



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.416.1:631.416.2:631.416.4

© 2016

А.О. Христенко,

*кандидат
сільсько-
господарських
наук*

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

ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ УКРАЇНИ МАКРОЕЛЕМЕНТАМИ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

Мета. Дати експертну оцінку природної родючості орних ґрунтів України щодо їх забезпеченості макроелементами живлення рослин на основі сучасних методичних і теоретичних розробок.

Методи. Статистично-математичний аналіз матеріалів автоматизованого банку даних агрохімічних властивостей ґрунтів. Теоретичною основою досліджень є концепція, за якою ґрунтові системи розглядаються як відкриті поліморфні і полікомпонентні термодинамічні системи.

Результати. Аналіз матеріалів ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» показав наявність факторів, які заважають отриманню точної оцінки стану родючості ґрунтів щодо їх забезпеченості макроелементами живлення рослин. Це пов'язано з недосконалістю методів ґрунтової діагностики і методології проведення агрохімічної паспортизації земель. Відзначено також ґрунтові фактори, які заважають отриманню об'єктивної оцінки стану родючості. **Висновки.** На цей час середньозважений уміст азоту, фосфору і калію в ґрунтах України відповідає середнім значенням забезпеченості цими елементами живлення. Тому на всіх неокультурених ґрунтах країни без застосування відповідних доз органічних і мінеральних добрив неможливо стабільно одержувати високі врожаї сільськогосподарських культур.

Ключові слова: орні ґрунти, рухомі сполуки, азот, фосфор, калій, оцінка родючості.

Метою агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення є одержання достовірної оцінки їх родючості, спостереження за динамікою показників родючості та забрудненості. На жаль, ці функції за різних причин здійснюються не повною мірою.

Раніше було доведено, що всі кислотні методи належать до так званих жорстких

методів, загальним недоліком яких є висока ймовірність істотного перекручування результатів хімічного аналізу під впливом різних ґрунтових чинників [3, 6, 10]. Ґрунти України містять різну кількість мінералів групи апатитів, польових шпатів або тришарових алюмосилікатів. Більшість сполук фосфору або калію, що містяться в цих мінералах, рослинам

безпосередньо не доступні, але вони частково екстрагуються розчинами сильних кислот, зокрема 0,5 н CH_3COOH або 0,2 н HCl (методи Чирікова і Кірсанова). Саме ці фактори та певні значення рН ґрунтового розчину із застосуванням ГОСТів СРСР і створювали видимість різної (від дуже низької до дуже високої) природної забезпеченості орних ґрунтів України цими елементами живлення [9].

Використання таких методів дає змогу отримати об'єктивну оцінку фосфатного або калійного станів лише тих ґрунтів, склад і властивості яких близькі до складу та властивостей ґрунтів, на яких проводили дослідження з розробки угруповань щодо забезпеченості їх фосфором або калієм. Скажімо, для методу Кірсанова угруповання розробляли на ґрунтах опідзоленого ряду Росії, які мають значення pH_{KCl} у межах 4,5–6,8, уміст фракції $\text{Ca-P} = 80\text{--}100$ мг $\text{P}_2\text{O}_5/\text{кг}$ ґрунту (за Чангом-Джексоном), фізичної глини — у межах 44–48%. Використання цього методу на ґрунтах з іншими властивостями призводить до порушення головного правила ведення експерименту (принципу єдиної відмінності).

Технічним комітетом стандартизації (ТК 142 «Ґрунтознавство»), створеним на базі ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського», розроблено більш ніж 300 нормативних документів [1]. Серед них 10 чинних національних стандартів України і 3 затверджені проекти стандартів, що встановлюють методи визначення сполук азоту, фосфору або калію в ґрунтах. Запропонована система ДСТУ загалом відповідає сучасним вимогам, оскільки вона частково гармонізована з міжнародними нормативними документами. За її розробки було використано новітні теоретичні положення.

Проте досвід використання цих стандартів виявив ряд нерозв'язаних проблем. Так, скажімо, використання поправок (наведених у ДСТУ у вигляді таблиць) щодо складу і властивостей ґрунтів дещо підвищує точність діагностики. Проте це не дає змоги розв'язати проблему загалом. До того ж виникає ряд організаційних і технічних проблем, зокрема в одержанні точної додаткової інформації про вміст фізичної глини і значення рН ґрунту. Тому слід вивчити і відпрацювати можливість поступової відмови від застосування жорстких методів як це вже зроблено в більшості країн світу.

Крім того, в ДСТУ наведено не значення поправок умісту P_2O_5 або K_2O , а нормативи

похибки визначення. Це було зроблено нами за аналогією з технічними стандартами. Проте виявилось, що така форма подання інформації є невдалою, оскільки ускладнює процес її обробки. Цей недолік вдалося виправити лише за розробки ДСТУ 7907 (метод Маслової).

Практика роботи ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» також показала наявність проблем щодо методології проведення агрохімічної паспортизації земель. Перша проблема — повільний перехід цієї установи на проведення хімічних аналізів зразків ґрунту за національними стандартами України. Друга — недосконалість методики обстеження, а саме: виведення останніми роками з обстеження найменш родючих ґрунтів. Насамперед це ґрунти легкого гранулометричного складу. Так, якщо в 1966–1970 рр. площа обстеження ріллі становила 30,9 млн га, то в 2006–2010 рр. — усього 24,8 млн га.

Саме недосконалість методології і призвела до появи феномену «میمовільного» підвищення вмісту P_2O_5 або K_2O у ґрунтах (зазначеного в ряді публікацій) в умовах різко негативного балансу елементів живлення рослин у землеробстві. З цієї причини оцінка стану родючості ґрунтів України щодо фосфору і калію є не зовсім об'єктивною.

Національна безпека країни тісно пов'язана зі збереженням ґрунтів і земельних ресурсів загалом. Ресурси сировини для виробництва добрив, особливо фосфорних, — обмежені [2, 8]. Тому відсутність об'єктивної інформації про поживний стан ґрунтів призводить до неправильних управлінських рішень, розробки невірної стратегії і тактики застосування добрив, вартість яких постійно зростає.

Мета досліджень — надати експертну оцінку природної родючості орних ґрунтів України щодо їх забезпеченості рухомими сполуками азоту, фосфору і калію на основі сучасних методичних і теоретичних розробок.

Методи досліджень. Статистичний аналіз і узагальнення матеріалів автоматизованого банку даних агрохімічних властивостей ґрунтів проведено на основі СУБД Access 98. Інформаційний банк містить дані аналізів близько 2000-х зразків різних ґрунтів. Теоретичною основою досліджень є концепція, за якою ґрунтови системи розглядаються як відкриті поліморфні і полікомпонентні термодинамічні системи [4,5].

Результати досліджень. Рівень динамічної рівноваги в орних ґрунтах, виражений як

уміст рухомого фосфору, відповідає таким значенням: $50,0 \pm 5,0$ мг P_2O_5 /кг ґрунту — за Чиріковим, $50,0 \pm 5,0$ — за Кірсановим, $16,0 \pm 2,0$ — за Мачигінім. Рівень динамічної рівноваги калійної системи орних ґрунтів має такі значення: $60,0 \pm 15,0$ мг P_2O_5 /кг ґрунту — за Чиріковим, $100,0 \pm 20,0$ — за Кірсановим, $150,0 \pm 25,0$ — за Мачигінім [7]. Тобто рівень динамічної рівноваги цих систем, виражений як уміст рухомих сполук, перебуває на межі низьких і середніх значень забезпеченості фосфором та в межах середніх значень забезпеченості калієм.

За даними I туру обстеження середньозважений уміст рухомого фосфору в зоні Полісся за методом Кірсанова становив $63,0$ мг P_2O_5 , рухомого калію — $64,0$ мг K_2O /кг ґрунту (середня забезпеченість). Такий уміст поживних сполук у ґрунтах з урахуванням низьких доз добрив, застосовуваних у той час, можна взяти за природний рівень. Середньозважені значення цих показників були близькими до рівня динамічної рівноваги. При цьому середньозважений уміст рухомих сполук фосфору і калію істотно різнився по областях цієї зони. По фосфору він коливався від 36 – 38 мг P_2O_5 /кг ґрунту в Івано-Франківській та Закарпатській областях до 73 – 102 мг P_2O_5 /кг у Чернігівській та Рівненській областях. Уміст рухомого калію — від 48 – 59 мг/кг у Житомирській і Чернігівській областях до 136 мг/кг у Закарпатській області.

ґрунти Полісся, як правило, характеризуються легким гранулометричним складом (менше 20% фізичної глини). У зв'язку з цим вони містять значно менше апатитоподібних сполук (крім чорноземних ґрунтів на лесових породах Рівненської області) та калієвмісних мінералів. Тому використання прийнятих угруповань забезпеченості цих ґрунтів фосфором або калієм і призвело до штучного заниження оцінки їх родючості.

Сильнокислим ($pH_{KCl} < 4,5$) підзолистим ґрунтам властива висока активність полуторних оксидів заліза і алюмінію. Обробка таких ґрунтів розчинами кислот (у тому числі $0,2$ н HCl) посилює позитивний заряд колоїдних частинок, що призводить до збільшення вторинного поглинання аніонів фосфорної кислоти в процесі аналізу та істотного заниження одержуваних даних. Ілюзія низької природної забезпеченості орних ґрунтів Івано-Франківської і Закарпатської областей рухомим фосфором зумовлена саме впливом цього фактора (підвищеної кислотності ґрунтів).

Видимість природної різниці в умісті рухомих сполук калію в ґрунтах зони Полісся (від 48 мг K_2O /кг ґрунту в Житомирській до 136 мг K_2O /кг ґрунту в Закарпатській областях) зумовлена істотною різницею в гранулометричному складі ґрунтів цієї зони.

Хімічний аналіз ґрунтів для визначення вмісту рухомих сполук фосфору і калію в зоні Лісостепу до 2005 р. проводили за ГОСТ 26204–91 (метод Чирікова). За даними I туру обстеження, середньозважений уміст рухомого фосфору в орному шарі ґрунтів цієї зони становив 81 мг P_2O_5 , рухомого калію — 87 мг K_2O /кг ґрунту. Тобто середньозважені значення цих показників (фосфору і калію) дещо перевищували рівень динамічної рівноваги.

При цьому середньозважений уміст рухомих сполук фосфору і калію значно різнився по областях цієї зони. По фосфору він коливався від 37 – 60 мг P_2O_5 у ґрунтах Чернівецької і Тернопільської областей до 102 – 105 мг P_2O_5 /кг у Черкаській і Сумській. Тобто від дуже низької до підвищеної забезпеченості. Уміст K_2O коливався від 45 – 50 мг/кг у Київській і Хмельницькій областях до 123 мг/кг у Харківській області. Тобто від середньої до високої забезпеченості рухомих калієм.

Установлено, що видимість низької забезпеченості орних ґрунтів Чернівецької області фосфором (37 мг P_2O_5 /кг ґрунту) зумовлена негативним впливом підвищеної кислотності буроземно-підзолистих ґрунтів на результат хімічного аналізу. Невисокий уміст рухомого фосфору в ґрунтах Тернопільської області (60 мг P_2O_5 /кг) пояснюється переважанням у ґрунтовому покриві опідзолених ґрунтів (темно-сірих опідзолених і чорноземів опідзолених), які характеризуються невисоким умістом апатитів.

Видимість доброї забезпеченості фосфором ґрунтів Черкаської і Сумської областей пояснюється високим умістом апатитоподібних сполук у чорноземах типових на лесових породах.

Видимість різниці в калійному стані ґрунтів різних областей зумовлена різницею в їх гранулометричному складі. У Київській і Хмельницькій областях переважають ґрунти опідзоленого ряду легкого гранулометричного складу. У Харківській області, навпаки, — ґрунти дернового типу ґрунтоутворення важкого гранулометричного складу, що й визначає високий уміст оцтоворозчинного калію. Більшу кількість цього калію важко назвати рухомою.

Середньозважений уміст рухомих сполук фосфору і калію в ґрунтах України (за даними ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»)

Рік обстеження	Площа обстеження, млн га	Унесено з добривами, кг/га		Уміст, мг/кг	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
1966–1970	30,9	14	12	71	98
1986–1990	29,4	41	42	106	113
2006–2010	24,8	10	7	100	112

Хімічний аналіз ґрунтів для визначення рухомих сполук фосфору і калію в більшості областей зони Степу проводили за ГОСТ 26204–91 (метод Чирікова). У Херсонській обл. та АР Крим — за методом Мачигіна. За даними I туру обстеження, середньозважений уміст рухомого фосфору в орному шарі ґрунтів цієї зони становив 67 мг P₂O₅, рухомого калію — 126 мг K₂O/кг ґрунту (за Чиріковим). Тобто середньозважені значення цих показників дещо перевищували рівень динамічної рівноваги за фосфором та істотно за калієм. Ґрунтоутворювальною породою на основній території зони Степу є лес і лесоподібні суглинки. Це і визначає видимість благополуччя щодо забезпеченості ґрунтів фосфором і калієм.

Відносно низьким умістом P₂O₅ характеризуються ґрунти Донецької області — 50 мг/кг. Це пов'язано з тим, що в цій області досить поширені чорноземи звичайні на елювії глинистих сланців, які містять апатитів менше, ніж ґрунти на лесових породах. Найнижчий уміст P₂O₅ спостерігався в ґрунтах Криму — 13 мг/кг (за Мачигіним). Застосування цього методу на ґрунтах із лужною реакцією ґрунтового розчину призводить до істотного штучного заниження отримуваних даних. Щодо калію, то його кількість практично однаково штучно завищена на більшості ґрунтів цієї зони.

Систематичне внесення добрив підвищує забезпеченість ґрунтів рухомими формами поживних речовин, що й спостерігалось за роки так званої інтенсивної хімізації.

За даними останнього туру агрохімічного обстеження, проведеного в умовах різко від'ємного балансу поживних речовин у землеробстві, забезпеченість ґрунтів України фосфором і калієм попри певну тенденцію до зниження характеризується як підвищена (таблиця).

На жаль, ця оцінка родючості ґрунтів є значно завищеною: виведення з обстеження найменш родючих ґрунтів автоматично призводить до завищення середньозважених показників. Основною причиною відсутності

очікуваного значного зниження вмісту P₂O₅ і K₂O у ґрунтах в останні роки є саме недосконалість методики узагальнення результатів обстеження.

Унесення добрив не лише підвищує забезпеченість ґрунтів елементами живлення рослин, а й переводить фосфатну або калійну систему ґрунтів в енергетично невідгідний нерівноважний стан. Унаслідок цього після припинення внесення високих доз добрив уміст рухомих сполук поживних речовин у ґрунтах відповідно до другого закону термодинаміки має поступово знижуватися до вихідного рівня, який найбільше відповідає фізико-хімічним умовам поверхні планети. Причому тривалість цього процесу визначається передусім кількістю залишкових сполук добрив.

Так, згідно з отриманою математичною моделлю середьорічне зниження вмісту P₂O₅ на штучно створеному фосфатному фоні (P₁₈₀₀) становило в перші 10 років 5,5 мг/кг (за методом Чирікова). За період 30 років інтенсивність зниження уповільнилася і становила 4,1 мг P₂O₅/кг ґрунту за 1 рік. Ґрунт — чорнозем типовий важкосуглинковий.

Інтенсивність середьорічного зниження вмісту K₂O (фон K₁₂₀₀) була дещо вищою, ніж фосфору і становила 5,2 мг K₂O/кг. Зниження калійного рівня ґрунту зі 140 мг K₂O/кг (фон K₁₂₀₀) до вихідного рівня — 80 мг K₂O/кг ґрунту — відбулося всього за 11 років.

Згідно з установленими закономірностями в умовах екстенсивного використання ґрунтів середньозважений уміст фосфору, і особливо калію, загалом по Україні вже давно мав би відповідати рівню динамічної рівноваги. Проте, оскільки добрива все ж таки вносили, цього принаймні щодо фосфору не відбулося (за останні роки спостерігалось поступове зростання рівня застосування фосфорних добрив з 2 кг/га у 2000 р. до 13 кг/га у 2014 р.).

Було встановлено, що на полях, які характеризуються підвищенням або високим умістом залишкових фосфатів, систематичне

внесення навіть невеликих доз фосфорних добрив (10–15 кг P_2O_5 /га) істотно уповільнювало зниження фосфатного рівня ґрунтів. Більше того, попередні дані свідчать про те, що в цьому разі такі дози добрив здатні стабілізувати вміст фосфору на рівні, що перевищує природний (рівень динамічної рівноваги) на 20–25 мг P_2O_5 /кг ґрунту. Це, мабуть, і спостерігається останнім часом у ґрунтах країни (для порівняння: для досягнення оптимального фосфатного рівня необхідно підвищити природний рівень на 60–100 мг P_2O_5 /кг ґрунту залежно від вирощуваної культури).

Щодо азотного стану ґрунтів, то практично весь азот у ґрунтах міститься в негідролізованих органічних сполуках, тобто у важкорозчинній формі. Незалежно від типу ґрунту,

умісту гумусу чи загального азоту частка мінерального азоту становить, як правило, менше 1%. Основні причини невисокої природної забезпеченості більшості орних ґрунтів України (від дерново-підзолистих до чорноземних) доступним азотом — це низький вміст детриту і новоствореної органічної речовини в умовах практичної відсутності органічних добрив, а також посівів багаторічних бобових трав у сівознах.

Підвищений або високий вміст мінерального азоту (нітратного й амонійного) спостерігається за внесення підвищеної дози органічних і азотних добрив, після чорного пару та після розорювання пласта багаторічних бобових трав. Причому, як правило, таке підвищення відбувається не довше 4–6-ти міс.

Висновки

Аналіз матеріалів ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» показав наявність проблем щодо точності оцінки стану родючості ґрунтів стосовно макроелементів живлення рослин унаслідок недосконалості методів ґрунтової діагностики і методології проведення агрохімічної паспортизації земель. Це зумовлює необхідність проведення експертної оцінки природної родючості орних ґрунтів України.

На основі даних, отриманих із використанням національної системи ґрунтової діагностики, та встановлених закономірностей

еволюції родючості ґрунтів можна з високим ступенем вірогідності стверджувати, що на цей час реальний середньозважений вміст доступних рослинам сполук азоту, фосфору і калію в орних ґрунтах України відповідає середнім значенням забезпеченості цими елементами живлення. Тому на всіх неокультурених ґрунтах України без застосування відповідних доз органічних або мінеральних добрив неможливо стабільно одержувати високі врожаї сільськогосподарських культур нормативної якості продукції.

Бібліографія

1. Лазебна М.Є. Система нормативного забезпечення якості та охорони ґрунтів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.03 «Агрогрунтознавство та агрофізика»/М.Є. Лазебна. — Х., 2011. — 20 с.
2. Маккелви В.Е. Фосфор в окружающей среде/В.Е. Маккелви; под ред. Э. Гриффита и др. — М.: Мир, 1977. — С. 24–46.
3. Прокошев В.В. Теоретические и практические аспекты исследования некоторых методов определения калия в почве/В.В. Прокошев, В.В. Носов// Почва — удобрение — плодородие. — Минск: БелНИИПА, 2000. — С. 92–98.
4. Смагин А.В. Биогеоценологическое направление в почвоведении/А.В. Смагин//Почвоведение. — 1996. — № 3. — С. 298–309.
5. Трофимов С.Я. Функционирование почв в биогеоценозах: подходы к описанию и анализу/С.Я. Трофимов, С.Н. Седов//Почвоведение. — 1997. — № 6. — С. 770–778.
6. Христенко А.А. Использование национальных стандартов для диагностики азотного, фосфатного и калийного состояния почв Украины/А.А. Христенко//Агрохимия. — 2014. — № 7. — С. 75–83.
7. Христенко А.О. Рухомість «рухомих» елементів живлення рослин у ґрунті/А.О. Христенко//Вісн. аграр. науки. — 2009. — № 8. — С. 16–20.
8. Changes in gene expression in Arabidopsis shoots during phosphate starvation and potential for developing smart plants/J.P. Hammond, M.J. Bennett, H.C. Bowen et al.//Plant Physiol. — 2003. — V. 132. — № 2. — P. 578–596.
9. Khristenko A.A. Diagnosis accuracy improvement of the phosphate status of Ukrainian soils/A.A. Khristenko, S.E. Ivanova//Better crops. — 2012. — V. 96. — № 2. — P. 5–7.
10. Leal J.E. Evaluation of available P with different extractants on Guatemalan soils/J.E. Leal, M.E. Summer, L.T. West//Commun. Soil Sci. and Plant Anal. — 1994. — V. 25. — № 9–10. — P. 1161–1196.

Надійшла 6.08.2015.