

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій

Кафедра рослинництва та садово-паркового господарства

## СВІТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ

### Конспект лекцій

для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти ОНП  
«Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми здобуття вищої  
освіти



МИКОЛАЇВ  
2026

УДК 631.5(100)  
С24

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 19.03.2026 р., протокол № 6

Укладач:

М. М. Корхова – канд. с.-г. наук, доцентка, доцентка кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет

Рецензенти:

В. В. Гамаюнова – докторка с.-г. наук, професорка, завідувачка кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету

А. В. Курішко – завідувачка відділу визначення посівних якостей насіння та товарних якостей садивного матеріалу ДУ Миколаївської фітосанітарної випробувальної лабораторії Держпродспоживслужби

©Миколаївський національний аграрний  
університет, 2026

## ЗМІСТ

Модуль I. Історія становлення технологій. новітні технології в рослинництві та умови їх реалізації.....	4
Лекція 1. Вступ. Етапи розвитку агротехнологій.....	4
Лекція 2. Сорт (гібрид) – основа технології в рослинництві.....	10
Лекція 3. Точні технології та економічна сталість.....	14
Модуль II. Сучасні світові агротехнологічні системи.....	21
<u>Лекція № 4.</u> Революція відновлювального сільського господарства.....	21
<u>Лекція № 5.</u> Еколого-біологічні агротехнології.....	25
<u>Лекція № 6.</u> Енерго-ресурсозаощаджуючі агротехнології.....	36
Модуль III. Світова практика використання сучасних агротехнологій .....	37
<u>Лекція № 7.</u> Альтернативні технології захисту рослин.....	37
<u>Лекція № 8.</u> Технологія Strip-till від Mzuri Pro-Till.....	41
<u>Лекція № 9.</u> Ефективність зрошення: більше продукції з меншою кількістю води.....	44
Список використаної літератури.....	51
Для нотаток.....	52

## МОДУЛЬ 1

# ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ ТА УМОВИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

### Тема 1

#### Вступ. Етапи розвитку агротехнологій

##### План

1. Світові центри виникнення рослинництва як виробничої галузі та етапи його розвитку (первісний, античний, мануфактурного капіталізму, зелена революція, інтенсивний).

2. Виникнення і характеристика систем землеробства (залізна, перелогова, плодозмінна, інтенсивна, еколого-біологічна) та їх агротехнологічна реалізація.

3.

*Ключові слова:* агротехнології, системи землеробства, інтенсивні, індустріальні, екстенсивні агротехнології, проміжні технології.

*Key words:* agricultural technologies, farming systems, intensive, industrial, extensive agricultural technologies, intermediate technologies.

#### **1. Світові центри виникнення рослинництва як виробничої галузі та етапи його розвитку**

Рослинництво виникло у кількох світових центрах (Південно-Західна Азія, Китай, Мезоамерика тощо) та розвивалося через епохи: первісний (перехід до осілого землеробства), античний (розвиток рабовласницького землеробства та работоргівлі), мануфактурний капіталізм (початок промислової революції, фермерство, нові технології), Зелена революція (середина ХХ ст. – нові сорти, хімія, механізація), та інтенсивне (сучасний етап – біотехнології, ГМО, сталий розвиток).

Етапи розвитку рослинництва:

1. Первісний етап (неолітична революція): Перехід від збиральництва до землеробства, приручення диких рослин, поява перших знарядь, осілий спосіб життя.

2. Античний (давній) етап: Розвиток великих держав (Єгипет, Рим), формування систем зрошення, використання рабської праці, виникнення товарно-грошових відносин.

3. Етап мануфактурного капіталізму (Новий час): Поява капіталістичних відносин, товарного виробництва, розвиток техніки (сівалки, жниварки), зростання ролі фермерства (особливо в США та Європі).

4. Зелена революція (середина ХХ ст.): Впровадження високопродуктивних сортів, мінеральних добрив, пестицидів, механізація, що різко збільшило врожаї.

5. Інтенсивний етап (сучасний): Поєднання всіх попередніх здобутків, біотехнології, ГМО, точне землеробство, акцент на стійкості та екологічності, інноваційні технології.

*Первісний етап (неолітична революція): Перехід від збиральництва до землеробства, приручення диких рослин, поява перших знарядь, осілий спосіб життя*

Тисячолітній досвід і нагромаджені знання про навколишній світ підказували вихід із складного становища. Первісна людина почала не тільки брати у природи, а й відновлювати її багатства. Люди давно помітили, що зерна рослин, які потрапляли в пухкий ґрунт, згодом проростали. Також вони зрозуміли, що маленьких звірят, знайдених під час полювання, не треба вбивати. Люди почали свідомо сіяти зерно та приручати і розводити тварин. У мезоліті приручили собаку. Він був вірним помічником людини під час полювання й охоронцем житла.

У різних частинах нашої планети були одомашнені різні тварини й птахи. У Китаї – собака, свиня, курка, качка, гуска. В Індії – буйвіл, кішка, курка. У Передній Азії одомашнили вівцю, козу, велику рогату худобу, коня, одnogорбого верблюда. Свійські тварини давали людям м'ясо, молоко, хутро, вовну.

Так поступово в неоліті первісні люди перейшли від збиральництва і полювання до землеробства і скотарства, тобто від привласнювальних методів господарювання до відтворювальних. Цей перехід англійський археолог Гордон Чайлд (1892–1957 рр.) назвав неолітичною революцією. Землеробство поширилося на землях з найбільш сприятливими умовами: теплим кліматом, родючими ґрунтами, дикими злаками. Такі ґрунти були на територіях, які отримали назву «родючий півмісяць». Тут вирощували горох, жито, пшеницю. На берегах річки Хуанхе у Китаї 7 тис. років тому почали вирощувати просо та сою. На Американському континенті 5 тис. років тому навчилися культивувати кукурудзу, гарбуз, квасолю, бавовну.

«Родючий півмісяць» – так називають територію Палестини, Лівану, Сирії, Центральної і Південної Туреччини, частини Дворіччя, Ірану та Середньої Азії. Саме тут уперше почали вирощувати зернові культури та одомашнили тварин. Винайдення землеробства й скотарства, на думку вчених, визначило майбутнє людства. Відтепер з'явилися небачені раніше перспективи для збільшення необхідної для життя людини їжі. Землеробство забезпечувало людину постійною кількістю необхідних продуктів, виробництва яких вона могла контролювати. Скотарство було не лише джерелом м'яса, шкіри й жирів, але, згодом, коли людина навчилася доїти худобу, і молочних продуктів. Худоба стала також використовуватися під час

оранки, перевезення вантажів, верхової їзди. Нові форми господарювання зробили можливим осіле життя. Внаслідок цього з'явилися селища з добротними оселями й господарськими спорудами.

*Античний (давній) етап: Розвиток великих держав (Єгипет, Рим), формування систем зрошення, використання рабської праці, виникнення товарно-грошових відносин*

Античний етап (Єгипет, Рим) характеризувався розквітом великих держав, створенням складних систем зрошення (для сільського господарства) та інтенсивним використанням рабської праці, що стимулювало розвиток ремесел і торгівлі та призвело до виникнення товарно-грошових відносин, хоча рабовласництво з часом вичерпало себе, спричинивши кризу, особливо в Римі, що підкреслюється освітнім порталом Освіта.УА.

Ключові риси античного етапу:

- Великі держави (Єгипет, Рим, Греція): централізована влада, розвиток інфраструктури, великі території, складні суспільні структури.
- Зрошувальні системи (Єгипет, Месопотамія): інженерні споруди для управління водними ресурсами, що забезпечували високі врожаї.
- Рабська праця (особливо в Римі): основа для сільського господарства, будівництва, побуту, звільняла частину вільного населення для інтелектуальної праці (наука, мистецтво).
- Товарно-грошові відносини: розвиток торгівлі, використання монет (римські денарії, грецькі драхми) як засобу обміну, що сприяло економічному зростанню.
- Економічна криза (Рим): Вичерпання системи рабства, повстання, зниження продуктивності праці, зростання податкового тиску та зовнішні напади призвели до занепаду.

Цей період заклав фундамент для подальшого розвитку європейської цивілізації, як вказують звіти та освітні матеріали.

*Етап мануфактурного капіталізму (Новий час): Поява капіталістичних відносин, товарного виробництва, розвиток техніки (сівалки, жнивварки), зростання ролі фермерства (особливо в США та Європі)*

Етап мануфактурного капіталізму в Новий час характеризувався зародженням капіталістичних відносин (наймана праця, товарне виробництво для прибутку) та переходом до індустріального суспільства, що підкріплювалося технічним прогресом (сівалки, жнивварки) та зростанням ролі фермерства (особливо в США), що призводило до товарно-грошових відносин, розвитку міст та торгівлі, формуючи ринкову економіку.

Основні риси цього етапу (XVI-XVII ст.):

- Економічні зміни: Початок переходу від аграрного до індустріального суспільства, де товари почали виготовлятися не лише для споживання, а й на продаж з метою отримання прибутку.

- Капіталістичні відносини: Зародження найманої праці та капіталу як основи виробництва.
- Технічний прогрес: Розвиток техніки, зокрема в сільському господарстві (сівалки, жниварки), що підвищувало продуктивність праці.
- Зростання ролі фермерства: Особливо в США та Європі, що стимулювало товарне виробництво та ринкову економіку.
- Урбанізація та торгівля: З розвитком міст, торгівлі та виробництва закладалися основи майбутньої ринкової економіки.

Таким чином, ваш опис точно відображає ключові процеси епохи мануфактурного капіталізму, яка стала перехідним періодом до індустріальної епохи.

*Зелена революція (середина ХХ ст.): Впровадження високопродуктивних сортів, мінеральних добрив, пестицидів, механізація, що різко збільшило врожай*

"Зелена революція" (1940-ті-1970-ті роки) — це комплекс інновацій в сільському господарстві, що включав виведення високопродуктивних сортів зернових (пшениця, рис), масове застосування мінеральних добрив, пестицидів, іригації та сучасної техніки, що призвело до кардинального зростання врожайів та розв'язання проблеми голоду в багатьох країнах, зокрема в Індії та Мексиці, завдяки чому світ зміг прогодувати зростаюче населення. Її батьком часто називають Нормана Борлоуга.

Ключові елементи Зеленої революції:

- Нові сорти: Розробка низькорослих, але високоврожайних сортів пшениці та рису, які краще реагували на добрива.
- Добрива та пестициди: Активне використання хімічних добрив (азот, фосфор, калій) та засобів захисту рослин для боротьби зі шкідниками та хворобами.
- Механізація: Застосування тракторів та іншої сучасної техніки.
- Іригація: Розширення систем зрошення для забезпечення рослин водою.
- Вплив: Зростання врожайності головних зернових, вирішення проблеми нестачі харчування та підвищення рівня життя.

Зелена революція кардинально змінила сільське господарство, замінивши традиційні методи інтенсивним виробництвом.

*Інтенсивний етап (сучасний): Поєднання всіх попередніх здобутків, біотехнології, ГМО, точне землеробство, акцент на стійкості та екологічності, інноваційні технології*

## **2. Виникнення і характеристика систем землеробства та їх агротехнологічна реалізація**

Система землеробства — історично визначений спосіб установалення співвідношення між заходами і засобами використання земельних, рослинних, агрокліматичних та інших ресурсів у відповідній географічній зоні. Система землеробства — це сукупність взаємопов'язаних принципів, правил, прийомів, заходів організаційно-економічного, агротехнічного, меліоративного характеру із використання землі на визначеній території за землепорядкуванням для виробництва сільськогосподарської продукції, відтворення і підвищення родючості ґрунту за наявних кліматичних умов.

Виникнення і зміни науки про системи землеробства пов'язані з розвитком у суспільстві виробничих сил та виробничих відносин.

У другій половині XVIII ст. вчені-агрономи А. Т. Болотов, І. М. Комов, В. О. Левшин присвятили свої дослідження вивченню систем землеробства. А. Т. Болотов, зокрема, писав: «Належне співвідношення між скотарством і хліборобством складає головну увагу в сільському господарстві». Своїм баченням він визначив концепцію інтегрованого землеробства, рослинництва і тваринництва.

В основу назв систем землеробства бралися переважаючий характер використання землі або спосіб відновлення родючості ґрунту (переліг, пар) та найбільш поширені в посівах культурні рослини. А тому систему землеробства спочатку трактували переважно як спосіб розведення культурних рослин на полях і називали її способом нивоведення, системою рільництва, системою хліборобства тощо.

У примітивних системах землеробства — залежній, переліжній, вирубно-вогневій та лісопилній — в обробітку знаходилась частина орнопридатних земель. Ці системи відповідали рівню розвитку виробничих сил того історичного часу.

Розвиток науки про системи землеробства пов'язаний з іменами відомих економістів О. П. Людоговського, О. С. Ермолова, І. О. Стебута та О. І. Скворцова. На їх думку, основними складовими системи землеробства є співвідношення між земельними угіддями (ріллею та природними луками) і різними групами культур, а також спосіб підтримання родючості ґрунту. їх вчення зайняло належне місце в торговому землеробстві та спеціалізації господарства. Виникло поняття «система господарства», яке несло більш широкий перш за все економічний зміст з включенням виробничого напрямку та системи землеробства. Системи господарства розрізняли за головними видами сільськогосподарської продукції, від якої одержували основний прибуток.

Новий помітний вклад у розвиток основ вчення про системи землеробства було зроблено в кінці XVIII ст. видатним вченим-агрономом і економістом Іваном Михайловичем Комовим.

Теоретичною основою кожної системи землеробства є закони агрономії, творче використання яких в умовах виробництва забезпечує високу агротехнічну і економічну ефективність кожної ланки та всієї системи землеробства в цілому.

На зміну примітивним прийшли *екстенсивні системи землеробства*, до яких віднесеш зокрема паро-перелогова, парова і багатопільна трав'яна або вигінна. Однією з причин їх виникнення було зростання чисельності населення і обмежена земельна територія, що не дозволяло розширювати площу під посівами культурних рослин.

Парова система набуває агрономічної, агрофізичної суті тільки тоді, коли відведене поле не пасивно наповнюється плодючою силою, а на відновлення його спрямована технологічна операція — оранка, тобто в паровий період поле піддають одно-, дворазовому обробітку з метою поліпшення структури ґрунту, максимально можливого знищення бур'янів тощо.

До *інтенсивних і сучасних систем землеробства* відносять просапну, зернопросапну, зернопарову, зернопаропросапну, зернотрав'яну, плодозмінну та ін.

*Інтенсивні системи землеробства* означають перехід до якісно нових сортів рослин з програмованим застосуванням добрив і регулюванням продукційного процесу різними біологічними і хімічними засобами.

*Високоінтенсивні системи (точні)* припускають якнайповніше використання досягнень науково-технічного прогресу, створення сортів рослин із заданими параметрами продуктивності і якості, сучасні засоби реалізації їх генетичного потенціалу, оптимальну організацію території на основі ідентифікації ландшафтно-екологічних зв'язків за допомогою новітніх методів математичного моделювання і інформатизації.

Колишня землеоціночна основа не мала *екологічної визначеності*, оскільки самі зональні системи землеробства були позбавлені конкретної екологічної адреси. Землеоцінка була безальтернативною також, як і системи землеробства, як правило, однозначні, поставлені в рамки директивного планування.

Оцінка сільськогосподарських культур по впливу на ґрунти і ландшафти у зв'язку з біологічними особливостями і технологіями вирощування:

- оцінка культур по кількості рослинних залишків, що поступають в ґрунт, і їх якісному складу;
- вплив рослин на симбіотичну і асоціативну азотфіксацію;
- вплив культур і технологій на складання і структурний стан ґрунтів;
- оцінка рослин по характеру їх впливу на водний режим ґрунтів;
- оцінка фітомеліоративного впливу рослин на ґрунт;
- оцінка культур по впливу на фітосанітарний стан ґрунтів — вплив на накопичення специфічних видів бур'янів, хвороб і шкідників, на ґрунтовому.

## Тема 2

### Сорт (гібрид) – основа технології в рослинництві

#### План

1. Значення сорту та гібриду в технології вирощування сільськогосподарських культур.
2. Класифікація сортів зернових, зернобобових та технічних культур за групами стиглості, за висотою, за якістю, за типом використання.
3. Добір сортів та гібридів основних польових культур для вирощування в умовах Південного Степу України.

*Ключові слова: сорт, гібрид, добір сортів та гібридів, класифікація сортів, господарсько-біологічні показники*

*Key words: variety, hybrid, selection of varieties and hybrids, classification of varieties, economic and biological indicators*

#### **1. Значення сорту та гібриду в технології вирощування сільськогосподарських культур**

Сорти та гібриди є основою технології вирощування, оскільки визначають потенціал урожайності, якість продукції, стійкість до хвороб та адаптацію до умов, сорти забезпечують стабільність та можливість самовідтворення насіння, а гібриди (F<sub>1</sub>), отримані шляхом схрещування чистих ліній, часто мають *гетерозис*, тобто значно кращі показники врожайності та стійкості, але насіння з них зазвичай не зберігає цих властивостей у наступних поколіннях, вимагаючи щорічного оновлення.

Сорт – це група рослин одного виду, що мають спільні, успадковані та стабільні ознаки, відібрані для певних умов.

- Стабільність: зберігає свої ознаки при розмноженні, дозволяючи отримувати якісне насіння.
- Різноманітність: пропонує широкий вибір для різних кліматичних зон та потреб.
- Вартість: посівний матеріал зазвичай дешевший.
- Адаптація: часто краще пристосований до певних ґрунтово-кліматичних умов.

Гібрид – це перше покоління від схрещування двох генетично різних батьківських ліній.

- Гетерозис: проявляє «*гібридну силу*» – підвищену життєздатність, урожайність, стійкість до хвороб і шкідників.
- Потенціал: має вищий урожайний потенціал порівняно з сортами.
- Уніфікованість: рівномірний ріст і дозрівання, що спрощує збір урожаю.

○ Недоліки: необхідність щорічно купувати нове насіння, оскільки ознаки не зберігаються у другому поколінні (F2).

Як вони впливають на технологію:

• Вибір матеріалу: вибір між сортом та гібридом залежить від цілей: для стабільного, довгострокового вирощування підходить сорт; для максимального врожаю в короткостроковій перспективі – гібрид.

• Агротехніка: гібриди вимагають точнішої агротехніки та догляду, тоді як сорти можуть бути більш витривалими.

• Економіка: вища ціна гібридного насіння окупається підвищеним врожаєм.

• Сортооновлення: навіть сорти потребують періодичного оновлення якісним насінням (еліти, базового) для підтримання продуктивності.

## **2. Класифікація сортів зернових, зернобобових та технічних культур**

Класифікація сортів зернових, зернобобових та технічних культур відбувається за групами стиглості (ранні, середні, пізні), висотою рослин (низькорослі, середньорослі, високорослі) та якості (класи пшениці, вміст білка, клейковини, крохмалю). За типом використання вони поділяються на харчові, кормові, технічні (олійні, цукрові) та фуражні, а за біологічними особливостями — на злакові, зернобобові та інші групи культур.

1. За групами стиглості:

• Ранньостиглі: швидко дозрівають, підходять для зон з коротким вегетаційним періодом.

• Середньостиглі: найпоширеніші, оптимальні для більшості регіонів.

• Пізньостиглі: потребують тривалого вегетаційного періоду, часто мають вищий потенціал урожайності.

2. За висотою рослин:

• Низькорослі (карликові): сорти з високою стійкістю до вилягання, зручні для механізованого збору (наприклад, деякі сорти пшениці).

• Середньорослі: збалансована висота для оптимального формування урожаю.

• Високорослі: часто мають більший потенціал урожайності, але схильніші до вилягання (наприклад, деякі сорти кукурудзи).

3. За якістю зерна:

• Хлібопекарські властивості: для пшениці — склоподібність, вирівняність, вміст клейковини та її якість, борошномельні та хлібопекарські властивості.

• Крохмалистість та білковість: важливо для ячменю, кукурудзи (білок, жир, крохмаль), рису.

- Плівчастість: для ячменю (плівчастий і голозерний).
- 4. За типом використання:
  - Харчові: пшениця, рис, гречка (для хліба, круп).
  - Фуражні (кормові): ячмінь, овес, кукурудза, горох (для тваринництва).
  - Технічні:
    - Олійні: соняшник, ріпак, соя.
    - Цукристі: цукровий буряк.
    - Волокнисті: бавовна.
  - Зернобобові: горох, соя, квасоля, сочевиця.

### ***3. Добір сортів та гібридів основних польових культур для вирощування в умовах Південного Степу України***

Для успішного вирощування основних польових культур на Південному Степу України (пшениця озима, ячмінь, кукурудза, соняшник, соя) ключовим є добір посухостійких, ранньостиглих та високопродуктивних сортів/гібридів, які ефективно використовують вологу та стійкі до високих температур, з орієнтацією на зони зрошення або посушливі ділянки, враховуючи місцеві агрономічні рекомендації та результати випробувань.

Принципи добору:

1. **Посухостійкість:** слід вибирати сорти, стійкі до дефіциту вологи та високих температур (наприклад, сорго, просо, певні сорти кукурудзи, соняшнику та озимої пшениці).
2. **Терміни стиглості:** перевага надається ранньостиглим сортам, які встигають пройти вегетацію до настання літньої посухи.
3. **Продуктивність:** слід обирати сорти, що демонструють стабільно високі врожаї в умовах Південного Степу, а не лише в ідеальних умовах.
4. **Сорти для зрошення та без зрошення:** для зрошуваних ділянок підійдуть більш вимогливі сорти; в умовах природнього зволоження – посухостійкі (наприклад, сорти ячменю озимого та ярого в умовах зрошення, кукурудзи).

Рекомендації за культурами (загальні):

- **Пшениця (озима):** стійкі до посухи та морозостійкі сорти, часто за вирощування за інтенсивними технологіями (зокрема, на зрошенні).
- **Ячмінь (озимий та ярий):** добре адаптується до умов Степу, особливо на зрошенні. Важливий вибір сорту для максимальної продуктивності.
- **Кукурудза:** гібриди з високим потенціалом (наприклад, групи ФАО 250-300), що ефективно використовують вологу, потребують високого фону живлення.
- **Соняшник:** стійкі до посухи та хвороб гібриди (середньоранні або ранні).

- Соя: стійкі до посухи та шкідників, що швидко дозрівають сорти.  
Де шукати конкретні сорти/гібриди:
- Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні (Український інститут експертизи сортів рослин).

## Тема 3

### Точні технології та економічна сталість

#### План

1. Концепції точного землеробства та сталої інтенсифікації та вплив, який вони можуть мати на системи ведення сільського господарства.
2. Порівняння різних технологій, які можна використовувати для підвищення продуктивності.
3. Оцінка переваг інтенсифікації сільського господарства для навколишнього середовища.
4. Супутникові геоінформаційні системи та їх можливості використання в агротехнологіях.
5. Концепція точного землеробства та основні її завдання.
6. Елементи точного землеробства при хімічному захисті рослин і внесенні добрив.

*Ключові слова: точне землеробство, безпілотні літальні апарати, автоматичне водіння, зрошення зі змінною нормою*

*Key words: precision agriculture, drones, automated driving, variable rate irrigation*

#### ***1. Концепції точного землеробства та сталої інтенсифікації та вплив, який вони можуть мати на системи ведення сільського господарства***

Точне землеробство (ТЗ) та стала інтенсифікація – це підходи, що використовують технології для оптимізації ресурсів (добрив, води) та підвищення врожайності, зменшуючи при цьому витрати й негативний вплив на довкілля (грунт, воду), що робить сільське господарство ефективнішим, екологічно стійкішим та прибутковим через точне картографування, датчики, GPS та диференційоване внесення, трансформуючи традиційні системи в інтелектуальні та ресурсозберігаючі.

Концепції:

- Точне землеробство (*Precision Agriculture*): управління сільськогосподарськими ділянками на основі даних про їхню мінливість (грунт, вологість, бур'яни) для застосування ресурсів точно там і тоді, де це потрібно.
- Стала інтенсифікація: підвищення продуктивності сільського господарства без збільшення негативного екологічного сліду, використовуючи інновації для ефективнішого використання ресурсів і збереження природного балансу.

Технології точного землеробства:

- GPS/GNSS: високоточне позиціонування для керування технікою та картографування.
- Геокартування: створення карт ґрунтів, вмісту поживних речовин, ураження шкідниками/бур'янами.
- Датчики і дистанційне зондування: збір даних про стан ґрунту та рослин за допомогою сенсорів, дронів, супутників.
- Системи диференційованого внесення (VRT): техніка, що автоматично змінює кількість добрив, насіння чи води залежно від потреб ділянки.
- Автоматизоване керування: системи автопілоту для тракторів, що зменшують втому оператора та похибки.

Вплив на системи ведення сільського господарства:

- *Економічний*: зниження витрат на насіння, добрива, пестициди (економія 15-30%), підвищення врожайності та якості продукції, оптимізація використання ресурсів.
- *Екологічний*: мінімізація забруднення ґрунту та води надлишками хімікатів, збереження родючості ґрунтів та підтримка біорізноманіття, зменшення екологічного навантаження.
- *Управлінський*: прийняття рішень на основі даних, підвищення ефективності та конкурентоспроможності господарств, створення інтелектуальних та адаптивних сільськогосподарських систем.

Таким чином, ТЗ та стала інтенсифікація є ключем до переходу на більш розумне та відповідальне сільське господарство, яке здатне забезпечити продовольчу безпеку, зберігаючи природні ресурси.

## **2. Порівняння різних технологій, які можна використовувати для підвищення продуктивності**

Порівняння технологій вирощування включає аналіз інтенсивних (з високим застосуванням хімії) та екстенсивних (з меншим) підходів, а також інноваційних, як точне землеробство (*Precision Agriculture*), що використовує дані для оптимізації, і біодинамічні методи, що спираються на природні процеси; ключові відмінності — у рівні витрат (альтернативні можуть бути дешевшими) та урожайності, але головне — у підході до здоров'я ґрунту, захисту рослин, удобренні та застосуванні сучасних біопрепаратів для максимального використання потенціалу культури.

### 1. Інтенсивна технологія:

- Суть: максимальне використання біологічного потенціалу сорту за допомогою повного комплексу агротехнічних прийомів, добрив, ЗЗР (засобів захисту рослин).
- Особливості: високі врожаї, але потенційні витрати, залежність від хімічних препаратів.

### 2. Альтернативні/Інноваційні підходи:

- Суть: оптимізація систем живлення та захисту, застосування біостимуляторів, ад'ювантів.
- Особливості: можуть бути дешевші за інтенсивні, спрямовані на стабільність урожаю та здоров'я ґрунту.

### 3. Точне землеробство (*Precision Agriculture*):

- Суть: використання GPS, дронів (БПЛА), сенсорів для моніторингу стану посівів у реальному часі та диференційного внесення ресурсів.
- Особливості: точне визначення потреб ділянки, економія добрив/ЗЗР, зростання ефективності.

Отже, сучасні технології дозволяють досягати високих урожаїв, не збільшуючи витрат, а часто й знижуючи їх, за рахунок розумного підходу до удобрення та захисту. Перехід на інноваційні системи живлення та захисту, використання біопрепаратів та точного землеробства є ключовим для підвищення рентабельності та стійкості виробництва.

### **3. Оцінка переваг інтенсифікації сільського господарства для навколишнього середовища**

Інтенсифікація сільського господарства має подвійний вплив на довкілля: вона дозволяє зберегти природні екосистеми (ліси, степи), збільшуючи врожай з меншої площі, але водночас загрожує екологічній рівновазі через застосування хімікатів, забруднення вод та ґрунту.

Перевага — у зменшенні тиску на дику природу, але це досягається за рахунок підвищеного використання добрив, пестицидів та води, що веде до деградації ґрунту та забруднення водних ресурсів і вимагає впровадження сталих інтенсивних методів для мінімізації негативних наслідків.

Переваги інтенсифікації для довкілля (через збільшення продуктивності):

1. Зменшення вирубки лісів та освоєння нових земель: високі врожаї з гектара дозволяють забезпечувати продовольством населення, не розширюючи сільськогосподарські угіддя, що зберігає біорізноманіття та природні ареали.

2. Ефективніше використання ресурсів: збільшення врожайності може призвести до більш раціонального використання води та добрив на одиницю продукції, хоча загальний обсяг їх споживання зростає.

Недоліки (негативний вплив):

1. Забруднення води та ґрунту: надлишок мінеральних добрив та пестицидів вимивається в річки та ґрунтові води, забруднюючи їх.

2. Зниження біорізноманіття: монокультури та інтенсивні обробки зменшують біологічне різноманіття на сільськогосподарських угіддях.

3. Вичерпання ґрунтових ресурсів: інтенсивні методи можуть призводити до ерозії та зниження родючості ґрунтів, якщо не застосовуються запобіжні заходи.

Висновок: Інтенсифікація є необхідною для забезпечення продовольством, але її переваги для довкілля реалізуються лише тоді, коли вона поєднується з стійкими практиками (точне землеробство, органічні методи, ресурсозбереження), що пом'якшують негативні екологічні наслідки.

#### **4. Супутникові геоінформаційні системи та їх можливості використання в агротехнологіях**

Супутникові геоінформаційні системи (ГІС) в агротехнологіях дозволяють створювати точні карти полів, моніторити їх стан (здоров'я рослин, вологість ґрунту), планувати внесення добрив, аналізувати неоднорідності, оптимізувати зрошення та боротьбу зі шкідниками, а також керувати технікою, підвищуючи врожайність та ефективність господарства через точне землеробство. Вони об'єднують супутникові знімки та дані з датчиків для прийняття обґрунтованих рішень, що є ключовим для сучасного агробізнесу.

Основні можливості та застосування:

1. Створення цифрових карт полів: точне визначення меж, площ, рельєфу та ґрунтових умов ділянок.

2. Моніторинг стану посівів: використання супутникових знімків (мультиспектральних) для виявлення зон стресу рослин, дефіциту поживних речовин, хвороб, шкідників або нестачі вологи.

3. Диференційоване внесення добрив та ЗЗР: створення карт-завдань для техніки, що дозволяє вносити ресурси лише там, де це необхідно, і в потрібній кількості, економлячи кошти та зменшуючи навантаження на довкілля.

4. Оптимізація поливу та зрошення: визначення зон з різним рівнем вологості ґрунту та потреб рослин, що дозволяє ефективно керувати водними ресурсами.

5. Управління технікою (*Autopilot, Section Control*): інтеграція з автопілотами та системами автоматичного керування сівалками/обприскувачами для точного проходження маршрутів і запобігання перекриттям/пропускам.

6. Прогнозування врожайності: аналіз історичних та поточних даних для оцінки майбутнього врожаю та планування збуту.

7. Моніторинг випасу худоби: відстеження переміщення тварин, їх здоров'я та стану пасовищ за допомогою GPS-трекерів, інтегрованих з ГІС-платформами.

8. Аналіз даних та прийняття рішень: ГІС інтегрують дані з різних джерел (дронів, датчиків, метеостанцій) для глибокого аналізу та прийняття стратегічних рішень.

Переваги для агробізнесу:

- Підвищення врожайності та якості продукції.
- Зниження витрат на ресурси (добрива, вода, паливо).
- Зменшення негативного впливу на довкілля (екологічність).
- Підвищення точності та ефективності управління господарством.

Таким чином, супутникові ГІС є невід'ємною частиною точного землеробства, що дозволяє аграріям отримувати повну картину поля та приймати ефективні управлінські рішення.

## 5. Концепція точного землеробства та основні її завдання

Точне землеробство (ТЗ) та стала інтенсифікація – це підходи, що використовують технології для оптимізації ресурсів (добрив, води) та підвищення врожайності, зменшуючи при цьому витрати й негативний вплив на довкілля (грунт, воду), що робить сільське господарство ефективнішим, екологічно стійкішим та прибутковим через точне картографування, датчики, GPS та диференційоване внесення, трансформуючи традиційні системи в інтелектуальні та ресурсозберігаючі.

Концепції:

- Точне землеробство (*Precision Agriculture*): управління сільськогосподарськими ділянками на основі даних про їхню мінливість (грунт, вологість, бур'яни) для застосування ресурсів точно там і тоді, де це потрібно.

- Стала інтенсифікація: підвищення продуктивності сільського господарства без збільшення негативного екологічного сліду, використовуючи інновації для ефективнішого використання ресурсів і збереження природного балансу.

Технології точного землеробства:

- GPS/GNSS: високоточне позиціонування для керування технікою та картографування.

- Геокартування: створення карт ґрунтів, вмісту поживних речовин, ураження шкідниками / бур'янами.

- Датчики & Дистанційне зондування: збір даних про стан ґрунту та рослин за допомогою сенсорів, дронів, супутників.

- Системи диференційованого внесення (VRT): техніка, що автоматично змінює кількість добрив, насіння чи води залежно від потреб ділянки.

- Автоматизоване керування: системи автопілоту для тракторів, що зменшують втому оператора та похибки.

Вплив на системи ведення сільського господарства:

- *Економічний*: зниження витрат на насіння, добрива, пестициди (економія 15-30%), підвищення врожайності та якості продукції, оптимізація використання ресурсів.

- *Екологічний*: мінімізація забруднення ґрунту та води надлишками хімікатів, збереження родючості ґрунтів та підтримка біорізноманіття, зменшення екологічного навантаження.

- *Управлінський*: прийняття рішень на основі даних, підвищення ефективності та конкурентоспроможності господарств, створення інтелектуальних та адаптивних сільськогосподарських систем.

Таким чином, ТЗ та стала інтенсифікація є ключем до переходу на більш розумне та відповідальне сільське господарство, яке здатне забезпечити продовольчу безпеку, зберігаючи природні ресурси.

## **6. Елементи точного землеробства при хімічному захисті рослин**

Елементи точного землеробства при хімічному захисті рослин включають збір та аналіз даних про стан поля (дрони, сенсори), GPS-навігацію для точного внесення, системи змінного нормування (VRT) для диференційованого застосування пестицидів та добрив, а також розумне обприскування (індивідуальний контроль форсунок), що дозволяє економити ресурси, зменшувати вплив на довкілля і підвищувати ефективність захисту, застосовуючи препарати лише там, де це потрібно.

*Основні елементи:*

- Дані з ДЗЗ та дронів: мультиспектральні знімки дозволяють виявити проблемні зони (хвороби, шкідники, бур'яни), які потребують обробки.

- GPS/ГІС: картографування полів та точне позиціонування техніки забезпечує внесення препаратів лише на конкретних ділянках поля.

- Системи змінного нормування (VRT): автоматично коригують норму внесення пестицидів залежно від карти потреб поля, мінімізуючи витрати.

- Розумне обприскування: системи управління форсунками (наприклад, Hawkeye™) індивідуально контролюють кожну форсунку для рівномірного розпилення та доведення суміші до цілі, знижуючи знос і нецільове потрапляння.

- Сенсори: датчики в режимі реального часу збирають інформацію про вологість ґрунту, рівень поживних речовин та стан рослин, що допомагає приймати рішення про обробку.

- Штучний інтелект: аналізує дані для прогнозування спалахів хвороб чи шкідників та автоматизації процесів.

*Переваги для хімічного захисту:*

- Зменшення витрат: економія пестицидів завдяки точковому застосуванню.
- Екологічна безпека: зниження хімічного навантаження на ґрунт та довкілля.
- Підвищення ефективності: застосування препаратів у потрібний час та в потрібному місці.
- Оптимізація ресурсів: раціональне використання води, добрив та ЗЗР.

## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 СУЧАСНІ СВІТОВІ АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ

### Тема 4

#### Революція відновлювального сільського господарства

##### План

1. Історія відновлюваного землеробства. П'ять ключових принципів відновлювального сільського господарства.
2. Переваги відновлювального сільського господарства.
3. Кругообіг поживних речовин: вуглець і азот. Секвестрація вуглецю.
4. Система нульового обробітку ґрунту, біовугілля (біочар), мікоризні гриби.
5. ФітореMediaція та фітоекстракція.

**Ключові слова:** *регенеративне землеробство, біочар, фітореMediaція, фітоекстракція*

**Key words:** *regenerative agriculture, biochar, phytoremediation, phytoextraction*

#### **1. Історія відновлюваного землеробства. П'ять ключових принципів відновлювального сільського господарства**

Відновлювальне землеробство — це підхід до сільського господарства, що фокусується на відновленні здоров'я ґрунту та екосистем, а його 5 ключових принципів включають мінімальний обробіток ґрунту, постійний ґрунтовий покрив, максимальне різноманіття культур, постійне життя корінням, інтеграцію тварин, зводячи до мінімуму порушення ґрунту та хімічні втручання. Історія його бере початок з давніх практик, але зараз набуває популярності як відповідь на деградацію ґрунтів, пов'язану з інтенсивним землеробством, через такі методи, як ноу-тіл (нульовий обробіток), сидерати та агролісомеліорація.

Хоча термін з'явився відносно недавно, ідеї відновлювального землеробства ґрунтуються на традиційних, «екологічних» сільськогосподарських методах, що існували тисячоліттями.

- Давність: Багато давніх культур використовували природні цикли, інтегрували тварин, сівообіг, що зараз є основою відновлювальних практик.
- Сучасний початок: У 20-му столітті, з розвитком інтенсивного землеробства, особливо після Другої світової війни, зростало розуміння негативного впливу хімікатів та плужного землеробства на ґрунт (ерозія, втрата гумусу, біорізноманіття).

Термін "відновлювальне (регенеративне) сільське господарство" (*regenerative agriculture*) закріпився у другій половині ХХ століття та на початку 21-го, як відповідь на ці виклики, що підкреслюється роботами в галузі агроекології та пермакультури, як-от роботи з ноу-тіл у Бразилії, системах "без плуга".

П'ять ключових принципів відновлювального землеробства, які допомагають відновити та покращити здоров'я ґрунту, підвищуючи його родючість та стійкість:

1. *Мінімізація порушення ґрунту (мінімальний обробіток / ноу-тіл)*: уникання оранки та інших механічних обробок, що руйнують структуру ґрунту, зберігаючи його біологічні зв'язки та мікроорганізми.

2. *Збереження постійного ґрунтового покриву*: використання мульчі або ґрунтопокривних культур для захисту ґрунту від сонця, вітру та дощу, запобігання ерозії та збереження вологи.

3. *Збереження живого коріння цілий рік*: вирощування різноманітних культур (включаючи покривні) протягом усього року, щоб коріння постійно живило ґрунт та підтримувало біологічну активність.

4. *Максимальне біорізноманіття*: включення різних видів рослин (сівообіг, міжряддя, агролісомеліорація) та інтеграція тварин, що створює стійкіші екосистеми.

5. *Інтеграція тваринництва*: розміщення худоби на пасовищах (пасторалі) для природного удобрення ґрунту, стимулювання росту рослин та створення симбіотичних зв'язків.

## 2. *Переваги відновлювального сільського господарства*

Відновлювальне сільське господарство пропонує значні переваги: покращує здоров'я ґрунту (родючість, вологоємність, мікрофлору) та біорізноманіття (збільшення видів рослин, комах, птахів), зменшує негативний вплив на клімат (зменшення викидів парникових газів, накопичення вуглецю) та залежність від хімікатів, а також може підвищити економічну стійкість фермерів через зниження витрат та доступ до органічних ринків, створюючи здоровіші продукти та сталі агроекосистеми.

### Переваги для довкілля:

- Покращення ґрунту: збільшення органічної речовини, покращення структури, водопроникності та здатності утримувати вологу завдяки мінімальному обробітку, покривним культурам та сівозмінам.

- Зменшення ерозії: збереження ґрунту від вітрової та водної ерозії завдяки рослинним залишкам та вітрозахисним смугам.

- Збереження біорізноманіття: підтримка дикої природи, корисних комах та птахів через збільшення різноманітності рослин і створення природних середовищ.

- Боротьба зі змінами клімату: здатність ґрунту поглинати та зберігати вуглець (уловлювання вуглецю), зменшуючи його концентрацію в атмосфері.

- Зниження забруднення: відмова від синтетичних добрив і пестицидів зменшує забруднення води та повітря.

#### Переваги для фермерів та економіки:

- Зниження витрат: менша потреба в дорогих хімікатах, добривах та пестицидах.

- Підвищення стійкості: здоровіші ґрунти та рослини стають більш стійкими до посухи, хвороб та шкідників.

- Нові ринки: можливість виходу на ринки органічної та екологічно чистої продукції, що часто має вищу ціну.

- Створення робочих місць: стимулює розвиток сільських територій та створює нові можливості працевлаштування.

#### Переваги для споживачів:

- Здоровіша продукція: органічні продукти можуть містити менше шкідливих речовин і більше корисних мікроелементів.

- Підвищення якості життя: зменшення екологічного сліду сільського господарства позитивно впливає на здоров'я населення загалом.

### ***3. Кругообіг поживних речовин: вуглець і азот. Секвестрація вуглецю***

Кругообіг поживних речовин (вуглецю та азоту) – це безперервний процес їх переміщення між атмосферою, гідросферою, біосферою та літосферою, життєво важливий для існування біосфери, де рослини поглинають вуглець (фотосинтез) та азот, перетворюючи їх, а потім організми обмінюються цими елементами.

Секвестрація вуглецю – це процес уловлювання  $\text{CO}_2$  з атмосфери та його зберігання у ґрунтах (через органічну речовину, мікоризу), рослинах або океані, що є ключовим механізмом регулювання клімату планети, і може бути посилений відновлювальними сільськогосподарськими практиками.

#### Кругообіг вуглецю:

- Атмосфера:  $\text{CO}_2$ , що поглинається рослинами під час фотосинтезу.
- Біосфера: рослини перетворюють  $\text{CO}_2$  на органічні сполуки; тварини споживають рослини. Вуглець повертається в атмосферу через дихання та розкладання.

- Океан:  $\text{CO}_2$  розчиняється у воді, утворюючи карбонати; морські організми використовують їх для побудови оболонок, які стають осадовими породами (вапняк).

- Геологічний цикл: накопичення вуглецю в осадових породах та викопному паливі мільйони років.

#### Кругообіг азоту:

- Атмосферний азот ( $N^2$ ): більшість організмів не можуть його використовувати без фіксації.
- Фіксація: бактерії (наприклад, ризобії) та синьо-зелені водорості перетворюють  $N^2$  на доступні форми (амоній, нітрати).
- Асиміляція: рослини засвоюють нітрати та амоній. Тварини отримують азот, харчуючись рослинами.
- Амоніфікація: розкладання органічних решток бактеріями та грибами до амонію.
- Нітрифікація / Денітрифікація: мікроорганізми перетворюють амоній на нітрати, а потім денітрифікуючі бактерії повертають азот в атмосферу у вигляді  $N^2$ .

Методи секвестрації вуглецю:

- Відновлювальне землеробство: нульовий обробіток ґрунту, покривні культури, компостування (збільшують вміст вуглецю в ґрунті).
- Біовугілля: підвищує родючість ґрунту та зв'язує вуглець.
- Мікориза: гриби, що зв'язують значну частину вуглецю в ґрунті.

Усі ці методи сприяють зменшенню концентрації парникових газів в атмосфері для боротьби зі зміною клімату.

#### **4. Система нульового обробітку ґрунту, біовугілля (біочар), мікоризні гриби**

Система нульового обробітку ґрунту (*No-Till*) передбачає збереження цілісної, недоторканою структури, залишення на полі стерні і мульчі з подрібнених рослинних залишків, прямиї посів у прорізані сівалкою борозни. Мульча зменшує випаровування вологи, захищає ґрунт від ерозії, відновлює її родючість, запобігає опустелюванню і деградацію ґрунту.

Найбільш поширена технологія *No-Till* в США, Канаді, Бразилії, Аргентині, Парагваї і в Австралії. В цілому в світі за цією технологією обробляється 6,8%, а в Європі – до 3% ріллі.

Головні принципи нульової технології: постійний рослинний покрив, мінімальний механічний вплив на ґрунт, адаптовані сівозміни.

Принципи нульового обробітку ґрунту:

- відмова від полицевої оранки, культивації, боронування тощо;
- відмова від внесення органічних добрив, замість них використовуються рослинні рештки основних, пожнивних і покривних культур, заборона спалювання рослинних решток;
- внесення мінеральних добрив і засобів захисту одночасно з сівбою польових культур або знаряддями, що не руйнують ґрунт;
- використання спеціальних сівалок тощо.

## 5. ФітореMediaція та фітоекстракція

ФітореMediaція в сільському господарстві — це використання рослин для очищення забруднених стоків, ґрунтів від пестицидів, важких металів і радіонуклідів, а також для оздоровлення повітря, що є екологічно стійким методом, який інтегрується з концепціями сталого землеробства через зменшення хімічного навантаження, відновлення родючості ґрунтів та покращення якості води в агроландшафтах, використовуючи спеціальні культури, сівозміни з сидератами та біоінженерні підходи.

Це включає фітоекстракцію, фітостабілізацію і фітодеградацію забруднень, що перетворює сільське господарство на частину рішення екологічних проблем.

### Ключові теми фітореMediaції в сільському господарстві:

1. *Очищення стічних вод та дренажних вод:* використання рослинних фільтрів (фітофільтрів) та штучних водно-болотних угідь для очищення стоків ферм від нітратів, фосфатів, патогенів та важких металів, перш ніж вони потраплять у водойми.

2. *Ремедіація забруднених ґрунтів:* очищення земель від залишків пестицидів, гербіцидів, важких металів (наприклад, кадмію, свинцю) та радіонуклідів за допомогою рослин, які поглинають або стабілізують ці речовини; сівба культур-фітореMediaторів (наприклад, гірчиці, соняшника, кукурудзи) на забруднених ділянках, а потім їх видалення чи біопереробка.

3. *Контроль ерозії та покращення ґрунту:* застосування багаторічних трав і сидератів (зелених добрив) не лише для очищення, але й для покращення структури ґрунту, підвищення його родючості та запобігання деградації, що є частиною фітореMediaції.

4. *Очищення повітря від шкідливих газів:* використання зелених насаджень для поглинання парникових газів ( $\text{CO}_2$ ) та летких органічних сполук (ЛОС), що виділяються під час інтенсивного сільськогосподарського виробництва (наприклад, аміаку з тваринницьких ферм).

Фітоекстракція — це метод фітореMediaції, який полягає в тому, що рослини поглинають забруднювачі, зокрема важкі метали, із ґрунту чи води та накопичують їх у своїй надземній частині, що дозволяє потім збирати цю рослинну біомасу, очищуючи територію. Це природний і екологічно безпечний спосіб видалення шкідливих речовин, що використовується для очищення забруднених земель та водойм.

Як це працює:

1. Поглинання: коріння рослини всмоктує забруднені речовини (наприклад, свинець, кадмій, цинк) з ґрунту або води.

2. Транспорт: забруднювачі транспортуються і накопичуються в стеблах, листі та інших надземних органах рослини.

3. Збір біомаси: після досягнення певної концентрації рослини збирають, а їх біомасу утилізують або переробляють спеціальним чином, видаляючи забруднювачі з екосистеми.

Переваги:

- Екологічно чистий метод.
- Відносно низька вартість порівняно з традиційними методами.
- Може застосовуватися на великих територіях.

Недоліки:

- Потребує часу (рослинам потрібен час для росту).
- Ефективність залежить від типу ґрунту, забруднювача та виду рослини.
- Потрібна утилізація зібраної забрудненої біомаси.

Рослини-гіпернакопичувачі: для фітоекстракції часто використовують спеціальні рослини (фітоекстрактори), які природно здатні накопичувати високі концентрації металів, наприклад, гірчиця, соняшник, капуста, люпин.

## Тема 5 Еколого-біологічні агротехнології

### План

1. Екологічний стани земель України та Миколаївської області.
2. Еволюція систем еколого-біологічних агротехнологій.
3. Сучасна соціальна та виробнича концепція еколого-біологічних агротехнологій та їх законодавча база.
4. Ступені біологізації агротехнологій та її значення в провідних країнах світу.

*Ключові слова:* органічне землеробство, біологізація, концепція органічного землеробства, принципи органічного землеробства

*Key words:* organic farming, biologization, concept of organic farming, principles of organic farming

### **1. Екологічний стани земель України та Миколаївської області**

Екологічний стан земель України загалом оцінюється як незадовільний, з критичним забрудненням ґрунтів, води та повітря, де лише близько 6% території вважається чистою. Миколаївська область, розташована на півдні, стикається з типовими проблемами забруднення ґрунту від інтенсивного сільського господарства та промисловості, а також із ризиками для водних об'єктів, незважаючи на регіональні спроби моніторингу й покращення стану, що відображено в їхніх екологічних звітах.

*Загальний стан земель України:*

- Високий рівень забруднення: ґрунти України страждають від ерозії, хімічного забруднення (важкі метали, пестициди), засолення та деградація через інтенсивне сільське господарство та промисловість.
- Лише 6% території чисті: екологи зазначають вкрай песимістичну картину, де більшість земель потребують відновлення.

*Стан земель у Миколаївській області:*

- Природні багатства: область має значні природні ресурси (степи, річки, морське узбережжя), але вони піддаються антропогенному тиску.
- Загрози: забруднення ґрунтів є суттєвою проблемою, особливо в зонах інтенсивного землеробства, з потенційним впливом на водні ресурси басейнів Південного Бугу та Дніпра.
- Моніторинг: регіональні служби активно займаються моніторингом стану земельних ресурсів, публікують екологічні доповіді та паспорти області, спрямовані на вирішення цих проблем.
- Вплив війни: війна додає нові ризики для екосистем через руйнування інфраструктури, можливі хімічні викиди та зміни в

землекористуванні, що впливає на стан ландшафтів, особливо в прибережних зонах та заповідниках.

Ключові проблеми:

- Порушення агротехніки, інтенсивне використання добрив.
- Промислові викиди та накопичення відходів.
- Зміна клімату та опустелювання південних територій.
- Наслідки бойових дій (міни, руйнування, забруднення).

Для детальної інформації можна звернутися до щорічних регіональних доповідей та екологічних паспортів Миколаївської області, які доступні на офіційному сайті Миколаївської ОДА та в обласній бібліотеці.

## 2. *Еволюція систем еколого-біологічних агротехнологій*

Еволюція еколого-біологічних агротехнологій — це перехід від хімічно-інтенсивного землеробства до систем, що інтегрують біологічні процеси для сталого розвитку, включаючи органічне землеробство, пермакультуру, біодинаміку, мінімізацію обробки ґрунту (*No-Till*) та інтегрований захист рослин (ІРМ), спрямований на відродження родючості ґрунту, підтримку біорізноманіття та зменшення залежності від синтетичних ресурсів, що є відповіддю на екологічні виклики сучасності.

Етапи еволюції:

1. Зародження (XIX-середина XX ст.):
  - Поява перших ідей про органічну речовину ґрунту та біологічну активність.
  - Розвиток перших органічних методів (компостування, сидерати).
2. Хімічна революція (середина XX ст.):
  - Масове впровадження мінеральних добрив, пестицидів, що призвело до зниження біорізноманіття та деградації ґрунтів.
3. Відповідь та розвиток (кінець XX ст. – сьогодні):
  - «Зелена революція» (інтеграція стійких сортів, але з акцентом на хімію).
  - Виникнення органічного руху: розробка принципів органічного землеробства (А. Говард, Е. Говард).
    - Пермакультура: створення стійких, самодостатніх агросистем.
    - Біодинаміка: специфічні методи, пов'язані з космічними ритмами.
    - Мінімізація обробки ґрунту: *No-Till*, *Strip-Till* для збереження структури ґрунту та органіки.
  - Інтегрований захист рослин (ІРМ): поєднання біологічних, агротехнічних та хімічних методів.

Ключові аспекти сучасних еко-біоагротехнологій:

- Здоров'я ґрунту: мікроорганізми, органічна речовина, збереження структури.

- Біорізноманіття: залучення корисних комах, рослин-компаньйонів.
- Замкнуті цикли: компостування, сидерація, використання відходів (біогаз).
- Зменшення хімічного навантаження: біологічні засоби захисту, біодобрива.
- Інновації: точне землеробство, дрони, біотехнології (біопрепарати).

Це еволюція від "видобувної" моделі до "відновлювальної" моделі сільського господарства, що забезпечує продовольчу безпеку та екологічну стійкість.

### **3. Сучасна соціальна та виробнича концепція еколого-біологічних агротехнологій та їх законодавча база**

Сучасні еколого-біологічні агротехнології (ЕБАТ) — це перехід від хімізації до систем, що інтегрують біологічні процеси, фокусуєчись на здоров'ї ґрунту, біорізноманітті та стабільності, з метою виробництва безпечної, якісної їжі, зменшення екологічного сліду, підвищення соціальної стійкості через здоровіші продукти та нові робочі місця, а їх законодавча база розвивається від регулювання органічного виробництва до стимулювання інновацій та інтеграції принципів біодиверсифікації в загальне аграрне законодавство, підкреслюючи сталий розвиток та гармонію з природою.

Сучасна соціальна концепція:

- Здоров'я споживачів: пріоритет безпечних продуктів без залишкових пестицидів, що знижує ризики захворювань.
- Екологічна відповідальність: зменшення забруднення води та ґрунту, збереження біорізноманіття.
- Сільські громади: створення стійких місцевих продовольчих систем, нових робочих місць у біо-галузі, підвищення добробуту фермерів.
- Справедливі практики: прозорість, етичність виробництва, підтримка малих та середніх господарств.

Виробнича концепція

- Відновлювальні ресурси: використання біодобрив (компост, сидерати), біопестицидів.
- Здоров'я ґрунту: збагачення органікою, мінімальний обробіток (*No-till/Strip-till*), сівозмінні.
- Біологічний контроль: інтеграція шкідників та хвороб за допомогою хижаків, паразитоїдів, біопрепаратів.
- Точне землеробство: застосування біотехнологій та цифрових рішень для оптимізації введення ресурсів.
- Синергія: комплексне управління системою, а не боротьба з окремими компонентами.

Законодавча база (світова та українська тенденції):

- Органічне землеробство: регулювання сертифікації (ЄС Regulation (EU) 2018/848, українські стандарти).
- Підтримка інновацій: державні програми стимулювання сталого землеробства, біотехнологічних розробок.
- Зелені стандарти: впровадження екологічних вимог (наприклад, в рамках «Зеленої угоди» ЄС).
- Законодавство України: Закони "Про безпечність та якість харчових продуктів", "Про органічне виробництво, обіг та маркування органічної продукції", що спрямовані на гармонізацію з європейськими нормами.

Це перехід від екстенсивного виробництва до інтенсивного, але екологічно чистого, що забезпечує довгострокову стійкість агросектору.

#### ***4. Ступені біологізації агротехнологій та її значення в провідних країнах світу***

Ступені біологізації агротехнологій (від мінімального впровадження біопрепаратів до повного переходу на органічне землеробство) є ключовими для сталого розвитку АПК провідних країн (ЄС, США, Японія), що зменшує залежність від хімікатів, покращує екологію та якість продукції, спираючись на біологічні методи контролю шкідників і хвороб, відновлення ґрунту та інтегровані системи захисту (ІРМ), що має велике значення для здоров'я споживачів та довкілля.

Ступені біологізації агротехнологій:

1. «Мінімальна біологізація»: застосування окремих біопрепаратів (біофунгіциди, біоінсектициди, біостимулятори) разом із хімічними засобами.
2. «Інтегрований підхід»: впровадження ІСЗ (інтегровані системи захисту), що поєднують біологічні, агротехнічні та хімічні методи з пріоритетом біологічних.
3. «Еколого-біологічні» (приближення до органічного): максимальне обмеження хімії, використання сидератів, сівозміни, біопрепаратів, агролісомеліорації.
4. «Повна біологізація» (Органічне землеробство): повна відмова від синтетичних пестицидів, мінеральних добрив, ГМО.

Значення в провідних країнах світу (ЄС, США, Японія, Канада):

- Екологічна безпека: зниження забруднення ґрунтів, водних ресурсів та повітря.
- Здоров'я споживачів: виробництво безпечніших, чистіших продуктів без залишків хімікатів.
- Стійкість ґрунтів: відновлення гумусу, покращення ґрунтової мікробіоти (корисні мікроорганізми).

- Економічна доцільність: зменшення витрат на хімічні засоби, створення доданої вартості (органічна продукція).
- Законодавча база: сильні державні програми та підтримка органічного виробництва.

## Тема 6

### Енерго-ресурсозаощаджуючі агротехнології

#### План

1. Теорія і світова практика використання енерго-ресурсозаощаджуючих технологій в рослинництві.
2. Ґрунтозахисні, енергозаощаджуючі системи обробітку ґрунту.
3. Підвищення ефективності агрономічних ресурсів (добрива, пестициди, поливна вода, сорти).
4. Оцінка ефективності впровадження світових енергозаощаджуючих та екологічно-безпечних технологій в рослинництві.

**Ключові слова:** *ресурсозберігаючі технології, ґрунтозахисні системи, енергозберігаючі системи, No-Till, Mini-Till, агрономічні ресурси, оцінка ефективності*

**Key words:** *resource-saving technologies, soil-protective systems, energysaving systems, No-Till, Mini-Till, agronomic resources, evaluation of the effectiveness*

#### ***1. Теорія і світова практика використання енерго-ресурсозаощаджуючих технологій в рослинництві***

Теорія і світова практика енерго-ресурсозаощадних технологій в рослинництві фокусуються на ґрунтозахисних, енергозаощадних системах обробітку ґрунту (*No-Till, Mini-Till*), точковому внесенні добрив (*precision farming*), точному землеробстві, біологізації та диверсифікації сівозмін для зниження витрат палива, добрив та води, підвищення родючості ґрунту та стійкості сільського господарства до зміни клімату, що є відповіддю на світові виклики продовольчої безпеки.

Теорія та концепції:

- Мінімалізація та нульовий обробіток ґрунту (*No-Till, Mini-Till*): зменшення механічного впливу на ґрунт зберігає його структуру, вологу, органічну речовину та біорізноманітність, що знижує ерозію та витрати палива.
- Точне землеробство (*Precision Agriculture*): використання GPS, дронів, сенсорів для диференційованого внесення ресурсів (насіння, добрив, ЗЗР) лише там, де це необхідно, оптимізуючи витрати та врожайність.
- Біологізація землеробства: зменшення залежності від мінеральних добрив шляхом сидерації, використання біопрепаратів, бобових культур у сівозміні.
- Інтеграція систем: поєднання різних елементів (*No-Till* + точне землеробство + біологізація) в комплексну, стійку систему.

Світова практика (Ключові технології):

### Системи обробітку ґрунту:

1. *No-Till* (нульовий обробіток): сівалки прямого посіву, що сіють крізь рослинні рештки попередньої культури.
2. *Strip-Till*: обробляється лише вузька смуга під рядок, решта поля залишається нетронутою.

### Системи живлення та зрошення:

1. Диференційоване внесення добрив: картування родючості ґрунту та застосування норм добрив відповідно до потреб ділянки.
2. Крапельне зрошення та контроль вологи: максимальна економія води.

### Управління посівами:

1. Стійкі сорти та гібриди: використання сортів, стійких до посухи та хвороб.
2. Оптимізація сівозмін: включення покривних культур, зміна культур для покращення ґрунту.

### Цифрові технології:

1. Дрони та супутники: моніторинг стану посівів, виявлення проблемних зон.
2. Системи підтримки прийняття рішень (DSS): аналіз даних для оптимізації агротехнічних заходів.

Результати впровадження: зниження витрат на 20-40% палива та добрив, покращення вологоутримання ґрунту, підвищення його біологічної активності, стійкості до посух та зниження викидів CO<sup>2</sup>.

## **2. *Ґрунтозахисні, енергозаощаджуючі системи обробітку ґрунту***

Ґрунтозахисні та енергозберігаючі системи обробітку ґрунту — це технології мінімізації оранки, такі як *No-Till* (нульовий), *Mini-Till* та *Strip-Till* (смуговий), які зменшують ерозію, зберігають вологу та заощаджують паливо/час, залишаючи рослинні рештки на поверхні та обробляючи лише смуги під посів, на відміну від традиційної оранки, яка перевертає ґрунт, що вимагає багато енергії. Це досягається за допомогою спеціалізованої техніки, як плоскорізи, дискові борони та сівалки прямого посіву.

### Основні принципи:

- Збереження рослинних решток: залишають стерню на полі для захисту від вітру та води, покращують структуру ґрунту.
- Мінімальний обробіток: зменшується глибина та інтенсивність механічного впливу на ґрунт.
- Збереження ґрунтової біоти: зберігається мікрофлора та фауна ґрунту.

### Системи та техніки:

- *No-Till* (Нульовий обробіток): сіва проводиться без попереднього обробітку ґрунту, лише прорізаються смуги для насіння.

- *Mini-Till* (Мінімальний обробіток): обмежується поверхневим лущенням або культивацією без перевертання скиби.
- Strip-Till (Смуговий обробіток): обробляється лише вузька смуга ґрунту під рядок, залишаючи міжряддя незайманими.
- Плоскорізний обробіток: використання плоскорізів для розпушування без перевертання скиби, зберігаючи до 50% решток.

Переваги:

- Ґрунтозахист: зменшення вітрової та водної ерозії.
- Енергоощадження: значна економія палива та часу (до 25% загальних витрат).
- Вологозбереження: краще накопичення та збереження вологи.
- Збільшення біорізноманіття: збереження мікроорганізмів та фауни ґрунту.

### ***3. Підвищення ефективності агрономічних ресурсів (добрива, пестициди, поливна вода, сорти)***

Підвищення ефективності агрономічних ресурсів (добрива, пестициди, вода, сорти) в агросекторі України передбачає інтеграцію точного землеробства та сталих технологій (*No-Till, Mini-Till*), що дозволяє економити ресурси та зменшувати навантаження на довкілля, шляхом точного внесення добрив, оптимізації поливу, використання високоефективних сортів і гібридів, а також сучасних засобів захисту рослин, що забезпечує сталі врожаї.

Ключові напрямки підвищення ефективності:

#### ***1. Добрива:***

- Точне внесення: використання GPS/ГІС-технологій та датчиків для диференційованого внесення добрив залежно від потреб ділянки.
- Сучасні форми добрив: застосування добрив з повільним вивільненням, мікродобрив, біодобрив.
- Аналіз ґрунту: регулярне тестування ґрунту для визначення реальної потреби рослин.

#### ***2. Пестициди:***

- Інтегрований захист рослин (ІЗР): поєднання біологічних, агротехнічних, механічних методів та хімічного захисту.
- Точкове обприскування: використання дронів та роботизованих систем для цільової обробки.
- Високоселективні препарати: застосування засобів із вузьким спектром дії, які мінімізують шкоду корисним організмам.

#### ***3. Поливна вода (для зрошуваних земель):***

- Крапельне зрошення: подача води безпосередньо до кореневої зони, зменшуючи випаровування.
- Датчики вологості ґрунту: автоматизація поливу за фактичною потребою рослин.

- Збір дощової води: резервуари та системи збору для повторного використання.

#### 4. Сорти (Гібриди):

- Сорти стійкі до посухи та хвороб: вибір нових сортів із підвищеною адаптивністю.

- Генетична модифікація та селекція: розробка гібридів із кращим використанням поживних речовин та водою.

- Високопродуктивні сорти: використання сортів, що дають максимальний урожай за тієї ж кількості ресурсів.

#### Технологічні рішення:

- Точне землеробство: GPS-навігація, карти родючості, сенсори, системи управління технікою.

- *No-Till/Mini-Till*: Мінімізація обробітку ґрунту, збереження вологи, підвищення гумусу.

- Дистанційне зондування: супутникові знімки та дрони для моніторингу стану посівів.

Впровадження цих підходів дозволяє не тільки збільшити врожайність, але й зменшити собівартість продукції та підвищити екологічну безпеку агровиробництва, що є актуальним в умовах зміни клімату та економічних викликів.

### **4. Оцінка ефективності впровадження світових енергозаощаджуючих та екологічно-безпечних технологій в рослинництві**

Оцінка ефективності енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій у рослинництві передбачає аналіз зниження витрат ресурсів (паливо, вода, добрива, пестициди) та позитивного впливу на довкілля, використовуючи методики від *No-Till*, *Mini-Till* та точного землеробства, що включають кількісну оцінку врожайності, економічної вигоди та покращення стану ґрунту, що веде до сталого розвитку агробізнесу.

#### Ключові аспекти оцінки:

##### 1. Енергоефективність:

- Зниження споживання палива: аналіз зменшення кількості проходів техніки завдяки технологіям.

- Зменшення витрат на воду: оцінка ефективності систем крапельного зрошення та збереження вологи ґрунтом.

- Економія добрив та ЗЗР: оптимізація внесення за допомогою точного землеробства (GPS, сенсори).

##### 2. Екологічна безпека:

- Збереження ґрунту: оцінка ерозії, вмісту органічної речовини, мікробіологічної активності.

- Біорозмаїття: вплив на кількість корисних комах та мікроорганізмів.

- Зниження викидів: вплив на зменшення CO<sup>2</sup> завдяки меншому використанню палива.

3. *Економічна ефективність:*

- Рентабельність: розрахунок чистого прибутку порівняно з традиційними методами.

- Термін окупності: час, необхідний для повернення інвестицій у нове обладнання.

4. *Агрономічна ефективність:*

- Стабілізація врожайності: оцінка стійкості врожаю в різних умовах.

- Якість продукції: вплив технологій на якісні показники врожаю.

Методи оцінки:

- Порівняльний аналіз: порівняння показників (витрати, врожайність) між контрольними ділянками та ділянками із впровадженими технологіями.

- Математичне моделювання: прогнозування довгострокових ефектів.

- Моніторинг: регулярний збір даних про стан ґрунту, клімат, врожайність.

Загалом, оцінка показує, що світ, впроваджуючи ці технології, досягає не тільки економічної вигоди, але й значного поліпшення екологічного стану агроландшафтів, що є ключовим для сталого сільського господарства.

# МОДУЛЬ 3

## СВІТОВА ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ

### Тема 7

#### Альтернативні технології захисту рослин

##### План

1. Запобіжні, фітоценологічні, агротехнічні та біологічні заходи захисту рослин.
2. Система карантину рослин.
3. Ефективність сівозмін в контролюванні чисельності шкідливих організмів.
4. Роль кормових культур, ущільнених, сумісних посівів і проміжних культур у покращенні фітосанітарного стану посівів.

**Ключові слова:** захист рослин, ентомофаги, сумісні посіви, біоконтроль павутинного кліща, біоконтроль попелиці, біоконтроль ґрунтових шкідників.

**Key words:** plant protection, entomophagous insects, compatible crops, biocontrol of spider mites, biocontrol of aphids, biocontrol of soil pests.

#### **1. Запобіжні, фітоценологічні, агротехнічні та біологічні заходи захисту рослин**

Захист рослин включає запобіжні (карантин, моніторинг, сівозміна), фітоценологічні (використання стійких сортів, біологічні агенти), агротехнічні (обробіток ґрунту, удобрення, сівозміна) та біологічні (природні вороги, фітофаги, мікроорганізми) заходи, що працюють разом в інтегрованій системі для зменшення шкідників, хвороб та бур'янів, підвищуючи стійкість агроценозу без надмірного використання хімікатів.

##### 1. Запобіжні заходи

Мета: не допустити появи та поширення шкідливих організмів.

Приклади:

- Карантин: заборона ввозу зараженого матеріалу.
- Моніторинг: постійний контроль за станом посівів та прогнозування спалахів.
- Карантинні заходи: викорінення джерел інфекції (бур'яни, рештки).

##### 2. Фітоценологічні заходи (екологічні)

Мета: Створення стійкого агроценозу, що саморегулюється.

Приклади:

- Сівозміна: правильне чергування культур для переривання циклу шкідників.
- Стійкі сорти: використання генетично стійких до хвороб сортів.
- Біологічна різноманітність: підтримка корисних організмів та природних ворогів шкідників.

### 3. Агротехнічні заходи

Мета: створення несприятливих умов для шкідників та сприятливих для культур.

Приклади:

- Обробіток ґрунту: оранка, культивуація, підрізання бур'янів та їх заробка.
- Удобрення: своєчасне внесення макро- та мікродобрих для підвищення імунітету рослин.
- Строки сівби / збору: оптимізація, щоб уникнути піків чисельності шкідників.

### 4. Біологічні заходи

Мета: використання живих організмів та їх продуктів для боротьби з шкідниками, хворобами та бур'янами.

Приклади:

- Біологічні препарати: використання бактерій (наприклад, *Bacillus thuringiensis*), грибів (іржа осоту).
- Фітофаги: залучення комах-фітофагів (личинки слоника проти амброзії).
- Природні вороги: хижаки та паразити (ентомофаги, акарифаги).
- Культури-антагоністи: вирощування рослин, що пригнічують бур'яни.

## 2. **Система карантину рослин**

Система карантину рослин — це комплекс державних фітосанітарних заходів в Україні, спрямованих на запобігання проникненню, поширенню та ліквідацію регульованих шкідливих організмів (карантинних шкідників, хвороб, бур'янів), що здійснюється шляхом контролю за переміщенням рослин та продукції рослинництва (підкарантинні об'єкти), їх інспектування та знезараження, щоб захистити сільське господарство, ліси та екосистеми країни.

Основні компоненти системи:

1. Законодавча база: Закон України "Про карантин рослин" та підзаконні акти, що визначають правила, обов'язки та відповідальність.
2. Державне управління: здійснюється Кабінетом Міністрів та центральними органами виконавчої влади (наприклад, Держпродспоживслужба).
3. Фітосанітарний контроль:

- прикордонний контроль: перевірка вантажів, що ввозяться в Україну.

- внутрішній контроль: моніторинг переміщення підкарантинних об'єктів (зерно, овочі, фрукти, саджанці, ґрунт, тара) всередині країни.

4. Карантинні заходи:

- обстеження: періодичні перевірки посівів, територій на наявність шкідників.

- знезараження (фумігація): обробка вантажів або транспортних засобів для знищення організмів.

5. Регуляторні заходи:

- визначення зон поширення,

- обмеження руху,

- запровадження карантинного режиму.

6. Підкарантинні об'єкти: будь-який матеріал, що може переносити шкідливі організми (рослини, продукти рослинництва, ґрунт).

### ***3. Ефективність сівозмін в контролюванні чисельності шкідливих організмів***

Сівозміна ефективно контролює шкідників, розриваючи їхні цикли розвитку, що зменшує популяції, оскільки різні культури не забезпечують сприятливих умов (кормової бази, місць для розмноження) для специфічних шкідників, знижуючи потребу в пестицидах, покращуючи фітосанітарний стан ґрунту, та сприяє біологічному балансу, запобігаючи накопиченню хвороб і шкідників на одному полі.

Як сівозміна контролює шкідників:

1. Розрив циклу шкідників: комахи-фітофаги, що живляться однією культурою, не можуть переходити на інші рослини, і з часом залишають поле, коли попередньої культури більше немає.

2. Зменшення резервуару шкідників: вирощування багаторічних трав, сидератів знищує або значно зменшує популяції ґрунтових шкідників (дротяники, личинки хрущів) та шкідників, що зимують у ґрунті.

3. Покращення фітосанітарного стану: чергування культур (наприклад, зернові, технічні, кормові) запобігає накопиченню специфічних хвороб і шкідників, пов'язаних з конкретним видом рослин.

4. Стимулювання корисних організмів: деякі культури (наприклад, квітучі трави) приваблюють ентомофагів (хижаків і паразитоїдів комах), які природно регулюють чисельність шкідників.

Приклади впливу:

• Зернові культурам (пшениця) може передувати просапна культура (картопля, кукурудза) або сидерати, що зменшує чисельність клопів, журилиці та ін.

- Бурякові сівозміни допомагають контролювати личинок коваликів та інших ґрунтових шкідників.

Загалом, сівозміна – це фундаментальний агротехнічний метод інтегрованого захисту рослин, який є основою сталого землеробства, знижуючи залежність від хімічних засобів.

#### ***4. Роль кормових культур, ущільнених, сумісних посівів і проміжних культур у покращенні фітосанітарного стану посівів***

Кормові, ущільнені, сумісні та проміжні культури покращують фітосанітарний стан посівів, порушуючи цикли шкідників і хвороб завдяки біологічному різноманіттю, затіненню ґрунту, фіксації азоту (бобові), залученню корисних комах-хижаків та відволіканню шкідників від основної культури, що зменшує потребу в хімічних засобах захисту, покращує ґрунтовий покрив і загальну стійкість агросистем.

##### **1. Роль кормових культур та проміжних (сидеральних) посівів:**

- Розрив циклів шкідників та хвороб: швидкий ріст і збір кормових культур (наприклад, суданська трава, люпин) або сидератів (гірчиця, редька) не дають шкідливим організмам завершити життєвий цикл на одній культурі.
- Покращення ґрунту: бобові (горох, люпин) фіксують азот, збагачуючи ґрунт і підвищуючи стійкість рослин до хвороб, а сидерати збагачують ґрунт органікою.

##### **2. Роль ущільнених та сумісних посівів:**

- Ефективне використання простору: корисні рослини (наприклад, овес, боби в суміші з кукурудзою) заповнюють порожнечі, не залишаючи місця бур'янам.
- Фізичний захист основної культури: нижчі культури закривають ґрунт, захищаючи від вітру та надмірного сонця, створюючи сприятливий мікроклімат.
- Приваблення корисних комах: квітучі рослини (ріпак, бобові) приваблюють запилювачів та хижих комах, які знищують шкідників.
- Відволікання шкідників (відволікаючий ефект): деякі культури відволікають шкідників від основної, як ріпак від жита або боби від кукурудзи.

##### **Приклади сумісних посівів для покращення фітосанітарії:**

- Кукурудза + боби/горох/люпин (фіксація азоту, біорізноманіття).
- Суміш злакових з ріпаком олійним (ранній збір, захист від бур'янів, залучення хижаків).
- Проміжні посіви (наприклад, гірчиця олійна, редька) перед основною культурою для пригнічення нематод і бур'янів.

Ці методи зменшують залежність від пестицидів, підвищують біорізноманіття та створюють більш стійкі та продуктивні агроценози.

## Тема 8

### Технологія Strip-till від Mzuri Pro-Till

#### План

1. Технологія *strip-till*, її переваги та недоліки.
2. Економія фінансових та технічних ресурсів.
3. Результати в складних погодних умовах.

**Ключові слова:** ресурсозберігаючі технології, ґрунтозахисні системи, енергозберігаючі системи, агрономічні ресурси, оцінка ефективності, strip-till

**Key words:** resource-saving technologies, soil protection systems, energysaving systems, agronomic resources, efficiency assessment, strip-till

#### 1. Технологія strip-till, її переваги та недоліки

Технологія *Mzuri Pro-Till* — це інноваційний підхід до смугового обробітку ґрунту (*Strip-Till*), що дозволяє за один прохід техніки виконувати розпушення вузької смуги ґрунту, внесення добрив та посів (зернових, кукурудзи, соняшника та ін.), залишаючи більшу частину міжрядь необробленою та вкритою рослинними рештками для збереження вологи, зниження ерозії та покращення ґрунтової структури.

Ключова особливість моделей *Mzuri Pro-Till Select* – можливість швидко перемикати ширину міжрядь за допомогою однієї кнопки, адаптуючи агрегат для різних культур в одній машині, що підвищує універсальність.

Ключові особливості технології

- Єдиний прохід: розпушення, внесення добрив та посів відбуваються одночасно, що економить час та паливо.
- Смуговий обробіток (*Strip-Till*): обробляється лише вузька смужка (близько 12 см), а решта поля залишається під пожнивними рештками.
- Збереження вологи та структури ґрунту: нерозорані міжряддя утримують вологу та захищають від ерозії, створюючи сприятливий мікроклімат для кореневої системи.
- Універсальність (опція *Select*): швидка зміна міжрядь (вузькі для зернових, широкі для просапних) з кабіни трактора.
- Точне внесення добрив: добрива вносяться глибоко, безпосередньо в оброблювану смугу, що покращує їх засвоєння рослинами.
- Висока точність посіву: незалежні сошники з гідравлічним захистом та контроль глибини забезпечують оптимальні умови для проростання.

Переваги:

- Зменшення витрат: економія на добривах (до 20-40%) та ЗЗР за рахунок цілеспрямованого внесення.

- Підвищення врожайності: створює ідеальні умови для швидкого росту та розвитку рослин, підвищуючи потенціал урожаю.
- Екологічність: зменшення впливу на ґрунт, зниження ерозії.
- Зручність керування: комп'ютерний термінал RDS Artemis для легкого контролю всіх функцій.

Недоліки *Mzuri Pro-Till* часто пов'язані з високою вартістю, специфікою обслуговування та необхідністю адаптації до певних ґрунтово-кліматичних умов, хоча вона й ефективна для збереження вологи, але вимагає ретельного налаштування, а деякі користувачі згадують про складнощі з запчастинами, високий навантаження на трактор та обмежену універсальність для всіх культур.

Ціна: висока початкова вартість самої сівалки та витрати на обслуговування, що робить її менш доступною для дрібних господарств.

Складність та обслуговування: потребує кваліфікованого персоналу для налаштування та ремонту, а пошук специфічних запчастин може бути проблематичним.

Вимоги до техніки: вимагає потужного трактора, що створює додаткові витрати.

Універсальність: хоча й ефективна, може не підходити для всіх типів ґрунтів або культур без спеціальних налаштувань.

Зношуваність: деякі елементи, особливо диски, можуть швидко зношуватися, що вимагає регулярної заміни.

Технологія: занадто швидке орання може бути менш ефективним, ніж класичні методи, або вимагає адаптації сівозміни.

Технологія *Mzuri Pro-Till* відновлює родючість ґрунту, виконуючи три операції за один прохід: розпушування вузької смуги (12 см), внесення добрив та сівбу насіння, що зберігає 67% стерні для утримання вологи, зменшення ерозії та покращення структури ґрунту, замінюючи плуг та інші агрегати і економлячи паливо та час.

Завдяки цьому підходу, ґрунт стає більш здоровим, підвищується його водоутримуюча здатність та гумусовий баланс, що веде до стабільнішої врожайності.

## **2. Економія фінансових та технічних ресурсів**

Технологія *Mzuri (Strip-Till)* економить фінансові та технічні ресурси завдяки одному проходу агрегату (розпушування вузької смуги, внесення добрив, сівба), зменшенню витрат палива та часу, збереженню 50-70% пожнивних решток (знижує ерозію, утримує вологу), що зменшує потребу в добривах та обробці ґрунту, а також дозволяє вирощувати культури на схилах, де традиційно це було складно, розширюючи посівні площі.

Фінансова економія:

- Зниження витрат на паливе та обслуговування техніки: обробляється лише 33% поля, що значно скорочує використання машино-годин і палива порівняно з оранкою.

- Оптимізація використання добрив: добрива вносяться прямо в зону сівби, що підвищує їх ефективність.

- Зменшення потреби в хімікатах: збереження поживних решток сприяє розвитку ґрунтової біомаси, що зменшує залежність від мінеральних добрив.

Технічна та операційна економія:

- Зменшення кількості операцій: розпушування, внесення добрив та сівба виконуються одночасно за один прохід.

- Збереження структури ґрунту: широкі міжряддя залишаються необробленими, що запобігає ущільненню та ерозії (вітровій та водній).

- Збільшення вологозбереження: поживні рештки на поверхні утримують вологу, що важливо в посушливих умовах.

- Розширення посівних площ: дозволяє обробляти схили до 3-5 градусів, які раніше не використовували для просапних культур.

### **3. Результати в складних погодних умовах**

Технологія *Mzuri* в складних умовах (посуха, перепади температур, схили) показує високу ефективність завдяки *strip-till*, що забезпечує збереження вологи, стабілізацію температури ґрунту мульчею, зниження ерозії, покращення структури ґрунту, створення ідеального посівного ложа, точне розміщення добрив та насіння. Це дозволяє отримувати стабільні врожаї навіть за несприятливих погодних умов, зменшуючи витрати та ризики.

Ключові результати в складних умовах:

1. Збереження вологи та боротьба з посухою:

- Смуговий обробіток (*strip-till*) створює вузьку оброблену смугу, залишаючи широкі неорані міжряддя з мульчею.

- Мульча з решток попередника захищає ґрунт від випаровування, що критично важливо під час посухи.

2. Стабілізація температури ґрунту:

- Мульча зменшує перегрівання вдень та переохолодження вночі, що стабілізує умови для кореневої системи, як показує дослідження.

3. Ефективність на схилах:

- Технологія знижує водну та вітрову ерозію, дозволяючи вирощувати просапні культури на схилах до 3-5 градусів, що раніше було складно.

4. Ідеальне посівне ложе:

- Агрегат одночасно розпушує ґрунт, вносить добрива на глибину, прикочує і висіває насіння, забезпечуючи контакт з ґрунтом та оптимальні стартові умови.

5. Підвищення біологічної активності:
  - Збільшується кількість дощових черв'яків та мікроорганізмів, які роблять поживні речовини більш доступними для рослин.
6. Зменшення собівартості:
  - Один прохід полем дозволяє виконати кілька операцій, заощаджуючи паливо, техніку та робочу силу.

Таким чином, Mzuri забезпечує стійкість до несприятливих погодних умов, мінімізуючи ризики та оптимізуючи урожайність.

## Тема 9

### Ефективність зрошення: більше продукції з меншою кількістю води

#### План

1. Ефективність використання води для сільськогосподарських культур.
2. Оптимальні потреби у воді для отримання оптимальної врожайності.
3. Ефективність застосування води та вплив різних методів і технологій.
4. Метод комплексної оцінки водних ресурсів для аналізу ефективності зрошувальної системи.

**Ключові слова:** зрошення, дренаж, управління водними ресурсами

**Key words:** irrigation, drainage, water resources management

#### 1. Ефективність використання води для сільськогосподарських культур

Ефективність використання води в сільському господарстві — це співвідношення отриманого врожаю до витраченої води, що досягається через впровадження точних технологій (крапельне зрошення, мульчування) та оптимізацію живлення рослин (збалансовані добрива), що знижує втрати вологи, покращує її проникнення та утримання ґрунтом, підвищуючи врожайність та прибутковість, а також запобігає деградації земель.

Ключові показники та методи підвищення ефективності:

- Коефіцієнт водоспоживання: Визначає кількість води, необхідної для виробництва одиниці врожаю (наприклад, м<sup>3</sup>/тонна).
- Краплинне зрошення: найбільш ефективний метод, оскільки вода подається безпосередньо до коренів, мінімізуючи випаровування та втрати. Може зменшити витрати води на 69,8% порівняно з дощуванням.
- Мульчування: зменшує випаровування вологи ґрунтом у 1.7-3 рази, покращує його структуру та підвищує ефективність добрив.
- Покривні культури: Зменшують ерозію, покращують проникнення води в ґрунт та його водоутримувальну здатність. Поля з покривними культурами можуть бути на 11-14% продуктивнішими під час посухи.
- Органічне землеробство: здоровий ґрунт, багатий органічною речовиною, діє як губка, утримуючи вологу, що дозволяє органічним полям бути більш продуктивними під час посухи.
- Оптимальне мінеральне живлення: збалансоване внесення добрив (азот, фосфор, калій) істотно знижує коефіцієнт водоспоживання.

Вплив на довкілля:

- Ефективне використання води зменшує навантаження на водні ресурси.
- Запобігає засоленню ґрунтів та деградації земель.
- Здоровий ґрунт і зменшення випаровування впливають на місцевий клімат, покращуючи структуру опадів.

Приклад для томатів: використання краплинного зрошення та мульчування може знизити споживання води до 18.4 м<sup>3</sup>/т, тоді як традиційне зрошення може вимагати до 61 м<sup>3</sup>/т, що вказує на значну економію води та підвищення ефективності.

## **2. Оптимальні потреби у воді для отримання оптимальної врожайності**

Для оптимальної врожайності рослинам потрібна вода, що відповідає їхнім специфічним потребам на кожному етапі росту, а її кількість залежить від типу ґрунту, клімату та культури (наприклад, лохина вимагає певної якості води), з балансом між надлишком і дефіцитом, підтримуючи рівень вологості на глибині коренів. Ключові фактори включають визначення потреби у воді культури, аналіз ґрунту (його водоутримувальна здатність) та якісні параметри води (рН, мінералізація) для запобігання стресам і забезпечення поживних речовин.

Фактори, що визначають потребу у воді:

1. Вид рослини: різні культури мають різні вимоги (наприклад, овочі, зернові, лохина).
2. Стадія розвитку: фаза цвітіння та плодоношення вимагає більше води.
3. Тип ґрунту: глинисті ґрунти утримують воду краще, ніж піщані.
4. Кліматичні умови: температура, вологість, вітер, сонячне випромінювання впливають на випаровування.

Оптимальні параметри води (для гідропоніки та зрошення):

- рН: 5.5 - 6.5 для більшості рослин, але може варіюватися.
- РРМ (мінералізація): орієнтовно 550-650 ppm, залежить від культури.
- Солі/мінерали: 200-500 мг/л вважається оптимальним для питної, але для рослин важливий баланс мікроелементів.

Як визначити оптимальну потребу:

1. Розрахунок: Евапотранспірація – метод визначення води, що випаровується з ґрунту та транспірується рослинами.
2. Моніторинг ґрунту: використання датчиків вологості або візуальний контроль глибини ґрунту, що пересихає.
3. Визначення продуктивної вологи: вода, доступна рослинам (між повною вологоємністю та точкою стійкого в'янення).

Практичні поради:

- Використовуйте осінні вологозарядкові поливи для створення запасу вологи в ґрунті.
- Проводьте аналіз води перед закладкою плантації, особливо для вимогливих культур (як лохина).
- Регулярно перевіряйте параметри води та ґрунту, щоб забезпечити стабільні умови для врожаю.

### ***3. Ефективність застосування води та вплив різних методів і технологій***

Ефективність застосування води залежить від методу обробки (фільтрація, зворотний осмос, знезараження), цілі використання (питне, технічне) та технології (мембранні, термічні, ультразвукові), що впливає на якість, економічність та екологічність процесу, мінімізуючи забруднення і максимізуючи функціональність води для побутових потреб, промисловості та підтримки здоров'я, де сучасні методи значно ефективніші за традиційні.

#### *Основні напрями застосування та методи*

- Побутове споживання:
  - Проблеми: забруднення, жорсткість, наявність домішок.
  - Методи: фільтрація, кип'ятіння, відстоювання (мало ефективні).
 Сучасніші: системи зворотного осмосу (дуже ефективні), ультрафіолетове знезараження.
  - Ефективність: зворотний осмос забезпечує високу якість питної води, що покращує здоров'я.
- Промисловість (електростанції, Хімічна промисловість):
  - Потреби: пом'якшення води, глибоке знесолення, зниження окислюваності (видалення органіки), опріснення морської води.
  - Методи: іонообмінні процеси (пом'якшення), мембранні методи (зворотний осмос, ультрафільтрація для знесолення), хімічні реагенти.
  - Ефективність: висока, дозволяє отримувати ультрачисту воду, необхідну для технологічних процесів, запобігає корозії та відкладенням.
- Знезараження:
  - Методи: термічний (кип'ятіння – для малих об'ємів), хімічний (хлорування), ультрафіолетовий, озонування.
  - Ефективність: кип'ятіння ефективне, але дороге та повільне. Хімічні та УФ методи більш промислові.
- Сільське господарство: (не деталізовано в наданих даних, але передбачається ефективно зрошення та захист від забруднення стічних вод від агровиробництва).

#### *Вплив методів і технологій*

- Позитивний вплив: покращення якості води, захист здоров'я, оптимізація виробничих процесів, економія ресурсів завдяки переробці (наприклад, зворотний осмос).

- Негативний вплив (при неефективному використанні): забруднення водних ресурсів (промисловими стоками, побутовими відходами).
- Сучасні технології: підвищують ефективність завдяки автоматизації, селективній очистці, зменшенню енергоспоживання, наприклад, баромембранні процеси.

#### ***4. Метод комплексної оцінки водних ресурсів для аналізу ефективності зрошувальної системи***

Комплексна оцінка водних ресурсів для аналізу ефективності зрошувальних систем включає оцінку якості води (хімічний склад, вміст солей, мікробіологічні показники) та її впливу на ґрунт і врожай, кількісні показники (обсяги доступної води, потреби культур), а також еколого-економічні аспекти, що оцінюють стійкість системи, втрати води та ресурсозбереження, використовуючи моніторинг, моделювання та методики, розроблені гідрологічними установами, для інтеграції цих даних у єдину оцінку ефективності зрошення.

Основні компоненти та методи оцінки:

1. Оцінка якості води для зрошення
  - Фізико-хімічні показники: рН, солоність (електропровідність), вміст основних іонів (Na, Ca, Mg, Cl, SO<sub>4</sub>), що впливають на засолення ґрунту.
  - Мікробіологічні показники: оцінка патогенних мікроорганізмів для безпеки врожаю.
  - Вплив на ґрунт: визначення ризиків засолення та лужнення ґрунтів (солончакування).
2. Кількісна оцінка водного балансу
  - Визначення потреби у воді: розрахунок evapotranspiration (випаровування та транспірація) сільськогосподарських культур.
  - Оцінка доступності водних ресурсів: моніторинг рівнів ґрунтових вод, стоку річок.
  - Розрахунок ефективності водокористування: співвідношення обсягу води, поданої до поля, до кількості води, реально використаної рослиною (коефіцієнт використання води).
3. Екологічна та економічна оцінка
  - Екологічна стійкість: оцінка впливу зрошення на водні екосистеми та біорізноманіття.
  - Ресурсозбереження: аналіз втрат води (випаровування, фільтрація) та застосування водозберігаючих технологій.
  - Економічний аналіз: оцінка витрат на зрошення порівняно з прибутками від врожаю (економічна ефективність).

Інструменти та підходи:

- Гідрогеолого-меліоративні дослідження: вивчення водного режиму ґрунтів.
- Моніторинг якості води: регулярний відбір проб та їх аналіз.
- Моделювання: використання комп'ютерних моделей для прогнозування водного балансу.
- Інтегральні показники: розробка систем індексів, що поєднують різні фактори (наприклад, "індекс якості зрошувальної води" або "індекс ефективності водокористування").

Комплексний підхід дозволяє не просто виміряти обсяг води, а зрозуміти, як її якість, кількість та спосіб використання впливають на стійкість сільського господарства та довкілля в цілому.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. No-till система землеробства в Україні: наука і практика : монографія / Р. А. Вожегова, М. П. Малярчук, Л. М. Грановська та ін. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. 218 с.
2. Августинович М., Чумак А. Альтернативні рішення у живленні сільськогосподарських культур або чим можна замінити хімічні добрива. *Пропозиція*. 2023. 10 квітня. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnolohiyi-vyroshchuvannya/alternatyvni-rishennya-u-zhyvlenni-silskohospodarskykh-kultur/>
3. Городецький О. С., Коваленко Р. В. Системи сучасних інтенсивних технологій : навч. посіб. Київ : КНТ, 2017. 61 с.
4. Городецький О. С., Коваленко Р. В. Системи сучасних інтенсивних технологій: посібник. Київ : КНТ, 2017. 64 с. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/635/1/technology%20systems%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf>.
5. Григорєва Х. А. Зрошення та продовольча безпека в контексті дефіциту води: правові проблеми та перспективи. *Науковий вісник Ужгородського Національного Університету. Серія Право*. 2024. Вип. 83: Ч. 2. С. 84-96. <https://visnyk-juris-uzhnu.com/wp-content/uploads/2024/07/14-1.pdf/>
6. Екологія землекористування : навчальний посібник / А. М. Третяк, О. С. Будзьяк, В. М. Третяк та ін. ; за ред. Третяка А. М. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 178 с.
7. Ефективність зрошення: більше продукції з меншою кількістю води. *Онлайн-курс Agri academy*. 2023 [https://courses.agriacademy.org/courses/course-v1:EBRD+IRRIGATION101+2023\\_T1/about](https://courses.agriacademy.org/courses/course-v1:EBRD+IRRIGATION101+2023_T1/about).
8. Інновації в землеробстві: технології для систем сталого землеробства. 2023. URL: [https://courses.agriacademy.org/courses/coursev1:EBRD+INNOVATIONS101+2023\\_T1/about](https://courses.agriacademy.org/courses/coursev1:EBRD+INNOVATIONS101+2023_T1/about).
9. Морозов О. В., Морозов В. В., Козленко В. В., Біднина І. О. Оцінка якості зрошувальної води в системі еколого-меліоративного моніторингу. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2020. Вип. 2(8). С. 192-209. DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.17>.
10. Оптимізація використання водних ресурсів в аграрному секторі: ефективні стратегії та практичні поради. *LandLord*. 2024. 26 червня. URL: <https://landlord.ua/agrolife-en/yak-optimizuvati-vikoristannya-vodnix-resursiv-v-agrarnomu-sektori-efektivni-strategiyi-ta-praktichni-poradi>.
11. Панасюк Л. Вплив сівоzmіни на ґрунт. *Agro Times*. 2025. 2 травня. URL: <https://agrotimes.ua/article/vplyv-sivozmyny-na-grunt/>.
12. Революція відновлювального сільського господарства. 2023. URL: [https://courses.agriacademy.org/courses/course-v1:EBRD+RAR101+2023\\_T1/about](https://courses.agriacademy.org/courses/course-v1:EBRD+RAR101+2023_T1/about).

13. Розвиток інтенсивних систем землеробства на зрошуваних землях України: науково-технологічне забезпечення : метод. посіб. / Р. А. Вожегова, С. В. Коковихін, В. А. Сташук та ін. ; за ред. Р. А. Вожегової. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2025. 254 с.
14. Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства : монографія / В. М. Бельченко, В. Я. Ходорчук, Ю. О. Лавриненко та ін. Ч. 1. Київ : Аграрна наука, 2022. 284 с.
15. Системи сучасних інтенсивних технологій. Світові агротехнології : курс лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми здобуття вищої освіти / уклад. М. І. Федорчук, О. А. Коваленко. Миколаїв : МНАУ, 2022. 82 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12193>.
16. Системи точного землеробства : курс лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Агроінженерія» спеціальності Н7 «Агроінженерія» заочної форми здобуття вищої освіти / уклад. А. П. Галєєва, О. М. Тима. Миколаїв : МНАУ, 2025. 53 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/22492>.
17. Солоха М. Технології точного землеробства у системах захисту рослин. *Пропозиція*. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya-tekhnika-dlya-zakhystu-roslyn/tekhnohyyi-tochnoho-zemlerobstva-u/>
18. Стан земельних ресурсів. Управління екології та природних ресурсів Миколаївської облдержадміністрації. URL: <https://ecolog.mk.gov.ua/ua/standovk/land/>.
19. Цилюрник О. Застосовуємо чи ні систему no-till? *Агрономія сьогодні*. 2020. 21 липня. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/18270-zastosovuiemo-chy-ni-systemu-notill.html>.
20. Jug D., Jug I, Brozović B., Šeremešić S., Dolijanović Z., Zsembeli J., Ujj A., Marjanovic J, Smutny V. and Dušková S. Conservation Soil Tillage: Bridging Science and Farmer Expectations — An Overview from Southern to Northern Europe. *Agriculture*. 2025. Vol. 15 (3). 260. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030260>.







Навчальне видання

## **СВІТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ**

Конспект лекцій

Укладач: **Корхова** Маргарита Михайлівна

Формат 60x84/16 Ум. Друк. арк. 3,5  
Тираж 10 прим. Зам. №\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 4490 від 20.02.2013 р.