

УДК 631.417:631.816  
© 2010

**В.І. Філон,**  
кандидат сільсько-  
господарських наук

Харківський національний  
аграрний університет  
ім. В.В. Докучаєва

## **НАНОДІАГНОСТИКА ҐРУНТІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ**

**На основі залучення сучасних методів досліджень (мікро- і субмікроморфологія, електронна та ІЧ-спектронетрія, рентгенструктурний аналіз, X-Ray томографія і ультрацентрифугування) розкрито суть і закономірності розвитку ґрунтових процесів, що відбуваються в осередках внесення мінеральних добрив.**

Визначення оптимальних доз мінеральних добрив базувалося на врахуванні рівня урожайності сільськогосподарських культур і забезпеченості ґрунтів поживними речовинами. Просторова варіабельність останніх призводила до того, що на ділянках, де вміст поживних речовин був нижчий, ніж середній, мінеральні добрива вносили у недостатній кількості і, навпаки, на ділянках, де вміст поживних речовин був вищим за середній, вносили надлишок добрив. Це призводило до погіршення якості продукції і екологічного стану довкілля. Використання ГС-технологій дає змогу усунути ці недоліки шляхом більш точної диференціації доз добрив і внесення їх безпосередньо у зону розміщення насіння. Саме у цих осередках на межі ґрунт — добриво розгортається низка фізико-хімічних процесів, що визначають ефективну родючість ґрунтів і урожайність культур. Тому дослідження процесів безпосередньої взаємодії добрив із ґрунтом набуває особливого значення. Як свідчить досвід, з'ясування ряду питань на рівні протікання елементарних ґрунтових процесів можливе за умов використання сучасних методів досліджень, до яких відносять растрову електронну мікроскопію, іонетрію, електронну та інфрачервону спектроскопію, рентгенструктурний аналіз, томографію та ін.

Використання методів нанодіагностики дозволило з'ясувати деякі аспекти і закономірності процесів взаємодії ґрунтових колоїдів з добривами.

**Результати досліджень.** Процес взаємодії мінеральних добрив з ґрунтом відбувається з кінцевою швидкістю. Положення про миттєвість реакцій обміну катіонів цілком справедливе для взаємодії розчинів солей з ґрунтом. У звичайних умовах процес розчинення гранул добрив (за винятком селітри) відбувається з певною швидкістю, про що свідчать іонетричні вимірювання.

Існуючі технології внесення добрив не забезпечують рівномірний розподіл останніх у ґрунті. Просторова варіабельність активності іонів амонію після суцільного й рівномірного внесення амонічної селітри істотно зростає. Статистична обробка 60-ти вимірювань активності іонів амонію до і після внесення амонічної селітри вказує на зростання таких параметрів як дисперсія, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації. До внесення  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  статистичні параметри вибірки

становили:  $\bar{x}=1,05$ ;  $S\bar{x}=0,188$ ;  $S^2=0,035$ ;  $\text{Min}=0,63$ ;  $\text{Max}=1,41$ ;  $V=18\%$ , після внесення  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  —  $\bar{x}=1,49$ ;  $S\bar{x}=0,785$ ;  $S^2=0,616$ ;  $\text{Min}=0,63$ ;  $\text{Max}=5,01$ ;  $V=53\%$ .

Поєднання даних іонетрії та растрової електронної мікроскопії вказує на те, що взаємодія мінеральних добрив з ґрунтом носить чітко виражений локальний характер. Зміни, що відбуваються при цьому в ґрунті, зачіпають не усю ґрунтову масу, а тільки незначні осередки, які у ваговому відношенні становлять 1/100000 частину від маси орного шару ґрунту. Звичайні методи досліджень, як правило, не реєструють таких змін. Растрова електронна мікроскопія виявляє в осередках унесення добрив скупчення солей, трищини усихання глинисто-гумусової плазми, набуття ознак рухомості.

Локальний характер взаємодії добрив з ґрунтом зумовлює створення осередків з підвищеною концентрацією ґрунтового розчину. In situ-метрія свідчить, що у ряді випадків вона може досягати екологічно безпечних рівнів [3]. Подібні сценарії розвитку ґрунтових ситуацій можливі й при триваломому унесенні мінеральних добрив. О.Н. Соколовський [2] ще до початку масового застосування мінеральних добрив попереджав про погіршення агрофізичних властивостей ґрунту під впливом високих доз добрив. Особливо зазначаємо, що у наших дослідженнях йдеться не про підвищення концентрації ґрунтового розчину як такого, а про створення мікросередків з високою концентрацією солей на межі гранула добрива — структурний агрегат. Оскільки арена подій охоплює незначну масу ґрунту, останній може відновлювати свої вихідні властивості. При перевисненні «гранично допустимих» доз добрив можливі незворотні зміни. Особливо це стосується малобуферних ґрунтів. Із агрономічної точки зору створення (при унесенні добрив) осередків з підвищеною концентрацією солей має різний вплив на ґрунти і рослини. З одного боку, висока концентрація солей (вище порога коагуляції) запобігає руйнуванню структурних агрегатів, з другого — призводить до хімічних стресів рослин і зумовлює зниження їх урожайності.

Оперативний прогноз впливу мінеральних добрив на гумусний і структурний стан ґрунтів може базуватися на обробці ґрунту розчинами

### 1. Вплив аніона на пептизуючу здатність мінеральних добрив, %

Кількість органічної речовини, вилученої 5% розчинами добрив			
NH <sub>4</sub> Cl	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
0,021/0,5*	0,020/0,4	0,041/0,9	0,091/1,9
KCl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	—
0,008/0,2	0,037/0,8	0,101/2,1	—

\* % від загального вмісту гумусу.

### 2. Вплив аніонного складу солей на розчинність органічної речовини чорнозему типового [1]

Показник	NaOH	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	NaNO <sub>3</sub>	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Кількість органічної речовини, вилученої 0,2н розчинами солей, %	1,019	0,155	0,028	0,025	0,022
Відсоткові відношення	100,0	15,2	2,8	2,5	2,2

добрив такої концентрації, яку створюють вони у природних умовах і визначенні кількості органічної речовини, що переходить у цю витяжку. Кількість вилученої добривом органічної речовини з ґрунту свідчить про пептизуючу його здатність. Чим більше органічної речовини вилучає добриво з ґрунту, тим більший вплив здійснює воно на гумусний та структурний стан ґрунтів. Саме цей показник було покладено в основу класифікації добрив за впливом їх на органічну частину ґрунту.

Такі добрива як діаміфос, поташ, вуглеамонійні солі досить сильно пептизують органічні колоїди, а тому негативно впливають на структурний стан ґрунтів. Проте друга частина добрив, яка містить катіони натрію, калію й амонію, практично не впливає на стан ґрунтових колоїдів. Це хлористий калій, хлористий амоній, калійні солі та ін. Отже, дія одновалентних катіонів, що знаходяться у складі ГВК і у складі солей, не співпадає. Характер впливу вказаних катіонів залежить від концентрації солей і аніонного супроводження. При перерахунках 5% розчинів NaCl, KCl, NH<sub>4</sub>Cl, KNO<sub>3</sub> на нормальну концентрацію стає очевидним, що остання перевищує поріг коагуляції ґрун-

тових колоїдів. По-друге, витіснений у розчин катіон кальцію вступає у реакцію взаємодії з аніоном хлору з утворенням CaCl<sub>2</sub>, а останній є досить сильним коагулянтном. Аніони, що утворюють з кальцієм важкорозчинні сполуки, істотно підвищують гідрофільність колоїдів і сприяють переходу їх до стану золю. Отже, ніяких протиріч у тому, що одні солі амонію, калію і натрію пептизують органічні колоїди, а інші ні — не існує. Підтвердженням тому є власні (табл. 1) і літературні дані (табл. 2).

Для підвищення достовірності мікро- і субмікроморфологічних досліджень слід залучати мікроморфометрію. Це дозволяє статистично обробляти отримані дані. У разі, якщо певне явище, або процес має досить чіткі ознаки і реєструється за допомогою перших двох методів, то достовірність його існування не потребує доказу. Як правило, візуальні зміни ґрунтової маси відбуваються на мезорівні. Будова ґрунту на мікрорівні при цьому може залишатися незмінною. Вона успадковує характерні риси материнської породи. Тому мікроморфологічні дослідження не завжди дають відповідь про розвиток тих чи інших ґрунтотворних процесів. У таких випадках їх органічно може доповнити X-Ray томографія. Вона дає змогу дати об'єктивну оцінку макробудови ґрунту. Як показали дослідження, на томограмах досить чітко діагностується будова ґрунту на мезорівні. З'являється можливість кількісної оцінки порогового простору і структурних агрегатів. Отож, використання нанодіагностики ґрунтів у ході антропогенезу уможливує вирішення питання підвищення ефективності добрив і родючості ґрунтів.

## Висновки

Використання нанодіагностики ґрунтів при застосуванні добрив дозволяє стверджувати, що різні форми мінеральних добрив здійснюють різний безпосередній вплив на органічну частину ґрунтів. Пептизуюча роль одновалентних іонів у складі добрив залежить від концентрації добрив і аніонної їх частини.

Взаємодія добрив з ґрунтом носить чітко виражений локальний характер, а зміни, що при цьому виникають, поступово розвиваються та накопичуються у ґрунтовій масі. Все це розкриває можливості втручання у процеси взаємодії добрив із ґрунтом, створює умови екологічно безпечного їх використання.

## Бібліографія

- Егоров М.А. Подвижное органическое вещество почвы как один из показателей степени окультуренности ее/М.А. Егоров//Записки Харьк. СХИ. — Т. 1, вып. 2. — 1938. — С. 3—37.
- Соколовский А.Н. Сельскохозяйственное почвоведение/А.Н. Соколовский. — М.: Гос. изд-

во с.-х. лит.-ры, 1956. — 335 с.

- Філон В.І., Дубина О.М. Концентрація ґрунтового розчину та активність іонів NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в осередках внесення добрив/В.І. Філон, О.М. Дубина//Вісн. ХДАУ. — 2001. — № 4. — С. 9—15.