

Лекція № 5

Тема лекції: «Класифікація, характеристика та розробка інноваційних агротехнологій»

План лекції

1. No-till, Mini-till і Strip-till технології в агрономії.
2. Нано- та прецизійні технології в агрономії.
3. Технології із застосуванням ГМО та біотехнології.
4. ЕМ – технології в агрономії.
5. Застосування МХ – технології в агрономії.
6. Адаптивні та адаптовані технології вирощування культур.

1. No-till, Mini-till і Strip-till технології в агрономії.

Нульові технології вирощування (No-till) або технології прямого посіву

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

В усьому світі близько 95 млн. га обробляються за системою прямого посіву. Близько 47 % із них припадає на Латинську Америку, 39 – на США та Канаду, 9 – на Австралію і поки що 4 % – на Європу.

Багато фермерів Європи скептично відноситься до систем раціонального землеробства, причинами такої нерішучості є зниження урожайності в перші роки після переходу на нову систему, а також необхідність досить ретельного контролю за виконанням усіх елементів технології.

В Україні також багато господарств пропагує використання прямої сівби, вважають, що No-till:

- 1) знижує собівартість вирощеної продукції;
- 2) знижує ризики і дає стабільний прибуток;
- 3) покращує навколишнє середовище;
- 4) гарантує раціональне використання ґрунту.

Уперше в Україні на нульову технологію в 2002 році перейшла корпорація АТЗТ "Агро-Союз", що в Дніпропетровській області.

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 % поверхні.

Технологія нульового обробітку ґрунту дає можливість:

- 1) відновлювати родючість ґрунту, зберігати фауну ґрунту і ґрунтовий горизонт;
- 2) накопичувати і зберігати рослинні залишки на поверхні ґрунту;

- 3) відмовлятися від попереднього обробітку ґрунту, тим самим економлячи енергоносії;
- 4) безпосередньо розміщувати насіння із мінімальним пошкодженням структури ґрунту;
- 5) зменшувати амортизацію техніки та ремонтні витрати;
- 6) покращувати прохідність техніки на ґрунті через більш стабільну структуру ґрунту;
- 7) зменшувати ущільнення ґрунту, за рахунок зменшення періоду часу коли важка техніка рухається на ньому, здійснюючи на ґрунт несуче навантаження;
- 8) зменшувати розвиток ерозії ґрунту;
- 9) підвищувати інфільтрацію води щоб вона не застоювалася біля плужної підшви;
- 10) збільшувати накопичення вуглекислого газу за рахунок збільшення гумусу.

По суті, в цій технології всі агротехнічні заходи, крім сівби і збирання, замінено хімічними. Необхідно витримати такі компоненти нульової технології: після збирання попередника, замість механічного обробітку ґрунту, внести гербіцид суцільної дії і в оптимальні строки висіяти культуру стерньовою сівалкою.

Чим далі відходить у часі момент, коли оберталася скиба, тим вища ефективна родючість ґрунту, тобто тим вищий урожай. Таких дискретних рубежів існує три.

Перший – після 4-5 років застосування ґрунтозахисних технологій (період після "шокового" стану ґрунту). В цей час ми не поліпшували культуру землеробства, прирости врожаю, порівняно з традиційною технологією, становлять 0,45-0,7 т/га зернових одиниць.

Другий – після 4-5 років впровадження ґрунтозахисних технологій, коли ґрунт значною мірою відновить статус природного тіла, прирости врожаю при тих же витратах, що й раніше, будуть 1,2-2,0 т/га, порівняно з вихідними даними або з традиційними технологіями.

Третій – через 8-9 років використання технологій, ґрунт майже повністю відновлює свій природний статус і його продуктивність менше залежить від стихійних сил природи (посухи, перезволоження та ін.), а середні прирости врожаю у цей період становлять 2,0-2,5 т/га до вихідних. Після 15 років систематичного застосування ґрунтозахисних технологій, за природним статусом ґрунт наближається до цілинних аналогів, він меншою мірою залежить від стихійних факторів ризику і здатний подвоїти врожай порівняно з вихідним аналогом.

Для застосування такої технології в господарстві необхідно:

- 1) кваліфіковані спеціалісти;

- 2) відповідна сучасна техніка;
- 3) засоби захисту рослин та посівний матеріал.

Порівняно із традиційною технологією No-till забезпечує такі економічні переваги:

- 1) на 39% знижуються капіталовкладення в сільськогосподарську техніку;
- 2) на 75% зменшуються потреби за потужністю тракторів;
- 3) на 80% знижуються затрати праці;
- 4) на 84% зменшуються затрати палива;
- 5) на 96% вирішуються проблеми ерозії ґрунту.

Отже, економія на 1 га становить 70,6 \$, тобто 17,7 \$ на тонні складо зниження собівартості.

Що стосується витрати палива, то вона також зменшується при застосуванні No-till у порівнянні до традиційної технології.

При вирощуванні польових культур за No-till можна економити до 60 л дизпалива на 1 га, тому що за цією технологією аграрій виконує лише три-чотири операції:

- 1) посів (затрати палива 5-6 л/га);
- 2) обприскування (до 4 л/га);
- 3) внесення мінеральних добрив шляхом розкидання (2 л/га) і збір врожаю (12 л/га) в залежності від урожайності.

Негативні сторони застосування No-till технологій:

- високовартісна техніка, особливо це стосується сівалок;
- відсутність перемішування шарів ґрунту, що створює дефіцит елементів живлення в певних шарах ґрунтового профілю;
- неможливість загортання в ґрунт органічних добрив та мінеральних добрив в основне удобрення;
- висока потенційна забур'яненість полів;
- збільшення кількості хімічних обробок; зниження урожайності сільськогосподарських культур в перехідний період;
- обмежена можливість застосування даної технології під всі культури, особливо при вирощуванні цукрових буряків;
- підвищена тривалість розкладу рослинних залишків, особливо нерівномірно розподілених на поверхні поля;
- суттєве поширення збудників хвороб та шкідників;
- залежність даної технології від родючості ґрунтів, особливо вмісту гумусу.

Грунтозберігаючі технології (Mini-till) вирощування польових культур в умовах схилених земель України

При грунтозберігаючому землеробстві посів може здійснюватися за один прохід, після одного або декількох проходів із лушенням, або після глибокого рихлення. Грунтозахисні технології поєднуються із розширеним відновленням родючості ґрунту.

Ці технології базуються на мінімальній обробці ґрунту без перевертання скиби (Mini-till), використанні для відновлення родючості ґрунту, поряд із традиційними органічними добривами (гною), побічної продукції (соломи, стебел кукурудзи, соняшнику, бадилля), сидеральними добривами та біостимуляторами росту і розвитку рослин.

Екстенсивний мульчуючий посів (low disturbance, неглибоке розпушування) передбачає між збиранням та посівом тільки обробіток стерні плоскорізами завглибшки не більше 10 см. Висів насіння проводиться за допомогою універсальної рядкової сівалки.

Інтенсивний мульчуючий посів (high disturbance, глибоке рихлення). 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.

Поверхневі рослинні залишки за своєю масою іноді в 4-5 раз перевершують кореневі. Тому, вони більше впливають на технологічні результати роботи машин. Проблеми із забиванням робочих органів виникають при наявності куп соломи, незібраних і полеглих рослин, великої кількості рослинної маси. Диференціація ґрунтообробних машин у залежності від агрофону свідчить, що плуги-луцильники і обертові плуги загального призначення забезпечують задовільну якість (95-98%) загортання рослинних залишків у кількості до 3,0 т/га. Але вони не виконують завдання, якщо маса залишків зростає в 2-3 рази, це під силу лише ярусним плугам.

Щорічний енергетичний потенціал польових культур України за ресурсами біомаси складає:

- залишки зернових (солома) – 2,21 млн. тон;
- стебла кукурудзи – 1,19 млн. тон;
- соняшник (стебла, макуха) – 2,31 млн. тон.

Грунтозахисні технології вирощування культур забезпечують охорону ґрунтів від факторів деградації і дають можливість мати вищу врожайність культур при низькій собівартості вирощеної продукції.

Грунтозахисні технології вирощування культур базуються на мінімальній обробці ґрунту завглибшки 4-5 см (параметри плоскоріза для суцільного мілкового обробітку завглибшки 5-16 см та глибокого 30-45 см) під всі культури сівозміни (у тому числі під цукрові буряки, кукурудзу, соняшник та ін.), біологізації землеробства, використанні нетоварної частини врожаю як органічних добрив,

мульчуванні поверхні ґрунту після жнивними рештками і широкому застосуванні сидератів. Застосування мінімального обробітку ґрунту сповільнює мінералізацію та втрати гумусу. Щорічні втрати гумусу через мінералізацію та ерозію ґрунтів складають 32-33 млн. тонн або більше 10 млрд. грн. збитків.

Впровадження у виробництво цих технологій забезпечує значну економію палива – в 2-4 рази, мінеральних добрив – у 10 разів (компенсується лише азотна недостатність – 10 кг д. р. азоту на тону залишених у полі соломи та інших рослинних залишків), пестицидів у 8 разів (обробляється лише насіння), часу на обробіток ґрунту – в 3 рази, металу на один метр захвату ґрунтообробних машин – у 2-3 рази і вологозберігаючий ефект до 50 мм продуктивної вологи порівняно з технологіями, які базуються на оранці. В той же час ці технології значно підвищують урожайність сільськогосподарських культур: перші п'ять років – на 0,45-0,70 т/га зернових одиниць; в наступні роки – на 1,2-3,0 т/га. Крім того, технологія протиерозійного обробітку ґрунту сповільнює ерозійні процеси до допустимих меж.

Щоб сприяти розвитку кореневої системи, за цими технологіями вирощування, потрібно підвищувати пористість ґрунту без змішування шарів (щільнюванням, глибоким розрихлюванням), для зменшення руйнування структури ґрунту і розчинення органічних речовин.

Відмова від обертання скиби і використання соломи як органічного добрива посилює процеси нітрифікації. Це призводить до меншого вимивання нітратів в зимовий період, сповільнення процесів денітрифікації й втрати мінерального азоту. У той же час заорювання соломи викликає анаеробний процес бродіння, з утворенням важких органічних кислот – пропіонової, масляної, оцтової, які токсичні для вищих рослин.

На агротехнічних фонах із мінімальним обробітком ґрунту інтенсивніше, ніж на оранці, відбувається фіксація атмосферного азоту азотобактером та іншими мікробами, які вільно живуть у ґрунті, що поліпшує режим азотного живлення рослин.

Внесення соломи в ґрунт стимулює мікрофлору останнього, бо даний матеріал являє собою джерело вуглецю.

Одним із найефективніших шляхів прискорення розкладу рослинних решток, є додаткове (компенсуюче) внесення азотних добрив на рівні 1% маси рослинних решток, або близько 10 кг мінерального азоту на 1 т соломи. Якщо цього не зробити, залишення після жнивних решток призведе до зниження врожаю, внаслідок нестачі азоту, а при біологічному розкладі їх відбуватиметься не гуміфікація, а утворення вільної вуглекислоти.

З цією метою застосовують аміачну селітру, що вноситься при обробітку дисковою бороною, або аміачну воду чи безводний аміак, які вносять під час першої культивування за допомогою підживлювачів, встановлених на культиватор. При залишенні стерні, на кожні 10 см її висоти перед обробітком вносять до 10 кг діючої речовини азоту на 1 га. Додаткове внесення азотних добрив не лише усуває

депресивну дію в перший рік після заорювання стерні, але й підвищує загальну ефективність удобрення. В господарствах з розвинутим тваринництвом, замість азотних добрив із соломою, добре використовувати рідкий гній із розрахунку 6-8 т на 1 т соломи.

Спостерігається значне поліпшення агрофізичних властивостей ґрунтів під впливом ґрунтозахисних технологій: зростає структурність ґрунту, зменшується його щільність, утворюється вертикальна орієнтація пор аерації, що значною мірою поліпшує водопроникність і на порядок підвищує несучу спроможність ґрунтів. На поверхні не утворюється ґрунтова кірка, а карбонати ґрунту близько підходять до його поверхні. Посилюється протиерозійна стійкість ґрунтів, спроможність її протистояти водній і вітровій ерозії.

Наявність на поверхні ґрунту мульчі з післяжнивних решток забезпечує зростання температури ґрунту в холодний період року й зниження її у літню спеку. А це виводить тепловий режим ґрунту на оптимум і зменшує невірбнічі втрати вологи через випаровування. Також була відкрита наявність конденсаційної вологи в ґрунті у період посух, коли вона пароподібно переміщується в ґрунті за температурним градієнтом і випадає внутрішньо ґрунтовою рососою на твердо- му посівному ложі, розміщеному близько до поверхні ґрунту.

Систематичне застосування ґрунтозахисних технологій підвищує врожайність вирощуваних культур та поліпшує їхню якість: зростає вміст білка й клейковини в зерні озимої пшениці, і вона переходить у категорії цінних і сильних, збільшується кількість цукру в коренеплодах цукрових буряків, у помідорах, кавунах, динях та інших овочах, що також поліпшує їх смакові властивості.

При впровадженні ґрунтозахисних технологій необхідно враховувати **елементи ризику**, які можуть виникнути при їх застосуванні та здійснювати заходи щодо їх профілактики:

1) відносна азотна недостатність, що спостерігається на низьких агрохімічних фонах у перші 2-3 роки після переходу на безплужний обробіток. Для її запобігання необхідно на фонах нижче N_{45} вносити додатково N_{15-20} , краще – навесні;

2) небезпека підвищення забур'яненості полів, яка буває в перші роки, внаслідок значної засміченості орного шару насінням бур'янів;

3) небезпека збільшення кількості шкідників і хвороб, що спостерігається при порушенні технологій вирощування культур та сівозмін;

4) несистемність виконання технологічних операцій. Порушення виникають, коли в традиційних технологіях 1-2 технологічні операції замінюють на нові, а інші залишаються від старої технології. Тоді різко знижується її ефективність, оскільки вона в повному наборі технологічних операцій не застосовувалася;

5) некомплектність машин і знарядь. Для впровадження ґрунтозахисних технологій необхідний набір машин щодо їхнього технічного забезпечення;

б) психологічна невідповідність спеціалістів. Психологічний бар'єр і настороженість до новітніх технологій пояснюється консервативністю землеробства.

Strip-till (смугова, комбінована) – технологія

Технологія strip-till прийшла в Європу із Сполучених Штатів, де на певному етапі в результаті зміни умов навколишнього середовища утворилася із технології прямого посіву, або no-till. Технологія strip-till бере свій початок із 1965 року і на сьогоднішній день є успішним методом вирощування просапних культур серед фермерів США, Німеччини і деяких провінцій Канади.

Strip till (стрип-тілл або смугова оранка) – це система раціонального впливу на ґрунт, при якій відбувається мінімальний обробіток ґрунту. Вона поєднує в собі переваги звичайного обробітку ґрунту, такі як підсушування та прогрівання ґрунту, з можливістю захисту ґрунтів від пересихання завдяки тому, що обробляється лише незначна ділянка, в яку заробляється насіння.

У нинішніх умовах господарювання технологія strip-till стає не просто модним захопленням для аграріїв, а вагомим аргументом збільшення прибутковості. Цю технологію вже досить широко використовують в усьому світі, що пов'язано з багатьма перевагами, необхідними в певних умовах виробництва.

Сьогодні не секрет, що кожне підприємства, в тому числі і сільськогосподарське намагається зекономити кошти на всьому – починаючи від заробітної плати працюючих, закінчуючи зменшенням витрат на обробіток ґрунту.

Технологія обробітку ґрунту «стрип-тілл» є альтернативою нульового обробітку ноу-тілл (no-till), при якому обробляється тільки вузька смуга сівби (15-25 см), з утворенням невеликого гребня. А близько двох третин поля залишається необробленим. Однією із основних переваг впровадження strip-till є відсутність перехідного періоду, який у no-till складає від 3 до 5 років, що обумовлюється особливостями технології та специфікою використання ґрунтів, що значно знижує економічну ефективність використання такої технології, особливо, у перші роки. Такий обробіток дозволяє скоротити витрати на вирощування в 2-3 рази, порівняно із традиційною технологією із застосуванням оранки. В основному дана технологія застосовується під просапні культури (кукурудзу, соняшник, буряки), а також під сою. В США за технологією strip-tillage 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.

Технологія strip-till побудована на основі:

- створення оптимально сформованого простору в місці проростання кореневої системи рослин за рахунок розрихлення ґрунту і забирання з місця майбутньої смуги післяжнивних решток та відсутності зворотного ущільнення ґрунту;

- отримання оптимальної структури ґрунту перед посівом за рахунок вирівнювання поверхні поля із застосуванням прикочуючи катків;
- економії на витратах засобів виробництва за рахунок зменшення кількості проведених агротехнічних заходів і меншого викорис- тання потужної техніки для оранки і т. д.;
- забезпечення доступу рослин до ґрунтової вологи за рахунок збереження капілярності ґрунту, особливо в міжряддях, де руйнування ґрунтової структури не відбувається, а також під смугою при відповідному зворотному ущільненні;
- захисту від водної та вітрової ерозії, перш за все, за рахунок покращення структури ґрунту, попередження появи дуже мілкового шару ґрунту на поверхні поля, а також утримуючих властивостей рослинних решток у міжряддях;
- ефективного прикореневого підживлення рослин на різних глибинах із використанням навіть деяких окремо внесених видів добрив.

У зв'язку із застосуванням на агрегатах для «стрип-тілл» (strip-till) комбінації різних робочих органів які подрібнюють і загортають рослинні залишки, здійснюють глибоке розпушування і подрібнення ґрунту, формують борозну і ущільнюють ґрунт за один прохід, з'являється можливість виконати тільки одну операцію з обробітку ґрунту (зазвичай восени).

Технологію «стрип-тілл» (strip-till, стріптіл) 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.

Strip-till являє собою спеціальну технологію обробки ґрунту для вирощування рядкових культур, для якої, на відміну від загально- поширених технологій, ґрунт обробляється тільки смугами в рядах сівби. Головне завдання механічного обробітку ґрунту при strip-till полягає у створенні сприятливих умов для росту та розвитку рослин, зокрема щільності ґрунту – 1,1-1,3 г/см³. Для досягнення даного показника необхідно виконувати механічний обробіток ґрунту певними ґрунтообробними органами.

Переваги strip-till технології порівняно із іншими технологіями обробітку ґрунту:

- 1) дозволяє підвищувати продуктивність (на 15-20%) та якість сільськогосподарських культур, при зменшенні кількості операцій і проходів техніки;
- 2) скорочення витрат на обслуговування техніки, за рахунок зменшення зносу робочих органів сільськогосподарських машин;
- 3) зменшення затрати робочого часу та паливо-мастильних матеріалів;
- 4) проведення в оптимальні строки основних весняно-польові роботи за рахунок наявності на поверхні ґрунту рослинних залишків та покращенні водно-фізичних властивостей ґрунтів;

- 5) підвищення ефективності протиерозійних заходів;
- 6) можливість одночасного із обробитком ґрунту та посівом внесення мінеральних та органічних добрив на різну глибину, завдяки цьому розкриваються нові перспективи застосування технологій точного землеробства – систем навігації та підрулюючих пристроїв;
- 7) збереження природної родючості ґрунтів за рахунок рослинних залишків;
- 8) покращення водного балансу ґрунту, за рахунок кращої інфільтрації води при одночасному захисті від випаровування за рахунок мульчі у вигляді рослинних решток, крім того збереження капілярної сітки на необроблених міжряддях робить доступною ґрунтову вологу і паралельно скорочує її витрати на випаровування, що зменшує пересихання ґрунту;
- 9) покращення розкладання органічних решток у смузі за рахунок змішування рослинних решток із ґрунтом в якому містяться аеробні мікроорганізми;
- 10) покращення рівномірності загортання насіння та дотримання норми висіву за рахунок формування насінневого ложе та легкого проникнення у ґрунт сошника сівалки;
- 11) покращення розвитку та глибини проникнення кореневої системи (особливо стержневої) культурних рослин, за рахунок отримання добре розрихленого насінневого ложе;
- 12) регулювання температури ґрунту, тому що температура ґрунту це ще один важливий показник, який впливає на утворення твердих частинок та ущільнення.

До **недоліків застосування смугового і нульового обробки ґрунту (strip till – no till)** відноситься:

- 1) в умовах обмеженого комплексу агротехнічних заходів з обробитку ґрунту, знищення бур'янів може бути ускладнене. При цьому істотно збільшується навантаження на застосування гербіцидів;
- 2) відсутність можливості смугового обробитку ґрунту при появі ранніх заморозків;
- 3) обмежена ширина (20-25 см) обробленої смуги вимагає точного дотримання посіву та внесення добрив в оброблену ділянку, тому вся техніка повинна бути обладнана системами GPS, автопілотами та пристроями паралельного водіння;
- 4) для застосування агрегатів в strip till технологіях потрібно трактори із високим показником тягового класу. Так зокрема на рівнинній місцевості не досить потужний трактор може без проблем тягнути комбінований агрегат, однак, в місцевостях з невеликими або крутими схилами, трактору може не вистачити потужності. Це може бути проблематичним для невеликих фермерських

господарств, які не мають дорогих потужних тракторів;

5) при внесенні добрив важливо роль відіграють дозатори, датчики та індикатори, в системі strip till потрібно набагато більше точності, тому що фермер буде обробляти землю спеціалізованим обладнанням, працюючи в смузї шириною 20-25 см, закладаючи при цьому одночасно хімікати або добрива, якщо індикатор вимірювання кількості хімікатів або добрив не горить, фермер не зможе внести точну кількість хімічних речовин, а це в свою чергу може призвести до збільшення витрат або зниження ефективності системи удобрення або захисту.

2. Нано- та прецизійні технології в агрономії.

Нанотехнології в агрономії.

Під терміном "нанотехнології" розуміють можливість регулювання надходженням факторів життя рослин при використанні препаратів, що включають компоненти з розмірами менш, ніж 100 нм. У рослинництві застосування нанопрепаратів у якості мікродобрив забезпечує підвищення стійкості до несприятливих погодних умов та збільшення врожайності майже всіх культур.

Nano-Gro™ (діюча речовина: сульфати Al (0,000000286 г в 1 кг готового продукту міститься Ni (0,000000286 г/кг), Mg (0,000000286 г/кг), Fe (0,000000286 г/кг), Agro) – нанотехнологічний препарат, що являє собою органічний стимулятор росту та засіб захисту рослин, випускається у гранулах.

Nano-Gro™ випробуваний в США, Ізраїлі, країнах Європейського Союзу, Росії, Китаї, Молдові, Україні на зернових і овочевих культурах.

Даний препарат підвищує урожайність сільськогосподарських культур на 15-20%. Крім того препарат Nano-Gro™ випробовувався, як засіб захисту рослин проти грибкових і вірусних захворювань, таких як фузаріоз та сіра гниль.

Згідно даних виробника, при застосуванні Nano-Gro™ на кукурудзі збільшується біомаса рослин на 40%, маса коренів на 9%, врожайність на 20%. На пшениці приріст врожаю складає більше 17%, томатах, цибулі, моркві – до 67%, селері – 80%.

Прецизійні технології в агрономії (ГІС).

Прецизійні технології в агрономії (ГІС) дозволяють проводити:

- агрохімічний аналіз ґрунту;
- системи диференційованого внесення добрив;
- планування механізованих робіт;
- картографування врожайності;
- технологічне планування й управління виробництвом;
- супутниковий моніторинг стану полів;
- дистанційне зондування Землі (ДЗЗ).

Застосування високих технологій дає особливо вражаючий результат у тих галузях народного господарства, які вважаються найбільш відсталими й депресивними.

На разі можливості екстенсивного та інтенсивного розвитку рослинництва практично вичерпані. Гостро постала проблема розумного використання наявних природних ресурсів, збереження їх для наступних поколінь.

Керівники великих господарств найчастіше навіть не знають точних розмірів власних посівних площ, що обумовлено їхньою постійною зміною, у силу різного роду природних й адміністративних процесів. Відновлення картографічного матеріалу, що раніше здійснювалося на гроші держави, практично припинилося. Робота здійснюється на підставі карт 10-15 літньої давнини, що не відбиває реалії сьогодення. Крім того, міняються характеристики ґрунтів і вегетації на різних ділянках полів, а також від ділянки до ділянки.

Застосування інформаційного підходу до управління дає змогу на основі науково-обґрунтованої технології для обраної культури визначити та реалізувати у господарстві оптимальну технологію формування врожаю, адаптовану до місцевих умов. Її практична реалізація пов'язана із суворим контролем за фактичним ходом агротехнологічного процесу, накопиченням та врахуванням місцевого досвіду.

Моніторинг забезпечує контроль за дотриманням технології при роботах у полі, прогноз врожаю та корективи запланованих дій, спрямованих на врахування реальних умов, які складаються у вегетаційний період, включаючи організацію збирання врожаю та підбиття підсумків господарського року.

Система точного землеробства (СТЗ) дає змогу не тільки отримувати дешевшу продукцію кращої якості, а й знижувати шкідливе агротехногенне навантаження, за рахунок зменшення витрат пестицидів, добрив тощо.

Точне землеробство (Precision Farming (Agriculture)) – це система взаємоузгоджених заходів, що ґрунтуються на оптимізації використання технологічних матеріалів (насіння, добрив, засобів захисту, регуляторів росту рослин) та агрозаходів на конкретній ділянці поля, відповідно до вимог певної сільськогосподарської культури, стану ґрунту і збереження довкілля, враховуючи унікальні особливості кожної елементарної ділянки поля.

В основі наукової концепції точного землеробства лежить поняття про існування неоднорідностей в межах одного поля. Для оцінки та визначення цих неоднорідностей використовуються новітні технології, такі як системи глобального позиціонування (GPS, ГЛОНАСС), спеціальні датчики, аерофотознімки і знімки з супутників. Для аналізу та обробки отриманої інформації використовуються спеціальні програми для агроменеджменту на базі геоінформаційних систем (ГІС). Зібрані дані використовуються для планування висіву, розрахунку норм внесення добрив та засобів захисту рослин (ЗЗР), більш точного передбачення врожайності та фінансового планування. Дана концепція вимагає обов'язково брати до уваги локальні особливості ґрунту (інформація про кількісну та якісну оцінку родючого шару), кліматичні умови. В окремих випадках це може дозволити краще встановити локальні причини хвороб. Результатом застосування точного землеробства є не тільки збільшення урожайності, а й зменшення витрат

на добрива та гербіциди, що в свою чергу позитивно відобразиться на екологічності продукції рослинництва та тваринництва, кінцевим споживачем якої є населення. Головними напрямками сільського господарства в майбутньому будуть саме органічність та екологічність.

За різними причинами технології точного землеробства в нашій країні стали розвиватися тільки на разі, процес іде досить повільно, але, безумовно, майбутнє – за ними.

Точне землеробство – це новітні вдосконаленні технології із виробництва сільськогосподарської продукції.

Науковий та технічний прогрес дає змогу сьогодні широко застосовувати в сільському господарстві сучасні технології планування та використання агротехнологій. На разі широко використовуються бортові комп'ютери, GPS-приймачі, методи дистанційного зондування, геоінформаційні системи (ГІС).

Точне землеробство передбачає:

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

Точне землеробство включає в себе багато елементів, які можна поділити на **три основних етапи:**

- збір інформації про господарство, поле, культуру, регіон;
- аналіз інформації і прийняття рішень;
- виконання рішень – проведення агротехнологічних операцій.

Рішення цих трьох взаємозалежних задач можливо за рахунок застосування спеціалізованих технічних засобів і програмного забезпечення. Максимальна ефективність досягається в результаті побудови **комплексу програмно-технічних засобів (КПТЗ)**, що включає наступні підсистеми:

1. Апаратні засоби для точного землеробства:

- системи паралельного водіння;
- пробовідбірники й ґрунтовий аналіз;
- системи диференційованого внесення;
- датчики врожаю.

2. Моніторинг сільськогосподарських угідь:

- моніторинг границь робочих ділянок полів;
- агрохімічний моніторинг полів;
- складання карт врожайності;
- аналіз умов місцевості.

3. Моніторинг техніки:

- автоматизований збір даних на основі GPS навігації;

- візуалізація переміщень техніки;
 - оперативний облік сільськогосподарських робіт.
- 4. Технологічне планування й управління:**
- техніко-економічне планування;
 - оперативне планування;
 - оперативний облік сільськогосподарської продукції.
- 5. Бюджетування й фінансовий облік:**
- бюджетування й фінансовий облік;
 - фінансовий аналіз;
 - консолідація даних у МСФЗ.
- 6. Публікація й доступ до даних через Internet.**

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

Географічна інформаційна система (Geographic Information System, GIS) – це система комп’ютерних апаратних засобів та програмного забезпечення, призначена для збирання та обробки даних щодо агротехнологічних параметрів елементарних ділянок поля.

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

Диференційована глобальна система позиціонування (Differential Global Positioning System, DGPS) – радіонавігаційна супутникова система, спеціально скоригована для визначення місцезнаходження стаціонарних і мобільних об’єктів у трьох світових координатах (довгота, широта, висота) з точністю до десятків сантиметрів. Є поліпшеним варіантом глобальної системи позиціонування (**GPS** – Global Positioning System). Global Positioning System – глобальна система позиціонування, що дозволяє в будь-якому місці Землі визначити місцезнаходження та швидкість об’єктів.

Всі апаратні засоби точного землеробства базуються на GPS навігації вимірів, що виконуються, і реєстрації показань датчиків. Обладнання, що поставляється, працює автономно на тому технічному засобі, на якому воно встановлено. Однак більшість фірм-розроблювачів забезпечує прилади спеціальними розйомками для зняття інформації, що дозволяє надалі побудувати на їхній базі єдину систему управління.

На їх основі розроблені **системи паралельного водіння та автопілоти** для управління рухом тракто рів та комбайнів.

Система паралельного водіння на базі GPS навігації – технічно досконала й економічно вигідна технологія для сучасних сільськогосподарських машин. Особливо ефективне використання систем паралельного водіння разом із широкозахватними агрегатами.

За допомогою систем супутникової навігації можна їздити і прямолінійно, і криволінійно, головна ідея полягає в тому, щоб звести до мінімуму перекриття й пропуски між сусідніми загонками й при цьому зробити витрати тільки на обладнання й швидке навчання, а не, приміром, на роботи з розставлення віх або частій заміні піни маркера. При цьому паралельні лінії можуть бути як прямими, так і кривими.

Сучасне апаратне забезпечення дозволяє досягати точності прокладки двох загонок у межах 20 см, а в поєднанні з використанням базових станцій RTK точність може бути збільшена до 5 см.

Найпростіший прилад паралельного водіння складається з терміналу-супутникового приймача, що встановлюється в кабіні трактора на лобовому склі (або в будь якому іншому зручному місці) та показує трактористу, як вирулювати кермо щоб трактор/агрегат рухався якомога рівнішими лініями.

Підприємству, що використовує 2-5 автопілотів варто використовувати базову станцію або РТК.

Найбільш поширеними системами паралельного водіння є: **CLAAS GPS COPILOT, TeeJet Centerline, E-DRIVE S2, OUTBACK S 3, EYE-DRIVE, DUO-DRIVE** та інші.

CLAAS GPS COPILOT дає змогу працювати вночі та при поганій видимості на безкоштовних сигналах E-Dif (більш точний сигнал) та EGNOS (стандартний сигнал для систем паралельного водіння). Має точність ± 15 см.

E-DRIVE S2 дає можливість виконувати внесення пестицидів, добрив, проводити ґрунтообробні операції, скошування, посів та збирання врожаю.

OUTBACK S 2 (рис. 22) – новітня система паралельного водіння з гідравлічною системою підрулювання, системою компенсації нахилу трактора та базовою станцією. Базова станція дає точність 5-10 см, має необмежений час роботи, що дає змогу здійснювати високоякісний посів просапних культур.

EYE-DRIVE дає можливість проводити захист рослин, внесення добрив, ґрунтообробні операції, скошування, посів, висаджування картоплі, збір врожаю.

Використання безпілотників (дронів або агрокомптерів) у сільському господарстві

Дрон (з англійської drone – *джміль*) – це безпілотний літальний апарат (БПЛА), мобільний, автономний, запрограмований на виконання якихось завдань. Конструктивно це може бути або літачок, або вертоліт чи гвинтокрил. Найчастіше – це **вертоліт-мультикоптер** (англ. *multicopter*, багатороторний вертоліт) –

літальний апарат з довільною кількістю несучих гвинтів. Кожен гвинт приводиться у рух власним двигуном. Найчастіше використовуються завдяки простоті конструкції чотирироторні гвинтокрили – *квадрокоптери*.

3. Технології із застосуванням ГМО та біотехнології.

На зміну старим технологіям йде **біотехнологія**, і на сучасному етапі тільки за її допомогою можна вирішити екологічні, енергетичні та продовольчі проблеми, які стоять перед людством. У сільському господарстві розвинених країн настав новий етап "зеленої революції", пов'язаний з розвитком **біотехнології**, під якою розуміють створення і використання нових організмів, продуктів, отриманих за допомогою методів генної інженерії, культури органів і тканин *in vitro* та ін.

Біотехнологія та генна інженерія – науки, що дивляться у майбутнє людства...

Сучасна біотехнологія рослин – сума технологій, що розвинені із молекулярної та клітинної біології рослин – є новою стадією в розвитку технології селекції рослин. З її допомогою поліпшення ознак може проходити на рівні індивідуального гену. Окремі гени, які визначають певну ознаку, можуть бути ідентифіковані, ізольовані, введені, виключені або модифіковані в генотипі чи сорті рослини, за ними може проводитися відбір.

Внесок біотехнології в рослинництво полягає в полегшенні традиційних методів селекції рослин, розробці нових технологій, які дозволяють підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва. Методами генної та клітинної інженерії створені високопродуктивні й стійкі проти шкідників, хвороб та інших негативних чинників сорти сільськогосподарських рослин. Розроблена техніка оздоровлення рослин від інфекцій, що особливо важливо для культур, які розмножуються вегетативно. Ведуться дослідження з поліпшення амінокислотного складу рослинних білків, розробляються нові регулятори росту рослин, мікробіологічні засоби захисту останніх від шкідників та хвороб, бактеріальні добрива. Одним із актуальних питань біотехнології є керування процесами азотфіксації та фотосинтезу, зокрема можливість введення відповідних генів у геном культурних рослин.

На сучасному етапі розвитку для інтенсифікації селекції ефективним є використання таких біотехнологічних методів: культура ізольованих тканин, клітин та органів рослин, клітинна селекція та генна інженерія. Вони дають можливість за короткий термін створити та розмножити цінний вихідний високопродуктивний матеріал, гетерозисні гібриди та сорти сільськогосподарських рослин.

Основні **напрями** розвитку **біотехнології** в рослинництві:

1) підвищення вмісту білка і незамінних амінокислот у продукції сільськогосподарських рослин, що досягається створенням так званих **генетично модифікованих організмів (ГМО)**, насамперед **трансгенних** рослин. Вони

набувають господарсько-цінних ознак, внаслідок перенесення генів, які їх зумовлюють, зокрема від бактерій. Пріоритетним визнано виведення азотфіксуючих сортів зернових культур;

2) отримання бактеріальних добрив (азотфіксуючих бактерій), біопестицидів;

3) створення сортів і гібридів культурних рослин, стійких до хвороб, шкідників.

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

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

Генетична інженерія відкриває перед селекцією рослин нові перспективи, зокрема можливість перенесення в них генів від бактерій, грибів, екзотичних рослин і навіть людини та тварини. **Революційним звершенням у генетичній трансформації рослин** стало виявлення природного вектору – агробактерій для переносу генів та розробка методу мікробомбардування рослинних об'єктів мікрочастинками металів з попередньо нанесеною чужерідною ДНК. Три видатні досягнення фізіології рослин створили основу для інтеграції технології рекомбінантних ДНК в генно-інженерну біотехнологію рослин. **По-перше**, відкриття фітогормонів, які регулюють ріст і розвиток рослин. **По-друге**, розробка методів культивування клітин і тканин рослин *in vitro* (ці методи дали можливість вирощувати клітини, тканини і цілі рослини в стерильних умовах та проводити їх селекцію на селективних середовищах). **По-третє**, встановлення феномену **тотипотентності** соматичних рослинних клітин, який відкрив шлях до регенерації з них цілих рослин.

На сьогоднішній день генетична інженерія сільськогосподарських рослин розвивається переважно в руслі класичної селекції.

При розгляді проблеми можливого **впливу трансгенних рослин на оточуюче середовище** обговорюються в основному такі основні аспекти:

- сконструйовані гени будуть передані з пилом близько-родинним диким видам, і їхнє гібридне потомство набуде властивості підвищеної насінневої продуктивності та здатність конкурувати з іншими рослинами;
- трансгенні сільськогосподарські рослини стануть бур'янами і витіснять рослини, які ростуть поряд;
- трансгенні рослини стануть прямою загрозою для людини, домашніх та диких тварин (наприклад через їхню токсичності або алергенність).

Ще одним важливим аспектом є отримання **трансгенних рослин з кращою здатністю використовувати мінеральні речовини**, що, крім посилення їх

росту, буде перешкоджати змиву таких сполук у ґрунтові води та потраплянню в джерела водопостачання.

Біотехнологія – важливий, але не єдиний елемент науково-технічного прогресу в аграрному секторі, тому необхідний комплексний підхід до цього питання з урахуванням альтернативних технологій. Одним з таких напрямків розвитку є органічне землеробство.

Родючість ґрунту створює "*жива речовина*", яка складається з мільярдів ґрунтових бактерій, мікроскопічних грибків, хробаків та інших живих організмів. Перероблюючи органічні рослинні залишки та мінеральні речовини, бактерії забезпечують харчування хробаків, які істотно поліпшують структуру і родючість ґрунту.

Суть *родючості ґрунтів* полягає у "годівлі бактерій та інших живих істот", які живуть у ґрунті. Необхідно нагодувати спочатку мікробів і хробаків, а вони, у свою чергу, нагодувать рослини. Ні мінерали, ані органіка, 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 ґрунтів вимагає від агрономів зміни традиційного мислення, відмови від глибокої відвальної оранки. Інтенсивна хімізація полів знищила мікрофлору і тварин ґрунтового співтовариства, які є основними відтворювачами родючості ґрунту.

Ґрунти, у яких переважають анабіотичні чи регенеративні мікроорганізми, є винятково родючими. Рослини, які вирости на таких ґрунтах, прекрасно розвиваються, вони здорові, стійкі до хвороб і шкідників. Такі ґрунти без усяких хімікатів, пестицидів і штучних добрив демонструють постійне збільшення родючості. Якщо ж у ґрунті переважають дегенеративні чи патогенні мікроорганізми, розвиток рослин ослаблений, вони не стійкі до різних захворювань та шкідників і вимагають допінгу у вигляді штучних добрив і пестицидів. Нажаль, такий деградований, виснажений стан ґрунтів має тенденцію до розширення навіть у країнах з високим рівнем агротехнологій.

Інтенсивна хімізація полів, застосування пестицидів і штучних добрив, разом з важким сільськогосподарським устаткуванням, знищують мікрофлору ґрунту. Практика показала, що поліпшити поживний режим ґрунтів, подолати шкідників і хвороби сільськогосподарських культур масовим застосуванням хімічних засобів не вдається. В природних, здорових агроценозах рослина живе в оточенні корисних мікроорганізмів, і лише вони здатні відтворювати природне середовище, підтримувати потрібний для комфортного існування живих істот баланс поживних речовин, а відтак – максимально реалізовувати потенціал урожайності.

Крім **екологічних чинників** мають вплив і суто економічні: виробництво і внесення добрив та ЗЗР потребує значних енергозатрат. У розвинутих країнах на виробництво азотних добрив витрачають майже третину енергії, яка споживається в сільському господарстві. Не меншу проблему становить і дефіцит сировини для виробництва фосфорних добрив, що обумовлює їхню високу вартість.

4. ЕМ – технології в агрономії.

ЕМ–технології – це використання корисних мікроорганізмів та мікробіологічних добрив.

Урожайність рослин залежить від родючості ґрунту, в свою чергу родючість ґрунту створює ”*жива речовина*”, яка складається з мільярдів ґрунтових бактерій, мікроскопічних грибів, хробаків та інших живих організмів. Перероблюючи органічні рослинні залишки та мінеральні речовини, бактерії забезпечують харчування хробаків, які істотно поліпшують структуру і родючість ґрунту.

Інтенсивна хімізація полів знищила мікрофлору і фауну ґрунтових організмів – основних виробників родючості ґрунту. Крім того, через привикання шкідників до пестицидів ефективність їх застосування стійко знижується, що потребує для досягнення бажаного результату постійного збільшення їх кількості. Так, на Україні забруднення ґрунтів на березень 2001 р. становила від 3,5 до 16,9 тон на гектар.

Саморегуляція в агроценозах відбувається не так активно, як в природних біоценозах. Це призводить до наростання негативних компонентів – чисельності шкідників, ураження рослин хворобами, збільшення кількості забур’янювачів. Одночасно йде забур’янення, порушення мікрофлори ґрунту, а застосування хімічних засобів поглиблює цей процес.

Ще одну серйозну екологічну проблему створило внесення в ґрунт мінеральних добрив, що також призвело до збільшення втрати гумусу ґрунтами. Діючи як допінг, такі добрива вижимають із ґрунту останні соки.

Для того, щоб виснажений ґрунт міг давати достатній урожай, необхідно вносити в нього добрива, збалансовані хоча б за макро- і мікроелементами, що здійснити практично неможливо через високу вартість.

Одним із найбільш дієвих шляхів виходу з кризової ситуації є швидке і масове впровадження ЕМ-технології, або технології Ефективних Мікроорганізмів.

Загальна характеристика ЕМ-технології. ЕМ-технологія (застосування **Ефективних Мікроорганізмів** для стійкого симбіозу із рослинами, який сприяє забезпеченню їх живленням і придушенню патогенної мікрофлори) – один із самих перспективних напрямків розвитку аграрного виробництва ХХІ ст. Засновником ЕМ-технології є японський професор, мікробіолог **Теруо Хіга**. У 1988 році цей учений зумів створити надскладний комплекс із корисних бактерій, який назвав **ефективними мікроорганізмами (ЕМ)**; відповідно і назва – «ЕМ-технологія». Ним були відібрані 86 головних, що лідирували регенеративних штамів, які виконували увесь спектр функцій з живлення рослин, їхнього захисту від хвороб та оздоровлення ґрунтового середовища.

ЕМ – технології не замінюють традиційні сільськогосподарські технології, але можуть значно підвищити їхню ефективність. У тім, на думку деяких учених, зокрема й українських, такі препарати будуть насправді ефективними за умови,

якщо комплекс мікроорганізмів виділено із природного середовища.

Зі створенням **ЕМ - препарату** була створена нова технологія землеробства – **ЕМ - технологія**, і з її появою почалася нова ера екологічного землеробства.

Виникнувши в Японії, ЕМ-технологія визнана сьогодні всім світовим товариством, вона істотно впроваджується в останнє десятиліття як частина національної політики в багатьох країнах світу, а особливо: в Японії, Кореї, США, Канаді, Германії, Польщі, Австралії, Англії та ін. Сьогодні під органічне сільське господарство використовуються великі площі земель: в Європі – 5,1 млн. га.

До організацій, які активно пропагують впровадження органічного землеробства, можна віднести: компанію "Органік Сервісиз" з Німеччини, Міжнародну продовольчу організацію (FAO), Європейську комісію (EU), Міжнародну Федерацію органічного сільськогосподарського руху (IFOAM), Біофах, в Україні "Федерація органічного руху України" а також багато інших організацій.

У нашій країні площа земель під органічним виробництвом становить 0,4-0,6%. Україна має великий потенціал для виробництва органічної сільськогосподарської продукції, її реалізації на експорт і для внутрішнього споживання. Як відомо, однією з основних проблем українських еко-фермерів є збут. Навряд чи знайдеться багато охочих платити дорожче за продукцію, яка хоч і чиста, але на смак і колір – така сама, як на базарі.

Із зростанням споживчого попиту на органічну продукцію, органічне агровиробництво пропонує альтернативні стратегії для розвитку сільської місцевості, збільшуючи таким чином економічне, соціальне і екологічне процвітання.

Фотосинтезуючі бактерії – синтезують корисні речовини, що використовують сонячне світло та тепло ґрунту, синтезовані речовини містять у собі амінокислоти, біологічно активні речовини та цукри сприяють розвитку і росту рослин.

Молочнокислі бактерії виробляють молочну кислоту з органічних речовин, утворених фотосинтезуючими бактеріями та дріжджами. Молочна кислота є сильним стерилізатором, який придушує шкідливі мікроорганізми та прискорює розкладання органічної речовини. Молочнокислі бактерії розкладають лігніни та целюлозу, ферментують ці речовини, придушують *Fusarium* та нематоди.

Азотфіксуєчі бактерії поглинають атмосферний азот і закріплюють його у вигляді азотних з'єднань, збільшують його запас у 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 придушують ріст шкідливих грибів і бактерій.

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

В останнє десятиліття ЕМ - технологія дуже активно впроваджується у світі, її використання стало частиною національної політики багатьох держав - від слаборозвинених, таких як Таїланд, до США, Японії, країн ЄС.

На п'ятий рік застосування ЕМ - технологій рентабельність може сягнути двохсот відсотків. Найбільш ефективним в цій технології є внесення ЕМ - препарату в період серпень-вересень до посівів озимих культур.

ЕМ-препарати. На основі концентрату ЕМ-1 виробляються наступні похідні продукти:

ЕМ-препарати рідинного типу:

- ЕМ-А – основний препарат багатоцільового використання;
- ЕМ-5 - засіб боротьби зі шкідниками та хворобами рослин;
- ЕМ-ферментований рослинний екстракт (далі ЕМ-екстракт) – різновид рідинного препарату, для виготовлення якого використовується свіжа подрібнена рослинна маса (бур'яни, лугові трави, тощо).

ЕМ-продукти твердофазного типу:

- ЕМ-бокаші – ферментовані зерно та зернові висівки;
- ЕМ-компост – ферментовані органічні рештки;
- ЕМ-керамічний порошок.

ЕМ - препарати використовуються: 1) у польових умовах: для обробки ґрунту, посівного матеріалу та вегетативної маси рослин; 2) у закритому ґрунті: для приготування ґрунтосумішей, обробки ґрунту теплиць, обробки посівного матеріалу, вирощування розсади, обробки рослин.

Застосування препарату ЕМ-1:

- забезпечує природну водо- і повітропроникність родючого шару ґрунту до глибини 60-80 см;

- в декілька разів пришвидшує процеси гумусоутворення (за три роки застосування ЕМ-препарату товща гумусовмісного шару збільшується в 2-3 рази, а органіка перетворюється в ЕМ-компост уже за 2-3 неділі!);

- підвищує температуру ґрунту на 2-5 °С, що прискорює коренеутворення, схожість, цвітіння і плодоношення (дозрівання продукції відбувається раніше на 10-15 днів);

- сприяє підвищенню урожайності (овочевих культур в 2-5 разів, зернових і кормових – на 10-50%. У квіткових культур значно збільшується кількість квітконосів і розміри квіток).

- покращує смакові та якісні показники плодів (збільшує вміст вітамінів, каротину, крохмалю, білка і т. д.; морква за лікувальними показниками наближається до женьшеню);

- прискорює коренеутворення й ріст пагонів;
- сприяє зниженню вмісту нітратів у овочах і фруктах у 4-5 разів;
- значно підвищує стійкість рослин до хвороб і шкідників, а також до несприятливих природних факторів, зокрема, посухи і приморозків (захворювання грибковими і бактеріальними хворобами знижується на 50-60%.);
- дає можливість вирощувати одну і ту саму культуру на одному місці декілька сезонів підряд без зміни ґрунту (особливо це актуально для тепличних господарств);
- сприяє нейтралізації солей важких металів до безпечного для людини стану;
- допомагає вирощувати здорову, екологічно чисту сільськогос- подарську продукцію і квіти з більш тривалими строками зберігання (зрізані рози протягом неділі зберігають свіжий вигляд, а картопля може зберігатися роками!);
- дає можливість отримувати конкурентоздатну продукцію з більш високими споживчими якостями і ціною (вартість продукції, вирощеної із застосуванням ЕМ-технології, за кордоном в десятки разів перевищує вартість продукції, вирощеної традиційним агрохімічним способом);
- видаляє неприємні запахи при розкладанні органіки у вигрібних ямах, а також у приміщеннях для тварин і відстійниках.

Протипоказання та обмеження до використання. Змішування та одночасне використання ЕМ – препаратів із пестицидами не допускається. Повторний обробіток вже протруєного пестицидами посівного матеріалу забороняється. Використання ЕМ - препаратів і пестицидів повинно бути розмежовано у часі на 7-10 діб, але не менше 4-5 діб.

Не можна вносити ЕМ-бокаші (ЕМ-компост) у пристволову зону та одночасно використовувати з високими нормами хімічних добрив та хлорумісними речовинами.

Не можна обробляти саджанці або розсаду ЕМ – препаратами раніш, ніж через 3-14 діб після висадки у ґрунт. ЕМ можуть, і через наявність пошкоджень кореневої системи, визнати рослину як об'єкт для харчування й ферментувати її.

Використання ЕМ-препаратів на сої. Влітку або восени зразу після збирання попередника, де використовується подрібнення рослинних решток, проводиться обробіток ґрунту ЕМ-А в дозі 60- 90 л/га. Через 7 діб вносять ЕМ-бокаші в кількості 3-5 т/га. Обробку ЕМ-препаратами необхідно проводити до 5-10 жовтня.

Посівний матеріал сої обробляється бульбочковими бактеріями (нітрагін, ризоторфін тощо) згідно їх рекомендацій. Зразу після посіву проводять обприскування ґрунту ЕМ-А в дозі 40-60 л/га.

При настанні фази 1-5 справжніх листків сої вноситься ЕМ-А в дозі 60 л/га. При висоті рослин 20-30 см проводиться повторне обприскування посівів ЕМ-А дозою 40-60 л/га. За потреби, якщо прогнозується поява шкідників і хвороб,

проводиться обробка посівів EM-5 в дозі 2-3 л/га.

Вченими компанії «Ензим-Агро» запропонована **технологія MAS tech**, яка також ґрунтується на використанні бактеріальних компонентів. Мікробіологічні аграрні системні технології (MAS tech) впроваджуються на основі досвіду країн ЄС, Південної Америки, США та Австралії.

Вони базуються на розумінні природних механізмів взаємодії рослини, ґрунту та навколишнього середовища і дозволяють значно знизити ризики сучасних тенденцій та отримувати стабільні високі урожаї при незначних фінансових витратах.

Основними діючими компонентами даної технології є ретельно відібрані культури мікроорганізмів та їх метаболіти – антибіотики, фітогормони, ферменти, вітаміни, амінокислоти та інші біологічно активні речовини, що забезпечують високу ефективність їх дії в захисті рослин від хвороб та шкідників, та регулюванні росту; збереженні родючості та біологічної активності ґрунтів.

5. Застосування МХ – технології в агрономії.

Основною проблемою вирощування високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур є захист рослин від шкочочинних об'єктів.

За даними ФАО, потенційні втрати урожаю від шкідників, хвороб та бур'янів складають 25-30%, а в роки епіфітотії можуть досягнути до 60%. Тому сучасні технології вирощування повинні базуватися на комплексному підході щодо контролю шкідливих організмів.

Застосування **мікрохвильової технології** дає змогу отримувати екологічно безпечну продукцію рослинництва. Вирощування екологічно чистої продукції в рослинництві – нагальна потреба аграрного сектору України. Це гарантія успішного виходу української аграрної продукції на міжнародні ринки, шлях суттєвого збільшення валютних надходжень у державу.

Обов'язковою складовою практично всіх сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур є передпосівна обробка насіння пестицидами проти різних хвороб. Щорічно на дані цілі витрачаються тисячі тон небезпечних для людей і живої природи хімічних препаратів. У світі витрачаються отрутохімікати на сотні мільярдів доларів США, в тому числі в Україні – більш як на 1 мільярд доларів.

Тому альтернативою передпосівної обробки насіння пестицидами може бути використання екологічно чистих електротехнологічних методів (УФ та ІЧ випромінюванням), що сприяє підвищенню врожайності пшениці на 21-29 г/м², а також дає можливість скоротити споживання електроенергії при обробці насіння більше ніж у 10 разів.

Мікрохвильове поле пригнічує комплекс фітопатогенів насіння – сажку, фузарії, гнилі тощо, під час його передпосівної обробки.

Сьогодні проблема захисту рослин повинна розглядатися в загальному контексті тих процесів та тенденцій, які спостерігаються у світовому землеробстві.

За роки реформування сільського господарства обсяг застосування засобів захисту рослин знизився і має різновекторний характер. Так в загальній структурі використання засобів захисту рослин 63% належить гербіцидам; 23% – інсектицидам; 13% – фунгіцидам, частка біометоду – 1%.

Важливим є те, що мікрохвильове поле по-перше, позитивно впливає на схожість насіння, що доведено численними науково-практичними дослідженнями, по-друге, стан некондиційного насіння доводить до кондиційного за схожістю і вирішує, таким чином, проблему насінництва.

Під дією мікрохвильового поля насіння сільськогосподарських культур проходить стимуляцію, що можливо розділити на три рівні – **енергетичний, функціональний та інформаційний**. Їх сумарна дія на насіння активізує обмінні процеси в насінні, які пов'язані із його біоенергетикою, схожістю та енергією росту. У результаті активізуються процеси вегетації рослин та їх урожайних властивостей. Крім того, насіння одночасно знезаражується від фітопатогенів, а значить, дає змогу господарству економити значні кошти на протруювачах насіння.

Одним із резервів підвищення урожайності сільськогосподарських культур є **мікрохвильова технологія (МХ-технологія)**, завдяки якій можна скорочувати застосування пестицидів при захисті від шкочинних об'єктів. За даними науково-дослідних установ дана технологія ефективна на більше ніж 38 культурах – зернових, олійних, технічних, овочевих, баштанних, кормових, луб'яних та інших.

Мікрохвильова технологія – одне з тих досягнень науки та техніки, які в процесі свого розвитку вийшли далеко за межі первісних задумок. Так, актуальна, але все ж локальна технологічна задача передпосівного знезараження зерна від патогенів за допомогою МХ-обробки, з часом трансформувалася в глобальну задачу підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур, які вирощуються в Україні, виробництва екологічно чистої продукції та застосування її в інтегрованій системі захисту сільськогосподарських культур.

Випробування **МХ-технології** проводилось в багатьох науково-дослідних установах. **Селекційно-генетичний інститут** на трьох сортах озимої пшениці – Вікторія, Альбатрос, Федорівка. Під час оцінювання структури рослин дослідні зразки переважали контроль за довжиною колосу, кількістю зерен в колосі, масою 1000 зернин. Польова схожість обробленого елітного насіння в порівнянні з контролем (насіння без обробки мікрохвильовим полем) зросла на 10-12%, а урожай відповідно збільшився на 9,9, 12,5 і 32,3%. На дослідних полях **Одеського інституту агропромислового виробництва** після обробки насіння мікрохвильовим полем урожай пшениці збільшився у сортів Одеська-267 на 7,5%, Нікосія на 8,9 %, Лада на 16,4%. Урожай гороху на площі 17 гектарів в умовах жорсткої засухи 2002 року перевищив контроль на 51%. Огірки сортів Смак та

Северянін дали прибавку, відповідно 2,8 т/га та 7,5 т/га.

Інституту овочівництва і баштанництва, мікрохвильова технологія

цікавить овочівників передусім як стимулятор життєздатних сил насіння, енергії проростання, збільшення польової схожості, що має велике значення для овочівництва і баштанництва. Мікрохвильове поле суттєво впливає на схожість та енергію проростання насіння. Залежності від культури, схожість підвищується на 7,0-29,4%. При цьому значно покращується його якість, що дуже важливо для овочевобаштанної галузі України. Одночасно в урожаї підвищується вміст сухих речовин, загального цукру, аскорбінової кислоти, β -каротину та інших корисних сполук. Особливо важливим є те, що в урожаї овочевих та баштанних культур в 1,5 разу зменшується вміст нітратів і важких металів. Це відкриває широку перспективу застосування обладнання для мікрохвильового оброблення насіння овочевих і баштанних культур для виробництва екологічно безпечної і чистої продукції в Україні, яка буде конкурентоспроможна на внутрішньому і міжнародному ринках.

Рослини із обробленого насіння мають підвищену польову схожість, добре розвинену кореневу систему, і, що особливо важливо, дають стало високі урожаї у порівнянні із контролем (рослини із необробленого насіння). З цього приводу, вражають наведені на конференції показники, коли лише в одній агрофірмі "Алексе", що в Запорізькій області, за один 2004 рік застосування мікрохвильової технології дало додатково 3860 т насіння.

Крім того, слід зазначити, що застосування такої технології не виключає повністю застосування хімічних препаратів.

МХ-технологія може стати ефективним інструментом в покращанні екологічної ситуації в Україні, в процесі широкого її застосування в сільськогосподарському виробництві.

6. Адаптивні та адаптовані технології вирощування культур.

Адаптивне землеробство та адаптивне рослинництво теоретично визначаються дуже широко. Їхню адаптивність можна відносити до окремих об'єктів або різних їх сукупностей у ланках або ланцюгах: **рослина-грунт-рослинний покрив-агроекосистема-агроурочище-ділянка ландшафту-біосфера.**

Адаптація пояснюється як:

- ознака, властивість, якість, стан, явище, або процес які відбивають закономірності збереження та розвитку будь-яких систем на фоні взаємодії внутрішніх і зовнішніх факторів їхнього існування;

- цілісна система реакцій організмів, популяцій, видів, екологічних систем, яка визначає динамічну рівновагу в тих або інших умовах середовища, тобто **гомеостаз**, або збереження загального напрямку процесів і еволюцій за зміни середовища – **гомеорез**;

- процес цілеспрямованої само зміни системи, що дозволяє досягти її кращого або, принаймі, прийняттого функціонування за таких умов середовища, що змінюються.

Екстраполяція ідей адаптаціогенезу в теорію та практику культивування рослин, дозволили виділити *адаптивне землеробство* та *рослинництво* як важливі напрямки антропоного впливу ґрунти, агрофітоценози, бур'яни, культурні рослини та інші організми агробіоценозів.

Адаптивна стратегія рослинництва забезпечує не тільки максимальну продуктивність культурних рослин, але й стійке зростання виробництва продукції при одночасному зниженні енерговитрат і порушень сільськогосподарського ландшафту. Адаптивність рослинництва полягає у відповідності заходів вирощування специфічним просторово-часовим потребам виду, сорту або гібриду.

Адаптивне рослинництво – це управління ростом і розвитком культурних рослин на основі інформації про стан рослин в кожний даний момент.

У адаптивному землеробстві інформація про стан ґрунту або всього агроекотипу веде до застосування певних заходів впливу на ґрунт або, прямо і опосередковано, на весь екотип, потім нова інформація про стан ґрунту – веде до нових заходів впливу і т. д.

В адаптивному рослинництві кожна інформація про стан рослин, є основою тієї чи іншої технологічної операції в приблизно такій же послідовності.

Завданням адаптивного рослинництва є поетапне досягнення оптимальних умов реалізацій генетичного потенціалу культурної рослини відповідно цілям людини. Тому складання програми одержання врожаю базується не на межах стійкості культурної рослини щодо кожного окремого фактору середовища, а на визначенні та забезпеченні умов для потенційної продуктивності рослин суворо- контрольованих конкретних умовах.

Адаптивне землеробство є таким напрямком сучасного землеробства, яке мінімізує механічні впливи на ґрунт, тобто націлене на формування такої адаптивної структури ґрунту, що близька до природної та видоспицефічної за родючістю для культурної рослини.

Формування адаптивної структури посіву необхідне для пригнічення бур'янових рослин, регулювання світлового, вітрового, газового, водного режимів.

В розвитку адаптивного землеробства мова має йти про адаптивні видоспицефічні сівозміни, побудовані таким чином, що забезпечують максимально можливі врожайність і якість продукції в тієї чи іншої сільськогосподарської культури.

Завдання в реалізації потенціальних можливостей сортів і гібридів досить складні, особливо коли ці форми культурних рослин не мають широкої екологічної валентності в умовах тієї чи іншої ґрунтово- кліматичної зони. Тому різниця між стійкістю та врожайністю сортів та гібридів на ділянках селекційно-генетичних установ, держсортотвипробування та в умовах виробництв залишається поки що досить відчутною.

В *адаптивному рослинництві* необхідний підбір видів сортів і гібридів

культурних рослин у відповідності з якісними особливостями й станом конкретних екотипів (ділянок, полів, сівозмін).

В основу адаптивної технології покладено повну або часткову відмову від синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту і кормових добавок. Комплекс екологічних і агротехнічних заходів базується на суворому дотриманні науково-обґрунтованої структури сільськогосподарських угідь, сівозмін, насичених бобовими культурами, збереженні рослинних решток, широкому застосуванню гною, компостів і сидератів, проведенні обробітку ґрунту.

Природничою базою і проблемно-орієнтовним напрямом адаптації агроєкосистем у ринкових умовах є застосування економічних механізмів, як передумови практичної реалізації концепції адаптивного землеробства.

Література

1. Каленська С.М., Дмитришак М.Я., Мокрієнко В.А. та ін. Рослинництво з основами кормовиробництва та агрометеорології: підручник. Київ: Прінтеко, 2023. Ч. 1. 610 с.

2. Вигера С. М., Ключевич М. М., Ковальчук Р. Л. Обґрунтування новітньої методології забезпечення здоров'я фітоценозів. *Moderní aspekty vědy: XLVII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. P. 166–175.*

3. Вигера С., Ключевич М., Ковальчук Р. Методологія освітніх програм школи філософії їжі та природокористування: навч.-метод. посібник / за наук. редакцією С. Вигери. Київ: ЦП «Компринт», 2024. 137 с.

4. Мельник А. В., Троценко В. І. Рослинництво з основами технології переробки : практикум. К.: Університетська книга, 2023. 384 с.

5. *Varietal features of elements of organic soybean cultivation technology / V. Didora, L. Romantschuk, M. Kliuchevych, P. Vyshnivskyi, N. Matviichuk. Scientific Horizons, 2022, Vol. 25, No. 12.2022.P. 60–68.*

6. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. Львів: НВФ «Українські технології». 2020. 806 с.

7. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. Львів: НВФ «Українські технології». 2020. 806 с.

8. Каленська С.М., Дмитришак М.Я., Мокрієнко В.А. та ін. Рослинництво з основами кормовиробництва та агрометеорології: підручник. Київ: Прінтеко, 2023. Ч. 1. 610 с.

9. Інтегрований захист рослин: навч. посіб. / Писаренко В.М., Піщаленко М.А., Поспелова Г.Д., Горб О.О., Коваленко Н.П., Шерстюк О.Л. Полтава, 2020. 245 с.