



Механізація, електрифікація

УДК 631.31:631.445.4

© 2016

В.В. Медведєв,
академік НААН,
доктор біологічних наук

І.В. Плisko,

О.М. Бігун,
кандидати сільсько-
господарських наук

С.М. Шейко

С.Г. Накісько

С.І. Криlach

А.Л. Бородін

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

АГРОВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЇ І ЗНАРЯДЬ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ

Мета. Сформулювати агровимогли до вдосконалених технологій і знарядь передпосівного обробітку ґрунтів на основі порівняння реальних і оптимальних параметрів структурного складу та щільності будови в окремих прошарках кореневмісного шару. **Методи.** Польові спостереження, модельні мікропольові дослідли, вибірки та обробка даних із бази «Властивості ґрунтів України». **Результати.** Над- і насіннєвий прошарки збагачені грубими структурними компонентами (брилами), насіннєвий прошарок містить менше 70% агрономічно корисної структури, що недостатньо для формування сприятливого водно-повітряного й поживного режимів. Піднасіннєвий прошарок і плужна підошва на значних площах мають щільність будови понад 1,3 г/см³ — величину, що істотно обмежує можливості самого ґрунту розущільнюватися під дією об'ємних змін. **Висновки.** Основним напрямом удосконалення технології передпосівного обробітку на чорноземних ґрунтах суглинкового гранулометричного складу є поліпшення кришення наднасіннєвого прошарку, акумуляція агрономічно корисних структур у насіннєвому прошарку й ощадливе розущільнення ґрунту в піднасіннєвому прошарку.

Ключові слова: структурний склад, щільність будови, прошарки кореневмісного шару, агровимогли.

Щільність будови і структурного стану має вирішальний вплив на проростання насіння і формування кореневої системи, особливо в стартовий період, що слід урахувати в чинних вимогах до технології передпосівного обробітку. Актуальним це питання є для чорноземних ґрунтів суглинкового гранулометричного складу, що переважають

у Лісостепу і Степу, і там, де можливості регулювання структури і щільності будови в передпосівний період значно кращі, ніж у ґрунтах іншого гранулометричного складу [7].

Варто зауважити, що чинні агровимогли до технології і знарядь передпосівного обробітку не диференціюються залежно від ґрунтів, гранулометричного складу,

сільськогосподарських культур, не кажучи вже про структуру або щільність будови ґрунту. З огляду на це дати оцінку будь-якій технології й ґрунтообробному знаряддю досить просто. Якщо із застосуванням цих технологій і знарядь утворюється переущільнення або руйнується структура, їх не слід допускати на поле. Здавалося б, очевидні міркування, але в силу різних причин ці ґрунтово-фізичні властивості практично не враховують у проектуванні машинно-тракторних агрегатів, немає їх також у характеристиках технічних засобів, ними не цікавиться ні виробник техніки, ні її споживачі. Про результати їх впливу на ґрунт можна дізнатися тоді, коли цей негативний вплив на ґрунт стане зовсім очевидним. Більше того, навіть після цього, як свідчить тривала практика застосування надважких МТА, і після прийняття стандарту припустимого навантаження на ґрунт [13] по суті нічого не змінилося.

Мета досліджень — на основі порівняння реальних і оптимальних параметрів структурного складу та щільності будови сформулювати агровимоги до технології і знарядь передпосівного обробітку ґрунту.

Методика досліджень. Реальні параметри структурного складу і щільності будови в окремих прошарках кореневмісного шару чорноземних ґрунтів Лісостепу і Степу отримано впродовж тривалих спостережень. Крім того, використано базу даних ІГА імені О.Н. Соколовського «Властивості ґрунтів України» [1]. Оптимальні параметри тих самих властивостей щодо зернових колосових культур одержано в модельних вегетаційних і мікропольових дослідях, закладених із застосуванням методів планування багатофакторних експериментів.

Результати досліджень. Оптимальні параметри структурного складу знайшли за допомогою симплекс-ґратчастого планування типу «склад — властивість», коли вивчається вплив на рослини й режими ґрунтів не окремих структурних фракцій, а їхніх сумішей, що, звичайно ж, більш коректно [9].

Для визначення оптимальної щільності будови посівного шару і його окремих прошарків (насінневого, піднасінневого й ін.) та оптимальної моделі посівного шару щодо структурного складу й щільності використано різноманітні плани повного й скороченого факторного експерименту. Використали плани 1–5-факторних дослідів. У цих експериментах

основним був прийнятий мікропольовий дослід на ділянках розміром 1×1 м і глибиною 0,15–0,50 м, ізольованих від навколишнього ґрунту по вертикалі [7].

Оптимальні параметри структурного складу. Досліди підтвердили, що чим більше в посівному шарі структурних агрегатів агрономічно корисного розміру, тим вища врожайність. Найвищу врожайність одержали тоді, коли в суміші переважали (до 60–65%) структурні агрегати розміром 5–0,25 мм, а вміст більших грудок і пилу не перевищував відповідно 20–25 і 15%. При цьому співвідношенні ощадливіше витрачалася доступна волога і краще надходили до коренів елементи поживи з ґрунту та внесених добрив.

Оптимальні параметри щільності будови суглинкових ґрунтів для більшості культур перебувають в інтервалі 1,1–1,3 г/см³. Ці результати було отримано на основі власних 35-ти польових експериментів та узагальнення 45-ти дослідів, проведених іншими дослідниками. Крім щільності будови, у дослідях вивчали добрива (різні сполучення й дози), глибину їх закладення в ґрунт, різні рівні зволоження. У такий спосіб могли простежити реакцію рослин з урахуванням комплексу факторів. Останні, як удалося довести, коригували реакцію рослин на щільність. Так, в умовах достатнього зволоження діапазон оптимальних параметрів розширювався, у посушливих умовах, навпаки, звужувався, і оптимальні параметри прагнули до помірно підвищених значень. Достатня забезпеченість поживними речовинами також коригувала оптимальну щільність будови ґрунту. Рослини по-різному реагували на щільність будови в різних прошарках орного шару: найменше — у наднасінневому, найбільше — піднасінневому прошарках. Також помітною була реакція рослин на щільність залежно від фази їхнього розвитку — дуже чутливими були рослини до зайвої пухкості й надмірної щільності під час проростання насіння і в початковій фазі формування коріння. У першому випадку формувалася потужна, але малопродуктивна коренева система, у другому — малорозгалужена, витончена, але досить життєздатна.

Нарешті, рослини стосовно ущільнення посівного шару виявляли неоднакову реакцію. Зернові культури були менш вибагливими, просапні й особливо дрібнонасінні — більш вибагливими.

1. Рівноважна щільність будови чорнозему південного в умовах цілини і ріллі в окремих прошарках кореневмісного шару, г/см³

Прошарок кореневмісного шару	Глибина, см	Цілина	Рілля
		г/см ³	
Наднасіннєвий (без дернини)	0–5	1,00	1,20*
Піднасіннєвий	10–15	1,02	1,28*
Глибина, що відповідає плужній підшві	30–35	1,17	1,34*
* Різниця достовірна за рівня вірогідності $\leq 0,95$ ($\pm 0,04$ г/см ³).			

Загальний висновок про оптимальні фізичні властивості такий: щільність будови в наднасіннєвому прошарку слід підтримувати на середньому рівні, у піднасіннєвому — на мінімальному, а структуру ґрунту в насіннєвому прошарку — на рівні максимального розпушування.

Тривалі (упродовж майже 30-ти років) дослідження фізичних властивостей на добре відомих об'єктах — заповідниках Асканія-Нова (Херсонська область, чорнозем південний важкосуглинковий) і Михайлівській цілині (Сумська область, чорнозем типовий середньосуглинковий) та перелозі чорнозему звичайного важкосуглинкового (Дніпропетровська область, Синельниківська дослідна станція колишнього інституту кукурудзи) показали, що щільність будови з часом мало змінювалася (як за роками, так і впродовж сезону). Одночасно рівноважна

щільність на ріллі зростає в усіх досліджуваних шарах, але особливо це помітно в плужній підшві. Як приклад наведемо результати спостережень за рівноважною щільністю будови в окремих прошарках кореневмісного шару в чорноземі південному (табл. 1).

Використовуючи базу даних ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», вибрали результати виміру рівноважної щільності будови в наднасіннєвому шарі 0–5 см, піднасіннєвому 10–15 см і в плужній підшві 30–35 см для лісостепових ґрунтів середньо- і важкосуглинкового гранулометричного складу (табл. 2) і порівняли їх з раніше встановленими в модельних дослідах оптимальними параметрами.

Порівняння реальних фізичних властивостей у посівному шарі з оптимальними показало, що над- і насіннєвий прошарки збагачені грубими структурними компонентами (брилами), що знижує якість наступної сівби й підсилює випаровування ґрунтової вологи. Насіннєвий прошарок містить менше 70% агрономічно корисної структури, що недостатньо для формування сприятливого водно-повітряного й поживного режимів. Піднасіннєвий прошарок іноді (особливо в посушливий рік) має щільність будови вище 1,3 г/см³ — величину, що істотно обмежує можливості самого ґрунту розуцільнюватися під дією об'ємних змін. За такої величини ущільнення коріння і волога гірше проникають у консолідовані агрегати, що істотно гальмує розуцільнення ґрунту. Легко припустити, що саме в плужній підшві акумулюється ущільнення й створюються умови для формування тривалого переущільнення в активній частині кореневмісного шару.

2. Фізичні властивості ґрунтів Лісостепу середньо- та важкосуглинкового гранулометричного складу в окремих прошарках кореневмісного шару

ґрунт	Уміст брил (грудки >10 мм), %, у прошарках, см		Уміст агрегатів агрономічно корисного розміру (10–0,25 мм), %, у прошарках, см		Рівноважна щільність будови (г/см ³) у прошарках, см		
	0–5	10–15	0–5	10–15	0–5	10–15	30–35
Темно-сірий Чорнозем опідзолений	21,6/5	41/2	68,9/5	54,2/2	1,21/27	1,32/5	1,37/11
Чорнозем типовий	22,4/17	25,1/17	66,8/17	65,5/17	1,18/30	1,23/10	1,27/14
Примітка. У чисельнику — середні значення, у знаменнику — кількість дат, залучених до розрахунку. Оптимальні параметри (для ґрунтів середньо- і важкосуглинкового гранулометричного складу за вирощування зернових колосових культур) у над- і насіннєвому прошарках: брил — 0–5%, кількість агрономічно корисної структури — не менше 70%, щільність будови у піднасіннєвому прошарку — менше 1,2 г/см ³ , у плужній підшві — не більше 1,3 г/см ³ .							

Агровимоги до структурного складу (кришіння). У процесі передпосівного обробітку ґрунт піддається кришінню, якість якого змінюється в широких межах. Той самий ґрунт залежно від конструктивних особливостей робочих органів, вологості під час обробітку і багатьох інших причин кришиться по-різному. Оброблений шар ґрунту набуває різної будови — від брилистої, зовсім неприйнятної в агрономічному розумінні, до оптимальної, коли він складається зі структурних грудочок агрономічно корисного розміру. Головною причиною різного кришіння є широке варіювання в орних ґрунтах України факторів агрегації: умісту дрібнодисперсної органічної і мінеральної частин та полівалентних катіонів. Ці фактори зумовлюють різні характеристики структурного складу орних ґрунтів. Отже, будова різних ґрунтів після боронування і культивування має бути різною. Водночас агровимоги до цих видів обробітку не диференційовані залежно від регіональних особливостей. Безпідставно стверджується, що незалежно від ґрунтово-кліматичних умов кришіння має бути якісним.

У чинних агровимогах якість кришіння визначається, на жаль, лише за кількістю брил розміром понад 4–6 см. Скажімо, для культивування наявність брил допускається, хоча й обмежується 5-ма шт. на 1 м². І лише після боронування брили такого розміру не допускаються [5, 8, 9]. За поблажливого ставлення до якості польових робіт брилистість вважається цілком нормальним наслідком обробітку.

У фізиці ґрунтів, де за агрономічно корисний взято зовсім інший розмір структурних окремоностей, — 10–0,25 мм, такі спрощені оцінки неприйнятні, особливо під час оцінювання якості передпосівного обробітку. На основі літературних і власних даних сформулюємо агровимоги до кришіння ґрунтів у підготовці насінневого прошарку:

- зусилля, з яким робочий орган ґрунтообробного знаряддя впливає на ґрунт, має вимірюватися і не повинно перевищувати сумарний опір зрушення, внутрішнього тертя і зчеплення агрегату агрономічно корисного розміру. За дотримання цієї вимоги ґрунт не буде зайво подрібнюватися, структурний агрегат агрономічно корисного розміру збереже свою будову й внутрішню пористість, що має велике значення в забезпеченні коріння рослин вологою й елементами живлення;

- зусилля, з яким робочий орган впливає на ґрунт, має регулюватися згідно

з вологістю ґрунту під час обробітку, точніше з величиною опору кришінню, що виникає за такої вологості. Більше того, кришіння ґрунтів повинно стати важливим регіональним параметром, тому що розмір агрономічно корисного агрегату, як зазначають К.К. Гедройц [4], П.В. Вершинін [3] і Н.А. Качинський [6], залежить від рівня зволоження. Чим посушливіші кліматичні умови, тим меншими за розміром мають бути агрегати й інтенсивнішим кришіння. Проте збільшення зусиль, витрачених на подолання сумарних сил опору ґрунтових агрегатів в аридних умовах, не повинно спричинювати розпилення поверхневого шару ґрунту;

- у посівному шарі або, принаймні, у тій його частині, що безпосередньо прилягає до насіння, слід по змозі зосереджувати агрономічно корисні агрегати, розмір яких не повинен перевищувати розмір насіння більше, ніж утричі. У такому разі буде досягнуто цільний контакт насіння з ґрунтом, швидке проростання і розвиток коренів. Вимоги до параметрів кришіння поверхневого шару є менш жорсткими, вони припускають наявність агрегатів більшого розміру, але кількість брил має бути мінімальною.

Реалізація запропонованих вимог до кришіння дасть змогу значно поліпшити структурний склад насінневого шару і покращити умови розвитку рослин у найважливіший період. Суть вимог полягає в тому, щоб позбутися великих фракцій структурних окремостей, тобто підсилити інтенсивність кришіння і водночас не допустити розпилення ґрунту.

Щодо брил у поверхневому шарі. Через неузгодженість щодо розміру брил між землеробами і ґрунтознавцями чинні агровимоги фактично допускають наявність брил у посівному шарі. Водночас за Д.І. Буровим [2], уже навіть 5% брил (грудочок розміром понад 10 мм у діаметрі) у посівному шарі значно погіршує його водно-повітряний режим (особливо в умовах посухи), якість сівби, проростання та розвиток коренів і надземної маси рослин. Саме за результатами досліджень Д.І. Бузова потрібно внести зміни в чинні агровимоги і обов'язково заборонити брили в посівному шарі. Якщо після оранки восени з певною кількістю брил можна примиритися (взимку вони сприяють затриманню снігу на полях, а до весни їх кількість зменшується), то навесні вони в жодному разі неприпустимі, оскільки за їх наявності з посівного шару швидко випаровується вся доступна

волога. До того ж брили не дають змоги якісно провести сівбу, гальмують появу сходів, найчастіше через надвелику міцність брил (30–40 кПа) [7] корені не можуть проникнути всередину брили, і корисний об'єм ґрунту зменшується.

Агровимого до щільності будови ґрунту. У різних ґрунтово-кліматичних умовах і за вирощування будь-якої сільськогосподарської культури не має бути перевищена межа припустимого ущільнення ґрунту. У зоні Полісся цей показник становить 1,71, Лісостепу — 1,25, у Степу — 1,42 г/см³, бо саме за такої щільності в ґрунтах зберігається потрібний рівень аерації — 15% [7]. Маючи певний практичний досвід спостереження за динамікою цього показника у виробничих умовах, можемо констатувати, що для умов Полісся — це досить низький критерій, дотримання якого не складе значних труднощів. Більш високі показники щільності будови трапляються в цій зоні лише в піщаних або сильно оглеєних ґрунтах, які в ріллі не використовуються. У Степу, й особливо Лісостепу, ситуація інша, тому що в ріллі досить багато ґрунтів, рівноважна щільність яких перевищує зазначені межі. Тому головне завдання — забезпечити рівні ущільнення, що відповідають потребам сільськогосподарських культур:

- ґрунтообробні робочі органи й технологія вирощування польових культур мають будуватися на основі точного виконання позначених меж щільності будови;

- щільність будови ґрунту найбільший вплив здійснює безпосередньо після сівби на проростання насіння і формування коріння 1–2-го порядків. З розвитком коріння її вплив слабшає, залишаючись

достовірним аж до збирання врожаю культур. Регулювання щільності будови доцільне в періоди передпосівного обробітку та формування рівноважної щільності, особливо, якщо цей період є коротким, а рівноважна щільність перевищує граничні величини;

- польові культури по-різному реагують на диференціацію щільності по вертикалі кореневмісного шару (зернові — позитивно, просапні — негативно). Просапні культури більш вибагливі до щільності ґрунту в ряду й менш вибагливі до аналогічного показника в міжрядді. Це означає, що ґрунтообробні робочі органи мають можливість диференціювати щільність будови в об'ємі кореневмісного шару по вертикалі і горизонталі. Слід також повністю відмовитися від міжрядних розпушувачів за вирощування просапних культур, проте варто враховувати ґрунтово-технологічні і господарські умови;

- розподіл щільності будови по вертикалі орного шару перед сівбою ярих культур свідчить про наявність 2-х піків значень — безпосередньо в піднасіньному підшарі і плужній підшві. Це впливає на властивості ґрунтів та врожайність (якщо параметри щільності в піднасіньному підшарі і плужній підшві перевищують граничні значення) і потребує усунення таких виявів за допомогою відповідних ґрунтообробних робочих органів. На жаль, сучасні технології вирощування польових культур фактично не передбачають розпушування піднасіньного прошарку після сівби культури (за винятком 2-фазного обробітку на дерново-підзолистих ґрунтах). Щодо усунення плужної підшви, то наявні технології обмежуються лише профілактикою.

Висновки

В агровимогох до технології і конструювання знарядь передпосівного обробітку ґрунту слід урахувувати структурний склад і щільність будови. Порівняння реальних і оптимальних параметрів структурного складу і щільності будови показало, що тривале використання чорноземних ґрунтів суглинкового гранулометричного складу, які переважають у Лісостепу і Степу, сприяло накопиченню брил у над- і насінньовому прошарках, ущільненню піднасіньного прошарку та плужної підшви.

Основним напрямом удосконалення технології передпосівного обробітку на

чорноземних ґрунтах суглинкового гранулометричного складу є поліпшення кришення наднасіньного прошарку, акумуляція агрономічно корисних структур у насінньовому прошарку й ощадливе розуцільнення ґрунту в піднасіньному прошарку.

В Україні потрібно активізувати роботи з конструювання принципово нових комбінованих знарядь, здатних відтворити оптимальну модель посівного шару і знарядь та машинно-тракторних агрегатів, що не переуцільнюють піднасіньний прошарок і плужну підшву.

Бібліографія

1. База данных «Свойства почв Украины». Структура и порядок использования/Т.Н. Лактионова, В.В. Медведев, К.В. Савченко и др. — [2-е. изд.]. — Х.: ЦТ № 1, 2012. — 150 с.
2. Буров Д.И. О некоторых вопросах теории обработки и ее практических приемах на черноземных почвах юго-востока РСФСР. Теоретические вопросы обработки почв/Д.И. Буров. — Л.: Гидрометеиздат, 1969. — С. 32–44.
3. Вершинин П.В. Твердая фаза почвы как основа ее физического режима. Основы агрофизики/П.В. Вершинин. — М.: Физматгиз, 1959. — С. 209–404.
4. Гедройц К.К. К вопросу о почвенной структуре и сельскохозяйственном ее значении/К.К. Гедройц// Изв. Гос. ин-та опытной агрономии. — 1926. — Т. 4, № 3. — С. 117–127.
5. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин/П.М. Заїка. — Х.: ОКО, 2001. — Т. 1, Ч. 1. — 444 с.
6. Качинский Н.А. Физика почвы/Н.А. Качинский. — М.: Высш. шк., 1965. — 323 с.
7. Медведев В.В. Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины/В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова. — Х.: 13 типография, 2007. — 395 с.
8. Методика оценки качества полевых работ (агрономический бракераж). — Йошкар-Ола, 1968. — 86 с.
9. Саакян Д.Н. Контроль качества механизированных полевых работ в полеводстве/Д.Н. Саакян. — М.: Колос, 1973. — 208 с.
10. Техніка сільськогосподарська мобільна. Методи визначення максимального нормального напруження в ґрунті під дією ходових систем: ДСТУ 4977:2008. — [Чинний від 2008-05-05]. — К.: Держспоживстандарт України, 2008. — 11 с. — (Національний стандарт України).
11. Soil physical properties related to soil structure/ R. Horn et al.//Soil and Tillage Research. — 1994. — V. 30, № 2–4. — P. 187–216.

Надійшла 29.10.2015.