



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.43
© 2012

*Д.Г. Тихоненко,
В.В. Дегтярьов,
доктори сільсько-
господарських наук*

*Харківський
національний державний
агроуніверситет
ім. В.В. Докучаєва*

*В.А. Величко,
доктор сільсько-
господарських наук*

*ННЦ «Інститут
грунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»*

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

*Висвітлено результати багаторічних наукових
пошуків національного ґрунтознавства в галузі
агрофізики ґрунтів, які відображають різноманітні
аспекти родючості ґрунтів України. Дослідження
проведені з використанням бази даних
властивостей ґрунтів України, що має відповідне
програмне забезпечення.*

Сучасна фізика ґрунтів інтенсивно розвивається у традиційних напрямках, зокрема фізики твердої фази ґрунтів, гідрології насиченої та ненасиченої зон, ґрунтової реології і механіки, агрофізики з використанням фізично обґрунтованих математичних методів аналізу й прогнозування природних ситуацій, екологічного ризику з метою опрацювання оптимальних рішень (Е.В. Шеин, 2012). Зокрема, серед нових математичних моделей, що використовуються у її різноманітних прикладних і теоретичних дослідженнях і навіть в освітньому процесі, вирізняються статистичні методи для розрахунку педотрансферних функцій.

Фізика ґрунтів нині виходить на інший просторовий рівень: ландшафти з особливостями їхньої будови та переносу речовини й енергії, а також глобальний рівень ґрунтознавства, зумовлений його викликами у вигляді проблем змін клімату, продовольчої безпеки, біорізноманіття та водних ресурсів.

У зв'язку з цим серед фундаментальних і прикладних проблем, які досліджують нині в ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», виокремлюються роботи, присвячені основним розділам фізики ґрунтів — гранулометричному складу, структурі, щільності будови, твердості, ґрунтово-гідрологічним константам і вологозабезпеченості основних культур, вирощуваних в Україні.

Дослідженнями охоплено практично всю ріллю країни. Це стало можливим завдяки наявності в інституті унікальної бази даних, де зібрано дані про понад 2000 повних розрізів, кожний з яких характеризується 340 показниками, зокрема 112 полів описують властивості ґрунту [13]. Вона підтримується програмними засобами для різної математичної обробки даних, моделювання й картографування. Керував роботами академік НААН В.В. Медведєв.

На основі зібраних та опрацьованих відомостей визначено різні прикладні аспекти фізичних властивостей ґрунтів — оцінка їхньої якості, визначення придатності ґрунтів для різноманітного і, особливо, точного й мінімального обробітку, конструювання ґрунтообробних знарядь та ін., де роль фізичних властивостей є вирішальною. Цим питанням присвячені окремі праці (понад 10 книг), що відображають фізичні аспекти родючості ґрунтів України.

Роботи побудовано за однією схемою: значення властивості, характерні зональні й провінційні параметри, карти властивостей у масштабі 1:1500000, основні фактори, що впливають на диференціацію параметра в просторі, зв'язок з іншими властивостями, роль у родючості та врожайності сільськогосподарських культур. Зокрема, гранулометричний склад [1] узагальнено через наявні в Україні (і в базі да-

них) відомості щодо гранулометричного складу ґрунтів і ґрунтоутворювальних порід, описано різні аспекти використання цих даних, зокрема для інтерпретації, моделювання та прогнозування властивостей ґрунтів і міграційних процесів, оцінки схильності ґрунтів до агрегації/деагрегації, сорбції/десорбції, деформації, абразії та інших явищ, розробки різних типів районування. Оцінено значення гранулометричного складу в родючості ґрунтів. Розглянуто також особливості просторового розподілу різних гранулометричних фракцій, порівняно гранулометричний склад ґрунтів і ґрунтоутворювальних порід і визначено інтенсивність перетворення ґрунтів у процесі їхньої еволюції, описано різні типи диференціації ґрунтів за гранулометричним складом у зональному, фаціальному й ландшафтному напрямках та в їхніх профілях. Розраховано баланс тонкодисперсних елементів у ґрунтах і подано пропозицію щодо виокремлення елювіально-ілювіального, метаморфічно перетвореного *in situ* і змішаного типів диференціації профілю.

Представлено ряд педотрансферних функцій (ПТФ), що встановлюють вид і щільність зв'язку гранулометричного складу практично з усіма властивостями ґрунтів, визначено рівень надійності таких зв'язків. На підставі ПТФ описано найважливіші особливості ґрунтів, що визначають їхню здатність до зв'язування та міграції вологи й хімічних елементів.

З огляду на важливість гранулометричного складу в родючості ґрунтів розглянуто його роль у формуванні сприятливості території для ведення економічно ефективної землеробської діяльності. Обґрунтовано метод бонітування ґрунтів, в основу якого покладено гранулометричний склад.

Щільність будови ґрунту [2] представлена інформацією про географію, профільний розподіл, еталонні та модальні значення на ціліні й ріллі в зв'язку з обробітком, різними його способами й знаряддями та впливом ходових систем мобільних агрегатів. Викладено результати багатофакторних дослідів із вивчення впливу щільності на ефективність органічних і мінеральних добрив, ріст та формування кореневих систем. Узагальнено дані щодо оптимальної щільності ґрунту для польових культур і її диференціації в окремих частинах орного шару. Описано вплив щільності на режими вологи, повітря, температури й загалом на екологічний стан ґрунтів.

Структура ґрунту [3] розглядається як головний його компонент, від якого залежать зміст основних режимів і родючість майже для всіх ґрунтів, крім піщаних і супіщаних. Охарактеризовано структурний склад ґрунтів у природних умовах і його зміни під впливом агротехно-

логій (обробіток, удобрення, меліоративні заходи). Основний напрям трансформації структури в інтенсивно використовуваних ґрунтах — деградація, що виявляється в утраті природної форми агрегатів і погіршенні будови порового простору. Обґрунтовано необхідність внесення спостережень за структурою в програму моніторингу ґрунтів і впровадження структуроощадних технологій. Запропоновано оригінальну концепцію та індикатори моніторингу структурного стану ґрунтів. У роботі розглянуто методичні питання з вивчення структури ґрунтів, оригінальну теорію її походження та класифікацію.

Наукова праця про твердість ґрунтів [4] написана для популяризації цього показника і його ширшого використання в ґрунтознавстві, землеробстві та землеробській механіці. Розглянуто фактори, що впливають на твердість, значення показника для діагностики фізичного стану, використання в проектуванні ґрунтообробних знарядь, запропоновано класифікацію ґрунтів за твердістю, оцінено методи та прилади для її вимірювання. Наведено характерні параметри твердості в ґрунтах різного генезису, складу й властивостей. Показано приклади вибору способів і знарядь обробітку за показниками твердості ґрунтів. Оцінено перспективи використання твердості для вивчення просторової неоднорідності ґрунтового покриву й застосування в точному землеробстві.

У монографії про ґрунтову вологу [5] уперше подано картографо-аналітичну характеристику гідрологічних констант (повна й найменша вологоємність, вологість розриву капілярного зв'язку, вологість стійкого в'янення рослини та ін.) в орних ґрунтах України. Описано типи водного режиму, баланс вологи й вплив режиму зволоження на агрономічно важливі властивості ґрунтів, що визначають також схильність до деградації, бонітетну оцінку та інші критерії якості. Проаналізовано інформацію про зволоженість орних ґрунтів на території країни (зокрема про вміст доступної вологи) під час вирощування пшениці озимої, ячменю та буряків цукрових. Агрономічне значення вологозабезпеченості оцінене за допомогою нової одиниці вимірювання — вологодня (кількість днів із вологістю, вищою від вологості розриву капілярного зв'язку). Це поняття характеризує кількість днів упродовж одного року, коли в кореневмісному шарі ґрунту є запас легкодоступної рослиною вологи. Вологозабезпеченість оцінено стосовно потреб культур у критичні фази розвитку — формування сходів і продуктивних органів. Характерною рисою вологозабезпеченості культур в Україні є збільшення дефіциту зволоження із заходу на схід і південний схід, а також від початкових до наступних фаз веге-

тації. Стверджується, що допущене останніми роками зменшення площ зрошуваних земель в Україні, зокрема в північному Степу й Лівобережному Лісостепу, є помилковим. На основі аналізу дано оцінку вологозабезпеченості ріллі України й визначено провінції (у межах природно-сільськогосподарського районування) з найбільш і найменш сприятливими умовами зволоження відповідно до потреб сільськогосподарських культур.

Не менш цікавими й різноманітними є прикладні аспекти використання фізичних властивостей. Їх розроблено у 2-х напрямках — технологічному (районування нових ґрунтоохоронних способів обробітку) і технічному (формулювання агровиимог до нових ґрунтообробних знарядь). Із цією метою було запропоновано новий тип ґрунтово-технологічного районування [6], за яким на основі індивідуальних карт (карт-фактів) гранулометричного й структурного складу, вологості в момент обробітку, питомого опору та інших, переважно міцнісних параметрів, оцінюють стан ріллі та її придатність для ведення інтенсивних і скорочених способів обробітку, а також карти-прогнози для визначення схильності ґрунтів до переущільнення, розпилення, абразії, утворення брил і кірки. Обґрунтовано й географічно виокремлено частину ріллі, що характеризується несприятливими ґрунтово-технологічними умовами, оранку якої варто припинити. Сформульовано прикладні аспекти нового районування, зокрема найважливіший з них — агрономічні вимоги до машинно-тракторних агрегатів і технологій, що виключають можливість фізичної деградації ґрунтів. Висвітлено питання про використання районування для нормування механізованих польових робіт, контролю міцнісних і реологічних властивостей та загалом екологізації технічної політики в землеробстві.

Окрема праця присвячена обґрунтуванню агровиимог до ґрунтообробних знарядь [7]. Доведено, що в процесі взаємодії ходової системи рушія і робочого органу ґрунтообробного знаряддя з ґрунтом не має бути наявних зусиль, що перевищують сумарний опір ґрунту зрушенню й розриву, та зусиль, що перевищують структурну зв'язність агрегату агрономічно корисного розміру. У протилежному разі виникає грубе зминання ґрунту, консолідація (різке зменшення внутрішньоагрегатної пористості), після чого відновлення характерних параметрів ґрунту вповільнюється або стає неможливим. Саме такий підхід до конструювання машин і знарядь зможе запобігти фізичній (машинній) деградації ґрунтів.

Надзвичайно актуальним напрямом ґрунтознавства нині є вивчення неоднорідності ґрунтового покриву в межах окремої земельної ді-

лянки (поля сівозміни) й обґрунтування точного землеробства [8–10]. У першій частині висвітлено інформацію про неоднорідність ґрунтового покриву як педометричну проблему, її причини, критерії, методи вивчення й наведено приклади вияву її щодо морфологічних, фізичних, хімічних та інших властивостей ґрунтів. Описано способи опрацювання просторової інформації за допомогою геостатистичних методів і накопичений у світі досвід її використання для планування точного внесення добрив та обробітку. Великі можливості геостатистичних методів інтерполяції досягаються за рахунок більших вимог до якості просторово-скоординованого масиву даних (Е.В. Фаустова, В.М. Гончаров, 2012). У праці представлено перелік необхідного устаткування для контролю неоднорідності (за допомогою наземних і дистанційних засобів), інформацію про виробників технічних засобів і навіть орієнтовні ціни. У другій її частині викладено результати вивчення просторової неоднорідності основних властивостей кількох полів на Поліссі, у Лісостепу та Степу. Розроблено методику виокремлення на полі агротехнологічних робочих ділянок для диференціації агрозаходів.

Певний інтерес становить обговорення фундаментальних теоретичних і прикладних аспектів неоднорідності ґрунтового покриву, її особливостей у різних природних зонах, трансформації в умовах антропогенного впливу, що має значення для проведення моніторингу, ґрунтових, агрохімічних та інших обстежень і картографування ґрунтового покриву. У зв'язку з цим обговорено стратегічні, технологічні й економічні питання впровадження точного землеробства в Україні.

Науковий доробок, присвячений досвіду впровадження нульової технології обробітку ґрунтів у північних, центральних і південних країнах Європи [11], за всіма факторами є для України сьогодні на часі. Ґрунтозахисний (насамперед структурозберезувальний) ефект цієї технології нині є очевидним. Описано тривалі польові експерименти й результати порівняльних досліджень нульового, поверхневого і традиційного плужного способів обробітку. У деяких країнах (особливо Франції) такі досліді виконують упродовж 20–30 років. Усебічно оцінено вплив нульового способу обробітку на властивості ґрунтів, екологічні й соціально-економічні показники. Розкрито причини вповільненого впровадження нової технології: невеликий розмір ферм, їхня неефективність у холодних і з підвищеною вологістю регіонах, значні субсидії фермерам, які не стимулюють інновації, відсутність ефекту на перших етапах впровадження, значні витрати на техніку й засоби захисту рослин, стереотипи мислення та

консерватизм. На основі аналізу сформульовано пропозиції стосовно дослідження й впровадження нульового обробітку в Україні.

Серію наукових досліджень завершує праця, присвячена агрономічно орієнтованому районуванню орних ґрунтів [12], заснованому на всебічному обліку їхніх властивостей, особливо фізичних. Районування ґрунтується на значній кількості даних, що дає змогу здійснити досить докладну диференціацію ґрунтів за ступенем

інтенсивності обробітку, придатності для вирощування окремих культур, різноманітними характеристиками якості ґрунтів та інвестиційною привабливістю. Саме такий підхід може бути найперспективнішим у бонітуванні ґрунтів, визначенні об'єктивної ціни земельної ділянки, виборі адаптивних способів вирощування культур, які є економічно вигідними і не завдають шкоди ґрунту. Це буде рішучим кроком до формування стійкого землеробства.

Висновки

Вперше на пострадянському просторі деталізовано основні розділи фізики ґрунтів і розкрито значення властивостей ґрунтів у генетичному, екологічному та агрономічному (прикладному) аспектах.

У просторовому плані дослідженнями охоплено практично всю рілля України з використанням унікальної бази даних властивостей ґрунтів, яка налічує нині понад 2000 повних розрізів.

Бібліографія

1. *Медведев В.В., Лактионова Т.Н.* Гранулометрический состав почв Украины (Генетический, экологический и агрономический аспекты). — Харьков: Апостроф, 2011. — 292 с.
2. *Медведев В.В., Лындина Т.Е., Лактионова Т.Е.* Плотность сложения почв. Генетический, экологический и агрономический аспекты. — Харьков: Изд-во КП «Городская типография», 2004. — 244 с.
3. *Медведев В.В.* Структура почвы. Методы. Генезис. Классификация. Эволюция. География. Мониторинг. Охрана. — Там само, 2008. — 406 с.
4. *Медведев В.В.* Твердость почвы. — Харьков: Изд-во КП «Городская типография», 2009. — 160 с.
5. *Медведев В.В., Лактионова Т.Н., Донцова Л.В.* Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. — Харьков: Апостроф, 2011. — 224 с.
6. *Медведев В.В., Лактионова Т.Н.* Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины. — Харьков: Изд-во «13 типография», 2007. — 395 с.
7. *Медведев В.В., Лактионова Т.М.* Ґрунтово-технологічні вимоги до ґрунтообробних знарядь і ходових систем машинно-тракторних агрегатів. — Харків: КП «Друкарня №13», 2008. — 68 с.
8. *Медведев В.В.* Неоднородность почв и точное земледелие. Ч. 1. Введение в проблему. — Харьков: Изд-во КП «Городская типография», 2007. — 296 с.
9. Неоднородность почв и точное земледелие. Ч. 2. Результаты исследований/Под ред. В.В. Медведева. — Там само, 2009. — 260 с.
10. *Медведев В.В., Плisko I.B., Пащенко В.Ф., Зінчук М.І., Мельник А.І.* Концепція розвитку точного землеробства в Україні. — Харків: Вид-во «Міськдрук», 2010. — 36 с.
11. *Медведев В.В.* Нульовий обробіток в європейських країнах. Харків: ТОВ «ЕДЕНА», 2010. — 202 с.
12. *Медведев В.В., Лактионова Т.М., Плisko I.B., Бігун О.М., Шейко С.М., Накісько С.Г.* Агрономічно орієнтоване районування земель за властивостями ґрунтів (обґрунтування, методи, приклади). — Харків: КП «Міськдрук», 2012. — 100 с.
13. *Лактионова Т.М., Медведев В.В., Савченко К.В., Бігун О.М., Шейко С.М., Накісько С.Г.* Структура та порядок використання бази даних «Властивості ґрунтів України» (Інструкція). — Харків: Апостроф, 2010. — 96 с.