

УДК 631.473  
© 2013

*С.А. Балюк,  
академік НААН  
Я.В. Бородіна,  
М.Є. Лазебна,  
кандидати сільсько-  
господарських наук*

*І.А. Прохорова*

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

## **СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОСТЕЖУВАНOSTІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ У ҐРУНТОЗНАВСТВІ ТА АГРОХІМІЇ УКРАЇНИ**

*Показано необхідність створення в Україні стандартних зразків складу ґрунтів для забезпечення простежуваності результатів вимірювань агрохімічних показників ґрунтів. Доведено, що за відсутності чинної програми підтвердження компетентності вимірювальних (агрохімічних) лабораторій використання стандартизованих методик не завжди є достатнім для забезпечення точності, достовірності та простежуваності результатів вимірювань.*

**Ключові слова:** агрохімія, ґрунтознавство, методика виконання вимірювань, простежуваність результатів, стандартні зразки.

У проекті концептуальних засад інноваційно-інвестиційного розвитку Національної академії аграрних наук України [6] зазначено, що Україна обрала напрям розвитку національної економіки за інноваційною моделлю. В інноваційній системі провідну роль має виконувати суб'єкт підприємництва, який перетворює наукові розробки в інноваційні продукти, здійснює їх капіталізацію за рахунок залучених інвестицій та комерціалізацію на ринку з метою отримання прибутку. За такого принципового підходу потрібно встановити зв'язок між науковою установою, яка створює наукові знання та підтверджує їх науково-технічними розробками, і суб'єктом підприємництва [6]. У науковій установі мають бути незаперечні докази якості та конкурентоспроможності своєї продукції. Напевно, вирішальним критерієм оцінювання якості результатів роботи наукової установи може бути їх визнання колегами-науковцями в Україні та світі. При цьому експериментальна наукова база повинна відповідати сучасним вимогам. Очевидно, що перевагу на ринку інновацій матимуть наукові установи, вимірювальні лабораторії яких упроваджують систему управління якістю аналітичних робіт та мають засоби забезпечення простежуваності результатів вимірювань. Такими засобами є стандартизовані (або атестовані) методики виконання вимірювань (МВВ) та стандартні зразки (СЗ) складу ґрунтів.

У сфері ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів функції з формування та розроблення нормативно-методичної бази покладено на технічний комітет стандартизації ТК 142 «ґрунтознавство», створений на базі ННЦ «ІГА імені

О.Н. Соколовського». Нині нормативно-методична база налічує понад 300 нормативних документів різних рівнів і видів, з яких 72% є стандартами на методи визначення складу та властивостей ґрунтів. Це створює сприятливі умови для розвитку необхідного метрологічного забезпечення експериментальних досліджень у вимірювальних лабораторіях установ системи НААН.

Аналіз стану справ з питань створення СЗ складу ґрунту показав, що в Україні СЗ складу ґрунту виготовляють і впроваджують 2 установи: ДУ «Інститут охорони ґрунтів» (колишнє ДП «Центрдержродючість») та Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» як Центр Державної служби стандартних зразків ґрунтів (Центр ДССЗ ґрунтів). Згідно з ГСТУ 46.005 [3] під визначенням СЗ складу або властивостей речовини (матеріалу) розуміють засіб вимірювань у вигляді відповідної кількості речовини або матеріалу, призначений для відтворення і зберігання розмірів величин, що характеризують склад або властивості цієї речовини (матеріалу), значення яких встановлено в результаті метрологічної атестації. Його використовують для передавання розміру одиниці під час перевірки, калібрування, градування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), атестації МВВ і затверджено чинним порядком як стандартний зразок.

Центром ДССЗ ґрунтів здійснено значну роботу з підтвердження визнання в Україні СЗ, розроблених Російською Федерацією (Державним науковим закладом Всеросійським науко-

во-дослідним інститутом агрохімії ім. Д.Н. Прянишникова), зокрема САЧП-04 — СЗ складу ґрунту чорнозему типового середньосуглинкового і САДПП-07/4 — СЗ складу ґрунту дерново-підзолистого важкосуглинкового. З метою розвитку метрологічного контролю виконання вимірювань у сфері державного нагляду за використанням та охороною земель сільськогосподарського призначення та для проведення агрохімічної паспортизації, моніторингу та сертифікації земель (ґрунтів) до «Державної програми розвитку еталонної бази на 2011–2015 роки» внесено пропозиції щодо створення галузевих стандартних зразків України (ГСЗУ) дернового середньопідзолистого супіщаного ґрунту і ГСЗУ чорнозему звичайного малогумусного легкоглинистого.

Функції з атестації та ведення реєстру затверджених стандартних зразків ґрунту різного рівня виконують Державний центр стандартизації та сертифікації «Украгрозстандартсертифікація», створений для здійснення метрологічного контролю та нагляду в галузях агропромислового виробництва, та Центр ДССЗ ґрунтів, створений з метою здійснення метрологічного контролю й нагляду в галузях ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів. Тому, щоб уникнути дублювання в створенні та реєстрації СЗ ґрунтів, Центр ДССЗ ґрунтів щороку інформує ДЦ «Украгрозстандартсертифікація» про пропозиції стосовно створення стандартних зразків різних рівнів, представлених до проектів державних і багатогалузевих програм, та ведення реєстру СЗ ґрунтів.

Нині ДУ «Інститут охорони ґрунтів» розробив і впровадив 3 ГСЗУ: ГСЗУ № 01. Галузевий стандартний зразок України дерново-підзолистого піщаного ґрунту, ГСЗУ № 02. Галузевий стандартний зразок України чорнозему типового крупнопилувато-легкосуглинкового, ГСЗУ № 03. Галузевий стандартний зразок України чорнозему лучного слабосолонцюватого глеуватого легкосуглинкового, дія яких закінчилася 01.01.2013 р. Центром ДССЗ ґрунтів розроблено і впроваджується СЗ підприємства СЗП № 01-10. Стандартний зразок чорнозему типового важкосуглинкового, здійснюються роботи з виготовлення 3-х ГСЗУ (СЗ складу (агрохімічних показників) чорнозему звичайного малогумусного легкоглинистого, чорнозему типового важкосуглинкового та дерново-підзолистого супіщаного ґрунту) і 1-го державного стандартного зразка (ДСЗ) складу чорнозему типового важкосуглинкового (разом із ННЦ «Інститут метрології»).

Остання розробка — особливо важлива, ос-

скільки є першим вітчизняним досвідом виготовлення СЗ складу ґрунту найвищого в державі рівня визнання. У колишньому СРСР державні стандартні зразки речовин і матеріалів мали статус особливо цінного надбання держави, існувала найкраща в світі система метрологічного забезпечення різних галузей промисловості, яка мала власну концепцію та практично необмежене державне фінансування. У виготовленні першого в Україні ДСЗ складу (агрохімічних показників) ґрунту використано узагальнений світовий досвід створення СЗ складу ґрунтів (є серія настанов, розроблених Міжнародною Організацією зі Стандартизації (ISO) щодо виготовлення референтних матеріалів, що приблизно відповідає стандартним зразкам складу ґрунту). Розроблено ряд методичних документів щодо підготовки вихідного матеріалу для виготовлення СЗ складу ґрунту та проведено експеримент з установами невизначеності атестованих метрологічних характеристик, пов'язаної з нестабільністю хімічного складу СЗ у часі.

Доцільність та економічна виправданість створення й застосування в повсякденній практиці вимірювальних агрохімічних лабораторій СЗ складу ґрунтів зазвичай не ставляться під сумнів, але в Україні нині СЗ ґрунтів використовують дуже обмежено попри те, що ряд стандартів на методи визначення агрохімічних показників ґрунтів передбачає їх застосування.

Створення стандартних зразків ґрунтів ускладнюється високою гетерогенністю та просторовою мінливістю вихідного матеріалу, можливістю нестабільності атестованих значень у часі та зміною хімічного складу СЗ під час зберігання й використання. Слід зауважити, що в міжнародній базі даних стандартних зразків COMAR, яка акумулює всю наявну інформацію про СЗ, та базах даних провідних виробників стандартних зразків матричних матеріалів (до яких належать ґрунти) NIST (Національний інститут еталонів і технологій, США) та BAM (Федеральний інститут дослідження матеріалів і випробувань, Німеччина) є інформація лише про стандартні зразки ґрунтів, атестовані на вміст неорганічних і органічних забруднювальних речовин. Перелік цих СЗ дуже обмежений. Стандартні зразки ґрунтів, атестовані на агрохімічні показники, виготовляють лише в Росії. Згідно з чинним в Україні ДСТУ ISO/IEC 17025 [5] у вимірювальних лабораторіях потрібно оцінювати простежуваність вимірювань до Міжнародної системи одиниць (SI) (Système international d'unités), результати яких слід урахувати під час визначення компетентності

лабораторій щодо виконання випробувань та оцінювання даних, що повністю відповідає міжнародній практиці.

ДСТУ ISO/IEC 17025 [5] містить положення про те, що, якщо простежуваність вимірювання до одиниць системи SI неможлива та (або) необов'язкова, то для випробувальних лабораторій (скажімо, до СЗ, узгоджених методів та (або) еталонів) чинні такі самі вимоги щодо простежуваності, як і для калібрувальних лабораторій. При цьому достовірність вимірювань забезпечують установленням простежуваності вимірювання до відповідних еталонів: використання стандартних зразків, наданих компетентним постачальником, щоб надійно визначити фізичні або хімічні характеристики матеріалу; використання встановлених методів та (або) узгоджених еталонів, чітко описаних та узгоджених усіма зацікавленими сторонами.

Простежуваність означає, що вимірювання можна порівняти з національним чи міжнародним еталоном, і це співвідношення є задокументованим. Вимірювальне обладнання має бути відкаліброваним за еталоном, який є простежуваним.

Концепція простежуваності є важливою, оскільки дає можливість порівняти точність виконання вимірювань відповідно до стандартизованої процедури оцінювання невизначеності вимірювання. Простежуваність вимірювання й устаткування для випробувань є вимогою ДСТУ ISO 9001 [8] і може бути використана для контролю за вимірювальними інструментами.

У Міжнародному словнику основних та загальних метрологічних термінів простежуваність визначається як властивість результату чи виміру значення, відповідно до якого результат можна порівняти з певними еталонами, національними чи міжнародними, через безупинний ланцюг порівнянь, усі з яких мають відомі значення невизначеності.

Простежуваність досягається нерозривним ланцюгом порівнянь з міжнародними еталонами. СЗ використовують як єдину еталонну ланку в багатьох видах вимірювань. Для кожного типу СЗ мають бути встановлені метрологічні характеристики, які є критерієм підтвердження їхньої приналежності до засобів вимірювання.

У міжнародній практиці оцінювання якості виконання вимірювань головним критерієм якості роботи вимірювальних лабораторій є їх здатність забезпечити простежуваність одиниць вимірювань величин до еталонів певного рівня визнання. Оскільки в ґрунтознавстві та агрохімії використовують виключно методзалежні вимірювання (з огляду на специфіку

об'єкта досліджень), лабораторії можуть забезпечити простежуваність лише до стандартизованих методів вимірювань, що цілком прийнятно. Для підвищення точності результатів вимірювань у ґрунтознавстві та агрохімії насамперед потрібно обладнати вимірювальні лабораторії сучасними приладами, що потребує значних фінансових витрат, тому найближчим часом це малоймовірно.

Українські вимірювальні агрохімічні лабораторії з ряду причин не беруть участі в міжнародних програмах підтвердження своєї компетентності і не мають ніяких інших засобів, крім використання СЗ для контролювання якості результатів своєї роботи, як це передбачає Концепція розвитку державної метрологічної системи на період до 2015 року [7].

На жаль, нині не сформовано програму регулярного проведення міжлабораторних експериментів, у яких брали б участь вимірювальні агрохімічні лабораторії України. Хоча станом на 2012 р. як мінімум у 5-ти таких акредитованих лабораторіях виконують вимоги ДСТУ ISO/IEC 17025 [5].

За даними відділу агрохімії ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» [9], фактичні похибки стандартизованих методик виконання вимірювань умісту в ґрунтах рухомих сполук фосфору та калію за ДСТУ 4115 [4] становлять не 10–15%, а можуть досягати 50%, що за жодних умов не можна вважати прийнятним.

При цьому використання референтних матеріалів, які забезпечують простежуваність передавання розміру одиниць вимірювання відповідно від стандартного зразка підприємства до галузевого та державного, є єдиним способом забезпечення контролю якості вимірювань агрохімічних показників у повсякденній практиці роботи лабораторії та основою для вдосконалення і переатестації стандартизованих методів виконання вимірювань.

Отже, СЗ складу ґрунтів будь-якого рівня визнання, доступних для застосування в повсякденній практиці аналітичного дослідження ґрунтів, в Україні поки що немає. Ймовірно, в Україні потрібно буде формувати ринок СЗ складу ґрунтів як комерційного продукту, коли такі зразки будуть виготовлені й доступні. Уже нині Центр ДССЗ ґрунтів інформує керівників вимірювальних лабораторій і аналітиків про необхідність застосування СЗ ґрунтів для ефективного контролювання якості виконання вимірювань [1, 2].

Нагальною потребою залишається виготовлення СЗ складу ґрунтів, атестованих на вміст мікроелементів і важких металів. ГСЗУ, що роз-

роблені і впроваджуються в ДУ «Інститут охорони ґрунтів», атестовані на вміст ряду мікроелементів (бору, кадмію, свинцю, міді, кобальту, цинку, ртуті, марганцю), але похибки атестованих значень для мікроелементів-металів перебувають у діапазоні 22% (цинк) — 150% (ртуть) від атестованого значення. Такі значення похибок не можна вважати прийнятними. Застосування СЗ складу ґрунтів не розв'язує проблему вимірювальних лабораторій, пов'язану з недостатнім фінансуванням і морально й фізично застарілими приладами та обладнанням, але це єдина нині реальна можливість контролювати і порівнювати результати вимірювань, виконаних у різних лабораторіях. У зв'язку з цим у ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» у 2012 р. було розпочато дослідження з метою розробки методики виготовлення СЗ складу ґрунтів з різним вмістом біологічно доступних форм мікроелементів.

Із розв'язанням комплексу проблем, пов'язаних з підвищенням якості виконання вимірювань показників ґрунтів, можна буде створити єдиний центр аналітичного забезпечення, обладнаний сучасними приладами для виконання експериментальних досліджень на світовому рівні. Серед завдань такого центру може бути виготовлення СЗ складу ґрунтів, організація та здійснення програм з контролювання якості виконання вимірювань агрохімічними лабораторіями (на добровільній основі аналогічно до європейських програм).

Із розв'язанням комплексу проблем, пов'язаних з підвищенням якості виконання вимірювань показників ґрунтів, можна буде створити єдиний центр аналітичного забезпечення, обладнаний сучасними приладами для виконання експериментальних досліджень на світовому рівні. Серед завдань такого центру може бути виготовлення СЗ складу ґрунтів, організація та здійснення програм з контролювання якості виконання вимірювань агрохімічними лабораторіями (на добровільній основі аналогічно до європейських програм).

### Висновки

Нині фактично немає СЗ складу (агрохімічних показників) ґрунтів усіх рівнів визнання, за якими згідно з вимогами ДСТУ ISO/IEC 17025 можна контролювати якість виконання вимірювань під час дослідження ґрунтів. Аналіз простежуваності результатів вимірювань агрохімічних показників свідчить про можливість простежити результати лише до стандартизованих методів виконання вимірювань, які часто мають істотні недоліки. Тому потрібно регулярно переглядати МВВ згідно з чинною процедурою для усунення виявлених проблем. Створення засобів для забезпечення простежуваності результатів та

контролювання якості виконання вимірювань у повсякденній практиці вимірювальних лабораторій дасть змогу не лише істотно підвищити точність та достовірність одержуваних результатів, а й стане основою для створення програми підтвердження компетентності таких лабораторій з перспективою подальшої участі в подібних міжнародних програмах. Створення єдиного аналітичного центру, обладнаного сучасними засобами вимірювальної техніки, може бути раціональним розв'язанням проблеми контролювання якості виконання вимірювань показників складу ґрунтів за найменших фінансових затрат.

### Бібліографія

1. Бородіна Я.В. Досвід створення стандартного зразка ґрунту/Я.В. Бородіна, О.І. Назаренко, Л.В. Ткаченко, М.Є. Лазебна, І.А. Прохорова//Агрохімія та ґрунтознавство. — 2011. — Вип. 76. — С. 10–14.
2. Бородіна Я.В. Роль стандартних зразків складу (агрохімічних показників) ґрунту в забезпеченні простежуваності результатів вимірювань/Я.В. Бородіна, І.А. Прохорова, М.Є. Лазебна//Доклади VIII Міжнарод. науч.-тех. конф. «Метрологія і измерительная техника» («Метрологія-2012»). — Х., 9–11 октября 2012 г. — С. 51–53.
3. Галузеві стандартні зразки складу та властивостей речовин та матеріалів. Порядок розроблення, метрологічна атестація і впровадження: ГСТУ 46.005–99. — [Чинний від 2000–02–01]. — К.: Мін-агрополітики України, 1999. — 23 с.
4. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирікова: ДСТУ 4115–2002. — [Чинний від 2003–01–01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2002. — 6 с.
5. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2005, IDT): ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. [Чинний від 2007–07–01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 32 с.
6. Проект Концептуальних засад інноваційно-інвестиційного розвитку Національної академії аграрних наук України. — С. 26. [www.uaan.gov.ua/sites/default/files/concept\\_polozhennya\\_21\\_02.doc](http://www.uaan.gov.ua/sites/default/files/concept_polozhennya_21_02.doc)
7. Про схвалення Концепції розвитку державної метрологічної системи на період до 2015 року: розпорядження Кабінету Міністрів України: [прийнято 25 червня 2008 р. № 874-р].
8. Система управління якістю. Вимоги. (ISO 9001:2008, IDT): ДСТУ ISO 9001:2009. — [Чинний від 2009–09–01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2009. — 34 с.
9. Христенко А.А. Оценка методов определения содержания подвижных соединений азота, фосфора и калия в почвах/А.А. Христенко, Л.Н. Бурлакова, Л.К. Корецкая//Агрохімія і ґрунтознавство. — 2009. — Вип. 70. — С. 82–88.

Надійшла 25.06.2013.