

Інноваційні технології в АПК

УДК 631.3.

Броварець О., канд. техн. наук, доцент, (НУБіП України)

Від безплужного до глобального розумного землеробства

У статті розглянуто основні принципи будови та особливості функціонування різних систем землеробства та показано перспективи їх розвитку.

Ключові слова: системи землеробства, точне землеробство, сенсор, моніторинг сільськогосподарських угідь, спектрометр.

На сучасному етапі розвитку механізованого сільськогосподарського виробництва, коли висуваються високі вимоги до економічної доцільності застосування технологій вирощування сільськогосподарських культур, а також до заходів з охорони довкілля пріори-

тетним напрямком є застосування сучасних технологій землеробства. Забезпечення належної економічної ефективності можливе за створення найсприятливіших умов розвитку рослини за допомогою ефективного управління агробіологічним та технічним

© Броварець О., 2016

НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЖУРНАЛ

потенціалом сільськогосподарських підприємств.

Вступ. Сучасне землеробство – це наука про раціональне використання землі, її захист від деградації, про закономірності відтворення родючості ґрунту з метою вирощування та одержання високих і стабільних врожаїв. Розвиток сучасного землеробства лежить у площині вирішення завдань, які стоять перед ним.

Завдання сучасного землеробства – забезпечення належної ефективності сільськогосподарського виробництва шляхом інтеграції сучасних передових механіко-конструкцій та інформаційно-технічних систем для прийняття ефективного оперативного управлінського рішення.

Основним засобом виробництва в сільському господарстві, як відомо, є земля. Одночасно вона є і предметом праці, на який людина активно впливає вносячи добрив, обробляючи ґрунту з тим, щоб отримати максимальну кількість продукції за мінімальних витрат енергії, ресурсів, праці. Землеробство – основна галузь сільськогосподарського виробництва, яка об'єднує всі рослинницькі галузі – рослинництво, кормовиробництво, овочівництво, плодівництво, виноградарство. Завданнями землеробства як галузі є: раціональний обробіток ґрунту, спрямоване регулювання агрофізичних, агрохімічних і біологічних процесів у ньому, забезпечення культурних рослин усіма факторами життя у потрібному співвідношенні, створення умов для стабілізації родючості ґрунту та бездефіцитного балансу гумусу в ньому. Теоретичною основою землеробства є ґрунтознавство, мікробіологія, метеорологія та інші науки. Воно тісно пов'язане з агрохімією, агрофізикою, фітопатологією, ентомологією, селекцією.

Першими науково обґрунтували систему землеробства російські агрономи-вчені А. Т. Болотов і Г. М. Комов наприкінці XVIII ст. Вони розрізняли системи землеробства за способом відновлення родючості ґрунту та співвідношенням посівів зернових і кормових культур. Значний внесок у розвиток наукових основ систем землеробства зробили І. А. Стебут, О. В. Советов, В. В. Докучаєв, П. А. Костичев, В. Р. Вільямс, Д. М. Прянишников. За ступенем інтенсивності системи землеробства поділяють на примітивні, екстенсивні, перехідні та інтенсивні [1]. У результаті тривалої науково-дослідної роботи для кожної природно-економічної зони нині розроблені наукові основи ведення сільського господарства, складовою частиною яких є інтенсивні системи землеробства.

Основна частина. Система знарядь землеробства трансформувалася в ході розвитку людства. Основою переходу від однієї системи землеробства до іншої була економічна ефективність і технічний прогрес. Ці дві, на перший погляд, прості речі дали можливість здійснити перехід на принципово новий рівень, забезпечуючи при цьому принципово нові можливості та сучасні умови функціонування. У цій статті спробую класифікувати системи землеробства та, враховуючи їх, спробую спрогнозувати тенденцію подальшого розвитку системи землеробства і технічних засобів їх реалізації.

Розглянемо більш детально етапи розвитку систем землеробства і чим був обумовлений такий перехід.

Етапи розвитку системи землеробства:

- безплужна система землеробства;
- плужна система землеробства;
- інтенсивна система землеробства;
- система точного землеробства ;
- no-till система землеробства;
- strip-till система землеробства;
- цифрове землеробство;
- розумне землеробство;
- глобальне розумне землеробство.

Зміна системи землеробства передбачає зміну форми фізичної дії на ґрунт робочих органів, оперативного керування виконанням технологічної операції, реалізація нових форм та методів внесення технологічного матеріалу, наприклад диференційоване внесення.

Безплужна система землеробства.

Землеробські прийоми і знаряддя люди винайшли задовго до виникнення землеробства, яке зародилося на основі високорозвиненого збирання. Людина, збираючи їстівні рослини, поступово удосконалювала способи їхнього збору, створюючи знаряддя для викопування коренів, зрізу стебел і т.п. Почалися зміни в технологіях, які завжди, поряд з розвитком техніки, були взаємозалежними.

Історія створення перших землеробських знарядь, перших сільськогосподарських механізмів і машин своїми коренями сягає в глибоку стародавність. Вивчаючи розвиток землеробських знарядь, С. А. Семенов прийшов до висновку, що історія сільського господарства має свою індустріальну лінію розвитку — це, в першу чергу, розвиток землеробських знарядь.

Найбільші цивілізації стародавності, дотепер вражають нас своєю величиною, були створені на базі розвинутого землеробського виробництва. Але останнє не змогло б розвинутися, якби людина не навчилася створювати і використовувати землеробські знаряддя. Засновник науки сільськогосподарських машин академік Василь Прохорович Горячкін вважав, що застосування знарядь узагалі, а орних особливо, робить людині неоціненні послуги. У той час як людина може безпосередньо зібрати всі сили свого розуму, сконцентрувати усю свою увагу на одній думці, він не в змозі без допомоги знаряддя зосередити усі свої фізичні сили на одному предметі, в одній точці. Знаряддя дозволяє людині додавати свої зусилля в зміненому за величиною і напрямку вигляді згідно з умовами роботи.

Землеробство у своєму розвитку характеризується двома основними технологічними етапами, зв'язаними зі створенням знарядь для обробітку ґрунту:

— перший — доплужне чи безплужне землеробство;

— другий — орне землеробство.

На доплужному етапі людина обробляла рослини без застосування знарядь для обробки землі, коли розпушування ґрунту, висів, закладення насіння робили руками і ногами людини, ногами тварин, а також із застосуванням найпростіших ручних знарядь, виготовлених з дерева, каменю, рога, надалі — з елементами з металу. Це, можливо, було саме найпримітивні-

Класифікація систем землеробства за їх характеристикою

№ п/п	Технологія системи землеробства	Коротка характеристика
1	Безплужна система землеробства	Обробіток сільськогосподарських угідь примітивними знаряддями
2	Плужна система землеробства	Обробіток сільськогосподарських угідь плугом, як основним елементом обробітку ґрунту
3	Інтенсивна система землеробства	Інтенсивні системи землеробства передбачають високопродуктивне використання придатних земель для вирощування найбільш цінних і високоврожайних культур, сортів і гібридів, широке запровадження ефективних заходів відтворення родючості ґрунту з урахуванням найновіших досягнень сільськогосподарської науки і передового досвіду. За інтенсивної системи землеробства родючість ґрунту поліпшується внаслідок застосування добрив, удосконалення технологій, структури посівних площ.
4	Система точного землеробства	Отримання інформації про агробіологічний стан ґрунтового середовища і прийняття рішення щодо реалізації внесення технологічного матеріалу на основі карт технологій за допомогою створених картограм полів.
5	No-till система землеробства	Система нульового обробітку ґрунту, також відома як No-Till, – сучасна система землеробства, що підказала пермокультурою, при якій ґрунт не обробляється, а її поверхня ховається спеціально подрібненими залишками рослин – мульча.
6	Strip-till система землеробства	Найважливішим чинником упровадження технології STRIP-TILL є скорочення витрат на обробіток ґрунту, оскільки велика частина поля не обробляється. Завдяки застосуванню на агрегатах для STRIP-TILL комбінації різних робочих органів, які розрізають і загортають рослинні залишки, проводять глибоке розпушення і кришення ґрунту, утворюють борозну. І все це - за один прохід.
7	Цифрове землеробство	Технологія передбачає використання сенсорів, які розміщуються стаціонарно на полі або на рухомому сільськогосподарському агрегаті, який виконує технологічну операцію. Дані від таких сенсорів з використанням ІТ-технологій використовуються для отримання оперативної інформації від датчиків та технологічних систем, відображення їх на хмарному ресурсі і прийняття рішень. З використанням таких даних можна створити цифрові моделі сільськогосподарських угідь.
8	Розумне землеробство	Технологія передбачає використання розумних систем оперативного контролю та прийняття рішення, які розміщуються стаціонарно на полі або на рухомому сільськогосподарському агрегаті. Такі системи дозволяють в режимі реального часу забезпечити оперативне керування якістю виконання технологічних операцій. Ці системи можна назвати інтелектуальними, оскільки у них закладені алгоритми, за допомогою яких вони можуть приймати рішення в режимі реального часу про виконання технологічних операцій на основі отриманих оперативних даних.
9	Глобальне розумне землеробство	Технологія ґрунтується на технологіях розумного землеробства та цифрового землеробства. Передбачає наявність хмарного ресурсу, на якому розміщуються дані від розумних систем оперативного контролю та прийняття рішення, які розміщуються стаціонарно на полі або на рухомому сільськогосподарському агрегаті. Ці дані аналізуються і автоматично передаються на іншу сільськогосподарську машину, яка виконує технологічну операцію. Ці системи мають можливість створювати автоматичну базу даних для прийняття рішення.

ше землеробство, що відноситься до 3—9 тисячоріччя до н.е., розповсюджене в основному в тропіках. У ті часи дуже повільно відбувалося перетворення дерев'яної копачки в лопату.

Плужна система землеробства. Розвивалася іригаційна система землеробства, яка найбільшого розвитку і досконалості досягла в долинах рік Тигру, Євфрату, Нілу й ін. Дослідники думають, що мотика, яка використовувалася для очищення зрошувальних каналів, наштовхнула людину на думку про створення знаряддя безупинної дії - прообразу плуга. Хоча багато дослідників вважають, що доплужне землеробство було не тільки мотичним.

Землеробські знаряддя з моменту своєї появи грали одну з основних ролей у розвитку продуктивних сил і, безумовно, найголовнішу у справі зміни навколишньої природи. Винахід плуга, ймовірно, вразив би наших предків не менш ніж поява атомної техніки - наших сучасників.

Саме тому, як писав В. П. Горячкін, «не торкнуті цивілізацією люди інстинктивно усвідомлювали, що під грубою, незграбною формою примітивного знаряддя ховається те, що звільнило людину від рабства, від підпорядкування його природі, і оточили це скромне знаряддя ореолом високого шанування і навіть святості».

Як не дивно, усі ці машини сьогодні значать для людини навряд чи не більше, ніж у далекі часи міфічного Мафусаїла. І от чому, за даними антропологічної науки, рід людський існує на Землі, принаймні, 1,5

мільйона років. Приблизно 60 - 80 тисяч років тому, наприкінці древнекамінного століття, палеоліту, планета познайомилася з так названою Homo Sapiens – людиною цілком сучасного виду, озброєною першими примітивними знаряддями виробництва. Писана історія Sapiens'a нараховує біля 10 - 12 тисяч років. Передбачається, що такий же термін історії цивілізованої людини. За минулий час цей представник роду Homo дечого досяг. Зокрема, він зробив безліч технічних революцій: навчився літати в повітрі й абсолютній порожнечі, плавати по водній поверхні і у ній, досяг неймовірних глибин земних і океанічних. Швидкість переміщення в просторі власного тіла він підвищив у тисячу разів. І разом з тим - ніяк не змінив (у якісному змісті) того основного способу, за допомогою якого добуває свій хліб насущний. Як і одну, дві, десять тисяч років тому, людина здійснює стереотипний технологічний процес, по один бік якого знаходиться він сам з його шлунком, який вимагає наповнення, а по другий – природа, земля. От цей процес – зори, спуши землю, кинь у неї насіння... зрости і збережи врожай – залишається незмінним [Новиков Ю.Ф. Машина в системі «Человек-Машина-Земля»].

Винахід плуга — тривалий складний історичний процес, який підлягає спеціальному вивченню. Але не можна заперечувати факту, що плуг і орне землеробство — винаходи історично немінучі, логічно необхідні. У кожному регіоні агрикультура йшла до них через удосконалювання попередніх знарядь і форм землеробства. При цьому не виключена можливість запози-

чення плуга в готовому вигляді деякими народами завдяки спілкуванню з хліборобами інших країн.

Орне землеробство поклато початок безперервності в технологічному процесі обробітку землі, що дозволило використовувати тяглову силу тварин. Винахід плуга став першим якісним стрибком на шляху технічного прогресу, сходинкою до винаходу колеса, що визначило технічне майбутнє людства і нову еру в землеробстві — еру механізації. Завдяки появі плуга хлібороби змогли використовувати спочатку тяглову силу тварин, а потім і трактор.

У середні століття розвиток агрономічної науки був загальмований у зв'язку з поширенням релігійних забобонів і небилиць. В епоху Відродження (XIV-XVI вв.), якій передували контакти з арабами, що зберегли праці античних учених-письменників, почався розвиток наук, у тому числі тих, які мали відношення до землеробства. Проникнення машин у сільське господарство стає закономірним, необхідним. У перших вищих сільськогосподарських навчальних закладах Західної Європи і Росії, заснованих у XIX столітті, обов'язково були приміщення для машин і поле для їхнього іспиту. Можна стверджувати, що у XX столітті сільськогосподарське виробництво без машин, без механізації було б неможливим.

Інтенсивна система землеробства. Сучасна система землеробства — інтенсивна, що є основою процесу різкого збільшення виробництва зерна, технічних, кормових та овочевих культур на базі розширеного відтворення родючості ґрунту. Цей процес відбувається як шляхом додаткового вкладення коштів, так і на основі прискорення науково-технічного прогресу. Різноманітність систем землеробства в Україні зумовлена зональними та природно-економічними особливостями. До них можна віднести такі: 1) промислова; 2) екологічна; 3) біологічна (органічна); 4) No-till. Сучасні інтенсивні системи землеробства характеризуються високим технічним оснащенням виробництва, використанням більш ефективних способів обробітку ґрунту, внесенням органічних і мінеральних добрив з розрахунку на запланований урожай і розширене відтворення родючості ґрунту, інтенсивними ґрунтозахисними технологіями вирощування сільськогосподарських культур, меліоративними, а також прогресивними організаційно-господарськими заходами. Проведення значних організаційно-господарських, агротехнічних, меліоративних заходів сприяє переходу до вищих форм систем землеробства відповідно до сучасного рівня розвитку продуктивних сил, науки і техніки. За високого рівня інтенсифікації сучасних систем землеробства дуже важливу роль відіграють енергоощадні та ґрунтозахисні заходи для запобігання та усунення наслідків ерозії ґрунту. Проте, як свідчить досвід, запровадження зазначених вище інтенсивних систем землеробства не завжди забезпечує достатню їх ґрунтозахисну спрямованість. Незважаючи на відносно високу продуктивність інтенсивних систем, запровадження їх у зонах активної дії водної і вітрової ерозії не забезпечує надійного захисту ґрунту від водної ерозії та дефляції. Інтенсивний пошук більш ефективної в екологічному відношенні ґрунтозахисної системи землеробства дав змогу запобігти розвитку дефляційних процесів і забезпечити стійкий розвиток

зернового господарства. Важливою складовою ланкою цієї системи землеробства є плоскорізний обробіток ґрунту, за якого стерню не загортають у глибокі шари, а залишають на поверхні ґрунту як мульчу [2].

Основні ланки сучасних систем землеробства. Сучасні інтенсивні системи землеробства — дуже складний комплекс, який складається з різних ланок. Загальним завданням їх є створення оптимальних умов для одержання високих і стійких врожаїв за мінімальної собівартості і покращення родючості ґрунту.

Перша ланка — це раціональна організація території, яка включає ґрунтово-ерозійне, агрохімічне та фітосанітарне обстеження території зі складанням відповідних карт і картограм, виділення технологічних груп земель за їх якістю, нарізання сівозмін. Визначають спеціалізацію господарства, підбирають найбільш урожайні в певних умовах та високоліквідні культури, складають схеми їх чергування в сівозмінах. У добірї культур враховують також попит ринку, наявність технічних засобів для їх вирощування.

Друга ланка — система обробітку ґрунту — повинна бути диференційованою щодо сівозмін і культур і поєднувати глибокий, звичайний, мілкий, поверхневий і нульовий обробітки з використанням як полицьових, так і безполицьових знарядь.

Третя ланка — система удобрення. Вона повинна розраховуватись на запрограмовану врожайність і забезпечувати бездефіцитний баланс гумусу та інших елементів живлення в ґрунті. Для складання системи удобрення дуже важлива збалансованість доз і норм туків, а також окупність добрив урожаєм, особливо за їх нестачі. Так, в умовах Степу прибавка врожаю від внесення добрив складає: озимої пшениці по зайнятому пару та непарових попередниках — 27-53%, ячменю — 39%, однорічних трав — 12-18%, просапних — 10-15%, а озимої пшениці по чистому пару — лише 6,5%. В екологічно збалансованому землеробстві пріоритетного значення набувають органічні добрива — гній, солома, компост та інші.

Четверта ланка — система захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб. Вона поєднує профілактичні та винищувальні заходи. Складаючи системи захисту рослин, потрібно керуватись двома основними принципами — їх екологічна та економічна обґрунтованість.

П'ята ланка — система насінництва — передбачає використання для сівби та садіння найбільш продуктивних сортів і гібридів культурних рослин, які в найбільшій мірі відповідають конкретним ґрунтово-кліматичним умовам.

Шоста ланка — система машин і знарядь. Сільськогосподарська техніка повинна бути високовиробною, забезпечувати якісне виконання усіх технологічних операцій, надійною та зручною в експлуатації.

Сьома ланка — меліоративні заходи, такі як захист ґрунту від деградації, покращення стану зрошуваних (осушуваних) земель, технологічні роботи на ріллі (ґрунтовий дренаж, вилучення каміння, викорчовування чагарників тощо).

Восьма ланка — еколого-економічне обґрунтування систем землеробства. Вона передбачає визначення таких показників як попередження втрати ґрунту й гумусу, виробництво продукції на одиницю площі, кое-

фіцієнт енергетичної ефективності вирощування культур, собівартість продукції, очікуваний прибуток і рівень рентабельності [3].

Мета та завдання інтенсивних систем. Інтенсивні системи землеробства забезпечують зростання урожайності культурних рослин, відновлення, збереження і підвищення родючості ґрунту за рахунок факторів інтенсифікації землеробства (застосування добрив, меліорації, зрошення, механізації, автоматизації, ґрунтозахисних, ресурсозберігальних та екологічно чистих технологій, вдосконалення знарядь тощо з урахуванням найновіших досягнень сільськогосподарської науки і передового досвіду). Вони передбачають високопродуктивне використання придатних земель для вирощування районуваних високопродуктивних культур, сортів і гібридів. Співвідношення між окремими культурами в сівозміні за інтенсивної системою землеробства встановлюється з урахуванням державних та власних потреб у різних сільськогосподарських продуктах, спеціалізації господарства і природних умов. Сучасна інтенсивна система землеробства спрямована на ефективне використання землі та інших ресурсів з метою одержання в конкретних природних і економічних умовах максимальної кількості сільськогосподарської продукції найвищої якості з найменшими затратами. Спрямована вона також на боротьбу з посухою, ерозією ґрунтів та забезпечення екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища. За сучасних інтенсивних систем землеробства майже всі орні землі зайняті посівами, причому посівна площа часто перевищує площу ріллі, широко застосовуються посіви просапних і проміжних культур. Ці системи характеризуються активною дією на ґрунт з метою підвищення його родючості за допомогою засобів, які випускає промисловість [4].

Промислова (інтенсивна) система землеробства. Промислова система землеробства є найбільш інтенсивною і енергоємною. Понад 50% площі ріллі за цієї системи відводиться під інтенсивні просапні культури, які потребують застосування високих норм органічних (50-60 т/га) і мінеральних (до 1 т/га) добрив, пестицидів, доброго зволоження ґрунту. Крім того, застосовуються повторні і проміжні посіви. Вона забезпечує високий рівень продукції з 1 га сівозмінної площі, супроводжується великими виносом з ґрунту поживних речовин і фізичними навантаженнями на нього внаслідок інтенсивного механічного обробітку. Ця система потребує обов'язкового застосування агротехнічних заходів щодо запобігання деградації ґрунту і захисту його від ерозії. Родючість ґрунту підтримується за рахунок внесення великих норм органічних і мінеральних добрив. У господарствах передбачається вирощування високопродуктивних просапних культур – цукрових буряків, соняшнику, кукурудзи на зерно, рицини, картоплі тощо. У 50-60-ті роки минулого сторіччя промислова система землеробства широко пропагувалась, але внаслідок недостатньої технічної оснащеності окремих господарств, відсутності необхідної кількості добрив, пестицидів, а також великої різноманітності ґрунтово-кліматичних умов та інших причин вона не отримала широкого розповсюдження, за винятком районів вирощування цукрових буряків, овочевих культур і картоплі. На думку переважної біль-

шості вчених, такими є просапна, зернопросапна, зернопарова, зернопаропросапна, зернотрав'яна, плодозмінна, ґрунтозахисна системи землеробства.

Сучасні інтенсивні системи землеробства передбачають високопродуктивне використання придатних земель для вирощування найбільш цінних високоурожайних культур, сортів і гібридів, широке запровадження ефективних методів підвищення родючості ґрунту з урахуванням найновіших досягнень сільськогосподарської науки, передового досвіду. За інтенсивних системах землеробства родючість ґрунту поліпшується в результаті застосування добрив, меліорації, вдосконалення знарядь тощо. Оскільки сучасні системи землеробства розробляються на основі глибокого аналізу і всебічного врахування природних і економічних умов сільськогосподарського виробництва, то в основі їх визначення повинна бути насамперед природна зональність, яка б відображала місцеві ґрунтові, кліматичні і ландшафтні умови, особливості землеробства.

До більш сучасних систем землеробства можна віднести органічну (біологічну) та No-till.

Просапна (промислово-заводська) система землеробства є найбільш інтенсивною і енергоємною. До початку 30-х років ХХ ст. в нашій країні через технічну відсталість промислово-заводська система землеробства була поширена в меншій мірі, ніж плодозмінна.

Зернопарова система землеробства відзначається насиченістю сівозмін зерновими продовольчими (озимі зернові, яра пшениця) і фуражними (ячмінь, овес та ін.) культурами. Значні площі ріллі (5-25%) відведені під чисті пари. Ця система забезпечує високий вихід зерна з 1 га сівозмінної площі. Родючість ґрунту відновлюється і підтримується внесенням органічних та мінеральних добрив, застосуванням ґрунтозахисних заходів (смугове розміщення пару і посівів, безпліцевий обробіток та ін.), вологонагромадженням і очищенням ґрунту від бур'янів на парах відповідною системою механічного обробітку.

Зернопросапна система землеробства передбачає, що у сівозмінах зернові і просапні культури займають основну частину ріллі. Ця система більш інтенсивна, ніж зернопарова і забезпечує найбільший вихід рослинницької продукції з 1 га сівозмінної площі, що супроводжується високим виносом елементів живлення з ґрунту. Родючість ґрунту підтримується застосуванням високих норм органічних і мінеральних добрив, а також раціональним ґрунтозахисним обробітком ґрунту. Відсутність у сівозмінах чистого пару, як протибур'янового заходу, викликає потребу у застосуванні гербіцидів. Зернопаропросапна система землеробства передбачає, що більшу частину сівозмінної площі займають зернові і просапні культури та чистий пар. За інтенсивністю вона поступається зернопросапній, але перевищує зернопарову систему.

Продовження статті в наступному номері...