



## Найактуальніше

УДК 631.41  
© 2013

*В.В. Медведєв,  
академік НААН*

*Національний  
науковий центр «Інститут  
грунтознавства та агрохімії  
імені О.Н. Соколовського»*

### **НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ЗНАРЯДДЯ ОБРОБІТКУ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ**

*Розглянуто технологічні заходи, що зменшують  
механічне навантаження на ґрунт  
і переущільнення, а також знаряддя, які  
усувають руйнування агрономічно корисної  
структури в процесі обробітку. Перспективними  
є нульова технологія обробітку, консервативне,  
точно, агролісове і збалансоване землеробство.*

**Ключові слова:** мінімальний і нульовий обробіток, маршрутизація, ґрунтофільні (ґрунтозахисні) обробні знаряддя.

Доведено, що фізичні властивості ґрунтів та їх структура в умовах інтенсивного (глибокого й занадто частого) обробітку погіршуються, зростає рівноважна щільність, що призводить до несприятливих екологічних, економічних та агрономічних наслідків. Тому в сучасному землеробстві спостерігається тенденція до поступового зменшення інтенсивності механічного впливу на ґрунт і навіть повної відмови від нього. Технології обробітку вдосконалюються щодо мінімізації кількості й глибини проходів машинно-тракторних агрегатів на полях, зменшується руйнівна дія ґрунтообробних робочих органів на ґрунт і його структуру. Збереження фізичних властивостей ґрунтів стає одним із важливих напрямів в екологізації обробітку. Дедалі частіше й наполегливіше наголошують на важливості підтримки сталого землекористування, що неможливо в умовах несприятливих фізичних властивостей ґрунтів.

У статті розглянуто деякі відносно нові, малопоширені або невідомі взагалі заходи, мета яких — мінімізація механічного впливу на ґрунт і збереження його фізичних властивостей.

*Дотримання стандарту припустимого тиску на ґрунт.* Переущільнення — найнебезпечніший наслідок інтенсивного механічного обробітку для ґрунтів України. Попри те, що з 2007 р. в Україні діє стандарт, який обмежує навантаження на ґрунт, у країні продовжують використовувати машинно-тракторні агрегати

(МТА) з неприпустимим питомим тиском. Загроза переущільнення існує на 75% ріллі України (3). Причиною настільки широкого розвитку цих негативних процесів, крім МТА, є також численні ґрунтові чинники, зокрема, переважно суглинковий гранулометричний склад, низька початкова (перед обробітком) щільність будови й вологість навесні, що є близькою до фізичної сплоскості. Через велику кількість окремих технологічних операцій, виконуваних потужними тракторами й важкими комбайнами, переущільнення нерідко виявляється навіть на легких ґрунтах, малочутливих до ущільнення. Є дані про переущільнення на глибині 1 м, де воно акумулюється й може зберігатися досить тривалий час [7]. Зафіксовано також нове явище — консолідацію, коли ущільненню піддаються агрегати агрономічно корисного розміру. У результаті цього з них видавлюється продуктивна волога, різко зменшується внутрішньоагрегатна пористість і погіршується цінність ґрунту як середовища для рослин.

Головною причиною, що зумовлює переущільнення ґрунтів, є конструктивні особливості ходових систем і кількість проходів МТА полем [4]. Тому для подолання переущільнення дуже важливо вдосконалити МТА й технологію виконання механізованих польових робіт. Така стратегія поступово стає популярною в північних європейських країнах, США й Канаді, де досить часто можна побачити на полях МТА зі

здвоєними й навіть строєними пневматичними шинами низького тиску. Важливо відзначити, що в країнах з розвинутою землеробською спеціалізацією активно обговорюють або вже введено приблизно такі самі, як і в Україні, нормативи припустимого питомого тиску на ґрунт (10–12, 14). Україна, хоча й ініціювала (одна з перших) ухвалення нормативу припустимого питомого тиску на ґрунт, продовжує застосовувати багатоопераційні окремо виконувані обробки за допомогою переважно потужних МТА. Це потребує більш активної модернізації. Такі технічні засоби й технології поступово мають відійти в минуле внаслідок їх деградаційного впливу на ґрунт.

*Маршрутизація технологічних операцій.* Значні можливості модернізації сучасних технологій вирощування культур закладено в організації виконання механізованих польових робіт, зокрема в застосуванні маршрутизації руху всіх технічних засобів на полі відповідно до заздалегідь визначених маршрутів. Причиною високої екологічної та економічної ефективності маршрутизації є зниження сумарної площі ущільнення поля. За вирощування просапних культур вона зменшується майже вдвічі, культур суцільної сівби — втричі (навіть без урахування збирально-транспортних робіт) [3]. Таке зниження було досягнуто на фоні окремо виконуваних операцій. Якби використовували комбіновані ґрунтообробні й посівні машини, площу ущільнення вдалося б знизити ще більше. Упровадження маршрутизації не викликає особливих складнощів. Потрібно лише, щоб ширина захвату МТА, використовуваних для вирощування культури, була кратною базовій, яку застосовують у сівалці. На жаль, дотепер маршрутизація залишається невикористаним резервом поліпшення технологій вирощування польових культур, головним чином, через неузгоджену ширину захвату сівалки з ґрунтообробними знаряддями й машинами для внесення добрив і засобів захисту рослин.

Маршрутизація руху МТА у вирощуванні польових культур потрібна й можлива практично на всій ріллі країни, але важливішою вона має бути на ґрунтах, особливо вразливих до переущільнення, тобто найцінніших чорноземних, а також на ґрунтах у перезволожених регіонах і з важким гранулометричним складом. Скажімо, дуже важливо регламентувати рівень сумарного навантаження на ґрунт МТА у процесі вирощування і збирання врожаю сільськогосподарських культур. Не можна допускати безконт-

рольного використання МТА. Якщо відстань, яку проходить техніка за рік, помножити на загальну масу машин, використовуваних на цих операціях, то можна одержати досить інформативний показник інтенсивності впливу ходових систем МТА на ґрунт. Його можна виразити в ткм/га на рік і дати йому таку орієнтовну оцінку: <50 — слабкий вплив; 50–100 — припустимий вплив; 100–150 — умовно припустимий вплив; 150–200 — неприпустимий вплив; >200 — зовсім неприпустимий вплив.

Аналіз сучасних технологій свідчить про те, що лише зернові культури (за умови, що на весняних роботах використовують легкі й середні трактори) вирощують на прийнятній площі ущільнення поля. У всіх інших випадках неминучі порушення, які залишають свій «слід» на властивостях ґрунтів і врожаєх.

Маршрутизація руху МТА пройшла експериментальну перевірку під час вирощування просапних культур (кукурудзи й буряків цукрових) і культур суцільної сівби (ячменю) на чорноземі типовому важкосуглинковому. Активну роль у впровадженні цього ефективного заходу відіграли відомі українські вчені В.Ф. Пашенко та В.П. Гордієнко. Важливо також відзначити, що в США, де виникла ця технологія, її застосовують з початку 70-х років минулого століття [9, 13].

*Нульовий обробіток.* Останніми роками у світі швидко поширюється нульовий обробіток. Загальна площа з таким способом обробітку перевищує 100 млн га. Переважно це країни американського континенту. Зростає інтерес до нульового обробітку в Азії та Африці. Лише в Європі темпи впровадження цього способу залишаються мінімальними. Навіть у Франції, де польові досліді з нульового обробітку здійснюють з 70-х років минулого століття з переважно позитивними результатами, у виробництві його застосовують не більше ніж на 100 тис. га. Причин чимало — невеликий розмір ферм, значні субсидії фермерам, які не стимулюють їх до інновацій, відсутність ефекту на перших етапах упровадження, значні витрати на техніку й засоби захисту рослин і просто стереотипи мислення та консерватизм. Крім того, позначається й надвиробництво сільгосппродукції в західних європейських країнах, що також не сприяє впровадженню нових технологій.

Європейський досвід дав чимало підстав для обережного ставлення до нульового обробітку. Зокрема, було визначено основні ґрунтово-кліматичні умови, що стримують його широ-

ке впровадження: важкі, піщані, кам'яністі за гранулометричним складом, перезволожені, оглеєні й слабоструктурні, що утворюють кірку, ґрунти; холодна волога весна, що стримує нітрифікацію й спричиняє азотне голодування рослин; забур'яненість, наявність мишеподібних гризунів і хвороб.

Отже, з нульовим обробітком пов'язані парадоксальні колізії. З одного боку, вражають результати, досягнуті в країнах Південної Америки, які за короткий час з архайчного відстаючого землеробства перейшли до сучасного високотехнологічного й продуктивного господарювання, з другого — майже повне ігнорування цієї технології країнами Європи.

На жаль, в Україні на основі експериментів із прямою сівбою, результати яких були суперечливими й непереконливими, сформувався негативне ставлення до нульового обробітку. Однак ці експерименти не можна брати до уваги, оскільки пряма сівба не відповідає нульовій технології через те, що переривається поверхневим або глибоким плужним обробітком, а постійний надґрунтовий рослинний покрив за цих умов не підтримується. Проте більшість позитивних змін у ґрунті саме й пояснюється акумуляцією рослинних залишків на поверхні та в поверхневому шарі ґрунту. Завдяки надґрунтовому покриву зменшується поверхневий і внутрішньоґрунтовий стоки, поліпшується баланс органічного вуглецю й інших біогенних елементів, гальмуються процеси дегуміфікації, емісії газів, низхідного перерозподілу речовин.

Відповідно до наших оцінок [2] більшість ґрунтів Лісостепу й Степу України є цілком придатними для освоєння нульової технології. Це підтверджує вже досить тривалий досвід «Агросоюзу» в Дніпропетровській області. Щоб подолати невизначеність стосовно цієї технології, потрібно здійснити польові експерименти й тим самим розробити адаптивні до наших ґрунтово-кліматичних і господарських умов варіанти технології, здатні усунути її невирішені аспекти.

*Регулювання структурного складу ґрунту в посівному шарі.* Уміст агрономічно корисної структури в насіннєвому шарі чорнозему типового суглинкового менший, ніж потрібно для розвитку висіяного насіння. Це зумовлює підвищену актуальність оструктурення насіннєвого шару. До того ж дуже важливо поповнити насіннєвий шар структурою агрономічно корисного розміру безпосередньо перед сівбою або одночасно з нею, а не очікувати оструктурен-

ня ґрунту внаслідок застосування звичайних заходів (унесення органічних речовин і кальцію), що здійснюється не так швидко. Виявляється, що це стає цілком реальним за допомогою передпосівного обробітку ґрунту принципово новими робочими органами, здатними відібрати агрегати потрібного розміру під час обробітку посівного шару й зосередити їх у шарі, в який заробляють насіння [1]. Такі ґрунтообробні знаряддя запропоновано досить давно. У Харківському національному аграрному університеті імені В.В. Докучаєва під керівництвом професора В.Ф. Пащенко цю ідею було вдосконалено й виготовлено експериментальний зразок знаряддя. Нагромадження структури потрібного розміру здійснювали за допомогою спеціального роторного пристрою, що розпушує, сепарує і проштовхує ґрунт через отвори решітки та укладає його на насіння.

Регулювати структурний склад у насіннєвому шарі можливо не лише за допомогою сепарування, а й зміною швидкості обертання ротора. Чим більша швидкість обертання останнього, тим інтенсивніше ґрунт піддається кришенню. Такий спосіб дає змогу домогтися такого розміру структури, що відповідатиме розміру насіння. Тим самим буде забезпечено помірно щільний контакт ґрунту й насіння, що гарантує їх швидке й дружнє проростання. Нині цей спосіб проходить перевірку.

Перспективи ґрунтообробних агрегатів, здатних оптимізувати ґрунтово-фізичні умови в посівному шарі, на нашу думку, не викликають сумнівів.

*Зменшення об'єму оброблюваного ґрунту.* Модельні експерименти зі штучно заданими параметрами щільності будови в ґрунті показали, що, чим далі від насіннєвого шару, потреби насіння до цього параметра слабшають [4]. Насіння кукурудзи на чорноземі типовому й бульби картоплі на дерново-підзолистому ґрунті утворюють специфічну форму посівного ложа з досить вузьким діапазоном оптимальної щільності будови. За межами цієї зони діапазон параметрів щільності розширювався. При цьому параметри щільності поверхневого шару (0–5 см) у ряду й шарі глибше 30 см у міжрядді в посівах кукурудзи й параметри щільності кореневмісного шару в міжряддях картоплі істотно не впливали на врожай. Водночас параметри щільності в насіннєвому й піднасіннєвому шарах впливали на формування врожаю. Установлені закономірності відкривають нові можливості диференціації обробітку у вертикально-

му й горизонтальному напрямках з віддаленням від посівного ложа. Так, за вирощування картоплі потрібний інтенсивний обробіток ґрунту лише в ряду, кукурудзи — у насіннєвому й піднасіннєвому шарах. У всіх інших шарах припустимо й доцільно відмовитися від обробітку. Цю пропозицію експериментально перевірено в польових умовах на чорноземі типовому важкосуглинковому і дерново-підзолистому супіщаному ґрунті.

*Ощадливе розуцільнення піднасіннєвого шару.* У чорноземних ґрунтах попри їх сприятливі фізичні характеристики підвищена щільність іноді трапляється у піднасіннєвому шарі. Хоча переуцільнення й незначно перевищує оптимальні величини, проте це помітно позначається на стані рослин і їхній продуктивності. Завдання полягає в тому, щоб щільність знизити лише на 0,05–0,10 г/см<sup>3</sup>. Із цим може впоратися плоскоклиноподібний різальний робочий орган з малим кутом атаки, виконаний зі сталевого дроту діаметром 40 мм. Дріт закріплюють між ножеподібними стійками. Під час руху знаряддя стійки розрізають ґрунт у вертикальній площині, а дріт підрізає шар ґрунту на потрібній глибині в горизонтальній площині, забезпечуючи слабе розпушування. На стійках можна закріплювати гнучкі елементи різного діаметра у 2 яруси, одержуючи 2-шарову будову кореневмісного шару, параметри якого відповідатимуть пропонованим вимогам. Крім того, гнучкий робочий орган для вирівнювання поля й вичісування ниткоподібних бур'янів показав себе з найкращого боку [6]. Замість кількох проходів різних борін, потрібних для виконання передпосівного вирівнювання поля, за допомогою гнучкого робочого органу операцію здійснюють за 1 прохід. При цьому помітно знижуються втрати вологи, оскільки не перемішують ґрунт.

Розробці гнучкого робочого органу передувало теоретичне дослідження з пошуку його оптимальних параметрів і міцності [8].

Слід зазначити, що в 30-ті роки минулого століття з подібною метою випробовували дріт, який дуже ефективно вичісував бур'яни. Під час вивчення досвіду нульової технології обробітку в Південній Америці й Південно-Східній Азії [5] ми звернули увагу на широке використання знаряддя плоскорізного типу з малими кутами атаки для підрізання бур'янів у піднасіннєвому шарі з одночасним збереженням надґрунтового рослинного покриву.

*Деякі нові ґрунтозбережувальні системи*

*землеробства.* Проблема фізичної деградації в її найбільш популярних аспектах, пов'язаних з переуцільненням ґрунтів і втратою структури, яку у світі досить широко досліджують, знаходить найрізноманітніші прикладні вирішення. Це вже не окремі агрозаходи, а технології й системи. Деякі з них явно орієнтовані на подолання фізичної деградації, інші — мають ширше призначення.

*Консервативне землеробство* — технологія землекористування, спрямована на максимальне можливе збереження біорізноманіття, складу й властивостей ґрунтів, захист від деградаційних процесів (ерозії, втрат гумусу, переуцільнення та ін.). Переважає в США, Канаді, західно- і центрально-європейських країнах. Передбачає використання ґрунтозахисних сівозмін, мінімальних способів обробітку, інших агрозаходів, спрямованих на збереження навколишнього природного середовища та субсидій фермерам, що стимулюють її впровадження. Консервативне землеробство сприяє збереженню фізичних властивостей ґрунтів. Багато компонентів консервативного землеробства є перспективними для вдосконалення комбінованої технології обробітку, поширеної в Україні.

*Агролісове землеробство* — організація землекористування, що забезпечує стале (бездеградаційне) функціонування ріллі за рахунок оптимального співвідношення екологічно стійких (в основному лісів) і нестійких угідь. Поширене в північних, збагачених лісовими угіддями країнах Європи та Америки. Якщо воно доповнюється змінами структури сільськогосподарських і несільськогосподарських угідь, мінімізацією оранки, розвитком екологічно бережливого «зеленого» туризму, лісового промислу й рекреації, то докорінно поліпшує привабливість місцевості (подібно Ірландії й Фінляндії, де невеликі розорювані ділянки «вкращені» в пасовища й лісові масиви). Практично усуває всі види деградації ґрунтів. Можливе освоєння в поліській зоні України.

*Збалансоване землеробство* — принципово новий тип стійкого землекористування, що забезпечує гармонійне співвідношення між антропогенним навантаженням і природним потенціалом ґрунту для відновлення й повноцінного продуктивного та екологічного функціонування. Збалансоване землеробство орієнтоване передусім на створення спочатку простого, а потім розширеного відтворення родючості ґрунтів і поступове формування передумов для сталого землеробства, запобігання фізичній дегра-

дації й, зокрема перевищення припустимих механічних навантажень.

Точне землеробство — новий етап розвитку агросфери, пов'язаний із використанням геоінформаційних систем, глобального позиціонування, бортових комп'ютерів, управлінських і виконавчих механізмів, здатних диференціювати способи обробітку, норми внесення добрив,

хімічних меліорантів і засобів захисту рослин залежно від неоднорідності поля. Сприяє економії ресурсів і охороні ґрунтів. Останніми роками точне землеробство дедалі ширше застосовують у країнах із розвинутою аграрною діяльністю. Є успішні приклади освоєння цієї технології і в Україні — Чернігівській, Київській та інших областях.

### Висновки

Проблема збереження фізичних властивостей ґрунтів в умовах інтенсивного обробітку стає все більш актуальною. Із застосуванням традиційних заходів (унесення органічних добрив і речовин, що містять кальцій) мають поширитися нові підходи, зокрема: дотримання нормативу припустимого тиску ходових систем машинно-тракторних агрегатів на ґрунт; маршрутизація руху МТА у процесі вирощування культур; зменшення розмірів оброблюваного шару ґрунту згідно з потребами культур до площі живлення кореневих си-

стем; збагачення насіннєвого шару структурою агрономічно корисного розміру в процесі її сепарації за рахунок ресурсів самого ґрунту; зниження (за потреби) щільності будови піднасіннєвого шару.

Перспективними є також нульова технологія обробітку, консервативний, точний, агролісовий, збалансований типи землеробства. Усі вони здатні зменшити механічне навантаження на ґрунт, переуцільнення та унеможливити руйнування його структури й зберегти фізичні властивості ґрунту.

### Бібліографія

1. Медведев В.В. Структура почвы. Методы. Генезис. Классификация. Эволюция. География. Мониторинг. Охрана. — Х.: Городская типография, 2008. — 406 с.
2. Медведев В.В. Нульовий обробіток ґрунтів в європейських країнах. — Х.: Миськдрук, 2010. — 202 с.
3. Медведев В.В., Лактионова Т.Н. Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины. — Х.: 13 типография, 2007. — 395 с.
4. Медведев В.В., Лындина Т.Е., Лактионова Т.Е. Плотность сложения почв. Генетический, экологический и агрономический аспекты. — Х.: Городская типография, 2004. — 244 с.
5. Медведев В.В., Лактионова Т.М., Почепцова Л.Г., Ламар Р.І. Інноваційні тенденції в обробітку ґрунтів (за матеріалами міжнар. проекту «Оцінка і розповсюдження знань про стале землеробство»// Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. Спецвипуск до 7 з'їзду УТГА. Кн. 1. — Х., 2006. — С. 79–94.
6. Медведев В.В., Пащенко В.Ф., Слободюк П.И., Баглай К.И. Предпосевная обработка почвы и выравнивание поверхности поля. — Х.: ВПО «Союзреклама», 1990. — 3 с.
7. Переуплотнение пахотных почв (причины, следствия, пути уменьшения). — М., Наука, 1987. — 216 с.
8. Слободюк П.И., Пащенко В.Ф., Хливняк Г.Г. Рабочий орган для предпосевной обработки почв в подсеменном слое//Механизация и электрификация сел. хоз-ва. — 1986. — № 5. — С. 20–22.
9. Dumas W.T., Komurer F.A., Smith K.A. Controlling traffic increases cotton yields//Highlights Agr. Res. — 1972. — V. 19, 2. — P.16.
10. Durr H.J., Petelkau H., Sommer C. Literaturstudie Bodenverdichtung. Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft. — Braunschweig: Volkenrode, 1995. — 203 s.
11. Hakansson I., Medvedev V.V. Protection of soil from mechanical overloading by establishing limits for stresses by heavy vehicles//Soil Tillage Research, 1995. — V. 35. — P. 85–97.
12. Hakansson I. Machinery-induced compaction of arable soils. Incidence-consequences-counter measures. Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences//Report of Soils Sciences Department, 109. — 2005. — P. 153.
13. Soil studies in the laboratory are helping solve problems in the fields//Furrow. — 1976. V. 81, 6. — P. 16–17.
14. Tijink F.G.J. van den Lynden. Engineering approaches to prevent subsoil compaction in cropping system with sugar beet//Advances in Geoecology. — 2001. — V. 32. — P. 442–452.

Надійшла 13.06.2013.