

## **ІНЖЕНЕРІЯ МАШИНИХ СИСТЕМ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ, АДАПТАЦІЯ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ДО ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ**

### **Технічне забезпечення обробітку ґрунту в умовах глобальних змін клімату**

**Адамчук В. В.**, д.т.н., академік НААН, директор, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

**Грицишин М. І.**, к.т.н., учений секретар, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

**Насонов В. А.**, к.т.н., завідувач відділу, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Виробництво сільськогосподарської продукції потребує значних затрат матеріально-технічних і енергетичних ресурсів. Тому формування матеріально-технічної бази аграрних підприємств має здійснюватися з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, структури, технологій та обсягів виробництва продукції [1]. Глобальні зміни клімату та висока вартість матеріально-технічних і енергетичних ресурсів зумовили динамічний розвиток технологій виробництва продукції рослинництва.

Інноваційна концепція розвитку агротехнологій нині активно впроваджується в багатьох країнах світу. Її парадигма – точна оптимізація термінів виконання всього комплексу технологічних операцій, виконання вимог агротехніки до термінів і якості робіт для одержання запрограмованого врожаю із заданими споживчими властивостями [2]. Але, як писав відомий вчений В. Р. Вільямс, якою досконалою не буде технологія в системі землеробства, вона залишиться нездійсненою мрією, якщо не буде забезпечена такою ж

досконалою технікою [3]. Тому техніка для реалізації таких технологій має бути наукоємна, оснащена системами автоматизації контролю й управління технологічними процесами.

В умовах зростання посушливості клімату все більшого значення набуватимуть мінімізовані вологозберігаючі системи обробітку ґрунту.

Під час вирощування озимих зернових культур після більшості непарових попередників перевагу матиме поверхневий обробіток ґрунту на глибину 6–8 см із застосуванням комбінованих багатоопераційних агрегатів, а також неглибокий обробіток ґрунту (12–14 см) на незасмічених багаторічними бур'янами площах.

Для реалізації цих технологій за останні роки розроблено та освоєно виробництво великої гами технічних засобів для комплектування машинно-тракторного парку господарств з урахуванням умов їх господарювання (таблиця).

**Таблиця.** Системи підготовки ґрунту до вирощування сільськогосподарських культур та їх технічне забезпечення\*

<b>Системи обробітку ґрунту</b>	<b>Технологічні операції</b>	<b>Типи машин і знарядь</b>
1	2	3
Традиційна	Подрібнення та розподіл по поверхні решток попередньої культури	Зернозбиральні комбайни з подрібнювачами Подрібнювачі рослинних решток

Продовження таблиці

1	2	3
	<p>Лущення стерні, провокація проростання насіння бур'янів і падалиці, руйнування капілярів ґрунту, підрізання бур'янів, мульчування верхнього шару на глибину 6–14 см</p> <p>Полицевий обробіток ґрунту на глибину 20–32 см із обертанням скиби (оранка), із загортанням рослинних решток і добрив</p> <p>Боронування (закриття вологи навесні, вирівнювання поверхні зораного поля, знищення паростків бур'янів)</p> <p>Культивація та прикочування ґрунту, комбінований обробіток (підготовка насінневого ложа, підрізання бур'янів, формування оптимальної структури, щільності та вологості ґрунту, вирівнювання його поверхні)</p>	<p>Дискові борони, дискатори, лущильники, культиватори з плоскоріжучими робочими органами для мілкового обробітку ґрунту</p> <p>Плуги лемішні або дискові</p> <p>Борони зубові важкі або середні, борони пружні, шлейф-борони багаторядні зубові</p> <p>Шлейф-борони багаторядні зубові, культиватори, котки кільчато-шпорові, планчаті, трубчасті, спіралевидні, тарілчасті, комбіновані багатоопераційні агрегати</p>
<p>Мінімальна (Mini-till)</p>	<p>Подрібнення та розподіл по поверхні решток попередньої культури</p> <p>Безполицеве розпушування ґрунту на глибину до 16 см із мульчуванням рослинними рештками, підрізання бур'янів</p> <p>Підготовка насінневого ложа, підрізання бур'янів, формування оптимальної структури, щільності та вологості ґрунту за допомогою культивації та прикочування, вирівнювання поверхні ґрунту</p>	<p>Зернозбиральні комбайни з подрібнювачами</p> <p>Подрібнювачі рослинних решток</p> <p>Важкі культиватори, дискові борони, дискатори, комбіновані агрегати</p> <p>Культиватори, котки, комбіновані агрегати, шлейф-борони багаторядні зубові</p>
<p>Консервуюча</p>	<p>Подрібнення та розподіл по поверхні ґрунту решток попередньої культури</p> <p>Безполицеве розпушування ґрунту на глибину до 20–40 см із мульчуванням рослинними рештками, підрізання бур'янів</p> <p>Підготовка насінневого ложа, підрізання бур'янів, формування оптимальної структури, щільності та вологості ґрунту за допомогою культивації та прикочування, вирівнювання поверхні ґрунту</p>	<p>Зернозбиральні комбайни з подрібнювачами</p> <p>Подрібнювачі рослинних решток</p> <p>Важкі культиватори, чизелі, дискочизельні знаряддя, комбіновані агрегати</p> <p>Культиватори, котки, комбіновані агрегати, шлейф-борони багаторядні зубові</p>
<p>Смугова (Strip –Till)</p>	<p>Подрібнення та розподіл по поверхні ґрунту решток попередньої культури</p> <p>Безполицеве розпушення ґрунту на глибину до 32 см у смугах шириною 15–25 см із можливістю внесення стартових і основних</p>	<p>Зернозбиральні комбайни з подрібнювачами</p> <p>Подрібнювачі рослинних решток</p> <p>Спеціальні комбіновані агрегати</p>

*Продовження таблиці*

1	2	3
	доз мінеральних добрив, знищення бур'янів, формування оптимальної структури, щільності та вологості ґрунту в смугах  Хімічне прополювання бур'янів між обробленими смугами	Обприскувачі
Нульова (No-Till)	Подрібнення та розподіл по поверхні ґрунту решток попередньої культури  Знищення бур'янів  Сівба в необроблений попередньо ґрунт	Зернозбиральні комбайни з подрібнювачами Подрібнювачі рослинних решток Обприскувачі Комбіновані ґрунтообробно-посівні комплекси

Примітка: через велику різноманітність конструкційно-технологічних схем і марок знарядь для підготовки ґрунту в таблиці наведено лише типи машин і знарядь за робочими органами

Вибір технічних засобів необхідно здійснювати з урахуванням вимог агротехніки вирощування сільськогосподарських культур, зональних ґрунтово-кліматичних умов і стану полів. Для забезпечення виконання робіт із мінімальними експлуатаційними затратами комплектувати машинно-тракторний парк необхідно технічними засобами, які забезпечують якісне виконання робіт в оптимальні агротехнічні строки. Відхилення від цих вимог призведе до неминучих втрат урожаю. Виконання робіт у бік скорочення агротехнічних строків призведе до збільшення експлуатаційних затрат на виконання механізованих робіт. Збільшення тривалості робіт під час сівби призводить до зменшення врожаю, а під час збирання – до його втрат і зниження якості продукції.

Вибираючи машинно-тракторні агрегати для обробітку ґрунту та сівби, незаперечно перевагу варто віддавати комбінованим багатоопераційним технічним засобам, які за один прохід по полю забезпечують виконання вимог агротехніки до якості робіт, і комбінованим багатофункціональним технічним засобам, які за один прохід по полю забезпечують підготовку ґрунту, внесення добрив і висів насіння [1]. Використання багатоопераційних і багатофункціональних машинно-тракторних агрегатів забезпечить зменшення питомих витрат палива на 20–30% і на 70–80% – праці та техногенного навантаження на ґрунт. Виконання передпосівного

обробітку ґрунту та сівби насіння з мінімальним розривом у часі створює найбільш сприятливі умови для проростання насіння [4]. На забур'яненних, особливо багаторічними бур'янами, площах у разі значного розповсюдження хвороб і шкідників та за умови недостатнього забезпечення засобами захисту рослин доцільною буде полицева оранка.

Проте оранка є найбільш трудозатратною та енергозатратною технологічною операцією, тому рішення щодо її використання необхідно буде приймати, зваживши всі її позитивні якості та недоліки, а також строки виконання наступних операцій, зумовлених агротехнікою вирощування сільськогосподарських культур. Для виконання цієї агротехнічної операції можуть бути використані як наявні в господарствах плуги, так і нові. За наявності економічних можливостей придбання нового плуга переваги слід надавати оборотним плугам, які забезпечують більш високу якість оранки без звальних гребенів і розвальних борозен.

Важливим завданням технології обробітку ґрунту з метою збереження вологи та боротьби з бур'янами є система різноглибинних обробіток із використанням знарядь із дисковими або чизельними робочими органами. У зазначеній системі обробіток ґрунту проводять негайно після збирання попередників і в міру проростання падалиці та бур'янів.

Технічні засоби з дисковими робочими органами є більш поширеними, ніж знаряддя з

чизельними робочими органами та виконують технологічні операції з меншими питомими витратами пального. Проте в умовах недостатнього вологозабезпечення перевагу слід надавати знаряддям із дискочизельними робочими органами, які зберігають на поверхні більше рослинних решток, що зменшує перегрів ґрунту та випаровування вологи.

На ринку України є велика гама знарядь із дисковими та чизельними робочими органами, але пріоритет у виборі знарядь слід надавати комбінованим багатоопераційними машинам, які забезпечують кращу якість виконання технологічних операцій, а отже кращі умови для збереження та накопичення вологи в ґрунті.

Необхідно зазначити, що питомий тяговий опір комбінованих багатоопераційних машин значно більший, ніж одноопераційних знарядь, тому для їх агрегування необхідні трактори підвищеної потужності з розрахунку 30–35 кВт на один метр ширини захвату.

Важливим агротехнічним заходом в умовах посушливості клімату буде використання в структурі сівозміни парів, які забезпечують накопичення вологи та розклад рослинних решток. Для боротьби з бур'янами на парових площах упродовж весняно-літнього періоду в структурі машинно-тракторного парку сільськогосподарських підприємств необхідно мати культиватори з плоскоріжучими робочими органами та котками, які забезпечують обробіток ґрунту на різну глибину та вирівнюють поверхню, що сприятиме збереженню вологи. Найбільш ефективним заходом боротьби з бур'янами є знищення їх у фазі білої ниточки. Для виконання цієї операції з найменшими енерговитратами доцільно застосовувати сучасні багаторядні зубчасті шлейф-борони типу MC Far Lane.

Цей агротехнічний захід забезпечує утворення розпушеного шару ґрунту, який екранує випаровування вологи та створює сприятливі умови для боротьби з бур'янами під час догляду за посівами просапних культур із використанням штригельних (пружних) борін, що забезпечить зменшення витрат пального та хімічних засобів, виробництво яких потребує значних витрат енергії, а використання шкідливе для довкілля.

В умовах недостатнього вологозабезпечення ґрунтів позитивний ефект забезпечує технологія сівби без попереднього обробітку ґрунту (No-till). За даними аграрної науки ця технологія може застосовуватися на площі близько 5–6 млн га, проте сьогодні вона застосовується в значно менших обсягах. Причиною цього є недотримання виробниками вимог технології No-till, що призводить до негативних результатів.

На полях, де ґрунти схильні до самоущільнення, ефективними є машини з дискочизельними робочими органами, які забезпечують глибоке розпушування нижнього шару ґрунту та зароблення в ґрунт на невелику глибину рослинних решток попередника. Чизельний обробіток є необхідним тому, що має місце утворення ущільненого шару ґрунту, який екранує проникнення вологи та повітря в нижні горизонти та піднімання вологи у верхній шар, що призводить до пересихання верхніх шарів ґрунту. Для виконання цієї техніко-технологічної операції науковцями створено, а промисловістю освоєно виробництво комплексу технічних засобів для вирощування сільськогосподарських культур за енергоощадними вологозберігаючими технологіями.

Заслуговує на окрему увагу технологія смугового обробітку ґрунту (Strip-till). За такої технології під час вирощування просапних культур ґрунт розпушується смугами з одночасним внесенням у щілини повної дози мінеральних добрив. У такому разі обробляється лише до 30% площі, тобто тільки в зоні висіву насіння, а в міжряддях зберігаються рослинні рештки, які захищають ґрунт від можливої ерозії, сприяють зменшенню випаровування вологи, захищають ґрунт від перегріву та часткового пригнічують ріст бур'янів.

Дози внесення мінеральних добрив на всіх полях повинні бути узгоджені з кількістю органічної маси, яка залишається на полях і прогнозованим рівнем урожайності сільськогосподарських культур.

За останні роки ця технологія зазнала суттєвих змін і застосовується під час вирощування як просапних культур, так і зернових колосових, ріпаку, сої тощо.

Для технічного забезпечення технології Strip-till створено та освоєно виробництво спеціальних багатофункціональних машин.

Вибираючи трактор для агрегування таких машин, необхідно виходити з умови, що їх питомий тяговий опір становить 35–40 кВт на один метр ширини захвату.

Позитивний ефект від цієї технології досягається також за допомогою руйнування ущільненого ядра ґрунту, що утворився після проходів МТА під час виконання технологічних операцій.

Внесення засобів захисту рослин від шкідників і хвороб має здійснюватися на основі діагностики стану посівів із використанням комп'ютеризованих технічних засобів, які сьогодні є на ринку. Це сприятиме зменшенню потреби в пестицидах і знизить забруднення довкілля.

Актуальним залишається зменшення втрат під час збирання врожаю ранніх зернових. За валового виробництва зерна в обсязі 39–40 млн т в оптимальні агротехнічні терміни з мінімальними втратами врожаю необхідно мати в агропромисловому виробництві парк зернозбиральних комбайнів у кількості 60–65 тис. одиниць із середньою потужністю двигуна 270–280 кВт.

Вирішуючи питання придбання нового (додаткового) комбайна, потрібно виходити з умови, що постійні затрати на володіння комбайном повинні бути меншими, ніж виручка від реалізації додатково зібраного врожаю та підвищення його вартості.

Основною технологією збирання зернових колосових має бути пряме комбайнування з подрібненням і рівномірним розсіванням соломи по поверхні поля. Близько 15–20% площі посіву зернових можна збирати з укладанням соломи у валок із наступним її підбиранням і використанням на теплоенергетичні потреби.

Подрібнена та рівномірно розсіяна солома виконуватиме функцію мульчі та захищатиме певний період ґрунт від пересихання. Перед обробітком таких площ необхідно буде внести відповідну дозу азотних добрив (10 кг д. р. на кожен тону соломи) з наступним перемішуванням їх із верхнім шаром ґрунту. Для внесення мінеральних добрив будуть застосовуватися машини з відцентровими робочими органами.

Для внесення мінеральних добрив у системах точного землеробства необхідно використовувати машини, які забезпечені засобами автоматичного регулювання дози внесення згідно з картою родючості ґрунту на окремих ділянках поля.

Перспективною в умовах посушливості клімату є технологія вирощування сільськогосподарських культур з адресним внесенням мінеральних добрив у міжряддя одночасно з сівбою. Для виконання цього технологічного процесу промисловість освоїла та пропонує на ринку комбіновані багатофункціональні технічні засоби.

### Бібліографія

1. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В. В. Адамчука, М. І. Грицишина. К.: Аграрна наука, 2012. 416 с.
2. Проблема реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі / за ред. Я. К. Білоуська. К.: ННЦ «ІАЕ», 2007. 216 с.
3. Вільямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М.: Госиздат Сельскохозяйственная литература, 1949. 471 с.
4. Грицишин М. І. Техніка та технології для виробництва зерна в умовах зростання посушливості клімату. *Пропозиція*. 2015. № 11. С. 132–135.