



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агрономії та захисту рослин
Кафедра рослинництва

Л.М. Поташова

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ

Курс лекцій

**для здобувачів освітнього ступеня магістра другого (магістерського)
рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання
за спеціальністю 201 "Агрономія"**

Харків
2024

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агрономії та захисту рослин
Кафедра рослинництва

Л. М. Поташова

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ

Курс лекцій

**для здобувачів освітнього ступеня магістра другого (магістерського)
рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання
за спеціальністю 201 "Агрономія"**

Затверджено
рішенням Науково-методичної
ради факультету агрономії та
захисту рослин
Протокол № 17
від 18 червня 2024 р.

Харків
2024

УДК 633/635:330.341.1](042.4)

I-66

Схвалено на засіданні кафедри рослинництва
Протокол №11 від 15.06 2024 р.

Рецензенти:

О.В. Романов, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри плодовоовочівництва і зберігання Державного біотехнологічного університету;

Л.Я. Сіроус, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин ім. Б.М. Литвинова Державного біотехнологічного університету

I 66 Інноваційні технології в рослинництві: курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня магістра другого (магістерського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навчання за спеціальністю 201 "Агрономія" за освітньо-професійною програмою "Агрономія"/Л.М. Поташова/ – Електрон. дані. – Х.: ДБТУ, 2024. – 101 с.

Курс лекцій з дисципліни «Інноваційні технології в рослинництві» розроблено відповідно до освітньо-кваліфікаційної програми ПП.03 «Агрономія» для підготовки здобувачів ОС «магістр» у закладах вищої освіти III–IV рівнів акредитації галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» за спеціальністю 201 «Агрономія». У курсі лекцій висвітлені теоретичні аспекти інноваційних технологій вирощування сільськогосподарських культур, що передбачають впровадження нових агротехнологій, перехід до ресурсозберігаючого виробництва, використання новітніх сортів і гібридів рослин, добрив, засобів захисту рослин, новітньої техніки, технологій обробітку ґрунту. Впровадження нових технологій в рослинництво допоможе запобігти виснаженню ґрунтів, сповна реалізувати потенціал продуктивності сучасних сортів і гібридів сільськогосподарських культур.

УДК 633/635:330.341.1](042.4)

Відповідальний за випуск: Л.М. Поташова, кандидат с.-г. наук, доцент

© Поташова Л.М., 2024

© ДБТУ, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ТЕМА 1 Новітні технології в рослинництві. Історія становлення та умови їх реалізації.....	8
ТЕМА 2 Характеристика технологій з різним рівнем інтенсифікації виробництва.....	18
ТЕМА 3 Особливості інтенсивної агротехнології.....	28
ТЕМА 4 Світова практика формування агротехнологій....	36
ТЕМА 5 Інтегрована технологія вирощування зернових культур.....	44
ТЕМА 6 Ресурсоощадні технології виробництва.....	50
ТЕМА 7 Ґрунтозберігаючі технології вирощування.....	59
ТЕМА 8 Прецизійні (точні) технології в рослинництві...	71
ТЕМА 9 Альтернативні технології.....	79
ТЕМА 10 ЕМ -технології в рослинництві.....	91
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	98

ВСТУП

Програму вивчення навчальної дисципліни «Інноваційні технології в рослинництві» укладено відповідно до освітньо-кваліфікаційної програми ПП.03 «Агрономія» для підготовки здобувачів ОС «магістр» у закладах вищої освіти III–IV рівнів акредитації галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» за спеціальністю 201 «Агрономія».

Навчальну дисципліну вивчають у третьому семестрі, передбачено такі види аудиторних занять: лекції і практичні заняття. Форма підсумкового контролю – екзамен.

Програмний матеріал дисципліни «Інноваційні технології в рослинництві» має важливе теоретичне й виробниче значення, оскільки він спрямований на комплексний і системний підхід до вирощування польових культур, сприяє вдосконаленню конкретних елементів технології.

Галузь рослинництва є провідною в аграрному виробництві. Продукція рослинництва забезпечує продовольчу безпеку України, а також є основною складовою експортного потенціалу нашої держави.

У сучасному аграрному виробництві основним чинником підвищення врожайності сільськогосподарських культур є освоєння та впровадження сучасних інтенсивних технологій вирощування, які застосовуються в провідних країнах світу та господарствах України.

В умовах сьогодення відбувається постійне збільшення виробничих витрат на виробництво продукції рослинництва зокрема через використання багатоопераційних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Рослини використовують природні ресурси (сонячна енергія, ґрунти, опади, повітря) та біологічні процеси (фотосинтез, дихання, азотфіксація).

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур потребують значних витрат енергоресурсів. За рахунок незбалансованого використання ґрунтів відбуваються процеси ерозії, знижується їх бонітет, погіршується екологічний стан навколишнього середовища. Використання застарілих ресурсо-, енергоємних технологій, техніко-технологічна відсталість вітчизняного аграрного виробництва не дозволяють отримувати конкурентоспроможну продукцію.

Тому, актуальною проблемою стає застосування нових, інноваційних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які б забезпечували не лише отримання максимальної кількості продукції високої якості з одиниці площі за мінімальних витрат енергоносіїв та агроресурсів, але й були

високоокупними та безпечними для довкілля. Вирішення зазначених завдань потребує постійного оновлення знань про біологічні потреби нових сортів і можливість їх забезпечення шляхом оптимізації технологій вирощування.

Інноваційні технології вирощування сільськогосподарських культур передбачають впровадження нових агротехнологій, перехід до ресурсозберігаючого виробництва, використання новітніх сортів і гібридів рослин, добрив, засобів захисту рослин, новітньої техніки, технологій обробітку ґрунту. Впровадження нових технологій в рослинництво допоможе запобігти виснаженню ґрунтів, сповна реалізувати потенціал продуктивності сучасних сортів і гібридів сільськогосподарських культур.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення дисципліни «Інноваційні технології в рослинництві» – формування у здобувачів теоретичних і практичних знань щодо цілісності й обґрунтованості інноваційних технологій у рослинництві, спрямованих на вирощування запланованого обсягу продукції високої якості. Засвоєння здобувачами теоретичних знань та набуття навичок із розробки практичних інноваційних елементів технологій вирощування польових культур відбувається на основі глибоких знань їх біологічних особливостей та урахування особливостей росту і розвитку рослин в онтогенезі.

Завдання навчальної дисципліни полягає в опануванні здобувачами знань щодо розробки науково-обґрунтованих інноваційних технологій на основі впровадження сучасних елементів енерго- та ресурсозберігаючих технологій вирощування польових культур.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

знати: новітні світові тенденції формування технологій, основні особливості світових та вітчизняних технологій вирощування польових культур, біологічні особливості рослин.

уміти: розробляти та реалізовувати основні елементи сучасних технологій вирощування польових культур, науково обґрунтувати доцільність проведення технологічних заходів, які мали позитивний ефект у провідних країнах світу та господарствах в Україні.

Перелік компетентностей

Інтегральна компетентність (ІК)

ІК.01. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері агрономії під час здійснення професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК.04. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК.06. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК)

СК.02. Здатність аналізувати та оцінювати сучасні проблеми, перспективи розвитку та науково-технічну політику в сфері агрономії.

СК.03. Здатність створювати нові технології та застосовувати сучасні технології агрономії, враховуючи їх особливості та користуючись передовим досвідом їх впровадження, розробляти наукові основи технологій вирощування сільськогосподарських культур.

СК.04. Здатність оцінювати придатність земель для вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням вимог щодо забезпечення кількості та якості продукції.

СК.05. Здатність розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах на основі спеціалізованих концептуальних знань, що включають сучасні наукові здобутки у сфері агрономії.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН.02. Інтегрувати знання з різних галузей для розв'язання складних теоретичних та/або практичних задач і проблем агрономії.

ПРН.03. Розробляти і реалізовувати економічно значущі виробничі і дослідницькі проекти в сфері агрономії з урахуванням наявних ресурсів та обмежень, технічних, соціальних, правових та екологічних аспектів.

ПРН.04. Здійснювати пошук необхідної інформації та оцінювати її в науково-технічній літературі, аналізувати, обробляти та оцінювати цю інформацію.

ПРН.06. Оцінювати та аналізувати сучасний асортимент мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин, продуктів біотехнологій з метою розробки науково обґрунтованих систем їхнього застосування.

ПРН.08. Управляти робочими процесами, які є складними, непередбачуваними, приймати ефективні рішення, оцінювати та порівнювати альтернативи, аналізувати ризики.

ПРН.09. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами для обговорення результатів професійної діяльності, досліджень та інноваційних проектів у сфері аграрних наук та продовольства.

ПРН.10. Здійснювати ефективне управління персоналом і ресурсами, забезпечувати професійний розвиток персоналу, об'єктивно оцінювати результати діяльності колективу та внесок його учасників до цих результатів.

ПРН.11. Здійснювати бізнесове проектування та маркетингове оцінювання виконання і впровадження інноваційних розробок.

ПРН.12. Добирати оптимальну стратегію господарювання в агрономії, у тому числі за нечіткості цілей та невизначеності умов.

ПРН.15. Визначати періоди онтогенезу польових і кормових культур з метою управління процесами формування їх продуктивності.

ТЕМА 1

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ ТА УМОВИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

1. Примітивні системи землеробства: залежна, вирубно-вогнева, лісопильна, перелогова.
2. Екстенсивні системи землеробства (рослинництва).
3. Перехідні системи землеробства.
4. Передумови для створення інтенсивних технологій.
5. Етапи удосконалення технологій у ХХ столітті.

1. Примітивні системи землеробства: залежна, вирубно-вогнева, лісопильна, перелогова.

Історичні знахідки свідчать, що перший досвід вирощування рослин зародився ще 12-14 тисячоліть тому. До цього часу людство харчувалося шляхом збирання диких рослин і полювання. Необхідно було використати 2-3 тисячі гектарів угідь з розрахунку на одну людину. Розвиток людства і збільшення населення спричинило поступове окультурення рослин та одомашнення тварин, що дозволило скоротити площу прогодування однієї людини до одного гектара.

Люди помітили, що коли насіння дикорослих злаків осипалося, то воно проростало і якщо висіяти зерно у розпушений ґрунт, то сходи виходять дружніші і рослини у таких біоценозах розвиваються краще.

Вирощування сільськогосподарських культур вимагало наукових знань, хоч би в примітивному вигляді. Уже перед доісторичними землеробами поставали питання: коли сіяти, скільки сіяти, де сіяти? Тому природною є увага тодішньої науки до землі. У стародавніх Римі і Греції було уже до 150 наукових книг з рослинництва. Факти свідчать про спроби створити технологію вирощування. У стародавніх трактатах і манускриптах часто трапляються певні поради землеробам.

Як зазначає Ю. Канигін, уже в VI тисячолітті до н.е. високий рівень розвитку землеробства був на землях Аратти (Припонтида), тобто на території сучасної України. Тут аріями (від ар (санскр.) – земля, ґрунт) була започаткована перша хліборобська цивілізація. В ті часи єгиптяни купляли зерно в наших пращурів. З тих пір українські землеробські технології поширювались по всьому світі, а Україна на віки залишилася землеробською державою.

Помітного вкладу в рослинництво тодішні вчені не внесли. У розвитку технології вирощування окремих культур практично не відбувалося змін. Проте, не варто недооцінювати емпіричний досвід, нагромаджений людством за 10 тисяч років свідомого вирощування рослин. Древні землероби ввели в практику обробіток ґрунту, внесення органічних добрив, попелу, зрошення, використання мішаних посівів тощо.

Впродовж століть окультурені рослини вирощувались у примітивних системах землеробства, які характеризувалися незначною питомою вагою земель (менше 25%), що використовувались під посіви.

Виникнення та розвиток систем землеробства, які можна віднести до цієї групи (вирубно вогнева, лісопильна, залежна, перелогова), відбувався за умов надзвичайно низького розвитку продуктивних сил існуючої на той час людської формації та виробничих відносин, що складалися в суспільстві.

Невелика щільність населення та значні запаси цілих земель ще з часів первіснообщинного ладу спонукали до виникнення *залежної* системи. Для вирощування рослин щоразу використовувалися нові поля, чисті від бур'янів, з добрими запасами органічної речовини та азоту. У міру виснаження ґрунту, погіршення фізичних властивостей та зменшення його родючості розорювали нові цілині землі.

За умов примітивної агротехніки, відсутності добрив і достатньої кількості тягової сили, використання природних чинників сприяло відновленню втраченої родючості ґрунту. Це був надзвичайно екстенсивний і малопродуктивний рівень ведення сільського господарства.

У північних лісових районах замість залежної була поширена **вирубно-вогнева** система, за якої посіви розміщували на полях після вирубки і спалювання лісу. В результаті удобрення попелом спаленого лісу ґрунт поповнювався елементами мінерального живлення та змінювалася реакція ґрунтового розчину від кислої, властивої лісовим ґрунтам, до лужної і на такій землі можна було одержувати добрі врожаї від 3 до 10 років. Причому, в перший рік після спалювання лісу земля не потребувала обробітку, а в наступні роки сіяли після примітивного розпушування. Коли врожаї знижувалися до рівня, який не задовольняв хлібороба, він залишав цю ділянку і починав освоювати іншу, а ця знову заростала дерев'янистою рослинністю.

Виникнення приватної власності на землю та збільшення населення, вимагало підвищення виробництва зерна, що за нестачі вільних площ, привело до формування **перелогової** системи. Для обробітку використовували не цілині землі, а ті, що 10-20 років тому вже використовувалися (перелоги).

Примітивні системи землеробства характеризувалися низькою врожайністю. Проте це були цілком біологічні системи, в яких виробництво рослинницької продукції здійснювалося за рахунок природної родючості ґрунту.

2. Екстенсивні системи землеробства.

До екстенсивних систем належать **парова і багатопільно-трав'яна**. За **парової** системи тривалість перелогу поступово скоротилася до одного року. Однорічний переліг отримав назву чорного пару, який обробляли. Це дозволяло боротися з бур'янами і відновлювати родючість ґрунту. В основному вирощували зернові культури, зокрема пшеницю. Така система в більшості країн проіснувала до початку ХХ століття. Внаслідок несвоєчасного обробітку ґрунту, недостатнього внесення органічних добрив пар не став ефективним у відновленні родючості ґрунту та засобом очищення його від бур'янів. Тому середня врожайність зернових культур за парової системи землеробства не перевищувала 5-7 ц/га.

Багатопільно-трав'яну можна розглядатися як варіант поліпшення парової системи землеробства. В сівозміні *багатопільно-трав'яної (вигінної)* системи питома вага багаторічних трав, коренеплодів, картоплі становила понад 50% за рахунок скорочення площ під паром, а решта площі призначалася для вирощування зернових культур.

3. Перехідні системи землеробства.

Перехідні системи (поліпшено-зернова і травопільна) теж базувалися на вирощуванні багаторічних трав і залишенні парів.

Поліпшені зернові системи землеробства виникли в результаті удосконалення парової і багатопільно трав'яної систем землеробства. Сівозміни поліпшених зернових систем землеробства являли собою не що інше, як зернове трипільля, доповнене полем багаторічних трав.

Академік В.Р. Вільямс опрацював теорію відновлення структури ґрунту через насичення сівозмін багаторічними бобовими і злаковими травосумішками, акцентував на значенні травосіяння, як одного з важливих заходів підтримання й підвищення родючості ґрунту та забезпечення міцної кормової бази для тваринництва. Недооцінювалася роль органічних добрив в питанні поліпшення агрегатного стану і відновлення родючості ґрунту.

Отже, принципів змін у землеробстві впродовж тисячоліть не відбувалося. Така землеробська діяльність людини була екологічною і це зберігало природну родючість ґрунту. Низька врожайність сільськогосподарських культур пояснюється не стільки впливом самих сівозмін, як недосконалістю агротехніки вирощування на той час.

4. Передумови для створення інтенсивних технологій.

Новий етап у розвитку рослинництва пов'язаний з технічним прогресом у промисловості. В Англії, а згодом, і в інших країнах Західної Європи з'являються перші сільськогосподарські машини (кінець XVIII ст.). У 60-ті роки XIX ст. впроваджено у сільськогосподарське виробництво парову машину.

У кінці XIX століття почалося будівництво заводів із виробництва суперфосфату і калію (1858-1861 рр.), застосування бордоської рідини і сірки (1850-1882 рр.) для захисту рослин від хвороб.

Світова сільськогосподарська наука постійно зайнята пошуками шляхів удосконалення технологій вирощування. Проте на початку XX століття

замість інтенсифікації технологій відбувся перехід до інтенсифікації землеробства в цілому. Це дало великий приріст сільськогосподарської продукції, забезпечило продуктами харчування всезростаючу кількість населення.

Поряд із цим інтенсифікація землеробства негативно позначилася на родючості ґрунтів. Навіть за допомогою внесення органічних і мінеральних добрив, у переважній більшості випадків не вдалося зупинити деградацію ґрунтів від такої нещадної їх експлуатації. Особливо, негативні тенденції у використанні землі спостерігаються в останні десятиліття. Нехтування бобовими травами і парами в сівозміні, невиправдано велике насичення сівозмін просапними і зерновими культурами спричинило стійку тенденцію до зменшення вмісту гумусу в ґрунті, посилення ерозійних процесів, забур'янення, погіршення фізичних властивостей ґрунту та інші негативні наслідки.

5. Етапи удосконалення технологій у ХХ столітті.

У ХХ столітті можна виділити три етапи удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур, У 30-50-х роках основою прогресу залишалися проблеми *механізації* виробничих процесів. У технології вирощування зернових було повністю замінено важку ручну працю, особливо на збиранні врожаю. Для багатьох культур були створені *індустріальні* технології вирощування. Водночас цей етап характеризується негативним явищем надмірного ущільнення ґрунту важкими агрегатами. (табл.1).

Характерною особливістю 60-х років стало широке використання *мінеральних добрив*. Це дозволило перейти до інтенсивного вирощування сільськогосподарської продукції. За рахунок добрив урожайність польових культур зросла на 30-60%. Баланс мінеральних речовин у ґрунті стали підтримувати за допомогою виготовлених промисловим способом агрохімікатів. Виникли передумови для створення *прогресивних (передових)* технологій.

Починаючи з 70-х років до мінеральних добрив широко долучаються *пестициди*. З'явилася можливість захистити посіви основних культур від бур'янів, шкідників, хвороб та вилягання за допомогою засобів захисту рослин. Все це забезпечило значний приріст врожаю. Якщо в 1900-1930 роках урожайність зернових в Європі становила лише 20 ц/га, то в 1970-1980 роках вона досягала 60-70 ц/га. І найбільша частка у прирості належала саме

хімізації. На початку 80-х років такі технології почали називати *інтенсивними*.

Виробництво порівняно дешевих добрив та отрутохімікатів привело до різких змін у традиційних технологіях. Були порушені сівозміни, відмовилися від органічних добрив. Селекція нових сортів велась тільки з розрахунку на їх інтенсифікацію, тобто можливість як найповнішого використання мінеральних добрив. Виникла гостра проблема забруднення довкілля і продукції залишками агрохімікатів.

Прогрес в агротехніці 80-х років пов'язаний з успіхами біології, зокрема генної інженерії, що привело до створення трансгенних сортів і гібридів. Зросла урожайність та якість продукції, але одночасно постала проблема можливого негативного впливу на здоров'я людини в майбутньому.

Як бачимо, ріст урожайності за рахунок удосконалення технологій у другій половині ХХ століття супроводжувався виникненням проблем екологічного характеру. Причому, чим складніша, більш наукоємна розробка впроваджувалася у практику, тим важче і лише протягом довшого часу вдавалось виявити її негативний вплив. Тому в 90-х роках були створені ресурсощадні варіанти інтенсивних технологій.

Людина створила високопродуктивні, але потенційно нестабільні агросистеми, що вимагають постійного втручання людини і великих затрат. На відміну від природних екосистем вони слабо адаптивні, більше піддається стресам. В них активно йде виснаження ґрунту. Тому в 90-х роках дослідники більшість своїх зусиль зосередили на пошуку і розробці таких технологій, що забезпечували б гармонію з природою при високій урожайності та якості продукції. Тобто постала проблема повернення до агротехніки вирощування, яка практикувалася протягом тисячоліть, тільки на якісно новому рівні.

Останні десятиліття у світовій агрономії відбуваються кардинальні зміни у технологіях вирощування продукції рослинництва. Тому особливо важливо, для кожного товаровиробника рослинницької продукції належним чином оцінити сучасний стан і досвід минулих років у підборі технологічної схеми.

Історія сільського господарства була сформована прогресом у техніці. Історики описали кілька аграрних революцій, які визначають серйозні зміни в сільськогосподарській практиці та продуктивності. Ці революції були тісно пов'язані з технологічними удосконаленнями. Важливим поворотним пунктом для сільськогосподарської техніки стала промислова революція, яка

запровадила спеціальні машини для механізації робіт, значно підвищивши продуктивність праці в сільському господарстві.

Найбільш показовими прикладами розвитку технологій були Зелені революції. Перша Зелена Революція відбулася в 60-70-і роки минулого століття, її «батьком» був мексиканський селекціонер Норман Борлауг. Він вивів сорт пшениці «Мексікале», який забезпечував урожайність у 3 рази вищу, ніж старі сорти. Він був нагороджений Нобелівською премією миру у 1970 році за видатні досягнення в галузі вирішення світової продовольчої проблеми. Його нові високоякісні сорти пшениці і кукурудзи призвели до швидкого зростання виробництва продуктів харчування, унаслідок чого врятували мільйони людей від голоду, особливо в країнах, що розвиваються. Слідом за Борлаугом інші селекціонери почали виводити високоврожайні сорти кукурудзи, сої, бавовни, рису та інших сільськогосподарських культур.

Із 1974 року почали виробляти гербіцид Roundup® з оригінальною діючою речовиною. Гербіцид на основі гліфосату досі використовується фермерами в усьому світі для боротьби з бур'янами на посівах, газонах і в садах;

У 1975 році почали застосовувати роторні комбайни. Перший двороторний комбайн був створений Sperry-New Holland. Це дозволяло зрізати та відокремлювати культури за один прохід по полю. Для кукурудзи він не лише відокремлював обгортки та качани, але й очищав зерно та подрібнював стебла, заощаджуючи значну кількість часу, енергії та ресурсів для фермерів;

Наступний – інтенсивний період розвитку рослинництва розпочався у другій половині ХХ ст. Він ґрунтується на сучасних досягненнях біології, генетики, селекції, землеробства, агрохімії, молекулярної й генної інженерії.

З середини 80-х років нашого століття вчені заговорили про початок другої зеленої революції, в результаті якої сільське господарство піде шляхом зниження вкладень антропогенної енергії. В її основі – адаптивний підхід, тобто орієнтація на більш екологічні технології обробітку польових культур і розведення сільськогосподарських тварин.

У цей період технології вирощування враховували досягнення біології, генетики, селекції, землеробства, молекулярної та генної інженерії. Саме цей період характеризується появою *інтенсивних технологій* вирощування польових культур.

У 1982 році з'явилася перша генетично модифікована рослинна

клітина. Вчені компанії Monsanto першими у світі генетично модифікували рослинну клітину. Впродовж п'яти років дослідники компанії провели свої перші випробування на відкритому ґрунті генетично модифікованої культури – помідорів, які були стійкі до комах, вірусів і засобів захисту рослин. Метод Agrobacterium, уперше використаний у 1982 році, досі використовується вченими Bayer, а також тими, хто працює в сільськогосподарській галузі.

З 1994 року в сільському господарстві почали застосовувати супутникові технології. Ця нова перспектива дозволила їм зібрати безпрецедентну інформацію, щоб краще відстежувати ефективність свого поля та стратегічно планувати наступний сезон на основі даних своєї ферми.

З 1996 року для фермерів стають комерційно доступними перші ГМО культури. Вони створювалися разом із рішеннями для захисту рослин, які дозволили фермерам спеціально боротися з інвазійними бур'янами, які конкурують за вологу, сонячне світло та мінеральні речовини в ґрунті.

З 2015 року комп'ютеризація змінює потенціал сільського господарства. Завдяки доступу до даних у реальному часі фермери приймають більш обґрунтовані рішення, які дозволяють їм використовувати ресурси більш раціонально.

Цифрові платформи, які об'єднують збір даних, агрономічне моделювання та моніторинг місцевої погоди, даючи фермерам змогу краще розуміти свої поля та дозволяючи їм планувати кращі врожаї та приймати рішення.

З 2020 року машинне навчання та автоматизація революціонізують сільське господарство. Удосконалення робототехніки та аналітики даних зробили неймовірні кроки у створенні більш продуктивної і стійкої глобальної продовольчої системи. Хоча ці цифрові інновації допомагають покращити селекцію рослин, застосування цих технологій безмежне. Наприклад, завдяки поєднанню аналізу даних і процесів розведення гібридів, низькорослу кукурудзу було змодельоване так, щоб вона стояла на необхідній висоті для уникнення появи зелені та ідеально поєднувалася з комбайновим обладнанням під час збирання врожаю. Це величезний крок вперед у запобіганні втрат урожаю в полі.

У перші десятиліття 21-го століття в сільському господарстві збільшився масштаб застосування технологій інформаційної ери. Типи технологій, які революціонізують сферу сільського господарства: дрони, беспілотні трактори, точне землеробство, супутникова зйомка та датчики, сенсорні мережі на основі ІТ, відстеження етапу, прогнозування погоди,

автоматизований полив, регулювання світла і тепла, інтелектуальне програмне забезпечення для аналізу даних, прогнозування шкідників і хвороб, управління ґрунтом та інших аналітичних завдань біотехнології.

Нині застосовують сучасні інтенсивні технології вирощування високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур на базі ефективної механізації й електрифікації виробничих процесів, програмування врожайності, широкого використання електронно-обчислювальної техніки. Розвиток рослинництва характеризується посиленням руху за усунення негативного впливу антропогенного чинника на агроландшафти й агроценози.

Агродрони стають все більш важливим інструментом для сільськогосподарського виробництва. Вони можуть використовуватися для моніторингу стану посівів, внесення добрив і пестицидів, збору урожаю та контролю за шкідниками та хворобами.

Використання агродронів для сільськогосподарських цілей є новою технологією, яка може революціонізувати спосіб взаємодії сільськогосподарських підприємців із землею, водою, посівами та їх інфраструктурою.

Сільськогосподарські дрони використовуються для моніторингу посівів, дають змогу оцінювати висоту врожаю та біомасу, визначати наявність бур'янів на полі та дистанційно вимірювати насиченість ґрунту водою.

Безпілотники також можна використовувати для виконання небезпечних завдань, таких як застосування інсектицидів, не піддаючи людей дії небезпечних хімічних речовин. Вони можуть створювати 3D-зображення, які можна використовувати для прогнозування якості ґрунту. Їх також можна використовувати для сканування полів та зчитування за допомогою компактних мультиспектральних датчиків зображення, створення GPS-карт, транспортування важких вантажів і моніторингу худоби за допомогою теплової енергії чи відеокамери.

Хоча дрони можуть надавати значно точнішу інформацію, ніж супутники, остання технологія все ще є набагато кращим вибором для моніторингу та картографування великих ділянок землі. Інформація, яку надають сучасні супутникові знімки, дозволяє фермерам оцінити стан рослин, визначити відсоток в'янення рослин, розрахувати кількість рослинності на полях. Крім того, їх можна використовувати для

дистанційного визначення вмісту азоту в ґрунті та зменшення фонового впливу якості ґрунту на ранній розвиток рослин.

Науковці світу розробили технічні та організаційні рішення для галузевого використання FPV-дронів. Ці рішення включають завдання спостереження в екології, моніторингу параметрів мікроклімату, оцінки посівів та ультрамалооб'ємного обприскування.

FPV-дрони використовують для сільськогосподарського обприскування. Вони можуть сканувати землю і розпилювати рідину рівномірно, з урахуванням відстані до землі, культури та погодних умов. Це дозволяє оптимізувати витрату добрив і мінеральних речовин.

FPV-дрони також можуть використовуватися для внесення біологічних засобів захисту, таких як трихограма. Трихограма – це комаха-паразит, яка харчується яйцями шкідників. За допомогою дронів трихограма може швидко поширюватися в кілька етапів. Це дозволяє звести до мінімуму використання пестицидів і заощадити на добривах.

В наш час для фермерів доступне і програмне забезпечення для точного землеробства – мобільні та веб-додатки, щоб створювати детальні карти своїх полів, зберігати інформацію про минулі сільськогосподарські процедури та складати звіти. Це програмне забезпечення також дозволяє фермерам використовувати навігацію GPS або GNSS разом із технологією автоматичного керування для підвищення точності сільськогосподарської техніки та оптимізації процедур посіву, збору врожаю та внесення добрив.

Удосконалення машин розширило масштаби, швидкість і продуктивність сільськогосподарського обладнання, що призвело до ефективнішого обробітку більшої площі землі. Насіння, зрошення та добрива також значно покращилися, допомагаючи фермерам підвищувати врожайність. Зараз сільське господарство перебуває на початку чергової революції, в основі якої лежить штучний інтелект, аналітика, підключені датчики та інші новітні технології, які можуть ще більше підвищити врожайність, забезпечити ефективне використання води та інших ресурсів, а також створити сталість і стійкість у вирощуванні сільськогосподарських культур.

Попит на продукти харчування зростає, в той же час сторона пропозиції стикається з обмеженнями землі та сільськогосподарських ресурсів. Населення світу має досягти 9,7 мільярда до 2050 року. Модель технології визначатиме напрямок наукових досліджень, потребу експериментального обґрунтування окремих елементів технології, їх актуальність. Щоб впоратися

з цим, сільське господарство має забезпечити збільшення ефективності виробництва, поліпшення якості продукції, економію енергоресурсів; захист природного середовища тощо.

Питання для самоконтролю:

1. Обґрунтуйте класифікацію систем землеробства (рослинництва).
2. Дати визначення примітивних систем землеробства.
3. Визначте суть примітивних систем землеробства.
4. Розкрийте суть інтенсивних систем землеробства.
5. Обґрунтуйте суть перехідних систем землеробства.
6. Назвіть передумови для створення інтенсивних технологій.
7. Назвіть етапи удосконалення технологій у ХХ столітті.
8. Вплив зеленої революції на розвиток агротехнологій.
9. На яких досягненнях ґрунтуються агротехнології під час другої зеленої революції?
10. Як можна використовувати безпілотники у рослинництві?

ТЕМА 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЙ З РІЗНИМ РІВНЕМ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

1. Поняття про технології та їх класифікація.
2. Екстенсивні технології.
3. Звичайні (традиційні) технології.
4. Прогресивна та перспективна технології.
5. Індустріальна технологія.
6. Проміжні, або інтегровані технології.
7. Інтенсивна агротехнологія.
8. Біологічні технології.
9. Нульові технології.

1. Поняття про технології та їх класифікація.

Сільське господарство нашої країни представлене двома найголовнішими галузями – тваринництвом і рослинництвом. Провідною галуззю сільського господарства є рослинництво, головне завдання якого полягає в забезпеченні зростаючих потреб населення продуктами харчування, а тваринництва – кормами, легкої, харчової та інших галузей

промисловості – сировиною. Саме рослинництво забезпечує найбільшу частину зростаючих потреб населення у харчовій енергії (близько 88%) і в білках (близько 80%), вітамінах, мінеральних та інших фізіологічно важливих речовинах. У цілому рослинні продукти становлять близько 93% раціону людини.

Створення продукції рослинництва обумовлюється біологічними процесами. Урожай біомаси на 90-95% формується в процесі фотосинтезу з використанням сонячної радіації і неорганічних речовин (вуглекислий газ, вода, мінеральні речовини) в тканинах зелених рослин на світлі за участю хлорофілу. З виробничої точки зору, рослинництво є вчення про технічно досконале та економічно вигідне вирощування високих врожаїв сільськогосподарських культур найкращої якості.

Останні 20 років у світовій агрономії відбуваються кардинальні зміни у технологіях вирощування продукції рослинництва. В цей період з'являється велика кількість технологічних схем вирощування польових культур. Розроблено різні моделі технологій: інтенсивні, ресурсозберігаючі, адаптивні, екологічно чисті, прямої сівби (нульовий обробіток ґрунту), ЕМ-технології (використання корисних мікроорганізмів та мікробіологічних добрив) та ін.

Сучасні технології базуються на таких принципах:

- 1) екологізація технологій вирощування сільськогосподарських культур, диференціація їх відповідно до конкретних категорій агроландшафтів;
- 2) адаптування технологій стосовно різного рівня інтенсифікації агропромислового виробництва, виробничо-ресурсного потенціалу товаровиробника;
- 3) адаптування технологій стосовно багатоукладності господарювання, різних форм організації праці (особистих, родинних, колективних, фермерських та ін.);
- 4) альтернативність – можливість вибору різних технологій, побудованих за принципом послідовного подолання природних факторів, що лімітують вирощування сільськогосподарських культур;
- 5) знання біологічних особливостей вирощуваних культур.

У 90-х роках минулого століття – на початку XXI століття в країнах Європи стрімко розвивається такий напрям, як «біологічне рослинництво». Біологічні (органічні, екологічні, біодинамічні, адаптивні) технології засновані на екологізації і біологізації інтенсифікаційних процесів.

Біологізація – це максимальне узгодження технології з біологічними потребами культури і сорту. Тобто створюються максимальні умови для розвитку саме рослинного організму. Дані технології вирощування передбачають з однієї сторони – застосування науково-обґрунтованих систем сівозмін, удобрення, з іншої – використання для удобрення органіки, рослинних решток, сидератів, соломи тощо; поліпшення засвоєння азоту завдяки вирощуванню бобових культур; повну відмову від застосування агрохімікатів.

Всі ці моделі технологій мають свої переваги і недоліки. Вони успішно можуть бути реалізовані в Україні.

Пошук найкращих технологій, набуття знань про те, як вже відомі інновації втілити в аграрний сектор, адаптувати їх до реалій українського аграрного сектору, спонукає українських аграріїв розвивати власні здібності. Виходячи зі свого матеріально-технічного, фінансового, організаційного та інтелектуального потенціалу, сільськогосподарське підприємство вибирає технологію виробництва в рамках наявних ґрунтово-кліматичних умов.

Проте, в найближчій перспективі найвищу економічну ефективність забезпечуватимуть, за думкою В.В. Лихочвора, все таки інтенсивні технології, які найбільш продуктивні. Інтенсивні технології забезпечують найвищу врожайність: зернові культури – 6,0-8,0 т/га і вище, цукрові буряки – 50-70, озимий ріпак – 3,5–4,5 т/га та найкращі економічні показники. Поширені переважно в країнах західної Європи. Останні роки інтенсивні технології стрімко поширюються в багатьох господарствах України.

Отже, ми маємо сьогодні два можливі шляхи розвитку агротехнологій: *інтенсифікація* та *біологізація*.

Основною умовою цих напрямків є зменшення затрат і собівартості продукції. Тому, напевно, необхідно в сучасних агроформуваннях поєднувати ці два напрями і створювати інтенсивні технології на основі максимального використання адаптивних властивостей сортів та гібридів при врахуванні умов навколишнього середовища.

Складова науково-технічного прогресу – це *технологія*. Слово «технологія» в перекладі з грецької (техне – ремесло, логос – наука) означає науку про виробництво. *Технологія* в рослинництві вивчає систему (сукупність) заходів, засобів і способів впливу на рослину з метою керування її розвитком і отримання врожаю високої якості. *Мета технології* – отримання врожаю з найменшими затратами. *Задача технології* – створення сприятливих умов для розвитку рослин, реалізації їх генетичного потенціалу.

Сучасні технології – передбачають використання високопродуктивних та ресурсощадних машин, придатних для якісного обробітку ґрунту на основі класичного, мінімального, або нульового обробітку ґрунту, що забезпечують формування насінневого ложа на точно задану глибину, розпушуючи при цьому верхній покривний шар ґрунту зі сформованою системою капілярів; це сівалки точного висіву, спроможні рівномірно висіяти конкретну норму висіву на задану глибину; це високопродуктивні обприскувачі, що максимально швидко (в агрономічно доцільні строки) здатні захистити посіви; це збиральні комбайни, що максимально швидко з найменшими втратами збирають вирощений врожай.

Технологія вирощування сільськогосподарських культур визначає перелік і послідовність робіт з вирощування окремих культур, збирання і післязбирального обробітку одержаної продукції, агротехнічні вимоги до виконання робіт, перелік технічних засобів, техніко-економічні показники. Ця технологія відображається в спеціальній карті. Операційна технологія механізованих робіт передбачає способи виконання основних і допоміжних прийомів кожної окремо взятої роботи. Вона включає агротехнічні вимоги до виконання робіт, раціональне комплектування і підготовку агрегатів до роботи, підготовку поля, роботу агрегатів у загінці, контроль якості робіт, заходи щодо охорони праці.

Розрізняють ручну й механізовану технології вирощування сільськогосподарських культур.

Ручна (немеханізована) технологія. Ручні технології не мають широкого застосування в сільськогосподарському виробництві розвинених країн. Вони витісняються механізацією процесів.

До числа механізованих технологій входять екстенсивна, звичайна, прогресивна, перспективна, індустріальна (промислова), інтенсивна, адаптивна, енерго і ресурсозберігаюча, біотехнологічна.

2. Екстенсивні технології.

Екстенсивні (примітивні) технології зорієнтовані на використання природної родючості ґрунту без застосування добрив та інших хімічних засобів або дуже обмежене їх застосування. Вони передбачають:

- 1) максимальне обмеження енергетичних, матеріальних і ресурсних вкладень;
- 2) відмову від застосування агрохімікатів;
- 3) максимальне обмеження застосування механізмів;

4) використання ручної праці, кінної тяги, екстенсивних сортів низьких репродукцій, частково органічних добрив.

Недоліками цих технологій є:

- 1) зниження продуктивності культур у 2-3 рази;
- 2) різко негативний баланс елементів живлення в системі «грунт-рослина», деградація ґрунтів, втрата родючості ґрунту;
- 3) значна залежність від чинників зовнішнього середовища.

Основний принцип формування екстенсивних технологій з використанням техніки третього технологічного укладу полягає в тому, що обсяги та якість отримуваної продукції не регулюються товаровиробником у процесі вегетації рослин, а залежать від погодних умов і повністю визначаються природною родючістю ґрунтів й ефективністю прийнятих сівозмін (якістю попередників). Їх потенційні можливості по врожайності зерна становлять 20–25 ц/га і не забезпечують захисту ґрунтів. Отже, екстенсивні технології в основному розраховані на використання природної родючості ґрунту. Переважання екстенсивного землеробства в країні на величезних територіях при низькій урожайності та якості продукції свідчить про неспроможність економіки формувати ефективне виробництво.

3. Звичайні (традиційні) технології.

Звичайні (традиційні) технології склалися в галузі рослинництва на даному етапі розвитку матеріально-технічної бази. Вони забезпечують усунення гострого дефіциту мінеральних елементів, які перебувають у критичному мінімумі, зорієнтовані на створення і підтримку середнього рівня окультурення ґрунту, запобігаючи їх деградацію (ерозію, дефляцію, забруднення). Традиційна технологія вирощування базується на застосуванні оранки, в середньому за сівозміну використовує 100-120 кг/га / рік паливно-мастильних матеріалів, але витрачається менше. Тому через нестачу пального порушується агротехніка, частину ріллі господарства перевели в переліг. Спрощуються технології вирощування культур, ігнорують найбільш енергоємні технологічні операції, що впливає на врожайність вирощених культур та їх валове виробництво.

Теоретично обґрунтований «шоковий» стан ґрунту при обертанні скиби, коли аеробна біота ґрунту з глибини 0-15 см загорюється плугом в анаеробні умови на 16-30 см і гине без кисню, а анаеробна біота з глибини 16-30 см вивертається плугом на поверхню і також гине, але вже від кисню.

- потрібно підвищувати пористість ґрунту без змішування шарів (щільнюванням, глибоким розрихлюванням) для зменшення руйнування структури ґрунту і розчинення органічних речовин.

4. Прогресивна та перспективна технології.

На відміну від традиційної, *прогресивна* технологія передбачає застосування найновіших досягнень науки та виробництва, випробувана в передових господарствах і рекомендована для впровадження на заміну звичайної.

На базі звичайної і прогресивної технологій формується *перспективна* технологія, яка передбачає впровадження на перспективу. До перспективних технологій належать індустріальна (промислова) та інтенсивна.

5. Індустріальна (промислова) технологія.

Індустріальна (промислова) технологія означає прогресивну технологію, засновану на системі машин, що відповідають сучасному рівню і забезпечують комплексну механізацію вирощування сільськогосподарських культур. Застосування індустріальних технологій можливе тільки за умови вирощування високопродуктивних сортів, упровадження сучасної техніки, використання ефективних добрив, пестицидів. Повна комплексна механізація виробничих процесів за таких умов стає об'єктивною необхідністю, вирішальним фактором підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

Проте, для одержання високих і сталих урожаїв високоякісної продукції, поряд із зазначеними, необхідно виконувати такі вимоги: в повному обсязі враховувати можливості конкретних ґрунтово-кліматичних умов, продуктивність сортів, біологічні особливості захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. Усе це може бути забезпечене лише на основі інтенсифікації виробничих процесів при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Негативним явищем індустріальної агротехнології стало надмірне ущільнення ґрунту важкими агрегатами

6. Проміжні, або інтегровані технології.

Проміжні або інтегровані технології передбачають:

1) обмеження енергетичних і ресурсних витрат, порівняно з інтенсивними на 20-30%, максимальне використання адаптивного потенціалу агроєкосистем;

2) поєднання застосування не лише новітніх засобів виробництва, виробничих процесів, технічних засобів, шляхів регулювання родючості ґрунту, захисту культур від шкочочинних об'єктів, але і біологічних методів, придатних для екстенсивних технологій, включаючи ручну працю.

7. Інтенсивна технологія.

Інтенсивна технологія – від латинської “*intensio*” – напруженість. У рослинництві це означає застосування найбільш ефективних засобів виробництва. В основі інтенсивної технології є рослина з її біологічними особливостями і потребами в процесі росту й розвитку. Другою складовою інтенсивної технології є орієнтація на використання всіх особливостей кожної ділянки землі. Інтенсивна технологія базується на всіх складових індустріальної технології з більш високим ступенем використання матеріально-технічної бази для оптимізації умов вирощування на всіх етапах розвитку рослин.

8. Біологічні технології.

В останні роки все більше уваги приділяють біологічним (органічним, екологічним, біодинамічним тощо) технологіям, що засновані на екологізації і біологізації інтенсифікаційних процесів. Біологізація – максимальне узгодження технології з біологічними вимогами культури і сорту. Біологізація тісно пов'язана зі зниженням антропогенного навантаження на ґрунт.

Проблема біологізації технологій спричинила хаос у термінології. Часто використовуються назви «альтернативне», «органічне», «біологічне» землеробство або рослинництво. За А.А. Жученком, рослинництво, що не використовує продукти хімічного синтезу, називається альтернативним. Усі альтернативні системи об'єднують під загальною назвою – *біологічне рослинництво*.

Кант Г. теж вводить термін «біологічне рослинництво», вкладаючи в нього наступні ознаки: засвоєння азоту відбувається за рахунок бобових культур, ґрунт розпушується кореневими системами рослин, а не механізмами, замість хімікатів використовують біологічний захист рослин. Він виділяє такі види рослинництва: біолого-динамічне, біолого-органічне

(органо-біологічне, органічне, натуральне, екологічне, альтернативне, екстенсивно-традиційне, екстенсивно-індустріальне, інтенсивно-індустріальне).

Шпаар Д. виділяє такі види біологічного землекористування: біолого-динамічне, органно-динамічне за Х. Мюллер і Х. Руш; землекористування за Ховард А.-Белфуру – в Англії; Лемер-Буше – у Франції та Бельгії; землекористування АНОГ за Фюрст Л.

Рудольф Штайнер був засновником біодинамічного напрямку в рослинництві, який враховував вплив космічних чинників на формування врожаю сільськогосподарських культур.

За 8-10 десятиліть сформувалась невелика, але стійка група виробників, що має право на спеціальний торговий знак «Деметра» і реалізує на світовому ринку екологічно чисті продукти за високими цінами. Лише в Австралії таким чином обробляється понад 1 млн. га. У Швейцарії у 2000 році на біологічних принципах вирощують продукцію майже 6000 господарств, що становить 9% від загальної кількості. В органно-біологічному або біоорганічному, а також в екологічному, альтернативному рослинництві зовсім не використовують мінеральні добрива і пестициди (рис.1).



Рис. 1. Взаємозв'язок технологій і критерії, за якими вони розрізняються (за В.В. Лихочвором, 2004).

9. Нульова технологія.

Прямий посів (no-tillage, без оранки) передбачає посів насіння в ґрунт, який попередньо необроблений. Сошник сівалки прямого посіву утворює в ґрунті борозну, в яку висівається насіння, часто разом із добривами. При цьому переміщається не більше 50 відсотків поверхні ґрунту.

Характеризується повною відмовою від основного і передпосівного обробітків і постійне цілорічне підтримання поверхні ґрунту з живим чи мертвим рослинним покривом.

У світі майже 95 млн га ріллі, що обробляється за нульовою технологією. Найзначніша перевага нульової технології – збереження ґрунту. Зменшення механічного впливу на ґрунт сприяє відновленню гумусу, поліпшенню структури, усуває переущільнення, збільшує біорізноманіття, взагалі збагачує довкілля. Звертають на себе увагу достовірні свідчення відносно зменшення глибини підорної підшви, збільшення водоутримувальної і фільтраційної здатності ґрунту, кількості доступної вологи, рухомих форм N, P, K, зростання протиерозійної стійкості, мікробіологічної активності.

Порівняльна характеристика традиційних і новітніх технологій вирощування сільськогосподарських культур представлена в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур

Традиційні системи агротехнологічних заходів	Нові системи агротехнологічних заходів
Нагальна необхідність оранки для вирощування сільськогосподарських культур	Оранка не є найважливішим компонентом для вирощування сільськогосподарських культур
Рослинні рештки являють собою відходи виробництва, що загортаються у ґрунт за допомогою плуга	Рослинні рештки є цінним продуктом виробництва і повинні знаходитися на ґрунті як мульча
Допустиме спалювання соломи	Категорична заборона спалювання рослинних решток (мульчі)
Ґрунт протягом тижнів і місяців залишається без покриву	Наявність постійного ґрунтового покриву
Використання значного обсягу хімічних	Розвиток біологічних процесів забезпечення високої родючості ґрунту

речових (мінеральні добрив, засоби захисту рослин) зумовлює високий тиск на ґрунтові процеси	
Боротьба з комахами-шкідниками здійснюється виключно хімічними засобами	Біологічні заходи боротьби з комахами-Шкідниками
Ерозія ґрунтів при вирощуванні сільськогосподарських культур сприймається як природне явище	Водна і вітрова ерозія ґрунтів даного поля або екосистеми є симптомами використання недосконалих методів обробітку ґрунту

Питання для самоконтролю:

1. Охарактеризуйте поняття «технологія», назвіть мету і завдання технології вирощування сільськогосподарських культур.
2. Що таке сучасна технологія вирощування у рослинництві?
3. Охарактеризуйте основні принципи сучасних технологій вирощування.
4. Як класифікуються технології вирощування польових культур?
5. Інтенсивні та індустриальні технології вирощування сільськогосподарських культур, їх характеристика.
6. Екстенсивна технологія, її значення та основні складові.
7. Екстенсивна технологія, її значення та основні складові.
8. Вкажіть основні переваги та недоліки застосування екстенсивної технології.
9. Проміжні та інтегровані технології вирощування, їх значення та застосування.
10. Що передбачає застосування індустриальної та інтенсивної технології вирощування?
11. Охарактеризуйте особливості застосування ресурсо- та енергоощадних технологій.
12. Що таке біологізація технологій вирощування сільськогосподарських культур?
13. Види біологічного рослинництва.
14. Взаємозв'язок технологій і критерії, за якими вони розрізняються.
15. Яка найзначніша перевага нульової технології?

ТЕМА 3

ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕНСИВНОЇ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

1. Характеристика інтенсивних технологій.
2. Основні вимоги до сортів для інтенсивних технологій (на прикладі пшениці озимої).

1. Характеристика інтенсивних технологій.

Інтенсивні технології характеризуються найвищим рівнем внесення мінеральних добрив і пестицидів. Вони забезпечують найбільший рівень урожайності. Яскравим прикладом їх була інтенсивна технологія вирощування озимої пшениці, яка, окрім потужного матеріально-технічного забезпечення, базувалася на глибокому знанні біології культури, що давало можливість максимально забезпечити потреби рослин на всіх етапах органогенезу.

Сутність інтенсивних технологій полягає в наступному:

– Застосування в кожному господарстві два-три районованих і перспективних сорти інтенсивного типу, які відрізняються біологічними і господарськими ознаками. Для кожного сорту має бути сортова агротехніка. Сорти і гібриди інтенсивного типу вони дають високі врожаї – понад 6,0 т/га; стійкі до вилягання, мають коротку й товсту соломину, в одному колоску не менше 3-х зернівок, повинні бути районовані або перспективні, добре реагувати на високий агрофон, стійкі до хвороб і шкідників.

– Для вирощування інтенсивного сорту необхідно створити оптимальні умови: насіння висівати після кращих попередників; на Поліссі – після зайнятого і сидерального пару, льону, ранньої картоплі; в Степу і Лісостепу – після чорного і зайнятого пару або гороху; кращі попередники мають ранні строки збирання, не пізніше ніж за 15-20 днів до сівби озимих культур (кінець серпня – початок вересня); достатню забезпеченість ґрунту вологою; мінімальну кількість післяжнивних решток (коріння, солома).

За інтенсивних технологій ретельно готують ґрунт, що забезпечує збереження вологи, якісне загортання добрив, боротьбу з бур'янами. У кожному районі ґрунт готують відповідно до зональної системи землеробства.

– Сівбу проводять в оптимальні строки – за 55-60 днів до входження озимих культур у зиму. Рослини повинні утворити 3-4 стебла за цей період (кращі строки – у другій половині оптимальних, прийнятих у зоні).

– Дотримуються норм висіву насіння з урахуванням попередника, особливостей сорту, родючості ґрунту. Розраховуючи норму, слід пам'ятати, що перед збиранням на 1 м² має бути не менш як 500 стебел з колосами. Така густина забезпечується висіванням 4,0 мільйона зернин на 1 га середньовисокостеблових сортів пшениці; 4,5-5 мільйонів зернин на 1 га – напівкороткостеблових; 5,5 мільйона зернин короткостеблових; 5,5-6 мільйонів зернин на 1 га – карликових (5-5,5 мільйона зернин на 1 га диплоїдного і 4-4,5 мільйона зернин на 1 га тетраплоїдного жита).

– Для створення сприятливих фізичних умов розвитку сільськогосподарських культур застосовують технологічну колію (постійні незасіяні смуги), більш досконалі машини і пристрої, їх ретельне регулювання. По цих коліях рухаються машини і не пошкоджують посіви. Ширина такої смуги повинна відповідати ширині колії застосовуваних у господарстві машин для внесення добрив, регуляторів росту, пестицидів. При застосуванні в господарстві сівалок СЗ-3,6 або СЗП-3,6, розкидача добрив НРУ-0,5, обприскувачів ОВТ-1А і тракторів МТЗ ширина смуги має становити 135 см із шириною ходових доріжок 30 см. Під час сівби на середній сівалці трисівалкового агрегату закривають заслінками восьмий і сімнадцятий висівальні апарати.

– Внесення оптимальних науково обґрунтованих норм добрив. Використання балансового методу визначення потреби в добривах під запланований урожай. Суть методу полягає в тому, що за результатами агрономічного обстеження полів на вміст у ґрунті доступних для рослин форм азоту, фосфору і калію визначають потребу в цих добривах під запланований урожай.

– Проведення технологічних операцій в оптимальні строки, застосування заходів щодо захисту ґрунтів від ерозії, накопичення вологи, створення сприятливих умов росту і розвитку культур.

– Застосування інтегрованої системи захисту рослин від бур'янів хвороб, та шкідників шляхом регулювання їх чисельності з урахуванням порогу шкодочинності шкідників. Вона передбачає різні методи захисту – агротехнічні, хімічні, біологічні. Наприклад, якщо гусениць підгризаючих совок менше 2-3 шт./м², то не треба заходів боротьби, якщо ж більше, то проводять обробку хімічними препаратами - нурел Д – 55% (0,75-1,0 л/га, базудин, Бі-58 новий 40% к.е. та ін. Слідкують за прогнозом розвитку хвороб.

– Контроль за формуванням урожаю. Порційне внесення азотних добрив під час вегетації за даними листової або тканинної діагностики.

– Для регулювання ростових процесів використовують ретарданти – регулятори росту.

– Застосування хімічних меліоративних заходів — вапнування кислих, гіпсування засолених ґрунтів.

– Найважливішою особливістю інтенсивних технологій є своєчасне та якісне виконання всіх технологічних операцій, добросовісне й точне додержання норм, строків і способів внесення добрив, гербіцидів, фунгіцидів, інсектицидів, регуляторів росту.

– Інтенсивні технології повинні бути екологічно безпечними.

Сучасні інтенсивні технології передбачають повне забезпечення елементами живлення. Для цього вносяться науково обґрунтовані норми *мінеральних добрив*. Причому, в останні два-три роки у технологіях вирощування почали використовувати не лише традиційні елементи живлення – азот (*N*), фосфор (*P*), калій (*K*), але й сірку (*S*), магній (*Mg*), кальцій (*Ca*) та мікроелементи на хелатній основі – залізо (*Fe*), бор (*B*), марганець (*Mn*), цинк (*Zn*), мідь (*Cu*), молібден (*Mo*), кобальт (*Co*). До складу окремих мікродобрив входять також кремній (*Si*), йод (*I*) та титан (*Ti*). Високу ефективність забезпечує листкове внесення мікродобрив. У багатьох господарствах норми внесення мінеральних добрив відповідають європейським стандартам. Вартість мінеральних добрив у структурі витрат на технологію сягає 40-45%, а іноді 50 %.

Ознакою сучасних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур є широке застосування *засобів захисту рослин* для боротьби з бур'янами, шкідниками, хворобами, а також від вилягання. Це стало базовою основою революційних змін у рослинницьких технологіях. Стан агрофітоценозу контролюється від сходів до досягання, відповідно забезпечуються оптимальні умови для росту та формування якісного врожаю. Заплановані заходи оброблення посівів виконуються в обов'язковому порядку, на відміну від принципу інтегрованого захисту, ефективного для ресурсощадних технологій. Нехтування хоча б одним обприскуванням може призвести до значних втрат урожаю.

Нині в Україні зареєстрована значна кількість пестицидів для комплексного захисту основних культур від шкідливих організмів. Нові, високоефективні засоби захисту рослин провідних виробників мають й інші цінні властивості. Так, фунгіциди бренду *AgCelence* за рахунок фізіологічної дії посилюють функції росту культур, покращують споживання азоту, підвищують продуктивність фотосинтезу рослин та їхню стійкість до стресів.

Негативним явищем стала лише надмірна кількість низькоякісних генеричних продуктів (підробок), переважно китайського походження.

Безумовно, що всі технологічні операції вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями потребують технічного переоснащення галузі рослинництва, впровадження сучасної високопродуктивної техніки, багатофункціональних агрегатів, які дають змогу виконувати різні операції за один прохід. Так, за допомогою *грунтообробно-посівного агрегату* якісно обробляється ґрунт та одночасно виконується сівба. Для підвищення ефективності використання технічних засобів виробництва агрегати обладнуються системами навігації *GPS*. Відповідно зменшується кількість проходів техніки по полю, менше руйнується важкою технікою структура ґрунту, економиться паливе.

Вирощування просапних культур (цукровий буряк, картопля, кукурудза, соняшник та ін.) нині здійснюється без розпушення міжрядь. Вилучення цього прийому технології, основним завданням якого є боротьба з бур'янами, стало можливим завдяки високоефективним гербіцидам. Можна стверджувати, що гербіциди перемогли культиватор-розпушувач. До того ж при щільності ґрунту нижче 1,1-1,25 г/см³ розпушування міжрядь проводити взагалі не рекомендується. Цьому передують три основні причини.

По-перше, при недостатній вологості ґрунту цей захід призводить до пересихання його розпушеного шару. *По-друге*, оскільки глибина проникнення кореневої системи цукрового буряку становить 2-2,5 м, а глибина розпушення ґрунту від 5-7 до 10-12 см, тобто лише 5 %, то важко стверджувати, що розпушення може ефективно вирішувати проблему аерації ґрунту. Пороте безсумнівним є факт пошкодження кореневої системи, обривання коренів на глибині розпушення ґрунту. *По-третє*, розпушення спричинює вигортання з глибших шарів насіння бур'янів, яке не змогло прорости, забезпечує його дружне проростання, що негативно позначиться на ефективності дії гербіцидів.

Важливе значення для порівняльного аналізу різних варіантів технологій має структура витрат виробництва, що дає змогу виявити резерви їх зменшення за окремими напрямками (табл. 2).

**Порівняльні характеристики витрат при вирощуванні
озимої пшениці за інтенсивними технологіями
в умовах Західного Лісостепу України (за В.В. Лихочвором, 1997)**

Технологічна операція	Інтенсивні технології		Економія ресурсів або приріст урожаю при ресурсозберігаючій технології
	високовитратна	ресурсоощадна	
Удобрення	РК 90-120	РК 45-60	Норма добрив зменшується за рахунок попередника
Посів	Норма висіву – 5–6 млн/га або 200–300 кг/га	Норма висіву – 3–4 млн/га або 120–200 кг/га	Економиться 100 кг/га насіння за рахунок поліпшення технології підготовки ґрунту і сівби + приріст зерна 3–4 ц/га
	Строк сівби – 10–25 вересня	Строк сівби – 30 вересня	Приріст зерна 2–4 ц/га
	Глибина сівби – 3–5 см	Глибина сівби – 2–3 см	Приріст зерна 1–2 ц/га
Захист рослин	Норма внесення – гербіциди 2–3 л/га, ретарданти 4–6 л/га, фундазол 0,6–0,8 л/га + тілт 0,5 л/га	Норма внесення – ретарданти 1,5–2,0 л/га,	Норми витрат препаратів зменшуються за рахунок того, що боротьба з бур'янами, виляганням, хворобами здійснюється агро-технічними заходами
Догляд за посівами	Кількість проходів техніки не менше 6	Кількість проходів техніки не більше 3	Економиться паливо за рахунок зменшення кількості обробітків
Збирання врожаю	Роздільне або пряме комбайнування	Стаціонарний обмолот	Приріст урожаю 5–10 ц/га за рахунок відсутності втрат зерна при збиранні

Дані таблиці 1 свідчать, що ресурсоощадна технологія сприяє зниженню витрат матеріальних і трудових ресурсів. Вона дає змогу за рахунок більшого використання біологічного потенціалу озимої пшениці

одержувати такий же врожай зерна високої якості, як і при високовитратних технологіях.

Проте, потенціал сучасних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур на значних площах майже повністю реалізований. Вони досягли критичних меж у таких напрямках:

- *екологічному* – забруднення природного середовища й сільськогосподарської продукції, пригнічення механізмів саморегуляції;

- *енергетичному* – надмірне зростання витрат непоновлюваної енергії на кожен додаткову одиницю продукції;

- *продукційному* (урожайному) – подальше збільшення доз азотних добрив, пестицидів тощо призводить до пригнічення росту культурних рослин і ґрунтових організмів, знижує стійкість агрофітоценозів до стресів. Для деяких культур досягнуто максимуму врожайності.

Широке використання гербіцидів суцільної дії (гліфосати – раундап), які після прояву токсичної дії на бур'яни швидко знешкоджуються в процесі біологічного розкладу ґрунтовими мікроорганізмами, дало можливість вилучити з системи технологічних операцій лушчення, дискування, оранку, боронування (закриття вологи), культивуацію, досходове та післясходове боронування, багаторазове розпушення міжрядь тощо й перейти до мінімального обробітку ґрунту (*mini-till*), а згодом і повністю відмовитися від нього шляхом впровадження *No-till* технологій.

2. Основні вимоги до сортів для інтенсивних технологій (на прикладі пшениці озимої).

Сорт є надійним та економічно вигідним чинником підвищення врожайності сільськогосподарських культур за будь-якої технології вирощування. Особливо зростає роль сорту за інтенсивної та інтегрованої технології вирощування в умовах зростання посушливості.

Сортова агротехніка – конкретна технологія вирощування того чи іншого сорту. Завдання сортової агротехніки – створення оптимальних умов для розкриття потенціальної продуктивності сорту.

Найбільше значення має сортова агротехніка при використанні сортів інтенсивного типу, які мають коротке й товсте стебло, прямостоячі листки, позитивну реакцію на підвищені норми добрив (особливо азотних), високу продуктивність в оптимальних умовах.

У процесі розробки сортової агротехніки слід враховувати потенціальні можливості сорту, тобто здатність його формувати той чи інший урожай в

оптимальних умовах вирощування, а також реакцію сорту на зміну умов вирощування і застосовані агрономічні прийоми.

Потенціальний урожай – це врожай, який можна виростити за ідеальних погодних умов України. Потенціальний урожай озимої пшениці – 12,5-15,0 т/га. На жаль, погодні умови здебільшого відрізняються від ідеальних, а потенціальні врожаї можна виростити лише в контрольованих умовах.

Реально можливий урожай – це максимальний урожай, який можна виростити в реальних погодних умовах. На сортоділянках, а також у кращих господарствах вирощують реально можливі врожаї 5,0-6,0 (до 7,0) т/га.

Для максимальної реалізації потенціалу продуктивності сортів пшениці озимої важливо оптимізувати умови для росту і розвитку рослин, які, насамперед, забезпечуються новітніми інтенсивними агротехнологіями, що передбачають правильне розміщення посівів у сівозміні після відповідних попередників; оптимальне забезпечення рослин елементами живлення з урахуванням їхнього вмісту в ґрунті; порційне внесення азотних добрив під час вегетації по фазах росту та етапах органогенезу; застосування ретардантів, інтегрованого захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб; регулювання лінійного росту рослин ретардантами; своєчасне та якісне виконання всіх агротехнічних заходів.

Біологічною основою інтенсивних технологій є вдало підібрані сорти за їхніми генетичними властивостями, які є фундаментом інтенсивних технологій.

Вони повинні мати:

- високий потенціал продуктивності;
- значні якісні показники зерна;
- позитивну реакцію на агрофон;
- стійкість до вилягання;
- широкі адаптивні можливості (зимостійкість, посухостійкість, стійкість до хвороб, шкідників тощо).

В Україні наявний багатий сортимент озимої пшениці. Серед дозволених до використання сортів є невелика частина, яка найповніше відповідає вимогам інтенсивних технологій. Це високоінтенсивні сорти. Більша ж частина сортів є проміжного (універсального) або напівінтенсивного типів.

Основним критерієм добору сортів для інтенсивних технологій є їхня спроможність засвоювати підвищені дози мінеральних речовин, у першу чергу, азоту, не втрачаючи стійкості до вилягання. Відомо, що стійкість до

вилягання суттєво залежить від рівня агрофону, умов вирощування. Кращі умови створюються за інтенсивних технологій, а тому вірогідність вилягання буває вищою.

Сорти *інтенсивного* типу мають найвищий генетичний потенціал продуктивності та можуть формувати врожайність 10-12 т/га і вище. Вони потребують кращих попередників, забезпечення високого рівня споживання не лише макро-, але й мікроелементів, оскільки за врожаїв понад 7–8 т/га дефіцитним чинником можуть бути мікроелементи. Рослини інтенсивних сортів представлені короткостебловими чи напівкарликовими формами, вони активно засвоюють високі дози добрив і при цьому стійкі до вилягання. Оскільки такі сорти вимагають своєчасного та якісного виконання всіх технологічних операцій, господарство повинно мати високий рівень ресурсного забезпечення, сучасну техніку й засоби захисту рослин. Адже за недотримання агротехнічних вимог, використання гірших попередників, за несприятливих погодних умов вони знижують урожайність та якість зерна значно сильніше, ніж сорти інших типів.

Сорти *універсального* типу мають також високий генетичний потенціал урожайності 8–10 т/га і більше. Однак вони більшою мірою адаптовані до несприятливих умов вирощування, менш вимогливі до попередників, менше знижують урожайність на середніх агрофонах та добре реагують на підвищення доз добрив, але через вищий стеблостій на високому агрофоні за дощового весняно-літнього періоду можуть вилягати. Сорти універсального типу є цінними не лише в агрономічному, але й в економічному плані для більшості господарств, тому агроформуванням їх слід обов'язково залучати до вирощування.

Нижчий потенціал урожайності – 7-8 т/га мають сорти *напівінтенсивного* типу. Вони не дають рекордних урожаїв, але вирізняються кращою адаптивністю до несприятливих умов погоди, легше страждають від морозів, льодяної кірки, посухи; більше куцяться восени, добре регенерують після зимівлі. Напівінтенсивні сорти менше реагують на попередники, встигають розкущитися з осені навіть за допустимо пізніх строків сівби. Вони вирізняються екологічною пластичністю та стабільністю врожаїв за роками. Задля стабільності виробництва зерна в агроформуваннях, залежно від їх розмірів та ресурсозабезпеченості, варто висівати 3-5 сортів із різних груп інтенсивності.

В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН створено сорти інтенсивного типу для високого рівня агрофону, короткостеблових (80-90

см), стійких до вилягання, зимо-, посухостійких, із доброю якістю зерна: Альянс, Запашна, Здобна, Диво, Гармоніка, Краса ланів.

У групі універсальних створені та впроваджуються у виробництво сорти: Розкішна, Статна, Фермерка; напівінтенсивних – Досконала, Дорідна, Приваблива, Привітна, Патріотка, Принада. Усі вони за якістю зерна належать до сильних та цінних пшениць. Слід відмітити, що останнім часом у виробництві все частіше вирощують озимі сорти нетрадиційних пшениць, крім твердої озимої, такі як пшениця шарозерна, спельта, а також дворучка.

Питання для самоконтролю:

1. Які основні складові передбачає інтенсивна технологія?
2. Назвіть проводять в оптимальні строки сівби озимих культур.
3. Яка оптимальна густина рослин пшениці озимої повинна бути перед збиранням урожаю?
4. Які особливості мають інтенсивні сорти пшениці озимої?
5. Які заходи передбачає інтегрована система захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників?
6. Для яких цілей застосовують технологічну колію в посівах пшениці озимої?
7. Чому не рекомендують проводити розпушування міжрядь при щільності ґрунту нижче $1,1-1,25 \text{ г/см}^3$ у посівах просапних культур?
8. В яких напрямках потенціал сучасних інтенсивних технологій майже повністю реалізований?
9. Порівняйте особливості високовитратної і ресурсощадної інтенсивної технології вирощування пшениці озимої.
10. Назвіть особливості сортів пшениці озимої універсального типу.
11. Назвіть особливості сортів пшениці озимої напівінтенсивного типу.

ТЕМА 4

СВІТОВА ПРАКТИКА ФОРМУВАННЯ АГРОТЕХНОЛОГІЙ

1. Світовий інтенсивний шлях розвитку агротехнологій
2. Бельгійська технологія доктора Лалу.
3. Західноєвропейська технологія (система Шлезвіг-Гольштейн).
4. Малоінтенсивна та високоазотна агротехнології.
5. Особливості інтенсивного ведення рослинництва в країнах ЄЕС.

1. Світовий інтенсивний шлях розвитку агротехнологій.

Розробка і впровадження інтенсивних агротехнологій стали революцією у зерновиробництві, оскільки це дозволило підвищити врожайність у 1,5- 2,0 рази і довести її до надзвичайно високого рівня.

Світовий досвід останніх десятиліть підтверджує той факт, що інтенсивний шлях розвитку в сільськогосподарському виробництві став головним. Ще у 1960-1980 рр. минулого століття збільшення виробництва зернових у світі на 20% відбувалося внаслідок збільшення посівних площ, а на 80% – за рахунок підвищення врожайності. В економічно розвинених країнах світу ця частка становила 86% (Західна Європа – 100%), а в країнах, що розвиваються – 77% (Африка і Латинська Америка – 46-48%).

В економічно розвинених країнах провідну роль у значних приростах врожаю зерна відігравала інтенсифікація землеробства, яка також вимагала створення сортів, істотно реагуючих на фактори інтенсифікації.

Зокрема, в колишній ФРН за період з 1952 по 1975 рр. щорічний приріст зерна пшениці озимої (92 кг/га), на 62% зумовлювався удосконаленням технології і на 38 упровадженням нових сортів, пшениці ярої – 68 і 32%, озимого ячменю (93 кг/га) – 81 і 19%, кукурудзи (196 кг/га) – 66 і 34% відповідно.

У США найінтенсивніше зростання продуктивності зернових спостерігалось у 1950-1970-х роках завдяки зміні структури посівів, більш урожайним культурам, сортозміні, і, головне, широкому застосуванню добрив, пестицидів та зрошенню, удосконаленню сільськогосподарської техніки.

У колишньому Радянському Союзі найбільші середньорічні прирости врожайності зернових культур спостерігалися в 1960-х і 1980-х роках, відповідно 0,59 і 0,55 ц/га.

Слід зазначити, що зростання середньорічних приростів врожайності зернових у 80-х роках минулого століття було зумовлено, перш за все, широким упровадженням інтенсивних технологій їх вирощування, пов'язаних з різким збільшенням рівня техногенних факторів. Проте, як свідчить досвід освоєння інтенсивних технологій, їх ефективність виявилася меншою від передбачуваної, через низьку якість і високу вартість ресурсів, які складають основу цих технологій, а також їхню екологічну безпеку.

У США у 80-х роках ХХ століття фірмою Farmland Industries була розроблена технологія вирощування пшениці, яка передбачала внесення у

середньому на 1 га 170 кг азоту роздрібно у три прийоми під озиму рівними дозами і у два – під яру та внесення у середньому 67 кг д.р. P_2O_5 та 34 кг K_2O . За необхідності вносять мікродобрива.

Для отримання максимальних урожаїв на рівні 7,0 т/га вносять до 245-270 кг азоту. Застосовують зменшені норми висіву на рівні 240-280 насінин на 1 м².

Проте, у зв'язку з тим що в США через природно-кліматичні умови неможливий європейський рівень інтенсифікації, після апробації інтенсивних технологій (*ICM – intensive management system*) у більшості штатів віддали перевагу технології (*MEY – maximum economic yield*) – економічно найбільш вигідного врожаю. Головні елементи зазначеної технології такі:

- сівба сертифікованим протрусеним насінням із заниженою нормою висіву (56-57 кг/га) і технологічною колією;

- роздрібнене внесення азоту (70-80 кг/га д.р. у два строки – 36-46 кг до сівби і 34 кг – рано навесні разом з гербіцидом;

- разова обробка фунгіцидами проти листової іржі і септоріозу сумісно з ретардантом. Регулятори росту застосовують лише при загрозі вилягання. Всі додаткові витрати окупаються приростом врожаю на рівні 0,35-0,50 т/га.

У більшості розвинених країн Європи стрімко зросли валові збори зерна без збільшення посівних площ.

У Франції розроблена сучасна технологія одержання 100 ц/га зерна озимих культур, яка включає наступні елементи:

- * високоякісний обробіток ґрунту із внесенням основного добрива (112-137 кг/га д.р.) з урахуванням прогнозованого врожаю;

- * триразове внесення в період вегетації рослин підвищених доз азотних добрив (125-147 кг/га д.р.);

- * оптимальну норму посіву насіння високої якості (161-172 кг/га);

- * ранній для місцевих умов посів;

- * дворазову обробку посівів ретардантами для запобігання вилягання рослин;

- * використання фунгіцидів у боротьбі з хворобами рослин.

2. Бельгійська технологія доктора Лалу.

У Західній Європі поширені дві принципово різні технології вирощування озимих культур:

1. Бельгійська доктора Лалу.

2. Західноєвропейська доктора Єфланда (Система Шлезвіг-Гольштейн).

Бельгійська система забезпечує одержання 70-80 ц/га зерна в умовах високої родючості ґрунту. Вона ґрунтується на низькій нормі висіву і високих нормах мінеральних добрив. Норма висіву становить 220-250 шт./м² (100-120 кг/га), що сприяє отриманню на весні на 1 м² 200-220 рослин у фазі трьох листків, маючи до збирання 475-500 продуктивних пагонів. Фосфорні та калійні добрива з розрахунку по 90 кг/га д. р. вносять перед посівом, азотні з розрахунку 140-150 кг/га д. р. – на весні у декілька прийомів:

- 22 % - у фазі кущіння;
- 56 % - на початку виходу в трубку;
- 22 % - при появі останнього листка.

Гербициди застосовують восени. Для запобігання виляганню однократно вносять ретарданти, за необхідності – фунгіциди.

3. Західноєвропейська технологія (система Шлезвіг-Гольштейн).

Створена для північного заходу Німеччини. Західнонімецька (західноєвропейська) система, розроблена доктором Єфландом, розрахована на отримання високої врожайності озимих зернових на рівні 60-80 ц/га, орієнтована на ранній посів (кінець вересня – початок жовтня) і високу щільність рослин. Ґрунтується на підвищеній нормі висіву насіння (450-500 шт./м²) для отримання 550-600 колосів/м², використанні регуляторів росту, внесенні високих норм фосфорно-калійних добрив восени та порційне внесення азотних – 200 кг/га д. р. у чотири строки:

- * основна частина (44%) – на початку кущіння;
- * 11% – у фазі кущіння;
- * 25% – при появі останнього листка;
- * 20% – на початку колосіння.

Для запобігання виляганню посіви два рази, з 15-денним інтервалом, обробляють туром у дозі 1,5 і 0,5 л/га. За умов інтенсивного землеробства спостерігається небезпека пошкодження рослин грибковими захворюваннями, посіви обов'язково обробляють пестицидами.

З метою одержання високих урожаїв при впровадженні вказаних технологій стимулювало пошук і розробку нових їх варіантів в інших країнах.

В Австрії інтенсивна технологія вирощування озимої пшениці включає сучасний обробіток ґрунту, дослідження його на вміст поживних речовин, якісну підготовку посівного ложа, протруювання насіння, своєчасний посів з

нормою 350-400 шт./м², знищення бур'янів шляхом обробітку ґрунту гербіцидами, своєчасне внесення необхідних доз азотних добрив, стимуляторів, фунгіцидів.

4. Малоінтенсивна та високоазотна агротехнології.

В Англії, характерним для якої є високий рівень розвитку зернового господарства, застосування інтенсивної технології вирощування базується на загущеному посіві (500 насінин на 1 м²), густоті стеблостою на період збирання більше 500 колосів на м², роздрібненому внесенні високих норм азотних добрив (понад 250 кг/га д. р.) інтенсивному захисті від бур'янів, хвороб, шкідників, боротьбі з виляганням посівів. У виробничих умовах зазначена технологія дає змогу отримувати до 10,0 т/га у сівозміні і 6,0 т/га в монокультурі. Особливістю інтенсивної технології вирощування озимої пшениці в цій країні є своєчасне і якісне виконання всіх технологічних операцій, обов'язкове дотримання норм, строків і способів внесення мінеральних добрив і засобів хімічного захисту рослин, що досягається за рахунок впровадження оперативного біологічного контролю за станом посівів, використання постійної технологічної колії у використанні сучасних машин і механізмів.

В Англії Консультативною службою і службою сільськогосподарських досліджень розроблені дві агротехнології (система ADAC):

1) Низькозатратна, або малоінтенсивна – базується на використанні сортів, стійких до збудників хвороб, шкідників і вилягання. Висівають насіння у пізні строки, норма висіву схожого насіння –3,0-5,0 млн штук. Дози азотних, фосфорних і калійних добрив невисокі. Азотні добрива вносять одноразово на початку виходу рослин в трубку. Фунгіциди застосовуються у випадку значного розвитку хвороб.

2) Високозатратна, або високоазотна (інтенсивна) характеризується застосуванням вищих на третину норм азоту. Регулятори росту та фунгіциди вносять 2-3 рази за вегетаційний період.

Аналіз роботи фермерських господарств Південної Англії, проведений економістами Кембриджського університету, показав, що значні коливання врожайності на різних фермах залежали, головним чином, від сорту, агротехніки, типу ґрунту і місцевих кліматичних умов.

5. Особливості інтенсивного ведення рослинництва в країнах ЄЕС.

У всіх країнах ЄЕС велику увагу звертають на підготовку ґрунту. Високі врожаї отримують при якісному його обробітку. При збиранні попередньої культури велику увагу приділяють заходам, які попереджують ущільнення ґрунту:

- скорочення кількості проїздів транспортних засобів;
- транспортні засоби забезпечують шинами низького тиску;
- використовують багатоосеві машини.

Глибоке рихлення ґрунту через рік (кротування, чизелювання, щілювання) – обов'язковий вид осіннього обробітку ґрунту для руйнування плужної підшви, поліпшення водного та повітряного режимів ґрунту. На важких ґрунтах у більшості випадків оранку не застосовують, а використовують чизельні плуги, культивацію, глибоке підґрунтове рихлення, прямий посів.

Важливими складовими всіх інтенсивних систем вирощування сільськогосподарських культур є:

- строки сівби і норми висіву насіння;
- правильний підбір сортів;
- умови мінерального живлення;
- регулювання чисельності бур'янів, шкідників і хвороб.

Чеські вчені оцінюють частку строків сівби у формуванні врожаю зернових культур у 33%. При запізненні з посівом озимої пшениці врожайність знижується в середньому на 18,8 кг/га.

В умовах високого агрофону за високої щільності рослин існує небезпека вилягання хлібів, при низькому – кращий результат досягається при підвищених нормах висіву. Вчені Нідерландів при визначенні норм висіву обов'язково враховують сортові особливості насіння. На дослідній станції землеробства та овочівництва в Лелейстаді сорти пшениці Окані та Армінда висівали з нормами 150, 325 і 500 шт./м². Економічно вигідною була друга, при цьому врожай складав у сорту Олані 87,6, у сорту Армінда 90,1 ц/га.

При інтенсивному веденні рослинництва підвищується роль сорту і якості насіннєвого матеріалу. За даними чеських вчених, частка цих чинників у підвищенні врожайності складає 20-30%.

В останні роки завдяки поглибленню знань біології розвитку польових культур можна:

- * варіювати строками і дозами добрив;

- * регулювати процеси кущення і самозрідження посівів;
- * скоротити природну редукцію кількості закладених квіток і колосків у колосі;
- * регулювати накопичення білка в зерні; фітопатологічними методами регулювати площу листової поверхні, забезпечивши таким чином оптимальні умови для наливання зерна;
- * за допомогою регуляторів росту контролювати висоту стебла, стійкість до вилягання і т. п. За даними численних досліджень, проведених у Німеччині, азотне підживлення в період від колосіння до цвітіння: підвищує врожайність зерна на 3-5 ц/га й одночасно підвищує вміст протеїну в ньому;
- * хімічна боротьба з хворобами листків дає прибавку врожаю озимої пшениці - 2 ц/га, а з хворобами колосків – 3,75 ц/га;
- * використання регулятора росту церан в посівах озимого ячменю забезпечує приріст врожайності 4,8 ц/га.

На ґрунтах з високою родючістю ефективність азотних добрив відносно низька, а інколи великі норми азоту негативно впливають на формування врожаю. На менш родючих ґрунтах ефективність азоту суттєво підвищується. Так, бельгійські вчені на ґрунтах достатньо забезпечених поживними речовинами отримали найбільшу врожайність пшениці – 81,6 ц/га при внесенні азотних добрив в дозі N_{60} . При подальшому підвищенні дози добрив до $N_{110-140}$ урожайність знизилася на 2-3 ц/га.

Наука і практика багатьох європейських країн вказує на доцільність роздрібного внесення азотних добрив. За даними німецьких вчених, внесення їх ранньою весною з розрахунку N_{80} збільшувало кількість рослин від 383 (контроль, без добрив) до 504 шт./м², а врожайність пшениці підвищилася в середньому на 22,2 ц/га. Рівень першої дози визначають на початку весняної вегетації, аналізуючи вміст азоту в ґрунті на глибині 0-60 і 0-100 см. Мінімальний вміст азоту в ґрунті визначається комплексом факторів:

- * винос азоту з врожаєм попередника,
- * мінералізація азоту восени;
- * динаміка розподілу його в ґрунті з осені до весни;
- * здатність пшениці засвоювати азот в основі фази росту і розвитку.

Дослідження показали, що перша доза повинна поновлювати мінімальний запас азоту в ґрунті на глибині 0-60 см до 120 кг/га. Строки внесення другої дози у вигляді підживлення визначаються станом посівів і становлять: у Німеччині – N_{10-20} , Швейцарії – N_{20-40} Чехії – N_{30-35} . Унесення

азотних добрив у більш пізні фази вегетації озимої пшениці суттєво не впливали на врожай зерна, але поліпшували його якість.

У всіх країнах, які запроваджували інтенсивну технологію, оптимальний розвиток елементів продуктивності зернових і задоволення їх потреби у критичні періоди регулюється за допомогою агротехнічних заходів за фазами розвитку рослин та етапами органогенезу. Для запобігання негативної дії на ґрунт механізмів при проведенні технологічних заходів обов'язково застосовують спосіб сівби із залишенням технологічної колії. Це дозволяє переміщувати машини по полю у всі фази розвитку рослин і наближує їх до просапних культур.

На основі зарубіжного досвіду освоєння інтенсивних технологій можна зробити висновок, що для стійких зборів високих врожаїв сільськогосподарських культур велике значення має обов'язкове виконання технологічної дисципліни при врахуванні зональних ґрунтово-кліматичних умов.

Питання для самоконтролю:

1. Які має переваги інтенсифікація землеробства в економічно розвинених країнах світу?
2. Особливості американської технології *MEY* – *maximum economic yield*.
3. Які елементи французької сучасної технології для одержання 100 ц/га зерна озимих культур?
4. Дайте характеристику бельгійської системи (за Лалу) вирощування пшениці озимої.
5. Дайте характеристику західноєвропейської технології Шлезвіг-Гольштейн.
6. Дайте характеристику малоінтенсивної та високоазотної агротехнології.
7. Охарактеризуйте особливості інтенсивного ведення рослинництва в країнах ЄЕС.
8. Які заходи запобігають ущільненню ґрунту?
9. Укажіть доцільність роздрібного внесення азотних добрив.
10. Які елементи технологій можна варіювати завдяки поглибленню знань біології розвитку польових культур.

ТЕМА 5
ІНТЕГРОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ
ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

1. Особливості інтегрованих агротехнологій.
2. Основні елементи сучасної інтегрованої технології.

1. Особливості інтегрованих агротехнологій.

Науково-технічний прогрес зумовив інтенсифікацію землеробства, покращення сортименту сільськогосподарських культур і забезпечив швидкий ріст їхньої продуктивності в розвинених країнах світу. Існують усі передумови стверджувати, що і подальше зростання виробництва продукції рослинництва у світі буде відбуватися на основі зазначених факторів.

Відомо, що основою інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, зокрема технологій вирощування польових культур залишаються механізація, хімізація, зрошення, підвищення енергооснащеності, використання високоврожайних і стійких до несприятливих чинників середовища сортів і гібридів, тобто всього того, що дає можливість збільшити віддачу землеробства.

Високий рівень використання хімічних засобів, механізації веде до забруднення біосфери, засолення ґрунтів, розвитку ерозійних процесів, збільшення витрат на одиницю продукції, росту цін на ресурси, дефіциту водних та енергетичних ресурсів. Саме ці негативи інтенсивних технологій вирощування знайшли своє відображення у зменшенні приростів урожайності, які спостерігаються в більшості країн і в Україні зокрема.

Забезпечить необхідні темпи росту продуктивності сільськогосподарських культур лише переведення технологій їх вирощування на якісно новий рівень. У зв'язку з цим, у розвитку технологій вирощування, насамперед, зернових культур, в системі сталого землеробства спостерігаються нові підходи, пов'язані з розробкою інтегрованої системи вирощування. Для неї характерна максимальна диференціація технології догляду залежно від стану ґрунту і посіву, розвитку шкідливих організмів, метеорологічних умов, економічних та екологічних чинників. Можливість керувати розвитком посівів протягом вегетації базується на перебудові системи азотного удобрення, впровадженні роздрібних підживлень; для озимих культур у помірному живленні рослин азотом з осені та оптимальному – в період диференціації конуса наростання і формування

елементів структури продуктивності, а також раціональному застосуванні ретардантів і засобів захисту рослин.

Численні дослідження вітчизняних і зарубіжних науковців свідчать, що за сучасних умов економічна ефективність та екологічна безпека раніше розроблених інтенсивних технологій вирощування, зокрема озимої пшениці, поступається інтегрованим.

Зокрема, як відмічають Шпаар, Краєш та інші в Німеччині, не дивлячись на найвищу врожайність за інтенсивного вирощування, додаткові витрати на добрива, пестициди, доробку зерна, заробітну платню покривались лише у роки з високим рівнем розвитку патогенів.

Інтегрована технологія була економічно вигіднішою й екологічно безпечнішою. Диференційований підхід до застосування добрив (залежно від результатів ґрунтової і рослинної діагностики, біологічних особливостей сортів), гербіцидів (за умови перевищення економічного порогу шкідливості), фунгіцидів (залежно від ступеня стійкості сортів і порогу шкодочинності) і ретардантів забезпечували не тільки достатньо високий рівень продуктивності 7,4-8,0 до 9,2 т/га, але й найкращу окупність всіх додаткових затрат.

Проте, як свідчать розрахунки за ряд років, у цілому з кожного гектара посівів за інтенсивними технологіями було отримано додатково 1,07-1,20 т озимих зернових, 0,44-0,60 т ярої пшениці, 0,85-0,91 т кукурудзи, 0,14-0,51 т зернобобових, а реалізація потенціалу цих технологій у виробничих умовах становила не більше 50%, насамперед, через різке зростання цін на енергоносії, мінеральні добрива і хімічні засоби захисту рослин.

Численні дослідження науковців у різних регіонах України підтверджують, що в системі сталого землеробства за умови зростання вимог до охорони навколишнього середовища, необхідно зростаюче застосування саме інтегрованих, конкурентоспроможних технологій, які за рівнем економічної ефективності та екологічної безпеки не поступаються інтенсивним та енергонасиченим (табл. 3).

Результати досліджень вітчизняних і закордонних учених свідчать про те, що виробництво конкурентоспроможної продукції рослинництва в системі сталого землеробства, як основи всього сільського господарства можливе, лише на основі розроблення та впровадження таких технологій вирощування, які б забезпечували ефективну реалізацію генетичного потенціалу створюваних сортів, ґрунтово-кліматичних ресурсів за відповідного рівня матеріальних та інших витрат.

Таблиця 3.

**Ефективність технологій вирощування зернових культур
за різного рівня енергонасичення (ННЦ «Інститут землеробства
НААН», середнє за 2006-2010 рр.)**

Культура	Технологія					
	Енергонасичена		Інтенсивна		Ресурсозберігаюча	
	Урожай- ність, т/га	Рента- бель- ність, %	Урожай- ність, т/га	Рента- бель- ність, %	Урожай- ність, т/га	Рента- бель- ність,%
Пшениця озима	7,07	99	6,64	134	5,85	137
Жито озиме	5,74	7	6,53	58	5,92	88
Тритикале озиме	8,19	38	8,59	128	7,68	195
Пшениця яра	5,42	62	5,00	108	4,23	103
Тритикале яре	5,59	37	4,92	45	3,8	32
Ячмінь ярий	5,80	78	5,20	73	4,10	52
Кукурудза	10,54	141	8,32	134	6,40	136
Соя	3,42	70,2	2,47	67,7	1,61	63,0
Ріпак озимий	3,83	65,2	2,60	61,9	1,61	54,5

2. Основні елементи сучасної інтегрованої технології.

На прикладі пшениці озимої можна констатувати, що основними елементами сучасної технології вирощування культури, затвердженням В.М. Соколова і М.А. Литвиненка залишаються науково обґрунтовані сівоzmіни з обов'язковою присутністю ґрунтовідновлювальних і азотофіксуючих культур, а саме багаторічні й однорічні бобові трави, зернобобові культури, сидеральні пари, питома вага яких в отриманні повноцінного врожаю сягає 25% (табл. 4).

Саме оптимальне розміщення культур у сівоzmіні забезпечує підтримання на високому рівні родючості ґрунту, його фізичних властивостей, ефективний захист від хвороб і шкідників, сприяє найповнішій реалізації потенціалу вирощуваних культур.

Важливим джерелом зростання виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва в системі сталого землеробства є збільшення питомої ваги бобових культур у структурі посівних площ, через їхню здатність до симбіотичної фіксації.

Таблиця 4.

**Основні елементи сучасної технології вирощування
високих і стабільних урожаїв озимої пшениці
(за Соколовим В.М. і Литвиненко М.А., 2010 р.)**

Елементи технології	Питома вага в отриманні урожаю, %
Науково обґрунтовані короткоротаційні сівозміни з присутністю ґрунтово відновлювальних і азотофіксуючих культур (багаторічні й однорічні бобові трави, зернобобові культури, сидеральні пари).	25
Сучасні технології обробітку ґрунту – поверхневий безполицевий (плоскорізи), мілкий (дискові знаряддя), нульовий (пряма сівба.)	20
Добрива (органічні, мінеральні, мікродобрива, стимулятори і регулятори росту) на повне забезпечення рослин елементами при виносі на розрахунковий урожай з максимальним економічним ефектом.	20
Підбір трьох-чотирьох сортів різних типів для кожного господарства і сівба високоякісним насінням високих репродукцій	15
Строки сівби – зміщення на пізніші, на 7-10 діб від раніше рекомендованих.	10
Захист рослин від хвороб і шкідників принаймні у чотири етапи: – обробіток насіння протруйником; – оприскування після сходів інсектицидами проти шкідників і переносників вірусів (за необхідністю); – внесення гербіцидів і фунгіцидів до виходу у трубку; – обробіток фунгіцидами після цвітіння проти пізньої інфекції.	10

Слід зазначити, що біологічна фіксація азоту повітря відповідною мірою вирішує проблему охорони навколишнього середовища, запобігає забрудненню ґрунтових вод і водойм, яке спостерігається за використання необґрунтованих доз мінерального азоту. Не останнє місце у сучасних технологіях вирощування конкурентоспроможної продукції в системі сталого землеробства має займати використання сидератів, значення яких ще значною мірою недооцінене.

Безперечно важливим елементом технологій вирощування продукції рослинництва залишається технологія обробітку ґрунту з її сучасними різновидами – поверхневий безполицевий обробіток (плоскорізи), мілкий (дискові знаряддя), нульовий (пряма сівба).

Слід зазначити, що на сучасному етапі розвитку впровадження новітніх технологій обробітку ґрунту вимагає:

- значно вищої кваліфікації агрономічного і технічного персоналу;
- застосування агротехнічних заходів боротьби з бур'янами у сівозміні, без яких неможливо досягти високої ефективності новітніх технологій обробітку ґрунту, ефективність гербіцидів, що покладено в основу технологій мінімального та нульового обробітків залишається у більшості випадків недосяжною через високу резистентність бур'янів, знищення яких численними обприскуваннями та дискуваннями стає проблематичнішим і неефективним;

- оволодіння науково обґрунтованою, специфічною для відповідних умов виробництва системою обробітку ґрунту, яка обов'язково мусить гармонійно поєднуватися з іншими складовими, утворюючи єдиний технологічний цикл вирощування конкурентоспроможної рослинницької продукції.

Наступною важливою складовою сучасних технологій вирощування конкурентоспроможної продукції залишаються добрива (органічні, мінеральні, мікродобрива, стимулятори і регулятори росту), дози яких розраховані на повне забезпечення рослин елементами живлення за виносу їх на запланований урожай і отриманням максимального економічного ефекту. При цьому слід зазначити, що сучасна система удобрення базується не лише на використанні загальновідомих сполук макро- і мікроелементів комплексних добрив та систем живлення, а й на їх засвоєнні з важкодоступних субстратів новими, сучасними сортами.

Важливою складовою сучасних систем удобрення у технологіях вирощування конкурентоспроможної продукції є успішне використання численних комплексних добрив для позакореневого підживлення на основі водорозчинного монокалійфосфату (омега, нутриванти, басфоліари) з сіркою та мікроелементами, які завдяки невисоким дозам використання, особливо за їх внесення з пестицидами, істотно зменшують рівень ресурсного і техногенного навантаження на екосистему.

Обов'язковою складовою сучасних технологій виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва має стати використання

мікробних препаратів як на основі азотофіксувальних бактерій (дізофіт, азотобактерин, ризобіфіт), так і фосфатомобілізувальних (поліміксобактерин, альбобактерин, ФМБ), комплексної (ризогумін, мікрогумін, біограф) та захисної (хетомік) дії. Адже дія інтродукованих в агроценоз корисних форм мікроорганізмів є багатогранною. Саме тому економічно розвинені країни проявляють значну зацікавленість до мікробіологічних засобів інтенсифікації землеробства і на їх основі технологій вирощування культур.

Важливим елементом технології вирощування залишається підбір трьох-чотирьох сортів різних типів для кожного господарства і сівба високоякісним насінням високих репродукцій, який займає до 15% питомої ваги в отриманні врожаю.

Сорти мусять поєднувати підвищену стійкість до стресових чинників середовища (морозо-, зимо-, жаро- і посухостійкість), проти шкідливих патогенів (іржа, борошниста роса, кореневі гнилі) відзначатися високою технологічністю, адаптивністю та екологічною пластичністю.

Наприклад у Канаді фунгіциди на посівах пшениці практично не використовують оскільки створені сорти стійкі до найбільш шкідливих грибів таких, як різні види іржі, борошнистої роси.

Наступним основним елементом сучасної технології вирощування залишаються строки сівби, від яких значною мірою залежить ступінь реалізації потенціалу продуктивності сортів і гібридів практично кожної сільськогосподарської культури.

Слід зазначити, що основою захисту практично всіх сільськогосподарських культур у сучасних технологіях вирощування залишається протруєння насіння. Воно є одним із найбільш цілеспрямованих, відповідно, економічнішим та екологічнішим заходом захисту рослин.

Отже, сучасні і перспективні технології вирощування сільськогосподарських культур мають залишитися *інтегруючим* фактором дії усіх чинників, які забезпечать розширене відтворення ефективної родючості ґрунту, завдяки науково обґрунтованій сівозміні з урахуванням специфіки господарювання та особливостей дії й післядії культур, раціональному обробітку ґрунту, балансованої системи удобрення, хімічного та біологічного захисту рослин від бур'янів, хвороб, шкідників, вилягання відповідно до вимог культури, сорту, ґрунтово-кліматичного потенціалу, зони вирощування, строків сівби, норм висіву тощо.

Оптимальний вибір технології вирощування сільськогосподарських культур має бути тісно пов'язаним зі стратегією використання землі в ринкових умовах, забезпечуючи при цьому сталий розвиток землеробства, що можливо лише за умови впровадження новітніх інтегрованих технологій, які базуються на принципах управління процесами формування врожаю, забезпечать одержання сталих валових зборів якісної продукції та здатні поліпшити потенційну родючість ґрунту.

Питання для самоконтролю:

1. Передумови виникнення інтегрованих агротехнологій.
2. Охарактеризуйте особливості інтегрованих агротехнологій.
3. Охарактеризуйте ефективність технологій вирощування зернових культур за енергонасиченою, інтенсивною і ресурсозберігаючою технологією.
4. Назвіть основні елементи сучасної інтегрованої технології.
5. Які заходи застосовують в інтегрованій технології для захисту рослин від хвороб і шкідників.

ТЕМА 6

РЕСУРСООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА

1. Загальна характеристика ресурсоощадних і ресурсозберігаючих технологій.
2. Особливості ресурсоощадних і ресурсозберігаючих технологій.
3. Нульові технології вирощування (no-till) або технології прямого посіву.

1. Загальна характеристика ресурсоощадних і ресурсозберігаючих технологій.

Вагомі успіхи в підвищенні врожайності при використанні інтенсивних технологій супроводжувалися значними проблемами в енергетичному балансі і, особливо, в екологічному. Виробництво та широке використання мінеральних добрив та отрутохімікатів призвело до різких змін у традиційних технологіях, відмови від органічних добрив, порушення сівозмін. Інтенсивні технології спричинили забруднення довкілля і продукції залишками агрохімікатів. Не в усіх випадках підтверджувалася також економічна ефективність, особливо враховуючи значні дотації у сільськогосподарське

виробництво в більшості країн світу. Тому в 90-х роках минулого століття були створені *ресурсоощадні* варіанти інтенсивних технологій.

Характерною ознакою цих технологій є обов'язкове дотримання сівозміни і введення у сівозміну поля *багаторічних бобових трав*. Це дало змогу на 30–50 % знизити норми внесення мінеральних добрив та певною мірою обсяги використання засобів захисту рослин. Урожайність за цих технологій майже не зменшується, порівняно з інтенсивними. Такі технології поширені в Австрії, Швейцарії, Швеції та ін.

Запровадження ресурсоощадних технологій у рослинництві стало вимогою часу, оскільки 6–10-пільні сівозміни завдяки науково-технічному прогресу в аграрному виробництві майже повністю зруйновані. В Україні, як і у всьому світі, завершився перехід до малоротаційних сівозмін (2–3 поля) або беззмінного вирощування сільськогосподарських культур. Гонитва за прибутками спрямовує аграрний бізнес на вирощування комерційних культур, які мають високий попит на ринку. Нині у структурі посівних площ України зернові культури займають майже 70 %, близько 20 % зернових висіваються по зернових. Одним з проблемних попередників для більшості культур при побудові сівозмін став соняшник, посівні площі якого перевищили 5 млн га.

Важливим технологічним напрямом у зерновиробництві є оптимізація норми висіву зернових культур, оскільки ціна елітного насіння значно підвищує собівартість вирощеної продукції. Високі норми висіву, що становлять нині 300 кг/га і більше, доцільно застосовувати лише при незадовільній якості посівного матеріалу, неякісній підготовці ґрунту до сівби або пізніх строках висіву насіння. Впровадження у виробництво нових високопродуктивних *сортів та гібридів* сільськогосподарських культур, які забезпечують повну реалізацію можливостей інтенсивної технології, дає змогу зменшити норми висіву зернових культур у 2–3 рази. При якісному підготовленні, калібруванні, обробленні інсектицидними та фунгіцидними протруйниками насіння норма висіву ріпаку становить до 2,5–3 кг/га, цукрового буряку – 1,0–1,1 кг/га, що значно відрізняється від норми висіву в недалекому минулому.

У сформованих умовах впровадження інноваційних технологій виробництва в рослинництві найбільш перспективним напрямком є ресурсозберігаючі технології. Вони базуються на наступних принципах:

— збереження рослинних залишків на поверхні поля;

— енерго - і ресурсозберігаючі системи обробітку ґрунту. Найбільш енерговитратним та трудомістким в землеробстві є механічний обробіток ґрунту. За даними вчених на нього припадає в середньому 40 % енергетичних та 25% трудових витрат загального обсягу польових робіт;

— використання сівозмін, що включають в себе рентабельні культури та культури, які поліпшують родючість ґрунту;

— інтегрований підхід у боротьбі зі шкідниками і хворобами; — використання комбінованих агрегатів;

— використання якісного посівного матеріалу.

Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур характеризуються комплексністю дії факторів інтенсифікації на продуктивність культур. Суть їх полягає в тому, що найвища ефективність досягається при комплексному застосуванні високоврожайних та перспективних сортів, поєднанні агротехнічних і хімічних методів боротьби з бур'янами, інкрустації насіння, проведенні в єдиному технологічному процесі підживлення мінеральними добривами та хімічному захисті від шкідників і хвороб, використанні побічної продукції та мінеральних добрив, застосуванні штамів азотфіксуючих та фосфорбілізуючих бактерій відповідно до сорту для зернобобових культур, що забезпечує підвищення врожайності на 0,15-0,5 т/га, зниження енергетичних і трудових витрат у два рази.

2. Особливості ресурсощадних та ресурсозберігаючих технологій.

Особливостями таких технологій є:

1) підготовка ґрунту до посівного стану для ярих культур з осені, з внесенням органічних та мінеральних добрив, у залежності від типу і родючості ґрунтів та запланованого рівня врожайності з наступним коригуванням;

2) ранній посів;

3) глибина загортання насіння 2-4 см.;

4) післяпосівне ущільнення ґрунту водоналивними котками;

5) збільшення оптимальної густоти стояння рослин на одиниці площі.

Відпрацьовані на сьогодні енерго- та ресурсощадні технології вирощування кукурудзи, що передбачають зменшення виробничих витрат, базуються вони на новітніх досягненнях науки і техніки, застосуванні науково-обґрунтованих і економічно-доцільних систем сівозмін, способів обробітку ґрунту, зменшенні доз добрив, використанні

мульчі. Такі технології включають низку агротехнічних прийомів, спрямованих на підвищення теплопровідності, поліпшення температурного режиму та збільшення вологості верхнього шару ґрунту, що дає змогу висівати насіння раніше оптимальних строків.

3. Нульові технології вирощування (no-till) або технології прямого посіву.

Передумови виникнення нульового обробітку ґрунту.

Конкуренція між виробниками та швидкий ріст обсягів виробництва сільськогосподарської продукції призвели до того, що ціна на неї відносно нестабільна і не зростає протягом декількох десятиріч. У зв'язку з цим виникла необхідність в пошуку шляхів зниження собівартості продукції. Саме це зумовило великий попит на так звану технологію «НОУ- ТІЛЛ» або нульову систему обробітку. Були створені нові сорти та гібриди і розпочато виробництво посівних комплексів для швидкісної сівби в необроблений ґрунт.

Сьогодні в науковій літературі багато інформації щодо використання раціональних методів вирощування таких як прямий посів (*no-tillage*, без оранки), а також **мульчуючий посів**.

Останніми роками в світі та Україні набувають поширення раціональні методи вирощування, такі як пряма сівба сільськогосподарських культур на стерні або дернині без будь-якого механічного обробітку ґрунту, за винятком формування мілких борозенок (щілин) для висівання насіння. Цей спосіб має ще назву **нульового обробітку ґрунту** (рис. 2).

Технології прямої сівби стали можливими завдяки застосуванню великих обсягів засобів захисту рослин. Уперше вони з'явилися в США і за 10-15 років поширилися на всіх континентах – найбільше в Аргентині та Бразилії. Вони забезпечують середній рівень урожайності, значно поступаючись інтенсивним технологіям, але переважають біологічні.

Відмовитися від головного впродовж 6000 років елемента технології – знищення бур'янів за допомогою розпушення ґрунту – стало можливим завдяки гербіцидам. Ефективність цих технологій вирощування збільшується при використанні науково-обґрунтованих систем сівозмін.

Технології прямої сівби стали можливими завдяки застосуванню великих обсягів засобів захисту рослин. Вперше вони з'явилися в США і за 10-15 років поширилися по всіх континентах – найбільше в Аргентині та

Бразилії. Вони забезпечують середній рівень урожайності, значно поступаючись інтенсивним технологіям, але переважають біологічні.



Рис.2. Видяг поля за технології No-till

Особливості нульової технології.

Нульова технологія зводиться до трьох операцій: внесення гербіциду, висівання насіння, збирання. Застосування такої технології вирощування можливо лише при наявності відповідної техніки, зокрема сівалок прямого посіву. Дані технології мають наступні особливості:

1. *Пожнивні рештки.* Доцільність прямої сівби насамперед обґрунтовується збереженням рослинних решток на полі, а вже потім іншими показниками. Це пояснюється тим, що при оранці у родючий шар попадає кисень. Результатом його діяльності є інтенсивний розвиток аеробних мікроорганізмів і швидка мінералізація органічної речовини. Оранка з року в рік спричиняє втрату органічної речовини з середнім рівнем розпаду, а зати́м і доволі стабільного гумусу.

За нульової технології рослинні рештки при збиранні врожаю рівномірно розподіляють по полю.

Весною на 2,8-5,0 °С знижується проґрівання ґрунту, проходження етапів органогенезу і збирання культур зміщується на пізніші строки. В проблемних регіонах щодо температурного режиму ґрунту для прискорення його проґрівання анкерними сошниками проводять рихлення посівних смуг з подрібненням рослинних решток, а в умовах значного зволоження (1000–

1200 мм опадів) і високих температур на поверхні ґрунту при сівбі сільськогосподарської культури сошниками прорізають мінімально можливу смугу без подрібнення соломи. Для запобігання прямих втрат урожаю від зниження температури ґрунту рекомендують посилювати фосфорне живлення рослин.

Рослинні рештки, які залишаються на полі, в подальшому захищають посіви культури від вітру і різких перепадів температур, забезпечують накопичення снігу і затримання сніжного покриву зимою, а вологи весною, уповільнюють швидкість стоку води після злив, зберігають ґрунти від вітрової і водної ерозії.

Рослинні рештки сприяють покращенню фізичних властивостей ґрунту: структури, вологостійкості, збереженню ґрунтової вологи від випаровування, розвитку ґрунтових мікроорганізмів. Ґрунти збагачуються на мікро- і мезофауну, в т. ч. на дощових черв'яків, які виконують важливу роль у підвищенні родючості ґрунту. При цьому в рослинних рештках фіксується органічна речовина, створена завдяки вилучення двоокису вуглецю із атмосфери. В умовах достатнього зволоження підвищується використання елементів живлення, насамперед фосфору.

При врожайності соломи 5 т/га щорічно повертається у ґрунт 40 кг калію, 30-35 кг фосфору і 66 кг азоту. Таку кількість мінеральних речовин забезпечує внесення 80 кг/га калійних, 60-70 кг/га фосфорних і 190 кг/га азотних добрив у фізичній вазі.

Безумовно, мінерали, зв'язані в органічній речовині, стають доступними для рослин лише через 3-5 років після розпаду соломи ґрунтовими мікроорганізмами. При цьому підвищується вміст гумусу в ґрунті, припиняється його деградація і відтворюється родючість. Використання соломи як добрива не може відразу вирішити проблему азотного живлення рослин. Для відновлення азотного балансу й отримання врожаю зерна озимої пшениці 3 т/га необхідно вносити 5-8 кг/га азотних добрив у фізичній вазі на одну тону соломи. Водночас знижуються витрати на інші мінеральні добрива за рахунок їх внесення під горизонт посіву. Отже, побічна продукція стала важливим елементом *No-till* технології, певним заміником органічних добрив галузі тваринництва.

При *no-till* пожнивні рештки не виносяться з поля, не спалюються, не заорюються, а рівномірно розподіляються по всій поверхні ґрунту. Мульча виконує такі функції:

- зменшує випаровування вологи,

- насичує ґрунт органічним речовинами,
- зберігає вологу,
- пригнічує бур'яни,
- захищає ґрунт від водної та вітрової ерозії.

2. *Мінімізація обробітку ґрунту* дає можливість: Зменшити ущільнення ґрунту, витрати пального, праці, коштів на вирощування культур.

Проблема на глибині орного шару (20 см) після багатьох років плужного обробітку і підорного шару на глибині 40–45 см унаслідок руху по полю важкої техніки при послідовному впровадженні методу *No-till* розв'язується за допомогою чизельного розпушення й насичення ґрунту органічною речовиною.

В корпорації «Агро-Союз» (Дніпропетровська область) ґрунтозахисна енергозберігаюча система землеробства з нульовою технологією обробітку ґрунту застосовується з 2002 року. Це дало можливість значно зменшити виробничі витрати. Один трактор, один посівний комплекс, один оприскувач, п'ять комбайнів і 12 механізаторів обробляють 12000 га. Використання високопродуктивної техніки дало можливість зменшити витрати пально-мастильних матеріалів з 94 л/га до 24 л/га на площі сівозміни. Посівний комплекс «Horsch – Агро-Союз» за один прохід виконує три технологічні операції: висіває насіння, вносить стартові мінеральні добрива разом з насінням, а також повну дозу рідких добрив під горизонт посіву та забезпечує коткування посіву. Продуктивність комплексу становить 360 га за добу.

Широкозахватний (27 м) самохідний оприскувач «Hagie» при проведенні операції захисту культур від хвороб, шкідників і бур'янів дає змогу обробляти до 1000 га посівів за добу. Для збирання врожаю використовується обчисувальна жатка «Агро-Союз-Слов'янка» шириною захвату 7 метрів, яка агрегатується з комбайном шляхом навішування на похилу камеру або безпосередньо на комбайн. Продуктивність такої жатки при роботі зі швидкістю 10 км/год. становить 105 га на добу. При збиранні врожаю на один гектар витрачається 8,4 літрів пального.

За систематичного збереження соломи на полі вміст гумусу в ґрунті за останні 5 років підвищився від 4,3 до 4,4 %, припинилася деградація родючого шару. За суттєвого зменшення витрат пального відповідно зменшуються також викиди в атмосферу двоокису вуглецю. Таким чином, виконуються основні цілі нового землеробства – збереження ресурсів і відновлення ґрунту. Врожайність зернових у підприємстві підвищилася від 27 до 50 ц/га.

У структурі енерговитрат на вирощуванні озимої пшениці нижчий рівень становлять прямі енергетичні витрати (пально-мастильні матеріали) за мінімальної та нульової технології – 10 і 9,8 % відповідно, а найбільшу частку мають витрати матеріалізованої енергії (насіння, мінеральні й органічні добрива, засоби захисту рослин тощо). За мінімальної та нульової технології вони становили відповідно 81 і 82,2 %, тоді як за інших – не перевищують 65 %.

Варто зауважити, що *No-till* технології в Україні в ідеальному вигляді значною мірою зводяться до корпорації «Агро-Союз», групи новаторів, які розуміють важливість нової технології. Хоча технологія *No-till* дає змогу підвищити продуктивність праці в 3–5 разів, скоротити витрати на оплату праці в 1,6 рази, на технічні засоби і пально-мастильні матеріали – в 1,5 і 2,2 рази відповідно, вона не позбавлена критичних поглядів ретроградів, які створюють різні перепони для її поширення. Якщо раніше основна увага в дискусіях навколо цієї технології концентрувалася на фізичних параметрах ґрунту, збереженні його родючості, підвищенні протиерозійної стійкості, зменшенні енерговитрат, то нині вона зводиться до доцільності заміни дешевої робочої сили дорогим капіталом, тобто спрямовується від ґрунтово-кліматичних, до соціально-економічних проблем.

3. *Застосування науково-обґрунтованих сівозмін*: вибір найкращих попередників, широке впровадження посівів бобових культур.

У системі *No-till* зростає значення сівозмін порівняно з використанням традиційного методу. При застосуванні цієї технології максимальна біологічна різноманітність культур, упорядкованих у сівозміну з включенням в неї сидеральних покривних культур сприяє економії засобів виробництва й підвищенню ефективності системи.

Технології *No-till* змушують повернутися до сівозмін. Монокультурне землеробство за технології прямої сівби неприпустиме. Воно являє собою прямий шлях до банкрутства. Так, у СТОВ «Агролан» Новомиргородського району Кіровоградської області сівозміна, побудована за принципами *No-till*, передбачає чергування однодольних і дводольних культур з різним типом кореневої системи, що дає змогу ефективно контролювати фітосанітарний стан посівів сільськогосподарських культур.

Запроваджена сівозміна дає можливість вносити корективи в структуру посівних площ сільськогосподарських культур залежно від економічних чинників, притаманних аграрному бізнесу України, змінити частку не лише зернових, але й олійних культур, зокрема, соняшнику чи озимого ріпаку.

4. *Підбір сортів і гібридів* найбільш пристосованих до даної системи обробітку ґрунту. Традиційно склалося, що для технології *No-till* найпридатнішими вважаються зернові-колосові, зернобобові, кукурудза, соняшник і ріпак. Вирощування культур, вимогливих до підвищеної аерації та низької щільності ґрунту (цукровий буряк, овочеві культури, картопля тощо) за мінімальною і нульовою технологіями обмежена.

За наявності на ґрунті післязбиральних решток попередніх культур, на них зберігаються джерела інфекції, мишоподібні гризуни, шкідники, які виживають у зимовий період і відкладають яйця, ускладнюється підтримка сприятливого фітосанітарного стану посівів.

Проблемою поширення *No-till* технології є потреба у застосуванні імпортованих системних гербіцидів типу гліфосатів і зростання резистентності до них бур'янів. До того ж, ці технології тісно пов'язані з використанням заборонених в Україні генетично модифікованих культур, стійких до системних гербіцидів сполошної дії.

No-till системи можна розділити на дві основні групи – «сівалки-культиватори» та «сівалки з розділеними пристроями».

До складу першого комплексу входить важкий культиватор з регулюванням глибини обробітку ґрунту від 3-4 до 18 см і сівалочний блок. У системі культиватор може від'єднуватися від сівалочного блоку і виконувати свої функції окремо. Бункер сівалочного блоку розділено на дві частини – для насіння і добрив. Під час роботи насіння і добрива найчастіше в одному потоці пневматичною системою подаються під 40 см лапу. Комплекс поєднує передпосівний обробіток, сівбу, внесення добрив, прикочування. На сівалочний блок може встановлюватися пристрій для протруєння насіння в потоці повітря при русі від бункера до висіваючого апарата.

Другий комплекс обладнаний пристроями для розпушування вузької смуги ґрунту та дисковим сошником для висіву насіння. У цьому посівному агрегаті потоки насіння і добрив розділяються. Добрива загортаються у ґрунт на 5 см у бік і глибше від насіння. Недоліком цієї системи є звужений діапазон використання знаряддя.

Впровадження даної технології базується на раціональних способах використання матеріальних ресурсів та дотриманні принципів охорони довкілля.

Переваги та недоліки нульової технології

Основні переваги нульової системи:

– збереження вологи в ґрунті; зростання урожайності; зниження затрат а робочу силу, техніку та паливно-мастильні матеріали до 35-38 л/га; зниження ерозії ґрунту; можливість збільшення вмісту органічної речовини в ґрунті; економія адміністративного часу; скорочення строків проведення польових робіт.

Поряд з цим така система має також ряд таких *недоліків*:

– високі початкові вкладення капіталу в комплекс сучасної техніки; додаткові витрати на внесення гербіцидів; наявність можливих додаткових труднощів для досягнення позитивних результатів на важких за механічним складом ґрунтах; можливі проблеми пов'язані із дренажем і ущільненням ґрунту; більш повільне прогрівання ґрунту навесні, пов'язане з наявністю поверхневого мульчуючого шару.

Питання для самоконтролю:

1. Передумови запровадження ресурсоощадних технологій
2. Дати визначення ресурсоощадної технології.
3. Дати визначення ресурсозберігаючої технології.
4. Охарактеризувати особливості ресурсоощадних та ресурсозберігаючих технологій.
5. Назвіть передумови виникнення нульового обробітку ґрунту.
6. Технологія No-till – значення та перспективи застосування.
7. Який проводять захід для відновлення азотного балансу в ґрунті при використанні соломи в якості мульчі?
8. Значення науково-обґрунтованих сівозмін при застосуванні No-till технологій.
9. На які дві основні групи поділяють систему *No-till*?
10. Переваги та недоліки застосування No-till технологій.

ТЕМА 7

ГРУНТОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

1. Технологія Mini-till вирощування польових культур.
2. Екстенсивний мульчуючий посів.
3. Інтенсивний мульчуючий посів.
4. Переваги та недоліки технології Mini-till.
5. Технології смугового і вертикального обробітку ґрунту.

1. Технологія Mini-till вирощування польових культур.

Найбільш поширеними ресурсозберігаючими технологіями обробітку ґрунту є: «Mini-till», «No-Till», та «Strip-till».

Негативні кліматичні явища змушують хліборобів адаптуватися та переходити на нові види обробітку ґрунту. Зміна клімату активно впливає на стан сільськогосподарських культур, адже посушливі періоди тепер трапляються не лише влітку. Збільшення середньомісячних температур та весняні заморозки стають частою загрозою посівам. Багато українських полів вважаються зоною нестійкого землеробства.

Переуцільнення ґрунту за традиційної системи обробітку, недостатня кількість вологи, нестабільність її у ґрунтових горизонтах, збільшення ерозії ґрунтів, вимивання гумусу, зниження активності мікроорганізмів, зменшення врожайності. Це основні чинники, які змушують аграріїв замислитися про зміну системи технологій вирощування. За допомогою міні-тил можна уникнути багатьох із перелічених аграрних проблем.

Технологія обробітку ґрунту пройшла декілька етапів: ручне землеробство мотикою; оранку і розпушення ґрунту примітивними знаряддями на тязі приручених домашніх тварин; інтенсивний обробіток ґрунту знаряддями на тракторній тязі; використання хімічного методу боротьби з бур'янами, у зв'язку з чим інтенсивність механічного обробітку ґрунту знизилася, а продуктивність праці різко підвищилася.

Ґрунтозахисні технології (природоохоронні, ґрунтозберігаючі) вирощування культур – передбачають ґрунтозахисний обробіток ґрунту, локальне застосування добрив і пестицидів.

За технології mini-till глибока оранка ґрунту відбувається раз на кілька років, усю решта часу ґрунт обробляють не глибше 15 см (дискові борони, культиватори та ін.). Тобто, ці технології базуються на мінімальному обробітку ґрунту завглибшки 4-5 см (параметри плоскоріза для суцільного мілкового обробітку 5-16 см та глибокого 30-45 см) під усі культури сівозміни (у тому числі під цукрові буряки, кукурудзу, соняшник та ін.), біологізації рослинництва, використання нетоварної частини врожаю як органічних добрив, мульчуванні поверхні ґрунту післяжнивними рештками і широкому застосуванні сидератів.

2. Екстенсивний мульчуючий посів.

В системі мінімального обробітку ґрунту менш енергоємним є варіант *заощадженого* обробітку ґрунту (екстенсивний мульчуючий посів (low

disturbance, неглибоке розпушування), за якої на поверхні поля в період після збирання - сівба залишається від 15 до 30% рослинних решток. В умовах України дану систему застосовують після ранніх ярих культур (горох,, зернові та капустяні на зелений корм), яка передбачає проведення 1-2 дискування з подальшою передпосівною культивуацією. В останні роки досить ефективно застосовують комбіновані агрегати, які навіть після пізньозібраного попередника досить якісно готують ґрунт за 1-2 проходи.

В господарствах зони Степу після збирання попередника (пшениця озима) проводять наступні технологічні операції:

- дворазове дискування по діагоналі до напрямку сівби попередника (дисковою бороною) на глибину 8-10 см;
- внесення нітроаммофоски – 150 кг/га фізичних туків) широкозахватними штанговими розкидачами;
- загортання мінеральних добрив культиватором модель (КО-7,5) на глибину до 8 см.

Навесні до сівби, або відразу після неї, вносять ґрунтові гербіциди типу Примекстра Голд. Висів насіння проводиться за допомогою універсальної рядкової сівалки. Неглибоке розпушування (*low disturbance*) передбачає між збиранням та посівом тільки обробіток стерні плоскорізами завглибшки не більше 10 см. Висів насіння проводиться за допомогою універсальної рядкової сівалки.

3. Інтенсивний мульчуючий посів.

Заслугове на увагу та адаптацію до умов України система *збереження родючості* ґрунту (інтенсивний мульчуючий посів, *high disturbance*, глибоке рихлення), при якій рослинних решток на поверхні поля залишається на поверхні поля більше 30%, що має ряд переваг:

- зниження темпів розвитку ґрунтової ерозії та втрат вологості ґрунту;
- значне скорочення втрат на пальне (до 45-50 л/га);
- зменшення терміну і тривалості впровадження даної системи з врахуванням схеми сівозмін;
- подальше зменшення витрат на обслуговування техніки та обладнання.

Дана система передбачає використання для глибокого рихлення чизельних плугів, звичайних чизелів та плоскорізів. При потребі можливе виконання поверхневого обробітку легкими культиваторами для створення мульчуючого шару. Між збиранням та посівом виконується обробіток стерні

плоскорізами (максимум на 10 см) і більш глибокий обробіток ґрунту (максимум на 30 см). Висів насіння проводиться за допомогою універсальної рядкової сівалки.

Наявність на поверхні мульчуючого шару сприяє зниженню температури в поверхневому шарі ґрунту до 2-8 °С протягом 30-50 днів вегетаційного періоду. Під мульчуючим шаром проходять процеси структуризації ґрунту, ґрунтово-поглинаючий комплекс не порушується краплинами дощу, поверхневий шар насичується кореневою масою, що сприяє більш інтенсивному структуроутворенню, ніж з застосуванням оранки.

У спекотну погоду ґрунт не перегрівається і не пересихає. На відкритому ґрунті при загортанні плугом рослинних решток всі перераховані процеси йдуть у зворотному напрямку. Але, слід пам'ятати, що за наявності на поверхні ґрунту після жнивних решток, для наступної культури в умовах високої температури та достатньої кількості вологи можливі прояви токсичності за рахунок утворення фенолів, що пригнічують сходи рослин. За інтенсивного мульчуючого посіву між збиранням попередньої культури та посівом виконується обробіток стерні плоскорізами (максимум на 10 см) і більш глибокий обробіток ґрунту (максимум на 30 см). Висів насіння проводиться за допомогою універсальної рядкової сівалки.

Залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов і спеціалізації виробництва може бути комбінована (почергове застосування полицевого і безполицевого обробітку ґрунту в сівозмінах) система обробітку ґрунту.

Мінімізація обробітку зменшує антропогенне навантаження на ґрунт, прямі матеріально-технічні витрати, затрати праці в технологічному процесі, сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції. На цьому етапі комплектацію парку ґрунтообробних машин здійснюють знаряддями дискового і чизельного типу, стійками і підрізаючими лапами різних конструкцій, забезпечують сівалками точного висіву.

4. Переваги та недоліки технології Mini-till.

Переваги мінімальної системи обробітку ґрунту: Технології Mini-till **забезпечують:**

- охорону ґрунтів, дає можливість збільшення врожайності при низькій собівартості вирощеної продукції;
- Застосування мінімального обробітку ґрунту сповільнює мінералізацію та втрати ґрунту.

- усунення надмірного ущільнення полів;
- рівномірне змішування землі із органічними залишками;
- збільшення корисних мікроорганізмів;
- покращення сприятливого повітряного та водного режимів, врожайність рослин менше залежить від кількості опадів;
- зменшення втрати гумусу;
- сповільнює ерозійні процеси ґрунтів;
- спрощення багатьох технологічних операцій, з'являється можливість застосовувати комбіновані прийоми та виконувати одночасно 2-3 технічні операції, зменшується кількість прогонів техніки;
 - збільшують кількість корисних мікроорганізмів;
 - впровадження у виробництво цих технологій забезпечує значну економію палива – в 2-4 рази, мінеральних добрив – у 10 разів, пестицидів у 8 разів (обробляється лише насіння), часу на обробіток ґрунту – в 3 рази.
 - підвищує урожайність с.-г. культур: перші 5 років – на 0,45-0,70 т/га зерна, в наступні роки – на 1,2-3,0 т/га.

Завдяки таким операціям зростає рентабельність та конкурентоспроможність виробництва сільськогосподарських культур.

Важливе значення для підвищення протиерозійної стійкості ґрунту має мульчуючий обробіток. Так, згідно з даними університету Олахома (США), для зменшення втрат ґрунту від ерозії доцільно залишати незаробленими таку кількість післязбиральних решток зернових колосових:

На супіщаних ґрунтах не менше	– 1,9 т/га,
супіщаних і суглинкових	– 1,3 т/га,
пилувато-суглинкових	– 1,1 т/га,
важко-суглинкових	– 8,5 т/га

При застосуванні мінімального обробітку ґрунту слід пам'ятати, що після проходу чизеля залишається 75% рослинних незібраних решток попередника, після дискових знарядь – 50-60%, після плоскорізів – 85-90%.

На жаль, технологія *mini till* має свої недоліки.

Наприклад, через рослинні рештки на полях часто виникає підвищене заселення збудниками хвороб рослин, тому зростає використання фунгіцидів. Для комбінованих операцій використовується спецтехніка, а вона набагато дорожча. Частим недоліком мінімальної системи обробітку ґрунту ще називають велике забруднення посівів бур'янами у перші роки переходу на нову технологію. Така ситуація змушує фермера витратити великі кошти на

гербициди, але дані статистики стверджують, що за 5-6 років кількість бур'янів на полі вдається мінімізувати.

Технологія *mini-till*, що передує “нульовому” обробітку ґрунту, потребує таких сівалок, робочі органи яких не забиваються рослинними рештками при посіві насіння. Нині на ринку України пропонується велика кількість сівалок зарубіжних виробників. Низку унікальних агротехнічних переваг виявлено у сівалки Super Walter. Для *mini-till* і *No-till* технологій застосовують три варіанти посівних комплексів «Horsch-Агро-союз» – АТД 9.35, АТД 11.35 і АТД 18.35 (з робочою шириною 9,8; 11,2 і 18,2 м відповідно). Кожен з них за допомогою гідравлічного пристрою може складатися для транспортування до ширини 5,7 м.

5. Технології смугового і вертикального обробітку ґрунту.

Смуговий обробіток ґрунту (Strip-till).

До енергозберігаючих і ґрунтозахисних систем землеробства належить також *strip-till* технологія (англ. *strip tillage*), створена на базі сівалки *Spirit* і культиватора *Carrier*. Нові ґрунтообробні органи зняряддя з шириною робочої поверхні 25 мм можуть розпушувати ґрунт на глибину до 300 мм з інтервалом 330 мм. Згідно з принципами *strip-till*, розпушення ґрунту проводиться лише там, де висівається насіння. (рис.3-4). Це сприяє економії робочого часу і пального, знижує загальні виробничі витрати на сівбу. Перед сівбою культиватором проводять один обробіток поля з одночасним внесенням добрив в два різні горизонти ґрунту. Загальні витрати пального на культивацію і сівбу залежно від типу і глибини обробітку ґрунту становлять близько 20 л/га.

Технологія *strip-till* поєднує деякі принципові переваги інших систем обробітку ґрунту: традиційної на базі оранки та висіву насіння у чистий від пожнивних решток ґрунт, що виключає їх можливий негативний вплив на проростання та розвиток культурних рослин; *mini-till*, за якої ґрунт обробляється лише у місці висіву насіння, що значно зменшує енерговитрати; *No-till* із залишками на полі рослинних решток, які захищають ґрунт від ерозійних процесів, в зимовий період виконують функцію снігозатримання, а у вегетаційний – сприяють збереженню вологи та ускладнюють проростання бур'янів у міжрядді.



Рис.3. Виконання смугового обробітку ґрунту (Strip-till).



Рис.4. Рядки за технологією strip-till

Однією зі значних переваг технології *strip-till* є можливість одночасного внесення мінеральних добрив неподалік зони висіву насіння в декількох горизонтах (на різну глибину). При цьому добрива розміщуються локально, здебільшого у вологому шарі з мінімальним перемішуванням у ґрунті. Це забезпечує рослини легкодоступними поживними речовинами на різних етапах їх розвитку з високим коефіцієнтом ефективності фактично протягом всього вегетаційного періоду й сприяє утворенню потужної

кореневої системи культур. На початковому етапі рослина як і за традиційної технології використовує стартові добрива поблизу поверхні, потім поглинає поживні речовини, внесені ґрунтообробною частиною на більшу глибину. Технологія *strip-till* добре зарекомендувала себе під час вирощування технічних культур – сої, соняшнику, кукурудзи, цукрового буряку. В США за технологією *striptillage* крім кукурудзи, сої та цукрових буряків, вирощуються також бавовник, соняшник, картопля, а також томати, капуста і багато інших овочевих культур. Причому сівба може проводитися звичайними (не стерньовими) сівалками у розпушені смуги.

Технологію «стрип-тілл» (*strip-till*) можна застосовувати при традиційному або мінімальному обробітку ґрунту. Наприклад, застосовуючи восени не глибоке (на 5-6 см) суцільне дискування ґрунту, а навесні смуговий обробіток на глибину 15-25 см одночасно з внесенням добрив і сівбою.

До технології *strip-till* необхідно включає такі операції: нарізання стрічок, осіннє внесення добрив, весняне внесення добрив та сівбу. Деякі технологічні операції можливо поєднувати за один прохід агрегату. Так, наприклад, нарізання стрічок, як правило, суміщають з осіннім внесенням добрив. Весною одночасно з внесенням добрив проводять сівбу.

Забезпечення оптимального рівня мінерального живлення рослин протягом періоду вегетації є одним з найважливіших питань будь-якої технології вирощування сільськогосподарських культур. Науковими дослідженнями доведено, а практикою підтверджено, що найчастіше у ґрунті не вистачає азоту. У зв'язку з цим ґрунт слід постійно поповнювати саме цим елементом живлення рослин. Використання азотних добрив значною мірою сприяє зростанню врожаю і підвищенню його якості. Так, для 10 т врожаю картоплі потрібно 56 кг азоту, а для отримання 50 т – 300 кг. Якщо у ґрунті міститься 60-70 кг азоту, то решту до необхідної кількості треба вносити.

В азотній групі добрив найпоширенішими засобами підвищення урожайності є аміачна селітра, яка містить близько 34 % азоту, сірчаноокислий амоній (20 % азоту), натрієва селітра (16 %), калійна селітра (13,5 % азоту і 46,5 % окису калію), а також сечовина (до 46 %). Проте, якщо в кінці минулого століття вартість тони аміачної селітри була еквівалентна тоні пшениці, то нині вона коштує в два рази дорожче за тону пшениці. Спостерігається й сезонне подорожчання добрив.

Концепція мінерального живлення рослин базується на забезпеченні їх азотом, фосфором, калієм, сіркою й ін. елементами протягом вегетації, особливо в критичні періоди росту і розвитку. Після внесення у ґрунт добрива

не повинні створювати зони з підвищеною концентрацією елементів, знижувати польову схожість насіння і зменшувати продуктивність стеблостій культури. Створення оптимальних умов дозованого живлення рослин протягом вегетації можливе лише при заляганні мінеральних добрив у шарі ґрунту на 3 см у бік та на 5 см глибше посіяного насіння культури.

Забезпечити всі необхідні умови мінерального живлення рослин дають змогу й повільно розчинні добрива з контрольованим розчиненням. Стримуючим фактором їхнього використання є істотно вища порівняно з традиційними добривами ціна. Дешевший спосіб пролонгації традиційних добрив базується на застосуванні спеціальних полімерних речовин. Серед сільськогосподарських виробників широкої популярності набули полімери *Avail*, *Nutrisphere-N*, *Nutricote*, *Osmocote*, *Polyon*. Нанесення на поверхню традиційних мінеральних добрив цих полімерів забезпечує підвищення коефіцієнта використання елементів живлення, зниження їх концентрації й дозоване виділення у ґрунт. Ці аспекти мінерального живлення рослин важливі при створенні раціональної системи застосування добрив під культури, що вирощуються по *No-till* і *strip-till* технологіях. У цих технологіях велика роль відводиться осінньому і передпосівному внесенню добрив, забезпеченню необхідної кількості елементів живлення у вузькому шарі ґрунту.

"Strip-till" (смуговий обробіток ґрунту) – це система раціонального природокористування, за якої відбувається мінімальна обробка ґрунту. Вона поєднує в собі переваги звичайної обробки ґрунту, такі як просушку ґрунту і прогрів, із можливістю їх захисту при ріллі завдяки тому, що зачіпається лише та ділянка ґрунту, в яку закладається рядок насіння. Також ця технологія дає змогу успішно проводити підкорінне підживлення рослин із застосуванням не лише натуральних, але й органічних добрив при використанні відповідної техніки.

Особливості використання та адаптування технології обробітку ґрунту "Strip-till".

Переваги:

- сприятливі умови контакту ґрунту з насінням;
- прогріває ґрунт і забезпечує затримку вологи в ґрунті;
- дає змогу поживним речовинам ґрунту краще адаптуватися до потреб рослин, у той же час не зачіпаючи поверхню ґрунту між рядами;
- зменшити кількість заїздів у поле;
- протидія ерозії;

- існує можливість комбінування посів і прикореневого внесення добрив;
- підвищення родючості ґрунту та врожайності;
- скорочення витрат пального, добрив і затрат праці;

Недоліки:

- залежність від кліматичних умов (наприклад, у випадку ранніх заморозків технологія є неефективна);
- при роботі із зерновими культурами можлива невелика похибка при висіву в рядки шириною 20-25 см;
- необхідність потужної сучасної техніки аби тягнути обладнання для смугового обробітку всього поля;
- придбання нових тракторів може бути занадто дорогим.

Проблеми в адаптуванні:

- потреба заміни машинно-тракторного парку (трактори із системою навігації GPS);
- суттєві фінансові витрати;
- неефективність смугового обробітку ґрунту на полях зі складними ландшафтними умовами;
- можливість неефективного внесення добрив порівняно з системами нульового та мінімального обробітку ґрунту;
- система не придатна для глинистих ґрунтів;
- складність точного налаштування сільськогосподарської техніки;
- вимагає використання сучасних ІТ технологій із залученням супутникового зв'язку.

Вертикальний обробіток ґрунту (Verti-till) – спосіб обробітку, за якого ґрунт переміщується лише вгору-вниз, а горизонтальних переміщень врізнібіч немає, або вони зведені до мінімуму, називають вертикальним ґрунтообробітком (Verti-till). За такої роботи агрегат розпушує верхній шар ґрунту, поліпшує його водо- і повітропроникність та не створює ущільненої підшви.

З'явилася така технологія на початку ХХІ ст. у США і Канаді, коли у 2003 році був представлений новий ґрунтообробний агрегат RTS від компанії Salford. І вже в 2013 році провідне видання Farm Equipment констатувало функціонування 26 виробництв так званих агрегатів *vertical tillage*. Такий агрегат поєднав у собі кращі якості культиватора та дискової борони, він може працювати з різними рослинними рештками, не забиваючи робочі органи, а також обробляти пересушений, перезволожений і мерзлий ґрунт (рис.5)



Рис. 5. Обстеження стану ґрунту після обробітку за технологією *verty-till*

Головним елементом такого ґрунтообробного знаряддя є «турбодиск» або «колтер». Особливістю конструкції цього диска є те, що він має хвилястий профіль по радіусу (по крайці). Такі диски встановлюються вертикально на індивідуальній пружній підвісці кожен, але в декілька рядів, мають діаметр до 610 мм і товщину 5-6 мм. Під час роботи вони розрізають верхній шар ґрунту на глибину до 9 см і одночасно його перемішують. Такі агрегати добре працюють на полях де залишена велика кількість рослинних решток.

Вертикальний обробіток ґрунту (*Verti-till*) виявляється в системному запобіганні формування глибоких надмірно ущільнених прошарків ґрунту, що погіршують капілярність ґрунтів та обмін вологи, а також перешкоджають нормальному розвитку кореневої системи рослини. Такий обробіток ґрунту здійснюється за допомогою вібрації пружинних стійок культиватора, який дробить ґрунт, залишаючи мікротріщини, через які в землю потрапляють волога й повітря. Крім того, такі агрегати добре подрібнюють і загортають рослинні рештки та вирівнюють поверхню поля.

Головна ідея технології *verty-till* або вертикального обробітку ґрунту – це боротьба з ущільненням ґрунтів, створення умов для вертикального розвитку кореневої системи, щоб вона мала доступ до вологи та поживних речовин і для накопичення вологи. Ця технологія також націлена на відновлення родючості – за рахунок прискорення перегнивання рослинних

решток, тобто їх мінералізації. Адже *verty-till* передбачає загортання рослинних решток неглибоко в ґрунт, на оптимальну глибину 5-6 см, де якраз багато різних бактерій та більше кисню. Окрім вказаних вище переваг, *verty-till*, завдяки наявності рослинних решток на поверхні ґрунту, локалізує водну та вітрову його ерозію, а також скорочує експлуатаційні витрати на обробіток.

Вертикальний обробіток дозволяє зберегти баланс між аеробними й анаеробними бактеріями, а глибина дискування досягає 10 см. Тому використовуються спеціальні культиватори й ротаційні борони для доступу кисню в ґрунт і закриття вологи.

Пропонована технологія відпрацьована упродовж 2019-2021 рр. ТОВ «Злагода» (Рівненська область), де були отримані врожаї кукурудзи 110-130 ц/га.

Технологію Verti-Till рекомендують використовувати в умовах, коли потрібно ефективно знищити рештки рослин та звільнити поживні речовини. Verti-Till використовується для вирощування культур з глибокою кореневою системою, які можуть скористатися покращенням структури ґрунту: соя, кукурудза й ріпак.

Вертикальний обробіток ґрунту є важливим напрямком сучасного обробітку ґрунту. Переваги вертикальної технології обробітку ґрунту незаперечні, а саме:

1. Запобігання появи ущільнених шарів. Метод Verti-Till дозволяє зробити ґрунт однорідним на різних глибинах та уникнути появи ущільнених пластів, що заважає нормальному розвитку коренів рослин та їх доступу до вологи і поживних речовин.
2. Зниження ерозії ґрунту під впливом вітру та опадів. Вертикальний обробіток допомагає зберегти поверхневий родючий шар землі, запобігаючи його вивітрюванню та змиванню.
3. Покращення вологонакопичувальних властивостей ґрунту. Завдяки цьому підвищується водопроникність та рівень збереження вологи в ґрунті, що важливо для забезпечення оптимального зростання та вегетації рослин.
4. Оптимізація часу та ресурсів. Використання технології Верти-тіл дозволяє економити час, паливно-мастильні матеріали та зусилля працівників, необхідні для підготовки полів до посіву.

Питання для самоконтролю:

1. Вкажіть на чому базуються ґрунтозахисні технології вирощування?
2. В яких напрямках потенціал сучасних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур майже повністю реалізований?
3. Які етапи пройшла технологія обробітку ґрунту?
4. Який обробіток ґрунту застосовують за технології Mini-till?
5. Який варіант мінімального обробітку ґрунту є менш енергоємним?
6. Які технологічні операції проводять в зоні Степу після збирання попередника (пшениця озима)?
7. Охарактеризуйте інтенсивний мульчуєчий посів.
8. Охарактеризуйте використання побічної продукції при Mini-till.
9. Переваги мінімальної системи обробітку ґрунту за технології Mini-till.
10. Яка кількість рослинних решток залишається після проходу різних робочих знарядь при застосуванні ґрунтозахисних технологій?
11. Вкажіть елементи ризику при застосуванні ґрунтозахисних технологій.
12. Переваги технології strip-till.
13. Які польові культури вирощують за смугового обробітку ґрунту.
14. Недоліки та проблеми в адаптуванні технології strip-till.
15. Загальна характеристика вертикального обробітку ґрунту (Verti-till).
16. Переваги вертикальної технології обробітку ґрунту.

ТЕМА 8

ПРЕЦИЗІЙНІ (ТОЧНІ) ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ

1. Загальна характеристика точного рослинництва.
2. Технологічні прийоми прецизійної технології вирощування

1. Загальна характеристика точного рослинництва.

Адаптивне – диференційоване виробництво сільськогосподарської продукції, останнім часом має назву «точне сільське господарство» (прецизійне землеробство, рослинництво) (Precision farming). Воно полягає в економічному та особливо екологічно вигідному виробництві сільськогосподарських культур з урахуванням агроекологічних умов вирощування польових і кормових культур.

Точне землеробство – новий етап розвитку агросфери, пов'язаний з використанням геоінформаційних систем, глобального позиціонування, бортових комп'ютерів, управлінських і виконавських механізмів, здатних диференціювати способи обробітку, дози внесення добрив, хімічних меліорантів і засобів захисту рослин залежно від неоднорідності поля. Розвинені в аграрному відношенні країни, починаючи приблизно з 90-х років минулого сторіччя, все ширше використовують методи точного землеробства. Точне землеробство прийшло на зміну так званого підтримувального землеробства, тобто значно зменшеного застосування мінеральних добрив у полях, де вміст поживних речовин досяг оптимального рівня. Нові технології вважаються більш економічними і ґрунтозахисними, бо за рахунок раціонального просторового розміщення агрохімікатів потреба в них зменшується на 30-50%. Тому їх перспективність сьогодні визнана і не підлягає сумніву.

Метою системи точного землеробства (рослинництва) є отримання подвійного ефекту: економічного – за рахунок раціонального використання добрив, насіннєвого матеріалу, пального, робочого часу, і, відповідно, збільшення обсягів економічно обґрунтованого врожаю, та екологічного – не перенасичення ґрунтів хімічними елементами.

Враховуються умови вегетації агрофітоценозів у масштабі окремих (невеликих) контурів – частин поля.

Наукова концепція точного землеробства базується на існуванні неоднорідності у межах одного поля або однієї культури. Такі особливості можуть бути викликані специфікою ландшафту, складом ґрунтів та близьким заляганням ґрунтових вод, кліматичними особливостями та особливостями культур, які вирощувалися на земельній ділянці раніше. Зазначене зумовлює необхідність оцінювання локальних особливостей ґрунтово-кліматичних умов, а також інформації про густину посіву, проведення розрахунків норм внесення добрив і засобів захисту рослин, встановлення локальних причин хвороб, точнішого прогнозу врожайності й фінансового планування.

Як відомо, в межах поля досить часто спостерігаються значні коливання продуктивності посівів. Вони можуть бути зумовлені не лише ґрунтово-екологічними особливостями поля, але і попередньою технологією вирощування культури чи догляду за ним. Це стосується, зокрема, таких показників, як кислотність (рН), потужність гумусового горизонту, агрегатний склад, водний і поживний режим, щільність ґрунту (у т. ч. наявність так званої плужної плити), ґрунтова ерозія, наявність у ґрунті

шкідників, насіння бур'янів, стан передпосівної підготовки ґрунту, експозиція локального контуру поля, попередники тощо. Всі ці відмінності агроекологічних умов у межах окремих контурів поля необхідно вирівняти.

Польові землі також поділено на технологічні групи в системах ПСЗ КМОТ (система протиерозійних заходів при контурно-меліоративній організації території). Але вони відображають лише загально територіальні умови. При застосуванні прецизійних (точних) технологій у рослинництві йдеться про ділянки меншого(і малого) масштабу в межах одного поля або окремої ділянки, відмінності між якими слід нівелювати заходами поточної (автоматичної) зміни параметрів виконання агротехнічного прийому (автоматична зміна глибини основного і передпосівного обробітку ґрунту, норми висіву насіння, внесення добрив і засобів захисту рослин тощо). Усього цього досягають, знову ж таки, шляхом автоматичної зміни регулювання машин. Цей спосіб дає змогу передусім знизити виробничі витрати та, одночасно, – можливий негативний вплив на екологічні умови навколишнього середовища.

В першу чергу потрібні детальні дані щодо характеристики агротехнічного фону інформація про водний і поживний режими ґрунту, про те, наскільки вони різняться на окремих ділянках малого розміру, наскільки значними є відмінності в урожайності. Якщо контрастність висока, витрати на придбання прецизійних систем з високою імовірністю окупяться. Якщо ж ці відмінності незначні на даному полі, доцільність введення диференційованого (точного) виробництва польових культур буде сумнівною.

Точне рослинництво – це новітні вдосконалені технології із виробництва сільськогосподарської продукції.

Технологія точного рослинництва включає такі етапи: створення електронних карт полів; створення бази даних по полях – площа, врожайність, агрохімічні та агрофізичні властивості (фактичні і нормативні), рівень розвитку рослин; проведення аналізу інформації для розроблення і прийняття рішень; подання команд на чіп-карти технічних пристроїв сільськогосподарських агрегатів для проведення диференційованого оброблення рослин.

Попередній аналіз локальних умов на великих площах полів у Європейських країнах здійснюється шляхом використання системи глобального позиціонування СГП (від англ. *Global Positioning System – GPS*). За її допомогою досить точно визначають конфігурацію полів, межі ділянок,

які відрізняються характеристикою агрофону. Далі вже використовують різні за точністю і витратністю методи аналізу ґрунту. Це може бути:

а) аналіз супутникових знімків. Їх цілком легально можна купити в державних і приватних організаціях Європи і Америки. За допомогою комп'ютерної техніки цю інформацію перетворюють на агротехкарти. Вважається (А. Шинделов, 2004), що цей метод аналізу полів відносно недорогий;

б) аналогічну, але більш точну інформацію можна одержати зйомкою відеофільмів та інфрачервоних фотографій з літака. Затрати також будуть невисокими;

в) досить точний, але вже дорожчий метод обстеження полів — картування врожайності зерна, яке здійснюється бортовим комп'ютером агрегату під час збирання. В Україні він, схоже, є найбільш реальним у найближчій перспективі.

За допомогою спеціальних вимірювальних пристроїв, з урахуванням ширини захвату збирального агрегату, бортовий комп'ютер визначає врожайність посіву в різних місцях поля. Інформація записується на ЧП (PCMCIA) і обробляється на стаціонарному комп'ютері для наступного зіставлення з характеристиками ґрунту на окремих ділянках.

Важливе значення мають також аналізи ґрунту на вміст поживних речовин, фізико-хімічний склад і електропровідність. Вони дають змогу добути об'єктивні дані про вміст у ґрунті вологи і катіонів. Бонітування проводять шляхом растрового (деталізованого по елементах) аналізу. Місце взяття проби фіксується за допомогою приймача СГП – системи глобального позиціонування.

Описана технологія дає змогу скласти досить точні карти поверхневого шару ґрунту окремих, чітко обмежених ділянок поля. Одержані в результаті аналізів карти використовують для попередньої оцінки економічної доцільності прецизійних технологій. Якщо одержано вагомі дані на користь їх застосування в сівозміні, виготовляють робочі карти прецензійного (точного) проведення польових робіт, основної і передпосівної підготовки ґрунту, основного внесення добрив, сівби, наступного внесення добрив та ін.

Ведення польових робіт за допомогою інформації, закладеної в технологічні карти в системі точного рослинництва стало реальним завдяки системі глобального позиціонування (СГП). За допомогою СГП можна досить точно вести агрегати поза планованих і введених в комп'ютер віртуальних ліній їх руху. Ступінь точності роботи агрегатів залежить і від способів

введення коригувальних сигналів і потужності установлених DGPS-приймачів.

Різні елементи точного землеробства, за статистичними даними, у США використовують понад 80% фермерів, у Німеччині – 70%. Європейські фермери елементи точного землеробства застосовують навіть на 0,5 га.

За даними асоціації Українського клубу аграрного бізнесу, точними технологіями сьогодні покриті не більше 15% українських сільгоспугідь. Сьогодні в Україні впровадження точного землеробства застосовується переважно у великих агрохолдингах, що зумовлено великою вартістю та складністю цих робіт.

2. Технологічні прийоми прецизійної технології вирощування.

Прецизійне рослинництво здійснюється за непрямого (*offline*) і прямого (*online*) одержання інформації. Непрямий спосіб полягає в попередньому одержанні величин із зазначенням топографічних координат. На цій основі на стаціонарному комп'ютері виготовляється так звана аплікаційна карта даних і визначається (оптимізується) форма цієї інформації для бортового комп'ютера. Зупинимося на окремих технологічних прийомах прецизійної технології вирощування польових культур.

Точний обробіток ґрунту полягає в адаптуванні інтенсивності обробітку відповідно до ґрунтових умов локальних агрофонів поля, завдяки чому створюються гомогенні умови вегетації польових культур. Диференціацією глибини обробітку, зокрема, досягається економія паливно-мастильних матеріалів, що вже само по собі досить важливо, враховуючи високу вартість цих енергоносіїв. Інтенсивність культивуації (швидкість руху агрегату, тиск лап) може змінюватися за різних характеристик ґрунту, наприклад, його твердості, яка може коливатися залежно від макро- і мікрорельєфу поля, різних попередніх культур, та ін.

Сівба. Це відносно простий елемент диференційованого рослинництва. Змінною величиною тут виступає норма висіву насіння з урахуванням умов зволоження окремих частин поля (вище або нижче рівень залягання ґрунтових вод, звідси більша або менша густина посіву, тобто більша або менша норма витрати насінного матеріалу).

При цьому, звичайно, враховують і такі складові врожайності, як сорт, агрокліматичний потенціал поля і його відмінностей, а також попередник (якщо в полі вирощували декілька культур), кількість опадів за вегетаційний період, їх розподіл по періодах вегетації культури.

Удобрення. Прецизійне внесення добрив – один з найбільш поширених і найвагоміших технологічних прийомів диференційованого рослинництва. Використовують дані агрохімічних обстежень, уточнюючи їх взяттям проб за допомогою напівавтоматичних установок на спецмашині. Географічна позиція визначається системою СГП (GPS) з використанням приймача DGPS. Ці дані використовують під час першого внесення добрив. Далі обов'язково проводять листову діагностику або оперативний ґрунтовий контроль за вмістом поживних речовин у ґрунті. Щоправда, цей метод більш трудомісткий, ніж листова діагностика. Дані вводяться в бортовий комп'ютер.

Разом з тим для азотних підживлень уже протягом певного часу в Німеччині використовують більш досконалий метод, який не передбачає використання агрохімічних карт поля. Як відомо, інтенсивність азотного живлення можна досить чітко визначати візуально за кольором листя (світло-зелений, зелений, темно-зелений), що свідчить про вміст у листі хлорофілу. Його визначають приладом-сенсором (Hydro N-сенсор), установленим на агрегаті. Сенсор одержує сигнал від відбитих посівом сонячних променів. Інтенсивність відбитих сонячних променів тісно корелює з наявністю у листках хлорофілу, тобто з інтенсивністю забарвлення листя. Цей метод доцільно застосовувати також при обприскуванні поля проти ушкодження листя хворобами (наприклад, прапорцевих листків різного ступеня ураженості, зокрема телеїтоспорами та ін.).

Важкою перевагою цього методу є те, що він ефективний тільки в сонячну погоду. Тому останнім часом застосовують «активні» сенсори. Вони вимірюють інтенсивність відбитого рослинами лазерного випромінювання, яке посиляє сенсор.

Регулювання норм витрат добрива та отрутохімікату здійснюють за допомогою спеціальних регулювальних пристосувань на розкидачах і оприскувачах. Така система безпосереднього одержання інформації (online) під час роботи агрегату дає змогу значно скоротити виробничі витрати. Її можна використовувати і в боротьбі з бур'янами на парах, луках і на посівах просапних культур.

Досвід підприємств у країнах Заходу показує, що *переваги* точного рослинництва полягають передусім в економному витрачанні добрив, насіння, отрутохімікатів, що дає переваги в екологічному та економічному плані. Завдання підвищення врожайності не є пріоритетним. Те саме

стосується і фінансової сторони питання: економічний ефект від приросту врожайності становить близько 30 євро/га.

Обробіток ґрунту з одночасним диференційованим локально-стрічковим внесенням чотирьох видів добрив дав змогу зменшити витрати основних добрив до 50 % в порівнянні з розкиданням їх по полю. Одночасне проведення обробітку ґрунту, внесення добрив і посіву заощаджує близько 40 % пально-мастильних матеріалів порівняно з технологією mini-till (табл. 5).

Таблиця 5.

Затрати на застосування способів диференційованого (точного) рослинництва (за А. Шинделовим, 2004).

Агротехнічний захід	Вартість, євро	Питомі витрати, євро/га, при площі землекористування, га	
		2000	3000
Проби ґрунту (DGPS-приймач, ноутбук з пакетом прикладних програм, автомобіль, зарплата, агрохімічна карта поля)	6500	8,50	7,67
Основне внесення добрив (DGPS-приймач, бортовий комп'ютер, причіп-розкидач, електронне обладнання, накладні витрати, карта внесення)	24000	10,15	7,98
Картування врожайності комбайном (DGPS-приймач, відповідне супутнє обладнання, карта врожайності)	11500	9,60	8,57
Внесення азоту при підживленні (DGPS-приймач, бортовий комп'ютер, електронне обладнання, причіп-розкидач, карта внесення, N-сенсор, накладні витрати).	37500	4,52	3,59
Бюро (PC з РСМСІА-обладнанням (ЧП), пакет прикладних програм щодо внесення добрив і картування поживних речовин)	6000	4,14	3,46
<i>Усього</i>	85500	36,91	31,27

З наведених у таблиці 4 даних випливає, що для придбання необхідної техніки і електронного обладнання потрібно 85,5 тис. євро без урахування

відповідних платежів у разі їх імпорту. За більшої площі землекористування питомі витрати з розрахунку на 1 га земельної площі знижуються досить істотно (15,0 %). У господарствах України переважають великі площі землекористування. Тому вигідність застосування прецизійних технологій може бути більшою, ніж у країнах Європи.

Однак широке використання цих технологій утруднюється, передусім через високу вартість необхідної техніки та обладнання і недостатню доступність цього обладнання. Велике значення має часто ще невисока врожайність, не завжди сприятливі кліматичні умови. Потрібні також висококваліфіковані спеціалісти для роботи з електронною технікою та електронною обробкою одержаних даних і висококваліфіковані механізатори. Крім того, застосування певних електронних приладів (наприклад, для місцезнаходження агрегату і навігації по полю) може обмежуватись чинним законодавством.

Світова практика доводить, що термін окупності приладів точного землеробства у великих господарствах становить 2-4 роки. За даними Інституту точного землеробства (США), диференційоване внесення добрив забезпечує економію в 10 % на кожному гектарі.

Разом з тим, враховуючи часто значну і велику розмаїтість агроекологічних умов на великих полях, при великомасштабному землекористуванні в Україні застосування прийомів прецизійного землеробства в рослинництві може бути досить актуальним і рентабельним. Важливими факторами на користь його є поліпшення екологічних умов на полях, досить вагома економія пального, добрив, посівного матеріалу.

Питання для самоконтролю:

1. Використання GPS-навігації в рослинництві.
2. Система диференційованого внесення добрив.
3. Система картування врожайності.
4. Навігатори та автопілоти, їх використання в рослинництві.
5. Затрати на застосування способів диференційованого (точного) рослинництва.

ТЕМА 9 АЛЬТЕРНАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ

1. Передумови виникнення альтернативного рослинництва
2. Теоретичні основи біодинамічної системи.
3. Компоненти біодинамічного рослинництва.
4. Органічна система рослинництва.
5. Основи біологічного рослинництва.
6. Особливості органо-біологічної системи рослинництва.
7. Проблеми та перспективи альтернативного рослинництва.

1. Передумови виникнення альтернативного рослинництва.

Незважаючи на вагомі успіхи в підвищенні врожайності, інтенсивна технологія створила не менш вражаючі проблеми в енергетичному балансі і, особливо, в екологічному. Не в усіх випадках підтверджувалася також економічна ефективність.

Паралельно з інтенсифікацією технологій частина вчених послідовно розвивала і пропагувала технології, в яких не допускалося застосування агрохімікатів. Вони зрозуміли, що всепрогресуюча інтенсифікація є чужорідною для природи і з часом буде все частіше створювати величезні, навіть непередбачувані проблеми. Все це спричинило пошуки альтернативних (органічних) технологій. В останні роки все більше уваги приділяється біологічним (органічним, екологічним, біодинамічним тощо) технологіям, що засновані на екологізації і біологізації інтенсифікаційних процесів. Біологізація – це максимальне узгодження технологій з біологічними вимогами культури і сорту. Біологізація має тісно пов'язуватися зі зниженням антропогенного навантаження на ґрунт.

Поняття «альтернативне землеробство (рослинництво)» по суті є багатофункціональною агроекологічною моделлю сільськогосподарського виробництва, яке базується на ретельному менеджменті (плануванні й управлінні) агроecosystem, максимальному використанні біологічних чинників збільшення природної родючості ґрунтів, агроекологічних методів боротьби зі шкідниками і хворобами, а також перевазі біорізноманіття, зокрема місцевих та унікальних видів, сортів, порід тощо. Підвищення продуктивності виробництва та якості сільськогосподарської продукції можливо при повній відмові від засобів хімізації, хоча деякі напрямки альтернативного землеробства допускають їхнє обмежене використання.

Таким чином, альтернативне землеробство (рослинництво) включає систему агротехнічних заходів, що виходять, насамперед, з екологічних закономірностей організації виробництва сільськогосподарської продукції, ґрунтується на глибокому розумінні процесів, що відбуваються в природі, спрямоване на поліпшення структури ґрунтів, відтворення їх природної родючості та сприяє утворенню екологічно стійких агроландшафтів.

Дотримання позитивного балансу поживних речовин в альтернативному рослинництві здійснюється за рахунок використання підстилкового і безпідстилкового гною, деревного попелу, кісткового борошна, а також «сирих» мінеральних порід (фосфатного борошна, крейди, вапна, доломіту, томасшлаку, калімагнезії), розмелених сухих водоростей та ін. Важливе значення в альтернативному рослинництві надається багаторічним бобовим травам, вирощуванню сидеральних культур, внесенню соломи зернових і бобових культур, гички цукрових і кормових буряків.

Мета альтернативного рослинництва – екологічно збалансоване рослинництво та тваринництво з метою забезпечення людини екологічно чистими продуктами харчування.

Таким чином, основними ознаками альтернативного рослинництва є:

- відмова, якщо є можливість, від використання легкорозчинних мінеральних добрив і, насамперед, азотних, а також хімічних засобів захисту рослин;
- стимулювання біологічної активності ґрунту шляхом широкого застосування органічних відходів тваринного походження, компостів, зелених добрив, побічної продукції рослинництва, фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями.

2. Теоретичні основи біодинамічної системи.

У світі існує кілька напрямів альтернативного землеробства: біодинамічне, органічне, біологічне, орґано-біологічне, орґано-біодинамічне та ін.

Найраніше було створено систему *біодинамічного землеробства*. Його теоретичні положення розроблені ученим Р. Штайнером (1924 р.) і О. Чижевським (1976 р.).

Біодинамічне рослинництво (з грець. “*біос*” – життя і “*динаміс*” – сила, рух) базується на холістичному (*holis* – цілісний, повний) підході до ведення сільського господарства з поєднанням усіх переваг збалансованого екстенсивного рослинництва і тваринництва, усвідомленням й умілим

використанням біологічних циклів рослин і тварин, що пов'язані з астрономічним та метафізичним впливом на природні явища, глибокому розумінні процесів, що відбуваються в природі і спрямовані на поліпшення структури ґрунтів, відновлення їх природної родючості, створення екологічно стійких агроландшафтів. Характерна особливість: раціональне використання земельних і космічних чинників у сільськогосподарському виробництві.

Біодинаміка (біологічна динаміка) виникла в Німеччині, яка більше за інших використала хімію в сільському господарстві. Основоположниками теорії цієї системи є німецькі вчені Рудольф Штайнер і Марія Тун та австралійський учений Алекс Подолінський. Це один з найбільш розвинених в Європі (Німеччина, Швеція, Данія) напрямів альтернативного землеробства.

Це вчення передбачає цілісний підхід до осмислення системи «ґрунт – рослина – тварина – людина». Господарство розглядається як замкнена система, життєві процеси якої взаємопов'язані та базуються на кругообігу поживних речовин. В 30-ті роки ХХ ст. біодинамічну систему рослинництва вже застосували окремі фермери в Австрії та інших країнах Західної Європи. В цій системі використовують спеціальні біодинамічні препарати (гумусні, кремнієві, компостні), а також витяжки, відвари і продукти бродіння з рослин (для позакореневого підживлення і внесення у ґрунт), стимулятори росту (для захисту рослин). Поряд із загальними принципами для всіх альтернативних систем вона будується з урахуванням впливу природних (земних і космічних) ритмів на сільськогосподарське виробництво. Обробіток ґрунту, посівів, догляд за посівами, виготовлення компостів та організацію заходів боротьби із бур'янами проводять у сприятливі періоди, настання яких зумовлене перебуванням Місяця в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї. При біодинамічній системі землеробства підвищується роль сівозмін, попередників і мішаних культур.

Біодинамічна система має ряд відмінностей:

1. Рослинництво базують не тільки на природних (земних) чинниках (флора, фауна, мікроорганізми, мінерали), а й на космічних (випромінювання Сонця, Місяця та ін. планет), оскільки все живе — це добре збалансоване ціле, яке перебуває у взаємозв'язку із космосом.

2. Використання впливу космічних чинників на сільськогосподарське виробництво шляхом застосування біодинамічних препаратів.

Тобто, в основі біодинамічного рослинництва лежить не просто відмова від хімізації, але й прагнення створити таку систему вирощування рослин, яка б забезпечувала високу стійкість (адаптацію) рослин до несприятливих умов. Головна теза біодинамічного рослинництва – удобрювати не рослину, а ґрунт. Для цього необхідно створювати “живий ґрунт“, який удобрюють органічними добривами, найкращим з яких є правильно виготовлений компост. У компості поживні речовини містяться у формі, що найбільш сприятлива для рослин. Крім того, завдяки багатій мікрофлорі і дощовим черв’якам – він є своєрідним концентратом ґрунтового життя, активізує біологічні процеси в ґрунті.

Компост із рослинних решток і гною в біодинамічному рослинництві є основним і єдиним добривом. Компостування проводиться дуже ретельно, з використанням відповідних біодинамічних препаратів. Застосовують також зелені добрива. Удобрення органікою поєднують із дотриманням сівозмін, які включають бобові культури. Свіжий гній не використовують, а компостують впродовж 6-ти місяців.

Синтетичні азотні добрива, розчинні фосфорні добрива, калійні солі, що містять хлор, а також складні добрива не можна застосовувати взагалі. Розмелену гірську породу, вапно і фосфорити дозволяється використовувати залежно від агрохімічної характеристики ґрунту. Краще дати їх у компості або активізувати перед застосуванням.

Рослина перебуває між двома полюсами середовища – земним і космічним. Тому біодинамічне рослинництво ґрунтується на врахуванні впливу на рослину двох основних чинників: земних (флора, фауна, мінерали, мікроорганізмів) і космічних (сонячне випромінювання та випромінювання інших планет, атмосферне тепло та ін.).

Біодинамічна система передбачає:

- проведення агротехнічних заходів з урахуванням цілісних ритмів Землі;
- використання спеціальних біодинамічних препаратів.
- приготування гумусних препаратів з рогів тварин і гною.
- кремнієві - з рогів і розмеленого кварцу.
- компостні препарати – з деревію, кропиви, ромашки, дубової кори, валеріани які змішуються з гноєм.
- боротьба з шкочинними об'єктами без хімічного втручання.

3. Компоненти біодинамічного рослинництва.

Методи ведення біодинамічного землеробства ґрунтуються на таких компонентах:

1) Урахування впливу на рослину флори і фауни.

Вплив на рослини тварин, особливо завдають шкоди (наприклад, шкідливих комах, гризунів), більш ніж відчутно і тому давно в сфері уваги людини. Рослини самі можуть впливати один на одного. Прямий вплив здійснюється при безпосередньому сусідстві рослин через виділення різних речовин корінням і листям. Листя виділяють або летючі ароматичні речовини, або водорозчинні, які при поливі або дощі змиваються і потрапляють у ґрунт. Коріння також виділяють у ґрунт велику кількість водорозчинних органічних сполук, серед яких чимало і біологічно активних: стимуляторів або, навпаки, інгібіторів. Вони поглинаються корінням розташованих поруч рослин і роблять на них певний вплив.

Враховують також позитивний вплив одних рослин на інші, тобто взаємовплив між рослинами. Наприклад, волошка синя, глуха кропива позитивно впливають на зернові хліба. За даними швейцарських дослідників при підсіві волошки до пшениці було зібрано на 14 % більше зерна, ніж на контрольному варіанті.

Непрямий вплив здійснюється через ґрунт. Вплив попередньої культури на ріст і розвиток наступної за нею культури проявляється у зміні властивостей ґрунту, збагаченні або, навпаки, збіднінні органічними або мінеральними речовинами, розпушенні або ущільненні.

Тому одна з основних особливостей біодинамічного землеробства - поєднання і чергування культур, що відрізняються здатністю брати із ґрунту різні елементи живлення (виснажувати його або збагачувати), та облік взаємовідносин між рослинами. Звідси увага до сусідства рослин, особливостей побудови сівозмін, очищення ґрунту від хвороб і шкідників.

2) Взаємозв'язок рослин з компонентами космосу.

Теоретичні основи біодинамічної системи зводяться до поєднання за допомогою біодинамічних методів рослинництва з цілісним ритмом Землі. Обробіток ґрунту, сівбу, догляд за посівами слід здійснювати в сприятливі періоди, настання яких зумовлено розміщенням Місяця в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї.

Місяць, Сонце, планети Сонячної системи посилають до них свої видимі, а більшою мірою невидимі промені. Всі вони послаблюють або підсилюють фізіологічні процеси організму. Але сила цих наказів різна в залежності від руху небесних світил. Ситуація на небі змінюється з кожною годиною і в

кожен момент часу вона – єдина і неповторна. Відповідно до ситуації, що відбиває взаємне розташування планет Сонячної системи і сузір'їв зодіаку, змінюється й характер космічного впливу на рослини. Щоб враховувати всю повноту впливу різноманітних чинників, прихильники біодинамічного землеробства користуються спеціальними календарями. Вони дещо відрізняються від показників звичайного і місячного календарів, які виходять з даних про положення сузір'їв, отриманих древніми астрономами більше двох тисяч років тому, і не враховують, що з тих пір становище точки відліку для складання точних зіркових календарів змінилося. Зараз такою точкою відліку служить положення Сонця в день весняного рівнодення.

Розміщення небесних тіл рекомендують враховувати при приготуванні компостів та організації боротьби з бур'янами.

3) Виготовлення біодинамічних препаратів.

Важливим компонентом біодинамічного рослинництва є спеціальні біодинамічні препарати, які виробляють для активізації мікробіологічних процесів у ґрунті. "Гумусні" препарати готують з рогів тварин і гною, "кремнієві" – з рогів і розмеленого кварцу. "Компостні" препарати готують з різних рослин — деревію, кропиви, ромашки, дубової кори, валеріани тощо, а потім змішують з гноєм. Витяжки, відвари і продукти бродіння з рослин використовують як добриво для позакореневого підживлення і внесення в ґрунт, стимуляції росту і для захисних цілей. Вони поліпшують якість врожаю, рослини стають більш здоровими і стійкими до захворювань, шкідників.

Цілком раціональна рекомендація біодинамічного землеробства щодо застосування для підживлення ґрунту борошна з водоростей у дозі до 600 кг/га, яке вміщує велику кількість мікроелементів. Разом з тим запропонована система включає використання особливих біодинамічних компостних препаратів із рослин (кропива, хвощі, пижма, валеріана), заготівлю та виготовлення яких проводять у певні терміни, які визначаються певним розташуванням небесних світил, що забезпечують "активізацію" цих компостів.

Витяжки, відвари і продукти бродіння з рослин використовують як добрива (для позакореневого підживлення і внесення в ґрунт), як стимулятори росту і для захисних цілей.

Найбільше поширення одержали препарати з кропиви і хвощу. Для їх приготування кропиву (до цвітіння) подрібнюють, додають дощову воду (1 : 10) і витримують 1-2 тижні. Рідину, що перебродила (витяжку),

використовують при розведенні у 10 разів. Вона містить вітаміни і стимулятори росту, її можна застосовувати проти попелиць. Препарат хвощу польового готують так: рослини подрібнюють, додають воду (1 : 1), кип'ятять і настоюють 30 днів. Відвар придатний для підживлення, боротьби з грибними хворобами (борошниста роса тощо). Майже так само готують і використовують (головним чином для захисних цілей) препарати з живокосту, полину гіркою, грициків, пижма лікарського тощо.

Застосовують їх в малих дозах, як гомеопатичні препарати. Використовують для обприскування рослин, ґрунту, додають до гною чи компосту.

Готують їх із природних продуктів і застосовують для збільшення чутливості рослин і ґрунтових організмів до впливів, що походять від Землі і з космосу. Одними з них обприскують ґрунт до посіву рослин для активізації росту коренів і життєдіяльності ґрунтових організмів. Інші застосовують для обприскування листя з метою стимуляції фотосинтезу і поліпшення якості врожаю. Цілий ряд препаратів розроблений спеціально для внесення в компостну купу.

Біодинамічні препарати не дають прибавки врожаю, але вони покращують його якість, роблять рослини більш здоровими і стійкими до хвороб і шкідників, подовжують зберігання продукції. Використовуються вони в настільки малих дозах, що розглядати їх як підживлення рослин не доводиться – скоріше тут запрошується аналогія із застосуванням гомеопатичних ліків.

Біодинамічні препарати можна придбати в готовому вигляді в асоціаціях біодинамічних фермерів багатьох країн. У нас препаратів поки немає, тому що і про саме біодинамічне землеробство мало хто знає.

Розуміючи всю складність проблеми, прихильники біодинамічного методу орієнтуються, головним чином, на впровадження його на невеликих фермах, а також на ділянках овочевих і плодових культур.

У цьому напрямку є багато дискусійного, проте, біодинамічне рослинництво сприяло створенню біологізованих технологій. Надзвичайно цінним у цьому напрямку є: відсутність забруднення навколишнього середовища та екологічна чистота продукції.

4. Органічна система рослинництва.

Органічна система рослинництва ґрунтується на повній відмові від засобів хімізації, тобто продукти харчування вирощують, зберігають і

переробляють без застосування синтетичних добрив, пестицидів або регуляторів росту. На сьогодні розроблено і застосовуються технології вирощування зернових культур без застосування мінеральних добрив та пестицидів.

Складові органічного рослинництва:

- Збереження біорізноманіття (до 5 % території – непорушені ландшафти);
- Насичення сівозміни бобовими культурами;
- Обов'язкове використання сидератів;
- Удобрення за рахунок лише органічних добрив;
- Використання сортів і гібридів з підвищеною стійкістю до шкочинних об'єктів;
- Застосування безгербіцидних технологій контролю бур'янів;
- Використання нових високопродуктивних знарядь для обробітку ґрунту та догляду за посівами;
- Економічно обґрунтоване виробництво екологічно чистої продукції.

За органічної системи дозволяється застосування мікроорганізмів, мікробіологічних продуктів і природних препаратів рослинного, тваринного або мінерального походження. До збирання врожаю можна застосовувати бордоську рідину, мікроелементи, попіл, вапняк, гіпс, рибну емульсію, мило. Європейський різновид органічної системи землеробства дозволяє використовувати компости, кісткове борошно, «сирі» породи (доломіт, глауконітовий пісок, крейду, вапно, польовий шпат).

У деяких регіонах світу здавна застосовуються так звані «природні пестициди». Вже 150 років у США як засіб захисту в сільському господарстві застосовують «діатому землю», що являє собою подрібнені кістяки мікроскопічних діатомових водоростей. Дія препарату механічна: дрібні частки забивають трахеї комах. Цей же принцип використовують птахи, які купаються в пилюці для позбавлення шкірних і пір'яних паразитів.

Здавна при вирощування овочів використовують природні бактеріальні препарати: збирають трупи загинлих від захворювання комах, розмелюють і розпорошують по полю для зараження живих шкідників.

Настоем зеленого перцю, змішаного з часником або тютюном, обприскують рослини для боротьби з колорадським жуком, тютюновою мозаїкою тощо. У Центральній та Південній Америці широко використовується ромашка піретрум, яка у вигляді пудри діє як контактна отрута. У флорі України також відомо багато рослин із вираженою

інсектицидною активністю: цибуля, часник, живокіст, софора, молочай, хрін, гірчиця, петрушка, дурман, мак та ін.

Додавання у зернохновища кремнієвої пудри зберігає зерно від ушкодження комахами. Обприскування сумішшю отриманою з панцирів ракоподібних і кутикул комах (хітозан та карбоксиметилхітозан), дозволяє зберігати фрукти свіжими протягом 9 місяців.

Пестициди використовуються лише у крайніх випадках, коли ніякі інші засоби не допомагають і лише при суворому обмеженні строків. Так, якщо на полі вирощують багаторічні культури, то хімічні засоби не слід застосовувати протягом 12 місяців до появи бутонів, а при вирощуванні одно- і дворічних культур – протягом 12 місяців до їх сівби (садіння).

Органічна система зародилася в Європі у 1983 році, коли була створена перша організація органічного землеробства – Клуб «Біокультура» (Угорщина, Будапешт). На сьогодні вона поширена в Європі, Австралії, Північній та Латинській Америці.

В Україні підприємство «Агроекологія» керується принципами органічного землеробства з кінця 1970-х років і лише у 2000 році отримало за європейськими стандартами сертифікацію своїх угідь як «органічних».

5. Основи біологічного рослинництва.

У Франції в 1964 році розроблено основи *біологічного землеробства (рослинництва)*, названого на честь автора «система Лемер-Буше», згідно з якими заборонено використовувати мінеральні добрива. Основним добривом є органічне як "специфічне" джерело живлення рослин. До загортання у ґрунт органічні добрива компостують, щоб вони проходили фазу аеробної ферментації. Також застосовують кісткове борошно, "сирі" породи.

Важлива опора біологічного землеробства – сівозміна з ощадливим режимом насичення одними культурами і застосування сидератів.

Для боротьби зі шкідниками і хворобами рекомендуються запобіжні заходи, а проти бур'янів – механічні й вогневі. Дозволено застосування природних препаратів – тютюнового пилу, ефірних рослин, порошоків із водоростей і скельних порід, ряду біодинамічних препаратів (настій із кропиви, відвар хвощу або полину гіркого). Дозволяється використання сульфур- і купруммісних препаратів у плодівництві й виноградарстві, а також деяких органічних синтетичних препаратів (манеб), оскільки вони малотоксичні.

Біологічне рослинництво передбачає :

- використання органічних добрив, поживних решток та сидератів;
- запровадження сівозмін з ощадливим насиченням провідними культурами;
- захист від шкідників і хвороб за рахунок застосування запобіжних заходів та нетоксичних (відвари ромашки, часнику, тютюну) і біодинамічних препаратів (настої з кропиви, хвощу чи полину гіркого);
- боротьбу з бур'янами за рахунок механічних чи електромагнітних заходів.

Біологічну систему землеробства застосовують в основному у Франції.

6. Особливості органо-біологічної системи рослинництва.

Органо-біологічна система – найбільш молодий напрям альтернативного землеробства. Поширений, головним чином, у Швеції і Швейцарії. Органо-біологічне ведення виробництва зосереджене на прагненні до створення «живого і здорового ґрунту» за рахунок підтримки й активізації його мікрофлори. Із добрив використовують тільки органічні: гній, сидерати та деякі повільно діючі мінеральні добрива (томасшлак, базальтовий пил).

В його основу покладено ідею про те, що мінеральні речовини із ґрунту поглинаються не тільки у формі іонів, але й макромолекул (мікросом), тобто живих частин матерії, які до поглинання їх рослинами засвоюються ґрунтовими мікроорганізмами, що переробляють важко засвоювані сполуки на легкодоступні для рослин форми. Головне у органічно-біологічному рослинництві є підвищення родючості ґрунту за рахунок оптимізації процесів живлення рослин та активізації ґрунтової мікрофлори. Для цього застосовують поверхневе компостування органічними добривами, поверхневий обробіток ґрунту. Широко використовують сірчані, мідні і бактеріальні препарати, екстракти цибулі, хрону, парафін і рослинні олії для захисту від хвороб і шкідників. Зовсім не використовують синтетичні мінеральні добрива і пестициди.

Теоретичні основи даної системи землеробства розроблені у Швейцарії і полягають в обробітку ґрунту без обертання скиби для підтримання природних мікробіологічних процесів у ґрунті. Поверхневий обробіток ґрунту передбачає будь-які способи обробітку, але на глибину не більше 5 см, через те, що в цьому шарі живої речовини дуже мало. Шар від 5 до 8-10 см можна тільки рихлити, бо рихлення буде забезпечувати повітрям аеробні бактерії, які там живуть. Глибше 10 см живуть анаеробні бактерії, для яких повітря згубне. Крім того, у промисловому масштабі вже випускаються препарати для збагачення ґрунту грибами, бактеріями, водоростями

(наприклад «Біоорган Форте», що містить 500 млрд. мікроорганізмів в 1 г). З добрив використовують тільки органічні (гній, сидерати) та деякі мінеральні повільно діючі добрива (томасшлак, калімагнезію, базальтовий пил). Ведення господарства ґрунтується на принципах балансу поживних речовин, наслідуючи природну екосистему. Поля довгий час мають бути зайняті рослинністю, післяжнивні рештки слід загортати в поверхневий шар ґрунту, в сівозміні обов'язково необхідно вирощувати бобово-злакові травосумішки.

Заходи боротьби зі шкідниками, хворобами та бур'янами аналогічні тим, що застосовуються при біологічній системі. Вказані заходи в поєднанні з поверхневим обробітком ґрунту створюють сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, які забезпечують живлення рослин.

З погляду агроєкології це найбільш продумана система, яка дозволяє контролювати природність кругообігу речовин в агроєкосистемах кожного окремого господарства. В основі системи – прагнення до створення «живого і здорового ґрунту» за рахунок підтримки і активізації мікрофлори.

Господарство розглядають як єдиний організм, в якому чітко відрегульований кругообіг і циклічність поживних речовин. Тобто, господарство має базуватися на принципах балансу поживних речовин, реутилізації всіх відходів, наслідуючи природну екосистему.

Тут також виключається застосування мінеральних добрив і пестицидів, але екологічні вимоги менш жорсткі. Заборона на використання мінеральних добрив обмежується тільки роком, який передує збору врожаю на даному полі.

Біологізація виробництва в цій системі досягається шляхом максимальної стимуляції діяльності ґрунтової мікрофлори. Для цього:

- у сівозміні рекомендується вирощувати бобово-злакові травосумішки, поля довгий час мають бути зайняті рослинністю;
- післяжнивні рештки слід загортати в поверхневий шар ґрунту;
- дозволено застосовувати тільки органічні (гній, сидерати) та деякі мінеральні добрива тривалої дії (томасшлак, калімагнезію, базальтовий пил);
- заходи боротьби зі шкідниками, хворобами та бур'янами аналогічні тим, що застосовуються в біологічній системі.

Таким чином, удобрюють не рослину, а ґрунт, який “родить здорові рослини“. Вказані методи в поєднанні з поверхневим обробітком ґрунту створюють, за думкою прихильників системи, сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, які забезпечують живлення рослин.

7. Проблеми та перспективи альтернативного рослинництва.

У розвинених країнах роль альтернативних систем ведення сільського господарства обмежена, хоча за останнє десятиріччя спостерігалось стрімке збільшення їхньої кількості та розширення географії. У структурі сільськогосподарських угідь і продуктів харчування частка продукції альтернативних фермерських господарств становить менше 1%.

У найбільших масштабах альтернативне землеробство застосовується в Швейцарії. Але продуктивність рослинництва при застосуванні цих систем знижується на 25-30%. Однак, слід підкреслити, що по кількох видах сільськогосподарської продукції досягнуті не тільки стандарти екологічної безпеки, але й відносно високі економічні показники.

Чинником, який затримує розвиток альтернативного землеробства, є економічні проблеми. Прямі витрати на одиницю продукції в альтернативному землеробстві, як правило, вищі через порівняно низьку врожайність, більші витрати праці, особливо на просапних культурах. Витрати енергії також вищі у зв'язку з великою кількістю механічних обробіток ґрунту та високими витратами на виготовлення і внесення органічних добрив. Проте, рентабельність багатьох альтернативних форм не нижча, ніж традиційних, бо вона підтримується високими цінами.

Причини високих цін в основному такі:

- попит на продукцію біологічного землеробства перевищує пропозицію;
- реалізація продукції альтернативного землеробства в більшості випадків проводиться дрібними партіями;
- відсутність гострої конкуренції між виробниками продукції альтернативного землеробства;
- витрати праці та собівартість продукції в альтернативному землеробстві, як правило, більші.

Крім того, враховується моральне право фермера на встановлення більш високої ціни на альтернативну продукцію, оскільки він забезпечує успішний захист ґрунтів від ерозії та водних джерел від забруднення, на що суспільство однак витрачало б кошти.

Біологічне землеробство значною мірою залежить від природних чинників, тому немає гарантії, що продукція буде екологічно чистою і відповідати природному біохімічному складу. При біологічній системі рослинництва із застосуванням тільки органічних добрив відмічається

зниження в ґрунті вмісту рухомих форм фосфору і калію, тому що відмова від внесення мінеральних добрив не забезпечує повного повернення виносених з урожаєм поживних речовин. Комітет з біологізації землеробства (Нідерланди) на основі тривалого вивчення зробив висновок, що альтернативні системи ведення рослинництва можливі тільки в крайніх випадках – при значному погіршенні екологічних умов.

Отже, альтернативні системи землеробства мають і позитивне, і негативне значення. Щоб частково або повністю зняти негативне треба поєднати альтернативні і традиційні системи землеробства, тому сучасні вчені дотримуються моделі інтенсивно-екологічної системи землеробства, яка б враховувала переваги обох систем. Ця система базується на застосуванні методів інтенсивного ведення виробництва з використанням сучасних досягнень науки і техніки, а також на заходах охорони довкілля, максимального використання всіх відходів сільськогосподарського виробництва.

Питання для самоконтролю:

1. Назвіть передумови виникнення альтернативного рослинництва.
2. Охарактеризуйте теоретичні основи біодинамічної системи.
3. Назвіть відмінності біодинамічної системи.
4. Назвіть компоненти біодинамічного рослинництва.
5. Біодинамічні препарати і їх застосування.
6. На якій основі ґрунтується органічна система рослинництва?
7. Назвіть складові органічного рослинництва.
8. Основні складові технології за біологічного рослинництва.
9. На чому зосереджене орґано-біологічне ведення виробництва сільськогосподарських культур?
10. Яким шляхом досягається біологізація виробництва в системі орґано-біологічного рослинництва.
11. Які проблеми та перспективи альтернативного рослинництва?

ТЕМА 10

ЕМ -ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ

1. Діяльність мікрофлори – основа родючості ґрунту.
2. Ефективність ЕМ-технології.
3. Групи мікроорґанізмів, що входять до складу ЕМ – препаратів.

1. Діяльність мікрофлори – основа родючості ґрунту.

В органічному (біологічному, екологічному) рослинництві останнім часом широко застосовується ЕМ-технологія – це система рослинництва із застосуванням (ЕМ) ефективних мікроорганізмів.

Ефективні мікроорганізми – це 86 основних регенеративних штамів мікроорганізмів, які виконують увесь спектр функцій із живлення рослин, їхнього захисту від хвороб та оздоровлення ґрунтового середовища. Тєро Хіга (1988) вивчив понад 3000 основних штамів ґрунтових мікроорганізмів і виявив, що серед регенеративних і патогенних організмів існує 5% штамів, які є найбільш важливими.

Головним завданням ЕМ-технології є створення оптимальних умов для розвитку корисних мікроорганізмів, які мають підвищувати родючість ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур. Збільшення кількості природної мікрофлори ґрунту та стимуляція рослин до більш активної життєдіяльності можлива за рахунок внесення до ґрунту ефективних штамів корисних мікроорганізмів, унаслідок чого підвищується надходження до рослин поживних речовин.

Технічний прогрес приносить людству не тільки матеріальне благополуччя, але й обумовлює постійно зростаюче техногенне навантаження на біосферу – ґрунт, водойми, річки, атмосферу, живі організми. До чинників, які його спричиняють, належить хімізація сільського господарства. Високі дози мінеральних добрив, зростання об'ємів використання хімічних засобів захисту рослин, порушення технології їх застосування, інтенсивний обробіток ґрунту, призвели до негативних екологічних наслідків.

Неефективне використання засобів хімізації порушує саморегуляцію в живій природі, послаблює захисну функцію рослин, тварин і людини. Старі, випробувані агротехнології не в змозі впоратися з даними проблемами. Перед людством постало завдання подальшого розвитку землеробства, пошуку альтернативних шляхів підтримки його високої продуктивності й екологічної безпеки. На заміну старим технологіям прийшла біотехнологія, яка повинна вирішити екологічні, енергетичні та продовольчі проблеми людства. Одним із таких напрямів розвитку є виробництво екологічно чистої продукції без застосування агрохімікатів.

Родючість ґрунту залежить від багатьох чинників. Зокрема, важлива роль належить біологічним чинникам. Діяльність мікрофлори – основа

родючості ґрунту. У ґрунті розвиваються бактерії, гриби, актиноміцети, ґрунтові водорості і найпростіші організми. Багато мікроорганізмів живуть у ризосфері і прилеглому до неї ґрунті у біологічно найактивнішому шарі товщиною 40-60 см.

Розвиток мікроорганізмів у ґрунті залежить від умісту органічної речовини. У родючому ґрунті завжди міститься більше мікробів. Так, в одному грамі дерново-підзолистого ґрунту міститься близько 500 млн. бактерій, а в чорноземах – досягає 2-3 млрд. Зменшення кількості колоній мікроорганізмів приводить до зменшення родючості ґрунту. Розклад, мінералізація і гуміфікація рослинних решток у ґрунті відбувається лише внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів (бактерій, грибів, актиноміцетів) і різних ґрунтових безхребетних. Мікроорганізми повертають асимільований рослинами вуглець до вихідного стану, виступають основним постачальником рослинам аміаку і нітратів, доступного фосфору та калію. У біологізації рослинництва їм відводиться винятково важливе значення. Тому система обробітку ґрунту, внесення добрив, застосування пестицидів, меліорація повинні не пригнічувати і тим більше не знищувати біологічні компоненти агроєкосистем, а все більше залучати їх для формування високої продуктивності й екологічної стійкості агроценозів.

У поверхневому шарі одного гектара родючого ґрунту міститься до 7-10 т живої бактеріальної маси. Впродовж вегетаційного періоду формується близько 30 поколінь бактерій, тобто їх функціонуюча щорічна маса досягає 70-200 т/га. Сама мікробна маса є важливим джерелом (міститься 10-12 % N, 3 % P₂O₅ і 2,2 % K₂O) доступних рослинам елементів живлення. ґрунтові мікроорганізми здатні також синтезувати низку фізіологічно активних речовин (ферменти, стимулятори росту, вітаміни), які навіть у невеликій кількості стимулюють процеси мінералізації, гуміфікації і росту рослин. Завдяки функціонуванню біологічних компонентів ґрунту, рослини засвоюють більше 60 елементів, тоді як з макро- і мікродобривами вони одержують не більше 10. Тому цілеспрямований вплив на біологічні процеси у ґрунті є важливим засобом підвищення величини та якості врожаю. Ризосфера – шар ґрунту навколо коренів товщиною 2-3 см із підвищеним умістом мікроорганізмів. Мікроби перетворюють важкозасвоювані рослинами сполуки у легкозасвоювані.

Біомаса мікроорганізмів, яких в 1 г чорнозему налічується до 2-2,5 млрд., становить 15-20 тон, які, в значній мірі, визначають родючість ґрунту. Переробляючи органічні рослинні рештки та мінеральні речовини, бактерії

забезпечують харчування дощових черв'яків, які пропускаючи через кишковий тракт перероблений ґрунт, видаляють його у вигляді екскрементів (до 123 т/га копролітів), збагачених перегнійними речовинами. Істотно поліпшуючи структуру і родючість ґрунту.

За висновками Слащиніна Ю.І., суть родючості ґрунтів полягає, в "годівлі бактерій та інших живих істот", які живуть у ґрунті. Необхідно нагодувати спочатку мікробів і хробаків, а вони, у свою чергу, нагоднують рослини. Ні мінерали, ані органічна речовина самі по собі не переходять у засвоювану форму. Цю функцію виконують мешканці ґрунтів, про яких і необхідно піклуватися у першу чергу. Така постановка питання в проблемі родючості ґрунтів вимагає зміни традиційного мислення, відмови від інтенсивного обробітку ґрунту. Інтенсивна хімізація знищує мікрофлору і тварин ґрунтового співтовариства, які є основними чинниками підвищення родючості ґрунту.

У природі мікроорганізми співіснують великими таксономічними групами, утворюючи поживні, захисні, підтримуючі один одного симбіотичні ланцюги. Втрата одного з них може призвести до загибелі інших мікроорганізмів. Підвищення родючості ґрунтів шляхом використання мікробіоти ускладнюється тим, що поряд з життєдайними (регенеративними) існують патогенні (дегенеративні) мікроорганізми. Багато азотфіксуючих та фосформобілізуючих мікроорганізмів є антагоністами фітопатогенної мікробіоти,

У рівновазі дані групи мікроорганізмів перебувати не можуть. Та з них, що переважає, витісняє протилежну. Стан ґрунту – точний індикатор того, які мікроорганізми переважають. Ґрунти, в яких переважають анабіотичні чи регенеративні мікроорганізми володіють високою природньою родючістю. Рослини, які вирощують на таких ґрунтах, добре ростуть і розвиваються, стійкі до хвороб і шкідників. Такі ґрунти без хімікатів, пестицидів і промислових мінеральних добрив мають високу потенційну родючість. Якщо ж у ґрунті переважають дегенеративні чи патогенні мікроорганізми, розвиток рослин ослаблений, вони уражуються хворобами і пошкоджуються шкідниками.

Однак, в результаті інтенсивного глибокого обробітку ґрунту, масового застосування мінеральних добрив і пестицидів природна родючість ґрунту різко знизилася. Вчені довели, що глибокий обробіток ґрунту та застосування хімічних засобів, пригнічує активність мікроорганізмів і ґрунтової фауни, руйнує структуру ґрунту. І в результаті

порушується баланс між патогенними та корисними (ефективними) мікроорганізмами, що, в свою чергу, негативно впливає на відтворення родючості.

Отже, з метою збереження здоров'я людини та біосфери необхідно впроваджувати стратегію поступової відмови від хімічних препаратів у сільському господарстві, перехід на альтернативні, екологічно безпечні технології та покращення якості продуктів харчування.

2. Ефективність ЕМ-технології.

Єдиною такою технологією є технологія «Ефективних Мікроорганізмів» (ЕМ-технологія), яка отримала широке розповсюдження завдяки дослідям японського вченого доктора Теруо Хіга. Нова технологія, в основі якої лежить життєдіяльність «Ефективних Мікроорганізмів», виявилася здатною навіть найбідніші ґрунти направити в сторону регенерації в найкоротші терміни.

Тут слід виділити два основних аспекти:

- по-перше, ЕМ прискорюють відновлення родючості ґрунтів за наявності комфортних умов для їх роботи – достатньої кількості органіки, вологи та тепла. За рахунок ефективної переробки органіки ЕМ сприяють процесам регенерації, за яких очищаються повітря та вода, що містяться у ґрунті, поліпшується ріст рослин;

- по-друге, компоненти ЕМ містять у великих кількостях поживні речовини для рослин і тварин. Як показала практика, результати, отримані із застосуванням ЕМ-технологій, досить стабільні, оскільки досягаються шляхом природного та саморегульованого процесу синтезу. Такий процес являє собою, по суті, витончену роботу самої природи.

Результати впровадження ЕМ-технології повністю виправдали очікування. Вдалося різко збільшити врожаї більшості культур: якщо зернових і плодових приблизно в 1,5-2 рази, то овочів на окремих ділянках при інтенсивному застосуванні ЕМ-препарату – в 3-4 рази.

За кілька років удалося значно очистити ґрунт від хімічних і біологічних забруднень, поліпшити їх механічну структуру, підвищити вміст поживних речовин, насамперед, гумусу і, як наслідок, ще більше зростання врожаїв. При цьому значно покращилася їх якість. Плоди й овочі стали помітно крупніше, смачніше, ароматніше. Головне – різко піднявся вміст таких необхідних людині корисних біологічно активних речовин.

У більшості розвинених країн стали відкриватися спеціальні магазини, де за досить високою ціною продавалася вирощена за ЕМ-технологією продукція. ЕМ містить в собі кілька видів мікроорганізмів, включаючи аеробні й анаеробні. Донедавна в мікробіології існувала думка, що несумісні мікроорганізми в одному середовищі жити не можуть.

До складу комплексу ЕМ були включені також одні з найдавніших мікроорганізмів, які брали участь у розвитку перших життєвих форм на Землі. Умови їх існування були екстремальними (висока температура, агресивне газове середовище тощо), але вони вижили та знайшли собі харчування в цьому середовищі.

За способом життєдіяльності та впливу мікроорганізми класифікуються на такі групи: бактерії фотосинтезу, молочнокислі, азотфіксуючі, дріжджові грибки та ін. Названі мікроорганізми взаємодіють у ґрунті, при цьому виробляються ферменти та фізіологічно активні речовини, амінокислоти та ін., які надають не лише прямий, але й непрямий позитивний вплив на ріст і розвиток рослин.

ЕМ бажано застосовувати протягом усього циклу робіт із вирощування сільськогосподарських культур. Для ЕМ-технології надзвичайно важливий період – осінь. Особливо добре, якщо на ділянці, яка обробляється ЕМ ще під час теплої осені, залишається багато зрізаної рослинності та достатньо вологи. Бур'яни, які підрізають плоскорізом в теплу пору, також служать живильним середовищем для ЕМ. Частково розкладені ще до морозів, рослинні рештки, що пролежали під снігом, навесні будуть чудовим кормом і для ґрунтових черв'яків, і для ЕМ. При цьому така ділянка значно очищається від небажаної рослинності, підрізаної з осені плоскорізом.

Чим більше в ґрунті буде корисних мікроорганізмів, тим він буде більш здоровим і родючим. Причому здійснюється це природним чином, бо споконвіку так відбувалося в природі.

Сьогодні ЕМ-препарати з високою ефективністю використовуються в рослинництві, тваринництві, птахівництві, плідівництві, приготуванні кормів, рекультивації земель, очищенні стічних і питних вод, переробці відходів та звалищ тощо. Масштаби використання препаратів дуже великі, а найбільш відомі серед них: «Байкал ЕМ-1», «Сяйво», «Емочки» (ЕМ-А), «ЕМ-бокаші».

Препарати на основі живих культур бактерій у порівнянні з хімічними пестицидами мають ряд переваг: поліфункціональність (ефективність щодо широкого спектру фітопатогенів та нематод, володіють рістрегулюючими

властивостями, покращують мінеральне живлення рослин); екологічно безпечні, оскільки бактерії-антагоністи, що входять до складу препаратів, є природними мешканцями ризосфери та філосфери рослин, не змінюють склад агробіоценозів; нешкідливі для людини, тварин і рослин; мають пролонговану дію, оскільки мікроорганізми, що входять до складу біопрепаратів, здатні заселяти ризо- та філосферу рослин; не викликають звикання до фітопатогенів; короткий термін очікування після застосування препарату на культурних рослинах.

3. Групи мікроорганізмів, які входять до складу ЕМ – препаратів.

Головною причиною виняткової багатофункціональності ЕМ – препаратів є дуже широкий діапазон дії мікроорганізмів, які входять до їх складу. До найбільш великих груп мікроорганізмів, які входять до складу ЕМ – препаратів, належать: бактерії фотосинтезу, молочнокислі, азотфіксуючі, дріжджові грибки, ферментуючі гриби роду *Aspergillus* і *Penicillium* та ін. Названі мікроорганізми взаємодіють у ґрунті, при цьому виробляються ферменти та фізіологічно активні речовини, амінокислоти та ін., які надають не лише прямий, але й непрямий позитивний вплив на ріст і розвиток рослин. ЕМ бажано застосовувати протягом усього циклу робіт з вирощування сільськогосподарських культур.

Фотосинтезуючі бактерії які синтезують корисні речовини, використовуючи сонячне світло та тепло ґрунту. Синтезовані ними речовини містять у собі амінокислоти, біологічно активні речовини та цукри, які сприяють росту і розвитку рослин.

Молочнокислі бактерії утворюють молочну кислоту з органічних речовин, вироблених фотосинтезуючими бактеріями та дріжджами. Молочна кислота є сильним стерилізатором, який пригнічує шкідливі мікроорганізми та прискорює розкладання органічної речовини. Молочнокислі бактерії сприяють розкладанню лігніну і целюлози, ферментують ці речовини, пригнічують *Fusarium*, нематод.

Азотфіксуючі бактерії поглинають атмосферний азот і закріплюють його у вигляді азотистих сполук, збільшуючи запас азоту в ґрунті.

Дріжджі синтезують біологічно активні речовини з амінокислот і цукрів, які продукуються фотосинтезуючими бактеріями та корінням рослин. Секреції дріжджів – корисні субстрати для молочнокислих бактерій і актиноміцетів.

Актиноміцети виробляють антибіотичні речовини - антибіотики, які пригнчують ріст шкідливих грибів і бактерій.

Ферментуючі гриби роду *Aspergillus* і *Penicillium* швидко розкладають органічні речовини, виробляючи етиловий спирт, складні ефіри й антибіотики, запобігають зараженню ґрунту шкідливими комахами та личинками.

Питання для самоконтролю:

1. ЕМ-технології та їх використання в рослинництві.
2. Основні аспекти та результати впровадження ЕМ-технологій.
3. Значення мікроорганізмів у процесів ґрунтоутворення.
4. Використання ЕМ-препаратів у галузях сільського господарства.
5. Назвіть групи мікроорганізмів, які входять до складу ЕМ – препаратів.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроекологія. В.М. Писаренко, П.В. Писаренко, В.В. Писаренко Полтава, 2008. 256 с.
2. Вишневецька О.В. Розвиток інноваційних технологій в рослинництві. Наукові перспективи, № 10 (40), 2023. С. 385-397.
3. Волошина Н.М. Ефективність біопрепаратів нового покоління для захисту польових культур. Сучасні інтенсивні технології в рослинництві в умовах Північного степу України: мат-ли конф. присвяч. 10-й річниці заснування кафедри загального землеробства КНТУ. Кіровоград: КНТУ, 2007. С. 23–26.
4. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: навч. посібник. В.Д. Паламарчук та ін. Вінниця, 2010. 680 с.
5. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
6. Лихочвор В.В. Ресурсоощадна технологія вирощування озимої пшениці для умов Західної України: моногр. Львів: НВФ Українські технології, 1997. 204 с.
7. Лихочвор В.В. Біологічне рослинництво. Львів: НВФ «Українські технології» 2004. 312 с.
8. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології» 2006. 730 с.

9. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Про революційні зміни у технологіях у рослинництві. Зерно. 2010. № 7 [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.zerno-ua/?p=10452>.

10. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 4-е вид., випр. і доп. Львів: Українські технології, 2014. 1040 с.

11. Lutz Goedde, Joshua Katz, Alexandre Menard, Julien Revellat. Agriculture's connected future: How technology can yield new growth. McKinsey & Company. October 9, 2020. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/agricultures-connected-futurehow-technology-can-yield-new-growth>.

12. Малієнко А.М. Соціально-економічні проблеми формування агротехнологій в Україні. Вісник аграр. науки. 2002. № 8. С. 63-66.

13. Малієнко А.М. Загальні закономірності формування технологій мінімального обробітку ґрунту в землеробстві України. АгроІнКом. 2007. № 1-2. С. 18-22.

14. Мостіпан М., Снісаренко В. Сучасна технологія No-Till [Електронний ресурс]. Агробізнес сьогодні. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/2010-06-11-07-03-13/55--no-till.html>.

15. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-е вид., виправ. і доп. Львів: НВФ "Українські технології", 2020. 806 с.

16. Россоха В.В., Соколов Д.О. Технологічні трансформації в агропромисловому виробництві України: тенденції та результати. Інноваційний розвиток економіки: процеси та явища : монографія; за заг. ред. В.Я. Швеця. Держ. вищ. навч. закл. "Нац. гірничий ун-т". Дніпро: [б. в.], 2013. С. 430-474.

17. Роль інновацій у сільському господарстві. В.В. Антощенкова, М.О. Пересада, 2023. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.26>.

18. Сільське господарство України – 2022: збірник. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

19. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: підручник. С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.І. Поліщук. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.

20. Системи технологій в рослинництві: навч. посібник. Г.М. Господаренко, В.О. Єщенко, С.П. Полторецький та ін. Умань: СПД Сочінський, 2008. 368 с.

21. Толмачов В.С., Маринченко Є.О. Особливості вивчення принципів роботи та використання frv-дронів під час підготовки майбутніх спеціалістів професійної освіти. Аграрні інновації. 2023. № 22. С. 97-100.

22. ТОП-10 технологій точного землеробства, які вже прийшли в Україну. URL: <http://agronews.ua/node/80700>.

23. Шевніков. Світові агротехнології: навч. посібник. Полтава: ВАТ «Видавництво «Полтава», 2005. 192 с.

Навчальне видання

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ

Курс лекцій

ПОТАШОВА Лариса Миколаївна

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. _.

Наклад __ пр.

ДБТУ

61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44