



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.41
© 2010

В.В. Медведєв,
академік УААН

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

НОРМАТИВИ УТВОРЕННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ СТРУКТУРИ ҐРУНТУ

Визначено кількість агрономічно корисної структури і водотривких агрегатів, які припадають на 1% гумусу, 10% мулу і 10 мг/екв увібраного кальцію в основних ґрунтах України. Запропоновано перелік нормативних документів для контролю стану оструктуреності ґрунтів і недопущення їхнього переходу на деградаційний шлях розвитку.

Кількість агрономічно корисних агрегатів і їхня водотривкість — фундаментальні характеристики ґрунту, від яких залежать зміст і спрямованість основних режимів і у підсумку його родючість [1, 3, 4, 6]. Інтенсифікація землеробства і особливо засоби механізації обробітку, гідротехнічної меліорації і хімізації не повинні погіршувати структурний стан і гальмувати процеси агрегації, адже при цьому неминуче втрачатиметься і родючість ґрунтів. Тому збереження структури ґрунту є основною передумовою сталого землекористування. Для реалізації моніторингу за структурним станом ріллі потрібні нормативи, за допомогою яких можна було б контролювати відповідні параметри ґрунту і попереджувати негативні його зміни.

Мета статті — визначити кількісні закономірності агрегації в основних ґрунтах України залежно від умісту гумусу, мулу і увібраного кальцію; запропонувати нормативні документи, які б регламентували заходи щодо недопущення деградації структурного стану ґрунтів.

Об'єкти і методи. Використано базу даних з властивостей ґрунтів України лабораторії геофізики ґрунтів ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», яка містить понад 350 визначень структурного стану і водотривкості майже усіх орних ґрунтів України (за винятком піщаних

ґрунтів Полісся, де макроструктура фактично відсутня). Аналіз структури виконано за методикою Савінова.

Результати і обговорення. За норматив утворення структури ґрунту (агрегації) приймаємо кількість структурних одиниць (агрономічно корисної структури розміром від 10 до 0,25 мм і водотривких агрегатів більше 0,25 мм), яка припадає на 1% загального гумусу при фіксованих значеннях двох інших чинників формування структури — дрібнодисперсної мінеральної частини ґрунту (мулу) і увібраного кальцію. Таким нормативом агрегації може бути також кількість структурних одиниць, що припадає на 10% мулу і 10% мг/екв увібраного кальцію на 100 г ґрунту за такої самої умови — фіксованих значень інших чинників агрегації. Наявну в базі даних інформацію віднесено до 3-х груп відповідно умов, що подано у табл. 1. З урахуванням цього складено таблицю, до якої занесено експериментальні дані з бази по кодах 0, 1 і 2. Найбільшим за чисельністю (23 значення) виявилось сполучення 221, тобто, у базі домінували ґрунти з умістом гумусу вище 3%, мулу — більше 30% і увібраного кальцію — від 20 до 30 мг/екв на 100 г ґрунту. Менше (до 7 значень) припадало на сполучення чинників, у якому вміст гумусу був від 2 до 3%. Ще менше було

1. Значення і коди чинників агрегації

Чинник утворення структури	Код		
	0	1	2
Уміст загального гумусу, %	<2	2—3	>3
Уміст мулу (<0,001 мм) за гранулометричним складом, %	<20	20—30	>30
Уміст увібраного кальцію, мг-екв/100 г ґрунту	<20	20—30	>30

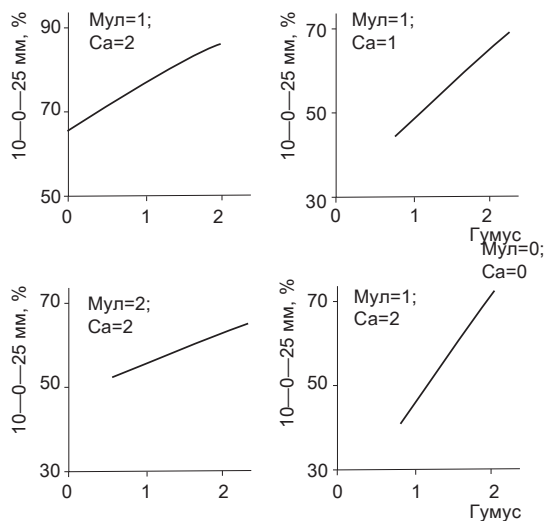


Рис. 1. Закономірності формування структур 10—0,25 мм залежно від умісту гумусу в ґрунті за різних фіксованих значень умісту в ґрунті мулу і увібраного кальцію. Значення кодів наведено у табл. 1.

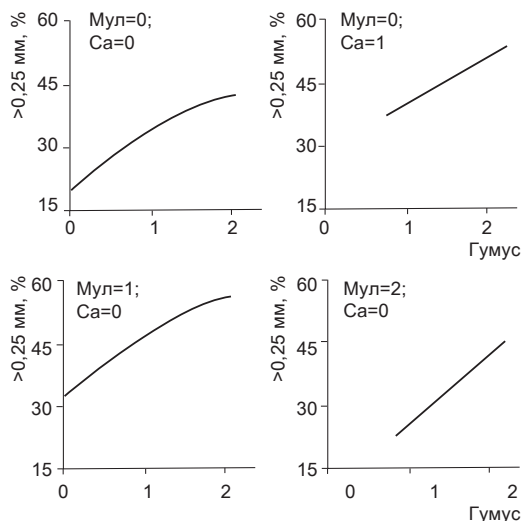


Рис. 2. Закономірності формування водотривких агрегатів більше 0,25 мм залежно від умісту в ґрунті гумусу за різних фіксованих значень умісту в ґрунті мулу та увібраного кальцію. Значення кодів наведено у табл. 1.

сполучень з умістом гумусу менше 2%. Це означає, що здобуті нормативи більше придатні для ґрунтів Лісостепу і Степу і менше — для ґрунтів легкого гранулологічного складу Полісся.

Далі віднайдено залежність накопичення структур 10—0,25 мм і водотривкої фракції більше 0,25 мм від збільшення у ґрунті гумусу за різних інших чинників. Окремі приклади таких переважно лінійних залежностей наведено на рис. 1 і 2.

За результатами аналізу даних зведеної таблиці і рисунків (у статті показано лише їхню частину) отримано нормативи утворення структури в основних ґрунтах України (табл. 2).

Незважаючи на спрощені переважно лінійні моделі, використані у розрахунках нормативів, вважаємо, що вони у цілому відбивають інтенсивність і повноту процесів агрегації у ґрунтах України. У подальшому при поповненні бази

даних новими матеріалами виявиться можливість застосовувати більш складні нелінійні моделі. Тоді і нормативи будуть надійнішими і більш диференційованими по зонах і ґрунтах. Але й уже отримані нормативи можуть використовуватися з різною метою. Наприклад, якщо розрахувати за наведеними нормативами вміст агрономічно корисної фракції і її водотривкість для конкретного ґрунту і співставити їх значення з відповідними реальними оцінками, то можна виявити, як саме реалізується потенціал агрегації у даному ґрунті. Якщо реальна величина буде менша розрахункової і такий самий результат буде отримано у наступні роки, то можна упевнено стверджувати, що у даному конкретному ґрунті існують умови, що гальмують процес агрегації. Їх необхідно визначити і усунути.

Визначений нормативами рівень оструктуреності орних ґрунтів, який забезпечується відпо-

2. Попередні нормативи агрегації в ґрунтах України (на 1% гумусу, 10% мулу і 10 мг/екв увібраного кальцію на 100 г ґрунту)

Показник	Норматив			
	Полісся, супіщані і легкосуглинкові ґрунти	Лісостеп		Степ, важкосуглинкові та легкоглинисті ґрунти
		середньо-суглинкові ґрунти	важко-суглинкові ґрунти	
Агрономічно корисна фракція структури 10—0,25 мм, %	15	20	25	20
Водотривкі агрегати більше 0,25 мм, %	10	15	20	15

відними чинниками агрегації, слід підтримувати і не допускати їх погіршення, адже за цим неминуче настане деградація з усіма негативними наслідками для родючості ґрунтів. Для цього придатні найрізноманітніші заходи, які ми об'єднали у 3 групи і спробували надати їм нормативного змісту.

Агротехнологічні нормативи. Нормативні документи цієї групи стосуються сівозмін, механічного обробітку і внесення добрив — основних технологічних заходів, що вирішально впливають на стан оструктуреності ґрунтів.

Для підтримання рівня оструктуреності, прищепленого даному ґрунту, у сівозміні не повинно бути більше просапних культур, ніж це рекомендується для природної зони — не більше 20% у Поліссі, 25—35 — Лісостепу і 15—20% — у Степу. Ці обмеження впливають з новітніх рекомендацій, розроблених на базі довгострокових досліджень обласних дослідних установ, зокрема Української академії аграрних наук. За такої частки просапних культур і за умови виконання інших вимог щодо решти елементів технології досягається просте відтворення родючості ґрунтів і, можливо, зберігаються характерні для ґрунтів відповідних зон параметри структурного стану. Ці рекомендації збігаються із спеціальними дослідженнями щодо впливу сівозмін на структурний стан ґрунтів у Лісостепу [11] і Степу [7], у яких доведено, що просапна культура не може повертатися на одне й те саме поле раніше, ніж через 2—3 роки.

У реальному виробництві, на жаль, допускаються зовсім інші співвідношення між просапними та іншими культурами. Наприклад, у Лісостепу у типовій 10-пільній сівозміні може бути 30% цукрових буряків, 20 кукурудзи і 10% (щонайменше) соняшнику. У Степу, де цукрові буряки не вирощують, частка кукурудзи і соняшнику значно зростає. За таких сівозмін просапна культура повернеться на те саме поле вже через рік і навіть частіше.

У Поліссі існують аналогічні проблеми: частка багаторічних трав, звичайні, не перевищує 10—15%, чого недостатньо для підтримання бездефіцитного балансу гумусу, особливо за умови різкого зменшення останніми роками внесення в ґрунт гною.

Планування сівозміні повинно враховувати сумісність і несумісність культур, суспільні потреби в продовольстві і кормах, а отже, збереження і підвищення родючості ґрунтів. Для цього зазвичай рекомендують включати у сівозміни бобові і зернобобові культури, які збагачують ґрунт азотом, сидеральні і пожнивні культури для підтримання бездефіцитного балансу гумусу, парові поля для очищення від бур'янів і накопичення вологи. На жаль, пар, який у посушливих умовах необхідний для одержання га-

рантованих сходів і задовільного рівня врожаю, одночасно є небажаним заходом для підтримання бездефіцитного балансу гумусу і, як наслідок, структурного стану ґрунту. Тому з огляду на необхідність забезпечення охорони ґрунтової структури від пару слід відмовлятися повсюдно, де є можливість використовувати інші засоби або зайнятий пар замість чистого.

Отже, сівозміни є важливим елементом технології для збереження структурного стану ґрунту (і водночас фітосанітарного, водного, поживного режимів і в цілому родючості), але нормативної інформації щодо цього явно недостатньо, а та, що є, на жаль, ігнорується виробництвом.

Для підтримання рівня оструктуреності, прищепленого даному ґрунту, технологія обробітку повинна бути такою, щоб сумарне навантаження мобільних машинно-тракторних агрегатів і транспортних засобів у процесі вирощування і збирання культур не перевищувало 100 т-км/га за рік. Цей норматив є результатом попередніх досліджень [9], у яких щільність будови оброблюваного шару ґрунту за такого навантаження не перевищувало припустимого ущільнення, а його кришіння при обробітку не супроводжувалося підвищенням виходом брил. Цей норматив є дієвим заходом за умови, що питомий тиск машинно-тракторного агрегату на ґрунт при виконанні будь-якого елементу технології вирощування і збирання культури не перевищує стандартний параметр тиску.

Для підтримання рівня оструктуреності, прищепленого даному ґрунту, повинен бути забезпечений бездефіцитний баланс гумусу, що досягається за рахунок застосування наявної кількості органічних добрив і залишення на полі частки рослинних решток. Усі необхідні розрахунки можна провести, використовуючи публікацію О.О. Бацули та ін. [2].

При забезпеченні рівня оструктуреності ґрунту слід віддати перевагу внесенню помірних доз повного азотно-фосфорно-калійного добрива (такий спосіб найменше впливає на зміну структурного складу ґрунту) і не вносити окремо азотні і калійні добрива, особливо у підвищених дозах. Так само слід заборонити внесення мінеральних доз у запас і не тільки тому, що цього не дозволяють реальні господарські умови, а головним чином через їхній можливий негативний вплив на структурний стан ґрунтів [8].

Технічні нормативи. Основна технічна вимога щодо збереження структурного стану ґрунтів — заборона використання технічних засобів з питомим тиском вище передбаченого державним стандартом України [5]. Одним із критеріїв обґрунтування стандарту було кришіння ущільненого ґрунту, тобто вихід брил.

Через те, що брили при розпушуванні утворюються навіть після незначного ущільнення на весні (коли брил у посівному шарі не повинно бути взагалі) величина припустимого тиску на ґрунт найбільш жорстка. За вологості фізичної стиглості, коли саме здійснюються передпосівні операції і посів сільськогосподарських культур, і щільності будови $0,9\text{—}1,0\text{ г/см}^3$ максимальний тиск не повинен перевищувати $0,6\text{ кг/см}^2$. Якщо цієї вимоги дотримуватися, то збереження агрономічно корисної структури гарантується. Але дотримуватись цього стандарту досить складно, адже навесні майже суцільно використовуються колісні трактори замість гусеничних і практично відсутні трактори із спареними і протрійними шинами. Більше того, пневматичні шини пониженого тиску, які стали б ідеальним вирішенням проблеми і які виготовляються Дніпропетровським заводом «Дніпрошина» спеціально для весняних робіт, в основному експортуються за кордон.

Не менш важливо використовувати ще один норматив (який після доопрацювання і перевірки треба трансформувати у стандарт), призначений для ґрунтообробних знарядь. Розклинювальний тиск робочого органу знаряддя не повинен перевищувати сили зчеплення агрегату агрономічно корисного розміру. Інформація щодо цього параметра, зібрана і проаналізована нами [10], показала широкий діапазон його коливань залежно від генези ґрунту, його гранулометричного складу і вологості під час обробітку. Цей параметр змінюється у межах від кількох кПа до кількох десятків кПа, у той час як розклинювальний тиск робочого органу знаряддя є щонайменше на порядок вище. Перевищення стає особливо помітним, коли кут атаки робочого органу і кількість його робочих поверхонь зростають. На жаль, у конструкторів ґрунтообробної техніки домінує хибна думка про ґрунт як тверде або напівтверде тіло, яке можна деформувати і різати без усяких застережень. Більшість ґрунтів країни середньо- і важкосуглинкового гранскладу при розпушуванні у стані фізичної стиглості не потребує зайвих зусиль. Зазвичай, опір зсуву, який треба подолати ґрунтообробному знаряддю, за сприятливого зволоження на такому ґрунті не перевищує $1\text{—}3\text{ кг/см}^2$ (відповідно за навантаження $0,5$; 1 і 2 кг/см^2), коефіцієнт внутрішнього тертя — $0,2\text{—}0,5$, зчеплення — 1 кг/см^2 , коефіцієнт тертя «ґрунт — метал» — $0,5\text{—}1\text{ кг/см}^2$. Перевищення цих параметрів неминує буде руйнувати структуру більшості ґрунтів.

Викладені аргументи переконливо доводять необхідність уведення перерахованих технічних нормативів для охорони структури ґрунту від руйнування при обробітку. Адже майже всі

ґрунтообробні знаряддя діють на ґрунт під час виконання основних операцій зі значно більшими, ніж потрібно, зусиллями.

Організаційні нормативи (правила). Організація землекористування і технологія вирощування сільськогосподарських культур і особливо всі види механізованих польових робіт повинні бути підпорядковані певним правилам. Зокрема необхідно виключати всі операції, які могли б нанести шкоду ґрунтовій структурі. До них передусім треба віднести обробіток ґрунту у стані зволоження за межами фізичної стиглості. Обробіток за високої вологості особливо шкідливий для ґрунту, адже викликає грубі незворотні деформації, після яких структура ґрунту взагалі може не відновитися до вихідного стану. Обробіток пересушеного ґрунту, як відомо, супроводжується перевитратами ресурсів і ніколи не дає якісного розпушування. П.У. Бахтин (1969) визначає величину оптимального кришіння для суглинного ґрунту за вологості, що дорівнює $0,7$ найменшої вологості. В абсолютному обчисленні від маси ґрунту це близько 20% . У дійсності ґрунт задовільно кришиться без утворення брил і пилу в інтервалі вологості між нижньою і верхньою межами пластичності, тобто між 17 і 22% . Це досить широкий інтервал, що дає змогу за умов високої організації виконання робіт проводити якісний обробіток, не виходячи за межі цього діапазону. Тільки в умовах, коли час перебування цього діапазону зволоження у ґрунті скорочений, як це відбувається за швидкого наростання позитивних температур на весні, виникають організаційні складності щодо виконання усіх видів весняних польових робіт одночасно на великій площі у стислі терміни. Для цих випадків у сільськогосподарському підприємстві повинен бути відповідний набір техніки, кваліфіковані механізатори, чіткий графік пересування техніки у відповідності з настанням фізичної стиглості у різних полях і готовність до цілодобового ведення робіт.

Отже, обробіток ґрунту тільки у стані фізичної стиглості повинен стати обов'язковим правилом, яке ні за яких умов не повинно порушуватись. Ми вимушені нагадати про цей агрономічний атрибут, адже, на жаль, у сучасному виробництві про нього часто забувають.

Водночас треба опанувати нові організаційні технологічні елементи, виконання яких знизить навантаження на ґрунти і сприятиме збереженню їхньої структури. Це маршрутизація руху усіх машинно-тракторних агрегатів і збирально-транспортної техніки. Маршрутизація повинна виключити усі зайві проходи техніки по полю, передбачити проведення операцій, пов'язаних із завантаженням добривами і розвантаженням бункерів комбайнів тільки на краях полів, вик-

лючити пересування по полю великовантажних автомобілів.

Отже, сівозміни, механічний обробіток і всі інші елементи технології вирощування сіль-

ськогосподарських культур повинні стати структурозбережувальними. Саме це захистить ґрунт від деградації і створить умови для сталого землекористування.

Висновки

Визначено як нормативи кількість агрономічно корисної фракції структури (від 10 до 0,25 мм) і водотривких агрегатів (>0,25 мм), що припадає на 1% гумусу, 10% мулу і 10% мг/екв увібраного кальцію на 100 г ґрунту у найбільш розповсюджених ґрунтах основних природних зон країни. Нормативи утворення структури можуть використовуватися з ґрунтоохоронною метою у моніторингу. Для збереження структурного стану орних ґрунтів треба не перевищувати певної част-

ки просапних культур у сівозмінах, сумарного навантаження МТА на ґрунт упродовж вегетаційного періоду, не використовувати МТА з неприпустимим тиском, підтримувати бездефіцитний баланс гумусу, обробляти ґрунт лише за вологості оптимального кришення, мінімізувати усі зайві проходи техніки по полях. При конструюванні ґрунтообробних знарядь повинні враховуватись реальні параметри міцнісних характеристик ґрунту (опору зсуву, тертя, зчеплення тощо).

Бібліографія

1. Бахтин П.У. Исследование физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. — М.: Колос, 1969. — 272 с.
2. Бацула О.О., Скрильник Є.В., Лісовий М.В., Фатєєв А.І. Нові технології і нормативи застосування органічних і мінеральних добрив. У кн.: «Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах»/За ред. С.М. Рижукі і В.В. Медведєва. Київ — Харків, 2003. — С. 54—85.
3. Гедройц К.К. К вопросу о почвенной структуре и сельскохозяйственном ее значении/Изв. Гос. ин-та опытной агрономии. — 1926. — Т. 4, № 3. — С. 117—127.
4. Дояренко А.Г. Избранные сочинения. — М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. — 495 с.
5. Євтенко В., Ліндіна Т., Медведєв В., Цибулько В. Техніка сільськогосподарська мобільна. Норми дії ходових систем на ґрунт. ДСТУ 4521:2006. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 4 с.
6. Качинский Н.А. Структура почвы. Итоги и перспективы изучения вопроса. — М.: Изд-во МГУ, 1963. — 100 с.
7. Лебідь Є.М., Андрусенко І.І., Пабат І.А. Сівозміни при інтенсивному землеробстві. — К.: Урожай, 1992. — 214 с.
8. Медведєв В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. — М.: ВО «Агропромиздат», 1988. — 160 с.
9. Медведєв В.В., Лындына Т.Е., Лактионова Т.Н. Плотность сложения почв. Генетический, экологический и агрономический аспекты. — Харьков: Изд-во «13 типография», 2004. — 244 с.
10. Медведєв В.В., Лактионова Т.Н. Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины. — Харьков: Изд-во «13 типография», 2007. — 396 с.
11. Медведєв В.В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана). — Харьков: Изд-во «13 типография», 2008. — 406 с.
12. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і Західного регіону України/За ред. М.В. Зубця і ін. — К.: Урожай, 2004. — 559 с.
13. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України/За ред. М.В. Зубця і ін. — К.: Логос, 2004. — 775 с.
14. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України/За ред. М.В. Зубця і ін. — К.: Аграр. наука, 2004. — 841 с.