illuo* – вмивати), де осідають і перетворюються вимиті з верхніх горизонтів речовини;

- материнська порода (Р), матеріал якої в результаті процесів фізичного, хімічного, біологічного вивітрювання перетворюється в ґрунт.

У межах кожного горизонту виділяють шари, що також сильно відрізняються за властивостями. Якщо межі між горизонтами нечіткі, то можуть наголошуватися перехідні горизонти.

Система генетичних горизонтів, що послідовно змінює один одного по вертикалі утворює ґрунтовий профіль.

Потужність ґрунтового профілю – загальна протяжність всіх горизонтів до материнської породи. У різних ґрунтів вона коливається від 40-50 см до 2,5 м (у чорноземів). Потужність ґрунтового горизонту – протяжність від його верхньої до нижньої межі.

Структура ґрунту – це агрегати, на які він мимовільно розпадається в стані оптимальної вологості. З морфогенетичної точки зору розрізняють три види структури (по С.А.Захарову): кубоподібну, призмоподібну і плитоподібну. У середині кожного типу, залежно від розміру агрегатів і ступеня вираженості граней і ребер, виділяють види (наприклад: кубоподібна структура буває: глибиста, грудкувата, пилювата, горіхувата, зерниста тощо. З агрономічної точки зору структурними є тільки ґрунти, що мають кубоподібну структуру (зернисту, середньо- і дрібногоріхувату, середньогрудкувату), так як вона характеризується рівністю горизонтальної і вертикальної осей, високою водоміцністю та забезпечує сприятливі водно-повітряні властивості для росту рослин. Кількість і міцність ґрунтових агрегатів постійно змінюється: частина їх руйнується внаслідок обробітку ґрунту, переущільнення, під впливом хімічних процесів тощо.

Гранулометричний склад. Тверда фаза ґрунту складається з механічних елементів, тобто відокремлених часточок порід, мінералів та аморфних сполук різної форми і розмірів, які розрізняються по мінералогічному і хімічному складу (за Н.А.Качинским). За походженням вони діляться на мінеральні (95-98%), органічні і органо-мінеральні. Елементарні часточки однакового розміру об'єднуються у фракції: каміння – діаметр часточок > 3мм, гравій – 1-3, пісок: дрібний – 0,05-0,25, середній – 0,25-0,5, крупний 0,5-1, пил: дрібний – 0,005-0,01, крупний – 0,01-0,05, мул: тонкий – 0,0005-0,001, грубий – 0,001-0,005; колоїдні часточки – 0,0001-0,0005мм.

Частинки розміром більше 1 мм називають ґрунтовим скелетом або крупноземом, менше 1 мм – дрібноземом. Суму всіх частинок розміром менше 0,01 мм називають фізичною глиною, а більше 0,01 мм – фізичним піском. Суму всіх часточок розміром менше 0,001 мм називають мулистою або тонкодисперсною фракцією.

Гранулометричним (або механічним) складом називається відносний вміст в ґрунті або породі фракцій механічних елементів. Класифікація по гранулометричному складу проводиться об'єднанням порід і ґрунтів в декілька груп з характерними для них фізичними і хімічними властивостями. В основу класифікації ґрунтів по гранулометричному складу (за Н.А.Качинським) покладено вміст в ній фізичної глини і фізичного піску (табл. 5.1).

Гранулометричний склад ґрунтів має велике агрономічне значення. Від нього залежать всі властивості і режими: водний, тепловий, повітряний, поживний; всі фізичні і фізико-механічні властивості. Піщані і супіщані ґрунти добре водопроникні, мають сприятливий тепловим і повітряним режим, легко обробляються, але безструктурні, бідні гумусом і зольними елементами, мають низьку поглинальну здатність і буферність, погано утримують воду. Глинисті

грунти, навпаки, поволі прогріваються, мають високу вологоємність, тому недостатньо аеровані, важкі при обробці, але багаті елементами живлення, мають високу поглинальну здатність і буферність.

Таблиця 5.1

Класифікація ґрунтів по гранулометричному складу

Гранулометричний склад	Вміст фізичної глини	Вміст фізичного піску
Пісок рихлий	0-5	100-95
Пісок зв'язний	5-10	95-90
Супісок	10-20	90-80
Суглинок легкий	20-30	80-70
Суглинок середній	30-45	70-55
Суглинок важкий	46-60	55-40
Глина легка	60-75	40-25
Глина середня	75-85	25-15
Глина важка	85	15

Для детальнішого вивчення ґрунтів, підвищення їх родючості і ефективного використання всі ґрунти класифіковані, тобто об'єднані в групи за походженням, властивостями і рівнем родючості. В даний час прийняті наступні класифікаційні одиниці: тип, підтип, рід, вид і різновидність.

Під типом мають на увазі групу ґрунтів, що сформувалися в однакових природних умовах, мають подібні властивості і рівень родючості. Прикладом типу можуть служити дерново-підзолисті ґрунти, чорноземи, солонці, каштанові ґрунти тощо. Підтипи виділяють в межах типу на основі прояву супутнього ґрунтоутворюючого процесу (наприклад, чорноземи можуть підрозділятися на опідзолені, вилуговані, типові тощо). Роди характеризують склад ґрунтоутворювальних порід, хімізм ґрунтових вод тощо (наприклад: чорнозем вилугований на легких породах, чорнозем південний солонцюватого солончакового). Види ґрунтів виділяють в межах роду, залежно від ступеня розвитку ґрунтоутворюючого процесу – ступеня підзолистості, глибини гумусованості (наприклад: чорнозем потужний, чорнозем глибокий). Різновид характеризує механічний склад верхньої частини профілю ґрунту (супіщаний, суглинковий).

Органічна речовина ґрунтів – це сукупність живої біомаси (едафон), органічних залишків рослин, мікроорганізмів і тварин різного ступеня розкладеності, продуктів їх метаболізму і гумусу. Наземні і внутрішні ґрунтові організми після свого відмирання у вигляді мертвої органічної речовини надходять у ґрунт, де вона піддається складним біохімічним перетворенням.

Органічні сполуки, що надходять в ґрунт у складі залишків рослинних і тваринних організмів руйнуються до простих неорганічних сполук (вуглекислий газ, вода) або перетворюються до нових органічних сполук. Комплекс новоутворених специфічних ґрунтових органічних сполук називається гумусом. Таким чином, *гумус* – сукупність всіх органічних сполук,

що знаходяться в ґрунті, але не входять до складу живих організмів або утворень, що зберігають анатомічну будову, не беруть участь в побудові тканин рослинних і тваринних залишків. До складу гумусу входять гумінові речовини, до яких відносяться гумінові кислоти, гумусні кислоти, гуматомеланові кислоти, фульвокислоти, гумін, різного роду індивідуальні органічні сполуки біологічного походження, а також техногенні органічні сполуки, що потрапляють в ґрунт при внесенні добрив, пестицидів, обробітку ґрунту та його техногенному забрудненні.

Гумус є найхарактернішою частиною ґрунту, з вмістом якої пов'язана його родючість. В гумусі зберігаються основні елементи живлення рослин, в першу чергу азот, сірка, фосфор, калій, а також мікроелементи (кобальт, молібден, мідь і ін.). Ці елементи вивільняються в результаті діяльності мікроорганізмів і стають доступними рослинам. Гумус частково визначає поглинальну здатність ґрунтів. Гумус впливає на ряд морфологічних і фізичних властивостей ґрунтів (вологоемність, аерацію, теплові властивості), обумовлює їх колір і структуру.

Найважливішою властивістю ґрунту є його родючість. **Родючість** – це здатність ґрунту забезпечувати рослини всіма необхідними умовами росту і розвитку (а не тільки поживними речовинами, водою і повітрям). Потужність гумусного шару і вміст гумусу в ґрунті є одним з найважливіших показників рівня родючості ґрунтів. Вона також визначається щільністю ґрунту, материнською породою, концентрацією біогенних макро- і мікроелементів, тепловим режимом, хімічним складом ґрунтового повітря, багатством живої речовини, відсутністю забруднювачів, шкідників та збудників хвороб рослин.

Розрізняють два види родючості — природну, або потенційну, та штучну, або ефективну.

Природна родючість ґрунтів визначається наявністю в них природних запасів поживних речовин та гідротермічним режимом. Кожному типу ґрунту властива своя природна родючість, яка залежить від умов, в яких відбувався процес ґрунтоутворення, або, інакше кажучи, від факторів ґрунтоутворення, дія яких у різних географічних зонах проявляється неоднаково.

Штучна родючість ґрунту створюється людиною шляхом застосування агротехнологічних заходів (внесення добрив, меліорація тощо). При поєднанні природної і штучної родючості досягається найбільш висока родючість ґрунту, яка характеризується високим рівнем урожаю сільськогосподарських культур.

У загальному випадку дія на ґрунт при сільськогосподарському використанні може бути збалансованою – без корінних перебудов ґрунтового профілю, з сівозміною, з внесенням органічних і мінеральних добрив, з формуванням високого рівня родючості; а може бути екстенсивною – з вилученням органічних речовин без їх поповнення, зі швидким витрачанням природних поживних ресурсів, з втратою родючості і фізичним руйнуванням та зміною ґрунтового профілю.

ґрунт і ґрунтовий покрив Землі як компонент біосфери виконує такі *глобальні екологічні функції*:

- забезпечує існування життя на Землі, так як є місцем життя та джерелом

елементів живлення рослин, тварин та мікроорганізмів;

- забезпечує взаємодію малого біологічного та великого геологічного колообігів речовин та енергії на Землі;
- забезпечує стабільність біосфери шляхом підтримання високої насиченості її живими організмами;
- регулює хімічний склад атмосфери та гідросфери за рахунок фізичних, хімічних та біологічних процесів, що відбуваються в ґрунті;
- здійснює акумуляцію активної сонячної радіації у вигляді органічної речовини і хімічної енергії гумусу;
- захищає літосферу від інтенсивного руйнування гірських порід під дією екзогенних факторів;
- є незамінним природним ресурсом.

Ґрунт в агроecosystemі виступає як один із екологічних факторів, а також являється складовим компонентом екотопу – едафотопом.

Едафотоп – це сукупність умов середовища, що створюються ґрунтом (гранулометричний і хімічний склад, вологість, аерація тощо). Від властивостей та умов едафотопу залежать видова різноманітність та життєдіяльність видів рослинного покриву та ґрунтових мікроорганізмів.

Значення ґрунту в агроecosystemах полягає у тому, що він:

- є життєвим простором для живих організмів;
- є механічною опорою для закріплення рослин;
- зберігає насіння рослин без втрати ним схожості, що пояснюється наявністю речовин, які затримують проростання насіння (інгібітори). Таким чином у природі підтримується біорізноманіття і здатність до самовідновлення рослинних популяцій;
- здійснює перетворення опадів рослин, решток мертвих рослин і тварин детритофагами і редуцентами (гуміфікація), а також мінералізацію органічних речовин;
- акумулює необхідні для життєдіяльності організмів воду, повітря, поживні та енергетичні речовини, вміст яких визначає рівень його родючості;
- містить всі знайдені в живих організмах ферменти (пероксидази, нітрогенази, нітрогенредуктази, каталази та ін.), які впливають на родючість ґрунту, доступність елементів живлення, а також детоксикацію різних речовин-забруднювачів (поллютантів);
- регулює гідротермічний режим території, що дозволяє живим організмам зберігати свою життєдіяльність при певних значеннях температури та вологості;
- нейтралізує алелопатично активні інгібітори, що полегшує сумісне існування рослин в агроecosystemах;
- бере участь у колообігу біогенних елементів;
- виконує санітарну функцію шляхом руйнування біологічно активних шкідливих речовин. Здатність ґрунту до самоочищення за рахунок біоти забезпечує знешкодження багатьох патогенів і токсикантів, що позитивно позначається на якості сільськогосподарської продукції та стану довкілля;

- виконує інформаційну функцію. Перехід температури ґрунту навесні через +5°C стимулює діяльність мікроорганізмів, тобто є своєрідним сигналом для початку споживання поживних речовин у зв'язку з початком вегетаційного періоду.

5.2. ДЕГРАДАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ У ҐРУНТАХ. ФОРМИ ДЕГРАДАЦІЇ

Впровадження науково обґрунтованої системи землеробства (різні способи обробітку ґрунту, сівозміни, внесення мінеральних добрив, застосування нової техніки, меліорація) значною мірою сприяє поліпшенню родючості ґрунтів. Однак, неконтрольоване використання сучасних засобів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, в першу чергу потужної важкої техніки, синтетичних засобів хімізації добрив і пестицидів, особливо в умовах низької технологічної культури, збільшення техногенного навантаження на земельні ресурси та інші впливи призводять до прискореної деградації ґрунтів, зниження їх родючості (рис. 5.1).

Деградація ґрунтового покриву – погіршення властивостей та зниження родючості ґрунту внаслідок впливу природних чи антропогенних факторів (нераціональне застосування мінеральних добрив та інших засобів хімізації; інтенсифікація сільськогосподарського використання ґрунтів; нераціональна експлуатація зрошувальних систем; техногенне руйнування ґрунтів).

Загальною рисою сучасних підходів до класифікації деградаційних процесів є їх групування за характером переважаючого негативного процесу, або групою ґрунтових параметрів, що змінюються внаслідок деградації. Так, Р.С.Трускавецький зі співавторами деградаційні процеси поділяє на групи:

- 1) механічна – вітрова й водна ерозія, ущільнення ґрунту;
- 2) біохімічна – дегуміфікація, спрацювання осушених торфовищ;
- 3) хімічна – озалізнення, окарбоначення, осолонцювання, підкислення і декальцинація;
- 4) радіологічна – радіонуклідне забруднення.

В.В.Медведєв виділяє такі типи деградації ґрунтів:

- 1) фізична – ерозія, переущільнення, втрата структури, зміна режиму вологості (аридизація чи гідроморфізація);
- 2) хімічна – дегуміфікація та забруднення ґрунтів;
- 3) фізико-хімічна – процеси погіршення властивостей ґрунтів внаслідок проходження різноманітних обмінних реакцій: декальцинація, підкислення, підлуження, осолонцювання.
- 4) біологічна – комплекс процесів, які призводять до істотної зміни мікробіологічного пулу чи до перевтоми ґрунту.

Виснаження ґрунту на поживні елементи інколи називають також агрохімічною деградацією.

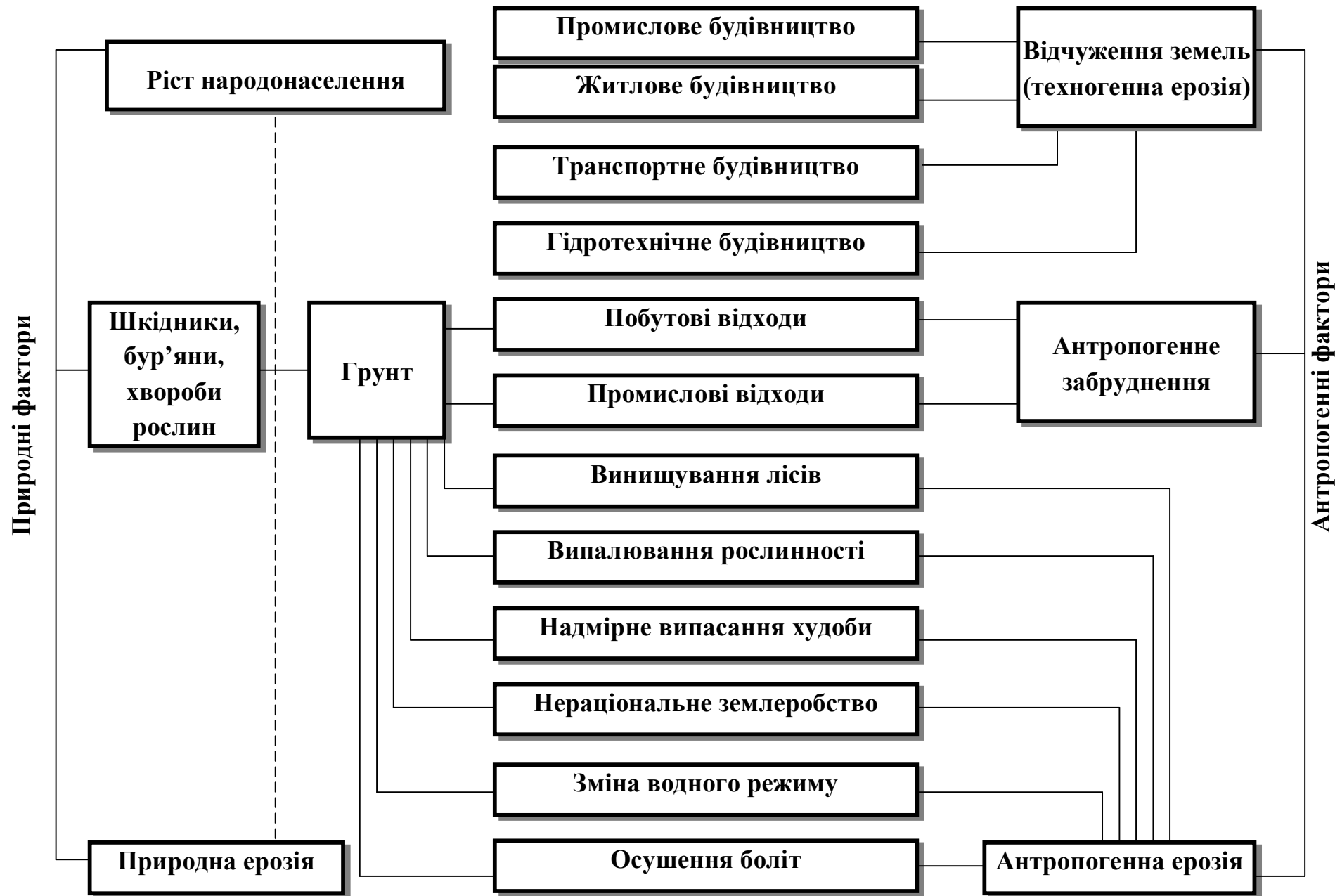


Рис. 5.1. Основні фактори, що призводять до деградації ґрунтового покриття (за П.І.Капінос, М.А.Панасенком, 1989) з доповненнями

Розглянемо наступні форми деградації ґрунтів: а) антропогенне забруднення; б) водна й вітрова ерозія; в) хімічна, фізична та біологічна деградація.

Антропогенне забруднення ґрунтів. Найпоширенішими забрудниками ґрунтів, які впливають на фізичні й хімічні процеси в ґрунті, ріст і розвиток рослин, функціонування наземних і водних екосистем (у разі змивання з поверхні у природні водойми), є мінеральні добрива, важкі метали, радіонукліди, пестициди, нафтопродукти, бактерії тощо.

Забруднення важкими металами та радіонуклідами відбувається під час внесення фосфорних та калійних добрив. Наприклад, 1т суперфосфату містить 0,7-0,9 кг плюмбуму, 0,3 кг кадмію, невеликі кількості радіоактивних елементів – урану, радію, торію. Калійні добрива містять радіоактивний калій-40, який переходить із сировини. Коли для удобрення використовують промислові чи господарсько-побутові стічні води і шлами після реагентного очищення вод, у ґрунт також потрапляють важкі метали – плюмбум, цинк, цезій, нікель, кобальт та ін.

Важкі метали, що надходять з атмосферними викидами, накопичуються у поверхневому шарі ґрунту, причому значна їх кількість переходить у малорухливий стан: випадають в осад, утворюють комплекси з органічною речовиною, захоплюються гідроксидами полуторних елементів, фіксуються тонкодисперсними частками. Властивість ґрунту зменшувати рухливість важких металів і тим самим зменшувати їх надходження в рослини тісно пов'язана з наявністю в ньому гумусу. Високогумусні і важкі за гранулометричним складом ґрунти володіють нею в більшій мірі, ніж малогумусні і легкі ґрунти.

Важкі метали є протоплазматичними отрутами, токсичність яких зростає зі збільшенням атомної маси. Токсична дія важких металів на рослини зумовлює: зниження активності ферментів (купрум, меркурій); утворення хелатних комплексів зі метаболічними сполуками, що порушує обмін речовин (ферум); зміну проникності клітинних мембран та інших властивостей (кадмій, купрум); конкуренцію важких металів із хімічними елементами, необхідними для живлення рослин (цинк входить до складу багатьох ферментів і заміщення його кадмієм спричинює порушення функціонування ферментних систем та загибель рослин). Важкі метали впливають і на ґрунтову біоту, порушуючи рівновагу між різними видами внаслідок їх різної чутливості до забруднення ґрунту.

Інтегральним показником впливу токсикантів на стан рослин є врожайність. На ґрунтах, забруднених важкими металами, врожайність сільськогосподарських культур значно зменшується: зернових культур – на 20-30%, цукрового буряку – на 35, бобових – на 40, картоплі – на 47%. Надмірне надходження важких металів в рослини негативно впливає на якість врожаю сільськогосподарських культур. З продуктами харчування важкі метали потрапляють до організму людини.

Внесення калійних і особливо фосфорних добрив у надмірних дозах, оскільки це може призвести до підвищення радіоактивного фону на полях у

десятки разів. Так суперфосфат містить багато важких металів, зокрема урану.

Із радіоактивних ізотопів нині (після аварії на ЧАЕС) найнебезпечніші – стронцій-90 та цезій-137, які є аналогами біофільних елементів – калію і кальцію, тому легко потрапляють у рослини. Потрапляння радіонуклідів з продуктами харчування в організм людини, викликає радіоактивне ураження, зумовлене внутрішнім опроміненням.

При застосуванні пестицидів відбувається *забруднення органічними та металоорганічними сполуками*, накопичення яких у ґрунті призводять до зміни біологічної активності ґрунту та порушення складу популяцій біоценозів. Надмірне невиправдане застосування пестицидів спричиняє пригнічення корисної фауни та виникнення популяцій шкідників, стійких до пестицидів. Токсичні органічні та металоорганічні сполуки, зберігаючись у ґрунтах, утворюють ще більш токсичні канцерогенні речовини. Потрапляння залишків пестицидів у продукцію рослинництва веде до забруднення токсикантами рослинних та тваринних продуктів харчування, інтоксикацію людини і тварин.

Забруднення ґрунту нафтопродуктами в сільському господарстві багато в чому є наслідком низької екологічної культури, відсутності екологічного підходу до конструювання й експлуатації сучасної сільськогосподарської техніки. Основні причини забруднення ґрунту це втрати нафтопродуктів та інших паливно-мастильних матеріалів у результаті витоків і розливів. Значна кількість нафтопродуктів втрачається при технічному обслуговуванні і безпосередній експлуатації сільськогосподарських машин. Забруднення ґрунту нафтою і нафтопродуктами негативно впливає на фізичні, хімічні та біологічні процеси у ґрунті, а також на рослини і тварин. При високих концентраціях нафтопродукти ізолюють корені рослин від поживних речовин, а також ускладнюють обмін газами і водою між атмосферою та ґрунтом. Ароматичні вуглеводні та інші сполуки нафти та нафтопродуктів токсичні для ґрунтової біоти.

Класифікація ґрунтів за ступенем забруднення здійснюється відповідно до гранично допустимих кількостей (ГДК) хімічних речовин і їх фонового забрудненню. За рівнем забруднення ґрунти поділяють на:

- сильнозабруднені – ґрунти, в яких вміст забруднюючих речовин в декілька разів перевищує ГДК, що мають низьку біологічну продуктивність, істотну зміну фізико-хімічних, хімічних і біологічних характеристик;
- середньозабруднені – ґрунти, в яких встановлено перевищення ГДК без істотних змін властивостей ґрунтів;
- слабкозабруднені – ґрунти, в яких вміст хімічних речовин не перевищує ГДК, але вищий за природний фон.

Біологічні забруднення. Значний обсяг забруднень потрапляє в ґрунти з тваринницьких ферм. Внаслідок концентрації великої кількості тварин на тваринницьких фермах, незадовільного догляду й умов їх утримання, відсутності кваліфікованих лікарів і ліків часто відбувається масова загибель тварин. Виникають проблеми з їх захороненням, які пов'язані з поширенням біологічних забруднень.

Забруднені ґрунти можуть брати участь у механізмі передавання багатьох захворювань та стати причиною виникнення та поширення багатьох інфекційних захворювань (насамперед: правця, дизентерії, сибірки, ботулізму тощо). Основними джерелами потрапляння збудників цих захворювань у ґрунт є теплокровні тварини, у травному каналі яких вони розмножуються.

Як показник бактерійного забруднення ґрунтів використовують титр кишкової палички (*Escherichia coli*) і титр одного з анаеробів (*Clostridium perfringens*), які надходять у ґрунт з екскрементами хворих тварин. Оскільки анаероб має здатність до спороуворення, він зберігається в ґрунті більш тривалий період, ніж кишкова паличка.

У санітарно-гельмінтологічним показником стану ґрунту є число яєць гельмінтів на 1 кг ґрунту, а санітарно-ентомологічним — наявність личинок і лялечок мух на 0,25 м² його поверхні.

Ерозією називається процес руйнування ґрунтів і гірських порід, який супроводжується перенесенням і відкладанням дрібнозему під впливом потоків води й вітру. Розрізняють водну та вітрову ерозію. *Водна ерозія* виникає в результаті поверхневого стоку тимчасових водних потоків, а *вітрова (або дефляція)* — під дією вітру.

За швидкістю процесів руйнування ерозія поділяється на геологічну й прискорену. *Геологічна* ерозія виявляється під природною рослинністю, не зміненою діяльністю людини (цілині степи, ліси, луки тощо). Вона дуже повільна і не призводить до утворення еродованих ґрунтів, оскільки втрати ґрунту повністю компенсуються ґрунтоутворювальним процесом. *Прискорена* ерозія розвивається там, де непередбачене ведення господарства (безсистемне вирубування лісів, надмірне випасання худоби, неправильний обробіток ґрунту, розорювання схилів) призводить до знищення природної рослинності. У даному випадку втрати ґрунту набагато перевищують його утворення, що призводить до різкого зниження ґрунтової родючості.

Фактична еродованість земель в Україні становить 57,4%, з них 32,0% площ зазнають вітрової, 3,4 — сумісної дії водної та вітрової, 22,0% — водної ерозії. Середньорічний змив ґрунту сягає 15 т/га, а діапазон фактичного змиву за адміністративними областями коливається від 7 до 30 т/га. Щорічно тільки з орних земель, за даними УААН, змивається понад 500 млн. т ґрунту, з яким втрачається близько 24 млн. т гумусу, 1 млн. т азоту, 700 тис. т фосфору, 1 млн. т калію.

Вітрова ерозія ґрунтів виникає внаслідок пилових бур і, зважаючи на частоту прояву і тривалість дії, є досить істотним чинником їхньої деградації. Майже щорічний прояв вітрової ерозії спостерігається в Донецькій, Запорізькій і Херсонській областях. Дуже велика загроза вітрової ерозії існує в Луганській, Миколаївській, Дніпропетровській областях і в Криму. Проте найбільшої шкоди такі бурі можуть завдавати осушеним ґрунтам Полісся, де останніми роками після осушення вітрова ерозія охопила територію близько 2 млн. га із 3,5 млн. га осушених боліт і заболочених земель. Інтенсивність локальної вітрової ерозії досягає 2,5-3,0 т/га за годину. Проте у зв'язку з відсутністю фінансування втілення в життя комплексу протиерозійних заходів, практично,

припинено за всіма напрямками робіт.

Хімічна та фізична деградація ґрунту полягає у зміні його фізико-хімічних властивостей.

Дегуміфікація та декальцинація. Як вже зазначалося раніше, використання ґрунтів в агроценозах передбачає заміну багатовидової природної рослинності на одноманітну культурну та вивезення одержаної продукції з поля. Відчужена продукція у вигляді врожаю зменшує надходження біофільних елементів й енергії до агроєкосистеми, частково розмикається Малий біологічний колообіг речовин і енергії. Відбувається диспропорція між кількістю синтезованої рослинної маси і біомаси, яка надходить у ґрунт.

Усі організми, що населяють ґрунт (мікроорганізми, гриби, актиноміцети, безхребетні, личинки, комахи тощо), потребують енергії для своєї життєдіяльності, яку дає органічна речовина (живі та мертві рослинні організми). Оскільки надходження органічної речовини в ґрунт обмежене (або не відбувається в необхідному обсязі), мікроорганізми як джерело енергії використовують гумус. Отже, без постійного надходження органічної речовини знижуються запаси гумусу в ґрунті, тобто відбувається *дегуміфікація*. Цей процес обумовлений різкою зміною балансу гумусу ґрунтів при освоєнні цілинних земель, або при тривалому використанні ґрунтів без внесення органічних добрив та посівів багаторічних трав. Внаслідок дегуміфікації погіршуються фізичні властивості, структура, водопроникність ґрунтів, що сприяє посиленню ерозійних процесів. Ерозія в свою чергу також посилює процес дегуміфікації.

Кислотна деградація (декальцинація) ґрунтів – процес підкислення ґрунтів. Явище підкислення ґрунтів має прихований і в багатьох випадках вторинний характер. Спочатку відбувається процес декальцинації, а потім, значно пізніше, спостерігається підкислення ґрунту. Причинами, що обумовлюють підкислення, можуть бути кислі опади, низький рівень внесення органічних добрив, необґрунтовано інтенсивне застосування мінеральних добрив.

Таким чином, процеси дегуміфікації та декальцинації взаємопов'язані між собою і посилюються при внесенні підвищених і високих норм мінеральних добрив у ґрунт за індустріальних та антенсиних технологій вирощування сільськогосподарських культур:

- посилення біологічної активності і диспергування гумусних речовин одновалентними катіонами добрив (NH_4^+ , K^+ , Na^+) → дегуміфікація;
- заміщення катіонів кальцію одновалентними катіонами добрив (NH_4^+ , K^+) в результаті обмінних реакцій в ґрунтовому вбирному комплексі → декальцинація.

Засолення та осолонцювання викликає порушення водно-сольового режиму, втрату гумусу, погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунтів, що веде до зниження їх продуктивності.

Засоленням називають процес нагромадження солей натрію, кальцію, магнію у поверхневому шарі ґрунту в умовах близького залягання ґрунтових мінералізованих вод. Засолені ґрунти також можуть утворюватися в

приморських районах та на територіях прилеглих до засолених озер в результаті переносу солей вітром. Вміст водорозчинних солей в більшості ґрунтів коливається від сотих до десятих часток відсотка. Засоленими вважаються ґрунти із вмістом солей понад 0,2%. Якщо в ґрунтах вміст солей перевищує 1%, то їх відносять до солончаків.

Засолені ґрунти характеризується підвищеним вмістом легко- і середньорозчинних мінеральних солей, що несприятливо позначається на фізичних і хімічних властивостях ґрунту і створює несприятливі умови для розвитку і росту рослин. Легкорозчинні солі в ґрунтах представлені хлоридами, нітратами, сульфатами і карбонатами, які характеризуються високою розчинністю у воді – більше 2 г/л. Найшкідливішими для рослин солями є сода (Na_2CO_3), хлориди (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2) і сульфат натрію (Na_2SO_4). З середньорозчинних солей нешкідливими є карбонати кальцію і магнію, а також сульфат кальцію (гіпс). Шкідливий вплив на рослини має закис заліза.

Високий вміст солей в ґрунтах негативно впливає на водний та поживний режим ґрунту. У культурних рослин порушується мінеральне живлення та обмін речовин, послаблюється фотосинтез, знижується кількість та якість урожаю. Ступінь токсичності солей визначається їх складом та розчинністю: чим легше солі проникають в рослини, тим вони більш токсичні. Особливо токсичною є сода (бікарбонат натрію $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$). За ступенем засолення ґрунти поділяють на: слабозасолені – коли спостерігається незначне пригнічення росту і розвитку рослин, а зниження урожаю становить 10-20%; середньозасолені – середній ступінь пригнічення та зниження врожаю на 20-50%; сильнозасолені – сильне пригнічення та зниження врожаю сільськогосподарських рослин на 50-80%; солончаки – виживання одиничних рослин та відсутність урожаю. Сильнозасолені ґрунти та солончаки непридатні для вирощування сільськогосподарських культур. Засолені ґрунти потребують хімічної і гідротехнічної меліорації.

При накопиченні в ґрунтах легкорозчинних солей, що відбувається унаслідок штучної зміни водно-сольового режиму, найчастіше при неправильному зрошуванні, рідше – при непомірному випасі на луках, при неправильному регулюванні паводків, неправильному осушенні території тощо, відбувається *вторинне засолення* ґрунтів. Основні механізми цього процесу – принесення солей із зрошувальними водами в розчиненому або зваженому стані і випадання солей в ґрунтовій товщі з мінералізованих ґрунтових вод, рівень яких при зрошуванні часто підіймається.

Вторинне засолення ґрунтів на зрошуваних ділянках часто супроводжується забрудненням ґрунтів важкими металами, пестицидами, гербіцидами, нітратами, сполуками бору. При вторинному засоленні відбуваються істотні зміни багатьох хімічних властивостей ґрунтів: одночасно з накопиченням легкорозчинних солей акумулюються гіпс і карбонати, які сприятливо впливають на фізичні властивості ґрунтів; в несприятливу сторону змінюється склад ґрунтового вбирного комплексу, в якому Ca^{2+} замінюється іонами Mg^{2+} і Na^+ , збільшується рухливість сполук калію, кремнію і заліза. При недостатньому дренажі вторинне засолення може мати катастрофічні наслідки,

так як внаслідок значного накопичення солей в ґрунтах масиви зрошуваних земель стають непридатними для землеробства. Вторинне засолення веде до утворення вторинно-солончакуватих ґрунтів та вторинних солончаків.

Засолення земель (первинне та вторинне) охоплює у регіонах України площі від 7-8 до 9-10% із загальних зрошуваних площ (150-240 тис. га). Основні площі засолених ґрунтів у Донецькій, Дніпропетровській, Миколаївській, Одеській областях та Автономній Республіці Крим. Уникнути негативних наслідків зрошуваного землеробства можна шляхом застосування сучасної технології з використанням закритих трубопроводів, дощування малої інтенсивності, дренажу ґрунтових вод, кондиціонування зрошувальних вод тощо, а також за умов високої культури землеробства, суворого дотримання технологічних норм поливу, обліку вологості ґрунтів.

Осолонцювання – це процес обмінного поглинання натрію ґрунтовим вбирним комплексом шляхом витіснення з нього інших катіонів. Внаслідок насиченості ґрунтових колоїдів натрієм ґрунті часточки втрачають свій агрегатний стан, що призводить до утворення стовбчастої структури і підвищення щільності ґрунту. При високому вмісті натрію збільшується розчинність органічних та мінеральних сполук ґрунту, що призводить до утворення лужної реакції ґрунтового розчину. Залежно від вмісту поглинутого натрію виділяють: слабкосолонцюваті ґрунти – містять 5-10% обмінного натрію; солонцюваті – 10-20%; солонці – більше 20% поглинутого натрію.

Існує декілька теорій про утворення солонців і згідно одної з них солонці можуть утворюватися природним шляхом із солончаків. Через несприятливі водно-фізичні та фізико-механічні властивості солонцюваті ґрунти та солонці потребують меліоративних заходів (глибока оранка, гіпсування, землювання, промивання).

Щоб не відбувалось осолонцювання під час зрошення, треба його супроводжувати профілактичними заходами хімічної меліорації (внесення перед зрошуванням у верхній шар ґрунту 3-5 т/га гіпсу) та влаштування дренажу, що дозволяє скидати надмірну зрошувальну воду.

Пептизація ґрунту — розпад ґрунтових агрегатів на елементарні ґрунті часточки, внаслідок природних (наприклад, у солонцях) та антропогенних факторів (насичення одновалентними катіонами, механічний вплив ґрунтообробних знаряд, зрошування). Наприклад, у районах зрошувального землеробства при наявності соди у зрошувальній воді ґрунтовий вбирний комплекс насичується натрієм. З'являються пептизовані гідрофільні, органічні і мінеральні колоїди, активізуються високодисперсні глинисті мінерали, що призводить до трансформації грудочкуватозернистої структури у брилисту, яка швидко розпорошується. Ґрунт набуває зцементованості та глибокої тріщинуватості у сухому стані, драглистого характеру – у зволоженому.

Переущільнення верхніх шарів ґрунту. Причини цього явища можуть бути різні — пересушування ґрунту, ущільнення під дією коліс збиральних і транспортних агрегатів, зрошення при недостатньому роздрібненні водяних струменів. Останнє призводить до ущільнення не лише суглинкових, а й

супіщаних ґрунтів. Суглинисті ґрунти також самоущільнюються. При цьому їх об'ємна маса з оптимальних показників 2,2-2,8 г/см³ збільшується до 3,4-3,8, що погіршує ріст і розвиток рослин.

Однак механічний обробіток є основним фактором негативного впливу на ґрунт. З одного боку, він ущільнюється внаслідок проходів сільськогосподарської техніки, а з другого — руйнуються агрегатні частки, що призводить до погіршення майже всіх агрофізичних показників. Тому на ґрунтах, які найбільше ущільнюються, потрібно знижувати навантаження сільськогосподарської техніки. Проте мінімізацію обробітку слід проводити диференційовано під кожен культуру.

Відповідно до вітчизняних технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур за сезон у полі виконують від 5 до 30 операцій. Аналізуючи ймовірність стану ґрунту за вологістю під час проведення польових операцій, нескладно зробити висновок: із числа операцій, які необхідно здійснювати в стислі агротехнічні строки, тільки 5-10% у весняний і 70-75% — у літньо-осінній періоди виконують в оптимальних умовах, тобто при підвищеній або пониженій вологості ґрунту. Маса сільськогосподарських машин за останні 30 років збільшилася на 40-60%, а тракторів — у 2,3-3 рази. У зв'язку з цим тиск ходових систем на ґрунт зріс і до останнього часу перевищував в кілька разів допустимий тиск за агротехнічними умовами. При сівбі й ранньовесняних роботах він повинен становити 50-80 кПа, на зораному полі — до 100 кПа, при польових транспортних роботах — до 150 кПа.

Переущільнення ґрунту відбувається не тільки в орному шарі, але й у підорному горизонті (на глибині 60-100см), зберігаючи післядію протягом багатьох років. У зв'язку з тим, що максимальна глибина обробітку ґрунту не перевищує 30см, зниження ефективної родючості під дією багаторазового ущільнення ходовими системами тракторів і сільськогосподарських машин має кумулятивний характер.

На ґрунтах, ущільнених ходовими системами тракторів, урожайність кукурудзи знижується на 45%, цукрових буряків — 50, соняшнику — на 35%.

Застосування у виробництві гумово-металевих гусениць для використання на тракторах, а для колісних — шин більших типорозмірів, подвоєних шин, широкопрофільних шин наднизького тиску дають змогу послабити ущільнювальну дію на ґрунт на 9-95 %, витрати пального зменшити на 12-24 %.

Оптимізація технологічного процесу обробітку ґрунту повинна ґрунтуватися на нових перспективних знаряддях, оперативній інформації про стан ґрунту на даному полі та чіткій кількісній моделі посівного шару та вирощуваної культури. Суміщення технологічних операцій при використанні комбінованих машин забезпечує зменшення проходів агрегатів і в результаті — зниження ущільнення ґрунту, економію пального та затрат праці.

Заболочування ґрунтів і втрати їх для потреб землеробства зумовлені нераціональним поливом та інфільтрацією вод у прилеглі землі із великих водосховищ та затоплених шахт тощо. У землеробстві найбільш впливовим фактором є безсистемний полив на зрошуваних землях, особливо надмірними

поливними нормами (понад 300-400 м³/га). Наслідком є ерозія ґрунту, змивання і вимивання добрив у його нижні горизонти, збіднення верхнього шару ґрунту на кальцій, зміна співвідношення катіонів у вбирному комплексі і, як наслідок, — погіршення вбирної здатності ґрунту та ін.

Відчуження земель викликане техногенним руйнуванням ґрунтового покриву (техногенна ерозія) і призводить до зменшення площ орних ґрунтів.

Збільшення населення планети, розвиток промисловості та процеси урбанізації пов'язані з будівництвом, розширенням міст та населених пунктів, збільшенням кількості промислових підприємств, доріг, що в свою чергу пов'язано з відчуженням орних земель на несільськогосподарські потреби. Будівництво гідроелектростанцій, затоплення або підтоплення при утворенні водосховищ викликає затоплення значних територій родючих земель. Порушується будова ґрунту і при спорудженні різних комунікацій — газо-, нафто-, водопроводів, ліній електропередач.

Зростаюче з року в рік відкрите видобування корисних копалин призводить до порушення рослинного та ґрунтового покриву. При розкривних роботах порушення гідрологічного режиму на одних територіях спричинює втрати підґрунтових вод на інших, призводить до підтоплення, заболочування, засолення ґрунтів. Поверхня відвалів знятого шару ґрунту пересихає і розвіюється. Навколо відвалів і териконів під впливом вітру пилом та газами забруднюється атмосфера. Запиленість повітря погіршує санітарно-гігієнічні умови праці та побуту населення. Відвали також зазнають водної ерозії в результаті чого змитими водами забруднюються балкові й річкові долини, замулюються ставки, річки, озера, гине риба.

Аридизація – зростання посушливості умов росту рослин та зниження біологічної продуктивності агроєкосистем. Аридизація безпосередньо пов'язана із дегуміфікацією. Внаслідок втрати гумусу та структурності ґрунту знижується його польова вологоємність і підвищується максимальна гігроскопічність, скорочується діапазон активної вологи. Проявами аридизації є почастищення посух аж до повного опустелювання.

Біологічна деградація проявляється як порушення структури та функцій агроценозу.

Опустелювання (або дезертизація) – зниження біологічного потенціалу ґрунтів або повне знищення штучної та природної рослинності, яке відбувається внаслідок погіршення властивостей ґрунтів та посух. Опустелювання відбувається в посушливих, але не обов'язково жарких регіонах і є результатом впливу як природних факторів (наприклад, наступ сухих степів на чорноземи), так і переважно антропогенної діяльності. Опустелені території не самовідновлюються, а їх площі щороку зростають на 60 тис.км².

Пасовищна ерозія – вибивання дернини і руйнування ґрунту худобою через надмірний і безсистемний випас. Внаслідок цього процесу утворюються худобопрогінні стежки, позбавлені рослинності, що різко знижує протиерозійну захищеність ґрунтів.

Порушення функціонування ґрунтової біоти. Відомо, що функціонування

грунтової біоти підтримує родючість ґрунту. Хімічні сполуки, що нагромаджуються в ґрунті, пригнічують біохімічну діяльність ґрунтових мікроорганізмів, змінюють чисельність живих організмів та знижують родючість ґрунту. При інтенсивному сільськогосподарському використанні ґрунту мікробіологічні зміни призводять до прискорення мінералізації органічних речовин, трансформації сполук азоту і нагромадження токсинів.

5.3. ТИПИ ТА ПІДТИПИ ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ. ФАКТОРИ РОЗВИТКУ ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ

Водна ерозія – процес руйнування ґрунту під дією водних потоків. Залежно від механізму та сили впливу потоків води розрізняють два **підтипи водної ерозії**: площинна та лінійна (яружна) ерозія.

Площинна ерозія виявляється на пологих схилах у поступовому, візуально непомітному, рівномірному по всій площі змиву ґрунтових часточок. Вона стає помітною, коли орний шар змінює свій колір з темного на сірий або коричневий в результаті оголення нижніх горизонтів ґрунту. Вимивання з ґрунту тонкодисперсних часточок призводить до збіднення ґрунтів. Вони втрачають найбільш родючі шари ґрунту, знижується водопроникність ґрунту (фільтрувальна здатність), що веде до збільшення кількості води, яка стікає по поверхні, і посилює ерозійні процеси. В результаті площинного змиву верхнього шару ґрунту утворюються змиті ґрунти, а при перевідкладенні змитих ґрунтових часточок у підніжжях схилів – намиті (або поховані) ґрунти. За ступенем змитості виділяють: слабозмиті – змито 1/3 потужності гумусового горизонту; середньозмиті – змито від 1/3 до 2/3; сильнозмиті – змито більше 2/3 гумусового горизонту. Намиті ґрунти за потужністю відкладень поділяють на: слабонамиті – до 20см; середньонамиті – 20-40см; сильнонамиті – більше 40 см.

Якщо своєчасно не вжити заходів боротьби, площинна ерозія поступово переходить у лінійну. Межа переходу площинної ерозії в лінійну досить умовна: вважається, що коли сліди ерозії на полі зарівнюються внаслідок наступного обробітку ґрунту, то це — площинна ерозія, якщо ні, то — лінійна.

При *лінійній ерозії* відбуваються концентрація водних потоків і руйнування ґрунту у лінійному напрямку внаслідок чого утворюються яри. Лінійна (яружна) ерозія розвивається дуже швидко — в середньому 1-3 м на рік, іноді досягаючи 8-25 м.

Залежно від походження тимчасових водних потоків, що викликають змивання і розмивання ґрунту, виділяють такі **типи водної ерозії**: внаслідок стікання талих вод; внаслідок зливових опадів; внаслідок стікання вод при зрошенні (або іригаційна ерозія), внаслідок впливу ґрунтових вод, що виходять на поверхню (або підземна ерозія). При цьому в кожному окремому випадку механізм руйнування ґрунту буде різним. Основних збитків ґрунтовому покриву завдають перші три типи водної ерозії (рис. 5.2).

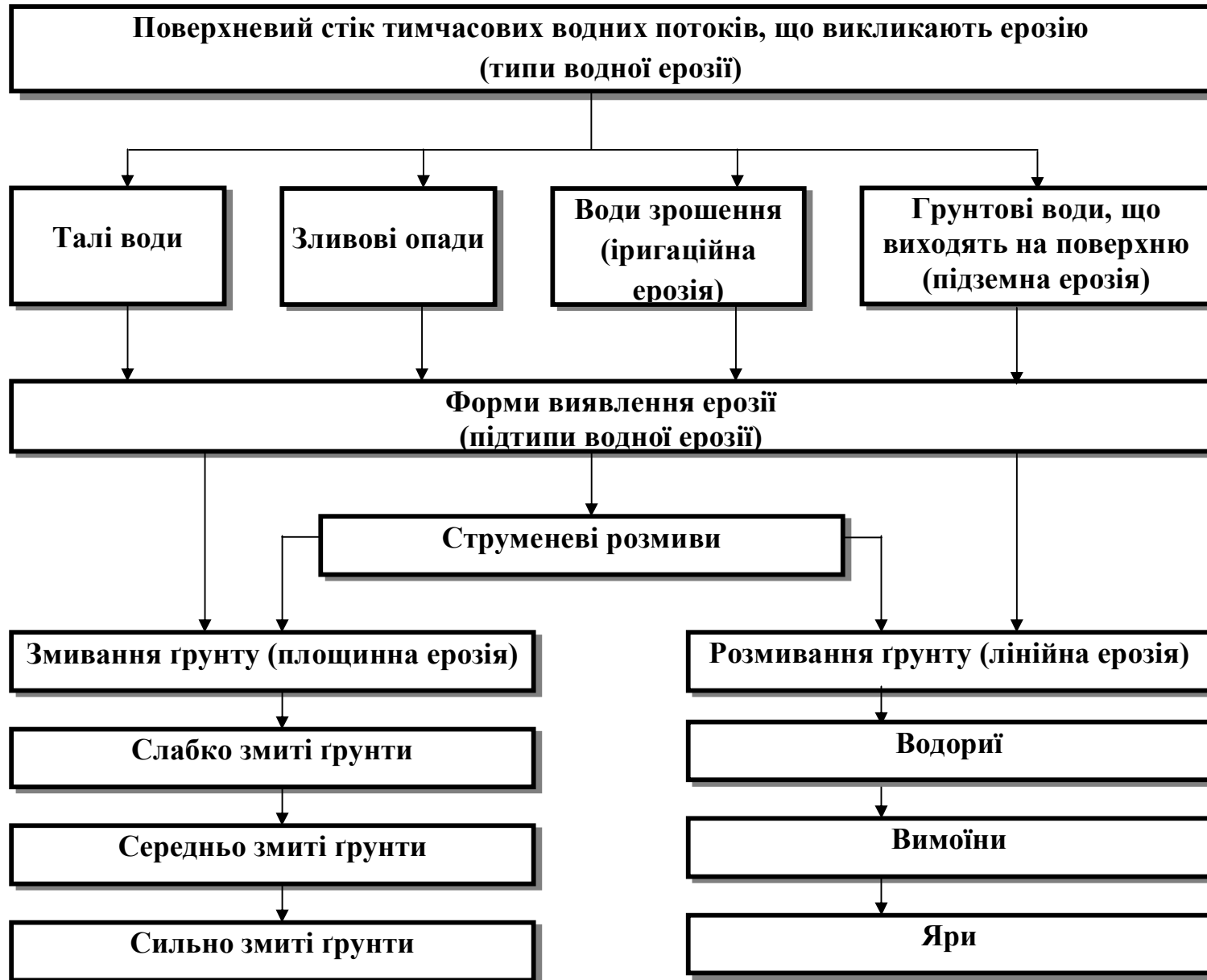


Рис. 5.2. Класифікація водної ерозії ґрунтів (за М.М.Заславським, 1972) з доповненнями

При стіканні талих вод змивання ґрунту розпочинається ранньою весною після появи проталин, коли значні площі не вкриті рослинністю, а ґрунт перебуває у промерзломому стані, за винятком поверхневого шару, який швидко насичується сніговою водою до максимальної вологості. Надлишок води стікає по схилу, захоплюючи з собою часточки ґрунту з насиченого водою шару.

Величина стоку води і змивання ґрунту при таненні снігу визначається інтенсивністю сніготанення. Дружна весна, швидше танення снігу призводять до інтенсивного стоку та руйнування ґрунту. На швидкість ранньовесняного сніготанення впливає температура повітря та експозиція схилів. На схилах південних експозицій сніг тоне швидше, північних — повільніше.

При випаданні злив поверхневий стік води по схилу відбувається у три стадії:

1. Поглинання води та руйнування ґрунтових агрегатів у результаті ударів крапель об ґрунт. Кількість ґрунтових часточок, що піднімаються в повітря внаслідок удару крапель під час сильної зливи, досягає 140-200 т/га. При цьому висота піднімання становить 0,25-0,5 м, а дальність розбризкування — 1-1,6 м.

2. Потрапляння пилюватих часточок у ґрунтові повітряні пори і закупорка їх, що спричинює різке зниження водопроникності та поглинання опадів. Ерозійна дія дощових крапель полягає в ущільненні ґрунту, в результаті чого знижується його водопроникність, ґрунт запливає і формується поверхневий стік.

3. Утворення тонкої плівки води на поверхні ґрунту, яка збільшує фактичну масу дощових крапель і посилює їх ударну силу. Шар води, що утворюється на поверхні ґрунту, започатковує мікростік, який, збираючись у пониженнях мікрорельєфу, інтенсивно виносить зруйнований матеріал. Зустрічаючи на шляху нерівності і рослинний покрив неоднакової густоти, рівномірний шар стоку розділяється на струмки і струмочки, спрямовані в бік найбільшого нахилу, які поступово з'єднуються між собою. При цьому глибина водних потоків та швидкість стікання зростає, а інтенсивність ерозії збільшується в 5-6 разів і більше.

Тригаційна ерозія виникає, коли зрошування на схилових землях проводиться з порушенням технології та норм поливу. Посилення ерозійних процесів відбувається при зрошенні напусканням води по борознах, нарізанні поливних борозен уздовж схилу і великій їх довжині, а також при надлишковому водоподаванні. При зрошенні дощуванням змивання ґрунту спостерігається при інтенсивності дощу понад 0,25-0,5 мм/хв.

Підземна ерозія відбувається на схилах ярів, у місцях, де ґрунтоутворювальні породи містять легкорозчинні солі (сульфати, карбонати). Ґрунтові води розчиняють їх, утворюючи пустоти. З часом ґрунт над порожниною провалюється й утворюється відвершок яру. Явище розчинення порід та винесення розчинів називають хімічна суфозія або карст. В результаті суфозії ґрунт просідає і на поверхні утворюються западини або блюдця, в яких нагромаджуються води поверхневого стоку. При подальшому надходженні

води відбувається її фільтрування крізь ґрунт. Вода продовжує вимивати легкорозчинні солі і розміри пустот поступово збільшуються. Ґрунти з карстовими явищами ускладнюють землеробство, так як не лише висушують ґрунт, а й порушують поля провалами та воронками.

Виникнення й розвиток ерозійних процесів зумовлене природними умовами та господарською діяльністю людини. До природних факторів, що визначають інтенсивність водної ерозії, належать: клімат, рельєф, властивості ґрунту та ґрунтоутворювальних порід, а також характер рослинного покриву.

Клімат. На розвиток ерозійних процесів безпосередньо впливають такі кліматичні фактори: кількість, тривалість та інтенсивність опадів, вид дощу, температура повітря та вітер.

Кількість опадів, що випадають у даній місцевості протягом року, характеризує тільки потенційну небезпеку ерозії, більше значення для виявлення ерозійних процесів має розподіл опадів протягом року та їхня кількість за одну добу. Чим інтенсивніші й триваліші зливи, тим більше виявляються ерозійні процеси. *Інтенсивність дощу* — це показник, який визначається за товщиною шару опадів за певний проміжок часу.

Вид дощу визначається розміром крапель. Зливи дощі з великими краплями спричиняють інтенсивнішу ерозію, ніж рясні дощі з дрібними краплями. Так, мряка навіть шаром понад 50 мм може не викликати стоку. Водночас зливовий дощ шаром 10-12 мм при інтенсивності 5-7 мм/хв. може спричинити інтенсивний стік, змив і розмивання ґрунту. При зростанні інтенсивності дощу діаметр крапель збільшується, вони стають важчими, а їхня ударна сила більшою. Більшість дощів мають краплі розміром 1-4 мм, а максимальний розмір крапель — 5-6 мм.

Від *температурного режиму* залежать запаси вологи в ґрунті та витрати на випаровування, що створює неоднакові умови для формування поверхневого стоку та вияву ерозії. Температурою повітря визначається інтенсивність весняного сніготанення, яка впливає на формування поверхневого стоку та руйнування ґрунту талими водами.

Вітри різної сили спричиняють перерозподіл снігу, змінюють напрямки злив.

Рельєф території впливає на перерозподіл атмосферних опадів, об'єм і швидкість схилового стоку, вологість і водопроникність ґрунтів, тепловий баланс поверхні. Найважливішими морфологічними показниками, що впливають на швидкість ерозійних процесів, є: розчленованість території, величина та форма водозбору; експозиція, крутість, форма та довжина схилів.

Розчленованість території виражається у диференціації її на окремі елементи рельєфу. Височини та гірські схили еродовані сильніше, ніж рівнинні території.

Кількість стоку залежить від *величини водозбору*. Під водозбором розуміють територію, з якої відбувається поверхневий стік, обмежену вододільною лінією (вододільна лінія — це лінія, яка проходить по найбільш високих відмітках рівнинної місцевості). Площа водозбору може бути різною. Так, водозбірна площа невеликого яру становить від 1 до 25 га, а водозбірна

площа річки складається з кількох десятків, сотень чи тисяч водозбірних площ окремих ярів, балок, долин, які утворюють величезний водозбірний басейн річки. Чим більший водозбір, тим більші маси води нагромаджуються при талому й зливовому стоках, і тим більшого руйнування ґрунту цей стік може завдати.

Розрізняють три *форми водозборів*: пряму, розсіювальну та збиральну, які значно впливають на інтенсивність ерозії через розсіювання або концентрацію стоку. При прямій формі водозбору стік переважно спрямований вниз по схилу із незначною концентрацією потоків. Розсіювальна форма водозбору найбезпечніша, так як стік розосереджується по всьому схилу без його концентрації в окремі потоки. Збиральна форма водозбору сприяє концентрації стоку у вузькому руслі та утворенню вимоїн і ярів.

Експозиція схилів впливає на інтенсивність сніготанення, стікання талих вод і змивання ґрунту. На схилах південних експозицій сніг тоне швидше, північних – повільніше, тому сумарне знесення ґрунту менше на північних схилах.

Ерозійні процеси починають розвиватись при *крутості схилу* $0,5-2^0$. Із збільшенням крутості схилу підвищується швидкість стікання поверхневих вод і посилюється змивання ґрунту.

Форма схилів визначається поперечним (впоперек схилу) і поздовжнім (вздовж схилу) профілями. Розрізняють такі форми поперечних і поздовжніх профілів: пряма, опукла, увігнута. При поєднанні цих форм часто виникають схили складної форми — опукло-увігнуті, увігнуто-опуклі тощо (рис. 5.3).

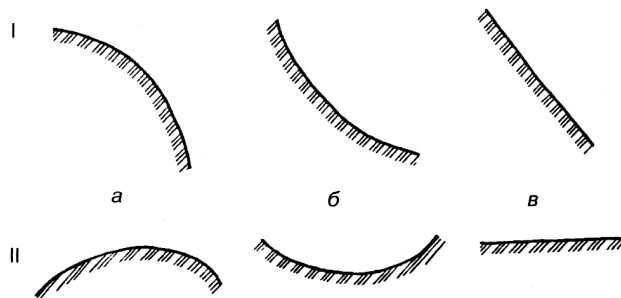


Рис. 5.3. Форми поверхні схилів (за М.К.Шикуюлою, 1962):

a — опукла; *б* — увігнута; *в* — пряма; *I* — поздовжній профіль; *II* — поперечний профіль.

Ерозійним процесам сприяють поперечно-увігнуті та поздовжньо-опуклі схили (збиральні). Поперечно-поздовжньо-опуклі схили (розсіювальні) не сприяють розвитку ерозійних процесів. Схили з прямим поздовжнім профілем займають проміжне положення і називаються нейтральними.

Збільшення *довжини схилу* з опуклим профілем сприяє нагромадженню маси води (в період весняного сніготанення й під час зливових дощів) і концентрації її в нижній частині схилу, у зв'язку з чим посилюється руйнівна енергія потоку. Водночас при увігнутому профілі змивання по довжині схилу не тільки не наростає, але й знижується, оскільки продукти ерозії в нижній

частині схилу починають випадати з водного потоку, що їх переносить, і осідати на поверхні схилу.

Властивості ґрунтів є важливим фактором, який впливає на інтенсивність ерозійних процесів. Протиерозійна стійкість ґрунтів визначається їхнім механічним складом, фізико-хімічними властивостями і фізичним станом.

Механічний склад ґрунтів впливає на здатність ґрунту до агрегування та його водопроникність. Чим важчий механічний склад, тим більше мінеральних колоїдів і тим вища за наявності органічних колоїдів здатність ґрунтів до агрегації. Формування водостійкої структури підвищує водопроникність ґрунтів і тим самим зменшує дію ерозії.

Фізико-хімічні властивості. Незалежно від всіх інших факторів при низькій водопроникності ґрунту інтенсивність ерозійних процесів зростає. Водопроникність окремих ґрунтових типів і підтипів у межах одного угіддя прямо пропорційна вмісту гумусу в ґрунті, який сприяє утворенню водостійкої структури. Одновалентні катіони (K^+ , Na^+ , NH_4^+) викликають диспергацію ґрунтових колоїдів, що призводить до руйнування структурних агрегатів і зниження водопроникності. При насиченості кальцієм опір ґрунту розмиванню водою істотно підвищується, оскільки гумати кальцію сприяють утворенню водостійких агрегатів. Так, зниження протиерозійної стійкості ґрунтів на південь і північ від лісостепової зони зумовлене зменшенням вмісту в ґрунтах гумусу, появою в складі ґрунтового вбирного комплексу одновалентних катіонів та збільшенням вмісту у поверхневому шарі карбонатів.

Фізичний стан ґрунтів. Великий вплив на протиерозійну стійкість ґрунту справляють щільність і вологість ґрунту в період випадання опадів. При збільшенні щільності верхнього шару ґрунту водопроникність його зменшується, а при пухкому його стані, навпаки, — підвищується. Відповідно змінюються стік і змивання ґрунту. Ґрунти, пори яких насичені вологою, не можуть швидко поглинати опади. Тому зливові дощі, що випадають на ґрунт, насичений вологою, звичайно мають більший коефіцієнт стікання, ніж зливи, які випадають на слабкозволочений ґрунт. Аналогічна закономірність відмічається й у період весняного сніготанення.

Властивості ґрунтоутворювальних порід. З ґрунтоутворювальних порід *нестійкі* проти розмивання крупнопилуваті леси. Райони з крупнопилуватими лесами розчленовані густою і глибокою мережею ярів. *Стійкі* проти розмивання важкосуглинкові і глинисті лесовидні суглинки.

Враховуючи всі фізичні, фізико-хімічні і агрофізичні властивості ґрунтів, протиерозійна стійкість ґрунтів, яка є здатністю ґрунту протистояти розмивній дії води, залежить від родючості ґрунту. Отже, опірність змиванню підвищується від підзолистих ґрунтів (зона Полісся) до сірих лісових і чорноземів (Лісостеп), і знижується у каштанових (Степ).

Рослинність. До біологічних факторів ерозії належить здатність рослин та їхніх відмерлих решток протистояти руйнівній дії води на ґрунт. Чим густіші посіви й більша біомаса рослин, тим вища ґрунтозахисна роль посівів сільськогосподарських культур. Покритий природною трав'яною і деревно-чагарниковою рослинністю ґрунтовий покрив мінімально зазнає руйнівної

шкоди крапель дощу і змиву ґрунту поверхневими водами, а розгалужена її коренева система підвищує протиерозійну стійкість ґрунту. Відмираючи, листки і стебла рослин, їхні корені постійно поповнюють ґрунти органічними речовинами, сприяють нагромадженню гумусу. Мікроорганізми та ґрунтова мезофауна, переробляючи відмерлу органічну масу в доступні для підтримки життєдіяльності рослинного покриву поживні речовини, розпушують ґрунти і підґрунтя, сприяють поліпшенню їхніх агрофізичних властивостей, водопроникненню дощових і талих вод, нагромадженню вологи, створенню сприятливого водно-повітряного режиму для рослин, запобіганню дії ерозійних процесів.

Господарська діяльність посилює природні фактори розвитку ерозії внаслідок зміни природного рослинного покриву земної поверхні. В агросфері еродовані ґрунти є продуктом нераціонального землеробства та пасовищних перевантажень.

5.4. ПІДТИПИ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ. ФАКТОРИ РОЗВИТКУ ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ

Вітрова ерозія (або дефляція) — це фізичний процес руйнування ґрунту вітром внаслідок перенесення і перевідкладання ґрунтових часточок в результаті дії повітряного потоку на поверхню ґрунту. Вітрова ерозія призводить до руйнування верхніх, найбільш родючих шарів ґрунту, оголення коренів або засипання рослин, що спричиняє їх загибель.

За зовнішніми ознаками розрізняють два **підтипи дефляції**: повсякденну і пилові бурі.

Повсякденна (або місцева) вітрова ерозія проявляється на вітроударних схилах. Вона поширена в посушливих районах практично на всіх орних ґрунтах. Спричиняють її вітри малої швидкості (менше 12-15 м/с), завихрення повітря, невеликі пориви вітру, а також вплив на сухий ґрунт різноманітних ґрунтообробних знарядь. Вона буває у вигляді смерчів, які піднімають дрібні часточки на значну висоту, або низової поземки, при якій часточки ґрунту піднімаються до 1,5 м, потім опускаються на ґрунт і завдають механічних пошкоджень рослинам (засікання). Цей підтип дефляції повільно, але методично руйнує ґрунти.

Пилові (або чорні) бурі спричиняють сильні вітри, охоплюють значні території, залучають до повітряного потоку великі маси ґрунту і переносять його на великі відстані. Це явище спостерігається найчастіше у посушливих районах під час сильних вітрів (швидкість більше 12-15 м/с). Разом з ґрунтом вітер може виносити з полів насіння і сходи рослин. Крім цього, продуктами пилових бур засипаються інші ґрунти, річки, ставки, озера й зрошувальні канали, частково чи повністю знищуються посіви сільськогосподарських культур. Під час бур з пилом переносяться збудники малярії, спори паразитичних грибів тощо. Пилові маси нагромаджуються у вигляді насипів поблизу лісосмуг і будівель, проникають у будинки й тваринницькі приміщення, негативно впливають на здоров'я людини, домашніх і диких

тварин, викликаючи пилову пневмонію.

Залежно від втрат гумусового горизонту встановлюється ступінь дефльованості (видування) ґрунтів: слабкодефльовані ґрунти – коли, видуто до 20% гумусового горизонту; середньодефльовані – 20-40%; сильнодефльовані – 40-60%; дуже сильнодефльовані ґрунти – більше 60%.

До факторів, які визначають розвиток дефляції ґрунтів, належать: клімат, рельєф місцевості, властивості ґрунтів, характер рослинного покриву та господарська діяльність людини.

Клімат. Швидкість вітру, при якій розпочинається переміщення ерозійно небезпечних фракцій ґрунту, називається критичною, або пороговою. Для ґрунтів важкого механічного складу характерні вищі порогові швидкості вітру.

Великий вплив на вияв дефляції ґрунтів справляє *режим випадання опадів*. Опادي, як правило, знижують дефляцію ґрунтів. Їх позитивна дія виявляється у зволоженні ґрунту, що посилює зв'язність ґрунтових часточок і розвиток рослин, які кореневою системою скріплюють ґрунт і захищають його від видування. Проте випадання опадів у вигляді злив на сухий не вкритий рослинністю ґрунт, а також навперемінне його зволоження та висушування створюють умови для розвитку дефляції. Особливо сильне руйнування ґрунту відбувається за відсутності опадів у період сильних бур.

Температура і вологість повітря чинять непрямий вплив на дефляцію ґрунтів. Висока температура і низька вологість повітря у весняно-літній період сприяють інтенсивному випаровуванню вологи з поверхні ґрунту, що посилює вияв процесів дефляції. У ранньовесняний та пізньоосінній періоди чергування позитивних і негативних температур протягом доби супроводжується навперемінним промерзанням і відтаненням, що призводить до зниження протидефляційної стійкості ґрунтів. Часті й інтенсивні пилові бурі найвірогідніші в посушливі роки за високих температур і низької вологості повітря.

Рельєф. Взаємодія елементів рельєфу з повітряним потоком підлягає законам аеромеханіки, відповідно до яких будь-які перешкоди чи нерівності на шляху потоку справляють гальмівну дію. Тому всі форми рельєфу (макро-, мезо- і мікрорельєф), змінюючи швидкість вітру, впливають на інтенсивність процесів руйнування ґрунту вітром.

Від *макрорельєфу* залежить сталість напрямку і швидкість вітру на великих територіях. Великі геоморфологічні райони (у вигляді широких понижень або поєднання понижень з незначними орографічними перешкодами на шляху вітру), в яких за певного напрямку вітру постійно відбувається збільшення його швидкості, називаються *вітровими коридорами*. У вітрових коридорах швидкість вітру посилюється в 1,5-2,5 рази, порівняно з навколишніми рівними платоподібними височинами, і під час пилових бур досягає 40-60 м/с. У районах з вітровими коридорами пилові бурі — поширене явище.

Вплив *мезорельєфу* на процеси дефляції виявляється через розміри й форми його елементів. Дефляції піддаються насамперед вітроударні, опуклі

схили, на яких вплив повітряного потоку на поверхню ґрунту посилюється. На завітряних, увігнутих схилах і в низинах швидкість вітру знижується і відбувається акумуляція дрібнозему, видутого з підвищених елементів рельєфу.

Якщо повітряний потік рухається вгору по схилу, то швидкість його збільшується, а якщо вниз — зменшується. Крім цього, чим крутіший вітроударний схил, тим більша швидкість вітру і сильніше руйнування ґрунту.

Мікрорельєф визначає швидкість вітрового потоку біля поверхні ґрунту. Шорсткість поверхні ґрунту чинить опір вітру: чим шорсткіша поверхня ґрунту, тим нижча швидкість вітру і менше проявляються процеси дефляції.

Фізичні властивості ґрунтів. Ступінь впливу повітряного потоку на ґрунт визначається *розміром ґрунтових часточок*. Перебуваючи на висоті 0,2-0,4 мм від поверхні ґрунту в штильовому шарі, де швидкість повітряного потоку практично дорівнює нулю, часточки розміром менші ніж 0,1 мм не можуть відірватись і піднятись вітром. На більшу висоту у потік рухомого повітря, де швидкість вітру стрімко зростає, їх виштовхують крупніші часточки, що рухаються. Після піднімання цих часточок швидкість їхнього осідання дуже мала, і вони тривалий час можуть знаходитись у завислому стані, що є основною причиною перенесення їх на значні відстані (сотні і тисячі кілометрів).

Мікроагрегати й елементарні ґрунтові часточки діаметром 0,1-0,5 мм залишають штильовий шар і пересуваються в повітряному потоці стрибками, обертаючись із частотою 200-1000 об./с. Часточки підстрибують під кутом 75-90° на висоту 15-30, а іноді 60-90 см. Потрапивши в шари із значно більшою швидкістю часточки переносяться повітряним потоком, поступово опускаючись на поверхню ґрунту по довгій похилій траєкторії (кут падіння становить 6-12°), вдаряються об ґрунт з великою силою (рис. 5.4). Це найагресивніша в ерозійному відношенні та найактивніша фракція ґрунтових часточок та мікроагрегатів, яка спричинює руйнування самого ґрунту, засікання, видування, засипання та знищення рослин, загибель комах, птахів та дрібних диких ссавців.

Крупніші агрегати (0,5-1 мм) перекочуються або ковзають по поверхні ґрунту. Під час переміщення часточки труться одна об одну, співударяються і, руйнуючись, збільшують кількість часточок розміром 0,1-0,5 мм.

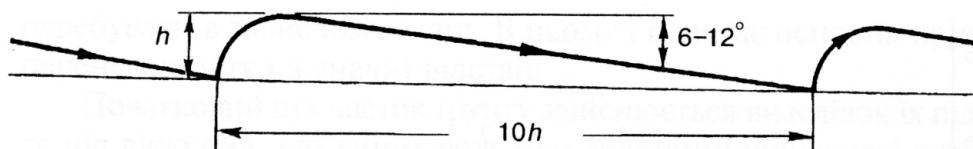


Рис. 5.4. Траєкторія стрибкоподібного руху часток ґрунту (за Н. Гудзоном, 1954)

Таким чином, ступінь протидефляційної стійкості верхнього шару ґрунту залежить від співвідношення крупних і дрібних структурних агрегатів: агрегати розміром менше 1мм називаються дефляційно небезпечними, а понад 1мм — ґрунтозахисними. Тому важкі ґрунти дефлюють менше, так як в них міститься більше глинистих часточок, яким властива здатність утворювати структурні

агрегати з високою механічною міцністю. Найбільше піддаються дефляції ґрунти легкого механічного складу, так як в них міститься значна кількість часточок розміром 0,1-0,5мм і дуже мало дрібнозему, який зв'язує часточки в мікро- і макроагрегати.

Рослинність. Добре розвинутий природний чи культурний рослинний покрив, зменшуючи втрати ґрунтової вологи на випаровування, запобігає пересушуванню верхнього шару ґрунту, а також знижує швидкість вітру в приземному шарі. Тому навіть піщані ґрунти вкриті густою трав'янистою, а тим більше чагарниковою й деревною рослинністю, не піддаються дефляції.

Господарська діяльність людини посилює розвиток вітрової ерозії внаслідок низької культури землеробства. В результаті інтенсивного обробітку руйнується структура ґрунту і зменшується його протиерозійна стійкість.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Охарактеризуйте внесок В.В.Докучаєва у вивчення ґрунтів.*
- 2. Дайте визначення ґрунтоутворювального процесу та назвіть його основні складові.*
- 3. Дайте визначення поняття «ґрунт», охарактеризуйте основні властивості ґрунтів.*
- 4. Які екологічні функції ґрунту в біосфері?*
- 5. Яка роль ґрунту в агроecosистемах?*
- 6. Розкрийте агрономічне значення гранулометричного складу ґрунтів.*
- 7. Розкрийте поняття родючості як основної властивості ґрунту.*
- 8. Що таке деградація ґрунтів? Якими критеріями оцінюють ступінь деградації?*
- 9. Назвіть та охарактеризуйте основні компоненти антропогенного забруднення ґрунтів.*
- 10. Назвіть типи та підтипи водної ерозії, охарактеризуйте фактори розвитку водної ерозії ґрунтів.*
- 11. Назвіть типи вітрової ерозії та охарактеризуйте фактори розвитку вітрової ерозії ґрунтів.*

Розділ VI

ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ТА ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

6.1. НАСЛІДКИ ТА ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕНОСТІ ПОВІТРЯ

Значення атмосферного повітря для природи надзвичайно велике і різностороннє:

- атмосфера захищає планету від шкідливих космічних випромінювань (гамма, рентгенівських та ультрафіолетових променів) та попадання на Землю метеоритів, виконує терморегуляційну функцію;
- повітря використовується в промисловості як технологічна сировина для одержання таких важливих газів: кисню, азоту, аргону, криптону, ксенону, неону;
- під дією атмосфери на Землі відбуваються важливі геологічні процеси;
- повітря потрібне всім живим організмам для дихання.

Забруднення атмосферного повітря – це наявність у повітрі різних газів, речовин, парів, дрібних часточок, які негативно діють на живі організми, а саме: погіршують умови їх життя, викликають захворювання та призводять їх до загибелі.

Забруднення атмосфери залежно від джерела може бути природним і штучним (антропогенним).

Природне забруднення викликане викидами в атмосферу різного пилу (мінерального, органічного і космічного), не викликає суттєвих якісних змін повітря, оскільки природні забруднювачі регулюються кругообігом речовин у природі і проявляються періодично.

Штучне (антропогенне) забруднення зумовлене промисловими, транспортними і побутовими викидами викликає зміну складу та властивостей атмосфери.

В результаті забруднення атмосфери знижується продуктивність агроecosystem. Наліпання пилу, особливо на шорсткувату, покриту волосками або вологу поверхню рослин, знижує фотосинтетичну активність рослин. Пил, що містить токсичні речовини, викликає некроз (зміну кольору або опіки на листках і плодах), передчасне опадання листків. Перераховані прояви призводять до зниження врожаю зеленої маси та плодів, а також до порушення росту коренів внаслідок потрапляння в ґрунт токсичних речовин з опалим листям. Дія забруднюючих речовин залежить від виду та концентрації, тривалості впливу та ступеню стійкості сільськогосподарських рослин до

токсичних речовин.

Шкідливі речовини з повітря можуть також проникати та накопичуватися в тканинах рослин і викликати структурні зміни всередині клітин. Так, при асиміляції поглинутих нітроген (V) оксидів (нітрати), в рослинах утворюються токсичні нітроген (III) оксиди (нітрити), а іноді навіть аміак, який викликає пошкодження клітин.

Шкідливі домішки повітря можуть викликати отруєння і загибель домашніх тварин. У ветеринарії відомі отруєння овець і великої рогатої худоби викидами алюмінієвих заводів, що містять багато фтористих сполук. Надходячи в повітря, вони потрапляють на траву, і худоба, яка на ній пасеться, хворіє фтористою кахексією.

Великі тваринницькі комплекси спричинюють забруднення атмосфери аміаком, сірководнем і леткими органічними речовинами (триетиламін, індол, альдегіди, спирти, органічні кислоти тощо), які є токсичними і мають неприємний запах. Населення, яке проживає неподалік від тваринницьких підприємств, скаржиться на головний біль, нудоту і поверхневе дихання, що призводить до зниження рівня окислювальних процесів у організмі.

Зменшення забрудненості повітря можна досягти за рахунок таких заходів:

- конструктивно-технологічні заходи, які виключають виділення шкідливих речовин самим джерелом їх утворення;
- покращення складу пального;
- зменшення або повне виключення попадання відходів в атмосферу за допомогою очисних споруд;
- раціональне розташування джерел шкідливих викидів;
- розширення зелених насаджень.

6.2. ДЖЕРЕЛА ТА ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО БАСЕЙНУ

Вода відіграє важливу роль у процесах обміну речовин, які становлять основу життя. За 70 років життя людини через тканини її організму проходить понад 50 т води. Велике значення вода має у промисловому і сільськогосподарському виробництві.

Найбільший споживач води – сільське господарство та харчова промисловість. З 1 га посівів кукурудзи за вегетаційний період витрачається близько 3 тис. т, пшениці – 1,5, капусти – 3, рису – до 20 тис. т води. У тваринництві при виробництві 1 т м'яса витрачається 20 тис. м³ води. На виробництво 1 кг вершкового масла використовують 10 л, а на виробництво 1 т цукру – 100 л води.

Значна кількість води витрачається і при підтриманні санітарно-гігієнічних умов на фермах: для життя тварин, очищення приміщень і їх дезинфекції, підготовки кормів, миття посуду, апаратури тощо. Так, при механізованому доїнні, на напування, миття приміщень, тварин і апаратури на

одну голову потрібно 115 л води, свинарнику-комбінаті з їдальнею на 1 свиноматку – 234 л на добу.

Під забрудненням водних ресурсів розуміють будь-які зміни фізичних, хімічних і біологічних властивостей води у водоймах у зв'язку зі скиданням у них рідких, твердих і газоподібних речовин, що робить воду даних водойм небезпечною для використання та приносить шкоду народному господарству, здоров'ю та безпеці населення.

До *основних джерел забруднення водойм* в АПК належать: стічні води тваринницьких ферм і комплексів; стічні води підприємств з переробки сільськогосподарської продукції; змиті з сільськогосподарських угідь добрива та пестициди. Усі речовини, що забруднюють води і які викликають у них якісні зміни, розподіляються на мінеральні, органічні, бактеріальні й біологічні.

Мінеральні забруднення – це пісок, глина, попіл і шлаки, розчини емульсій солей, кислот і мінеральних масел та інші неорганічні сполуки. Вони погіршують фізико-хімічні й органолептичні властивості води, викликають отруєння фауни водойм.

Органічні забруднення пов'язані з інтенсифікацією та концентрацією сільськогосподарського виробництва і містять різноманітні речовини рослинного і тваринного походження (рештки рослин, овочів, плодів, живих тканин тощо). Причиною органічних забруднень водойм є стічні води шкіряної і целюлозно-паперової промисловості, цукрових і пивоварних заводів, підприємств м'ясо-молочної, консервної і кондитерської промисловості.

Під час миття сільськогосподарської техніки у водойми потрапляють нафтопродукти та синтетичні поверхневоактивні речовини, коли відсутні очисні споруди. При потраплянні нафтопродуктів у воду, на поверхні води утворюється плівка, яка порушує газообмін між водою й повітрям, що перешкоджає насиченню води киснем і вуглекислим газом.

До цієї групи також належать смоли, феноли, барвники, спирти, альдегіди, сірко- і хлорвмісні органічні сполуки, а також пестициди, що змиваються у водоймах із сільськогосподарських угідь. У результаті досліджень доведено, що інсектициди, що містяться в воді у вигляді суспензій, розчиняються в нафтопродуктах, якими забруднені річки й озера. Ця взаємодія призводить до значного ослаблення окисних функцій водних рослин. Потрапляючи у водойми, пестициди накопичуються в планктоні, бентосі, рибі і по харчовому ланцюгу потрапляють до організму людини, діючи негативно як на окремі органи, так і на організм в цілому.

Бактеріальні та біологічні забруднення надходять у водойми із стічними водами з тваринницьких ферм і комплексів. До бактеріальних і біологічних забруднювачів належать різноманітні мікроорганізми (хвороботворні бактерії і віруси, збудники інфекцій), а також гриби і дрібні водорості. Використання такої води для пиття, побутових потреб призводить до захворювання холерою, інфекційним гепатитом, дизентерією, черевним тифом.

Переробна промисловість АПК за витратою води на одиницю виробленої продукції посідає одне з перших місць серед галузей народного господарства. До водомістких галузей належать: цукрова, крохмало-мелясна,

пивоварна, консервна і спиртова. Навіть для підприємств, обладнаних системами зворотного водопостачання, витрати свіжої води в декілька разів перевищують обсяги переробленої сировини: при переробці 1 т буряків витрати свіжої води становлять 1,8 м³; плодоовочевої сировини — від 5 до 7, картоплі на крохмаль, кукурудзи на крохмаль залежно від технології переробки — від 2,7 до 12,2, ячменю на солод — понад 20 м³.

За складом забруднюючі домішки стічних вод харчової промисловості поділяються на мінеральні й органічні. Стічні води харчової промисловості не містять токсичних речовин. Однак висока концентрація органічних забруднювачів потребує ретельного їх очищення перед скиданням у водойми. Такі стоки погано фільтруються, швидко загнивають, забруднюючи навколишнє середовище продуктами анаеробного бродіння. Не очищені стоки при скиданні значно погіршують властивості води, знижуючи вміст у ній кисню, надаючи неприємного запаху і смаку. При певних концентраціях неочищених стічних вод можуть загинути риба і планктон, а в деяких випадках бурхливо розмножуватися синьо-зелені водорості (евтрофікація водойм). Таким чином, стічні води підприємств, що переробляють рослинну сировину у великих обсягах, представляють значну загрозу для навколишнього середовища.

Можливі *шляхи зниження забруднення водного середовища*:

- вдосконалення фізико-хімічних і біологічних методів очистки стоків;
- скорочення забору води і відведення стоків на одиницю продукції за рахунок переходу на маловодні та безводні технологічні процеси, а також замкнену систему зворотного водопостачання.

В останньому випадку очисні споруди з кінцевої ланки технологічного процесу перетворюються в проміжну, мета якої — підготовка раніше невикористаних відходів до виробничого споживання.

6.3. СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД. ЗАСТОСУВАННЯ СТІЧНИХ ВОД ДЛЯ ЗРОШЕННЯ

Очищення стічних вод – обробка стічних вод з метою руйнування чи видалення з них шкідливих речовин. Стічні води, забруднені промисловими і побутовими відходами, очищають механічними, хімічними, фізико-хімічними і біохімічними способами. Застосування того чи іншого методу, у кожному конкретному випадку, визначається характером забруднення і ступенем шкідливості домішок.

Механічне очищення (відстоювання, проціджування, фільтрація і центрифугування стічних вод) застосовується для відокремлення нерозчинних мінеральних або органічних домішок та підготовки стічних вод для подальшої обробки.

Хімічне очищення полягає в тому, що в стічні води додають різні хімічні реагенти, що вступають у реакцію з забруднювачами й осаджують їх у вигляді нерозчинних осадів. Цей метод застосовується для виділення із стічних вод

розчинних та колоїдних забруднень з використанням неорганічних коагулянтів та флокулянтів, нейтралізації кислих або лужних середовищ, хімічного осадження, окисно-відновних та іонообмінних реакцій.

Фізико-хімічне очищення включає фізичні методи і хімічні реакції, ґрунтується на процесах сорбції, флотації, ультрафільтрації, зворотного осмосу, електрохімічного окиснення, екстракції, електролізу тощо. При фізико-хімічному методі очищення із стічних вод відділяються тонкодисперсні і розчинені неорганічні домішки і руйнуються органічні сполуки та речовини, що погано окиснюються. Забруднені стічні води очищають також за допомогою ультразвуку, озону, йонообмінних смол, високого тиску.

Біохімічне очищення застосовується для стічних вод, уже очищених від мінеральних і нерозчинних органічних речовин. Цей метод очищення стічних вод заснований на використанні закономірностей біохімічного і фізіологічного самоочищення річок та інших водойм. При цьому використовують здатність деяких мікроорганізмів споживати і засвоювати органічні забруднювачі, які знаходяться в стічних водах у колоїдному чи розчиненому стані. Так, води, забруднені пестицидами, можна очищати у водозбірниках, з розміщеними в них рослинними рештками, за допомогою сапрофітних мікроорганізмів.

Є кілька типів біологічних пристроїв для очищення стічних вод: біофільтри, аеротенки та біологічні ставки.

У *біофільтрах* стічні води пропускаються через шар грубозернистого матеріалу, вкритого тонкою бактеріальною плівкою. Завдяки цій плівці інтенсивно протікають процеси біологічного окиснення.

Аеротенки – величезні резервуари із залізобетону, де стічні води очищає активний мул з бактерій і мікроскопічних тварин. Усі ці живі істоти бурхливо розвиваються в аеротенках, чому сприяють органічні речовини стічних вод і надлишок кисню, який надходить у споруду з потоком повітря, що подається в резервуар. Бактерії склеюються і виділяють ферменти, що мінералізують органічні забруднення. Активний мул швидко осідає. Інфузорії, джгутікові, амеби, коловертки та інші дрібні тварини, поїдають бактерії чим омолоджують бактеріальну масу мулу.

Біологічні ставки – це штучно створені водойми для біохімічної очистки стічних вод різних категорій. В них використовуються природні процеси самоочищення вод від механічних, хімічних та біологічних домішок. Біологічні ставки поділяють на аеробні, анаеробні та аеробно-анаеробні (або проміжні).

У біологічних ставках працюють складні фітогетеротрофні мікроекосистеми, тобто в очищенні стічних вод беруть участь всі організми, що населяють водойму. Фітопланктон здійснює процеси фотосинтетичної аерації і забезпечує належні умови для життєдіяльності груп бактерій, які виконують роботу по деструкції та мінералізації органічних забруднень. Надлишок біомаси бактерій поїдається найпростішими та іншими безхребетними тваринами.

Однак очистка стічних вод — процес дорогий і дуже складний, але головне, недостатньо ефективний. Найбільш досконалий метод очищає стічні води не більше як на 85—90%, а 5—20% найбільш стійких забруднюючих

домішок залишаються і надходять у природні водойми. Тому часто для очищення стічних вод влаштовують *відстійники* і *поля фільтрації та зрошення*.

При фільтрації забруднених вод через ґрунт у верхньому його шарі затримуються механічні часточки та колоїдні фракції, що сприяють утворенню біологічної плівки. Біоплівка складається з великої кількості різних груп мікроорганізмів, адсорбує органічні та мінеральні забруднюючі речовини і окислює їх киснем, який проникає в пори ґрунту з атмосфери.

При зрошенні сільськогосподарських угідь стічними водами в ґрунті органічні речовини руйнуються, перетворюючись у сполуки, доступні для кореневого живлення рослин, а патогенні мікроорганізми і віруси дезактивуються та відмирають. На полях зрошення вищі водні рослини поглинають та нагромаджують в своїй біомасі розчинені у воді речовини (не тільки життєво необхідні елементи, а й баластові, нерідко токсичні органічні та мінеральні речовини, в тому числі важкі метали і радіонукліди).

Земельні ділянки під поля фільтрації відводять за межами населених пунктів, не ближче 1 км від житлових будинків. Їх огорожують ровом або земляним валом та смугою лісонасаджень. Поля ділять на окремі ділянки (карти), які по чергово переорюють і тільки потім заливають стічними водами з розрахунку 5-20 м³/га на добу.

Застосування стічних вод для зрошення дає можливість економно використовувати водні ресурси, забезпечує підвищення родючості ґрунту та охорону поверхневих вод від забруднення, сприяє інтенсифікації сільськогосподарського виробництва при економії мінеральних і органічних добрив. Схема експлуатації полів зрошення така: 1-й рік – полив; 2-й рік – вирощування кормових трав; 3-й рік – кормових буряків; 4-й рік – картоплі.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Назвіть джерела та основні складові газо-пилового забруднення повітря в АПК?*
- 2. Які наслідки забруднення атмосферного повітря в АПК?*
- 3. Охарактеризуйте заходи щодо зменшення забрудненості повітря.*
- 4. Назвіть джерела забруднення водного басейну в АПК.*
- 5. Охарактеризуйте заходи щодо зниження забруднення водного середовища.*
- 6. Назвіть основні напрямки охорони водних ресурсів в АПК.*
- 7. Розкрийте суть різних способів очищення стічних вод.*