

АГРОХІМІЯ AGROCHEMISTRY

УДК 631.416.4

ДО ПРОБЛЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДІАГНОСТИКИ КАЛІЙНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

А.О. Христенко¹, В.С. Шаповалова¹, А.П. Нешта²

¹ ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського",
м. Харків, Україна, (khristenko.an@mail.ru)

² Харківська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»

Метою роботи було виявити можливі способи удосконалення системи діагностики калійного стану ґрунтів України. Шляхом статистично-математичного аналізу даних підтверджено, що застосування "жорстких" методів аналізу зразків ґрунту без урахування гранулометричного складу призводить до істотного викривлення інформації про вміст калію у ґрунтах різного типу. Запропоновано способи і методи визначання вмісту рухомого калію у ґрунті, які дозволяють більш точно оцінювати калійний стан ґрунтів різного генезису, і різних за гранулометричним складом.

Ключові слова: ґрунти, калійне живлення, калійний стан, удосконалена діагностика, хімічні методи, гранулометричний склад, математичні моделі.

Вступ. Важливим напрямом вирішення проблеми калію в землеробстві є удосконалення діагностики калійного стану ґрунтів.

В результаті різкого зниження доз застосовуваних добрив, яке спостерігається останніми десятиріччями, вміст рухомого калію у більшості орних ґрунтів України в даний час знаходиться на рівні природного. Як буде показано далі, такий вміст відповідає середньому рівню забезпеченості сільськогосподарських рослин даним елементом живлення. Тому для отримання високих урожаїв культур на більшості орних земель країни необхідно обов'язково вносити калійні добрива.

Використання калійних добрив сприяє не лише підвищенню врожаю, але й поліпшенню якості вирощеної продукції, тому інтерес до проблеми калію в землеробстві останніми роками зростає в багатьох країнах світу [1-3].

Одним із факторів спаду застосовуваності калійних добрив у землеробстві є помилкова думка, що більшість ґрунтів України, особливо важкого гранулометричного складу, добре забезпечені доступним рослинам калієм. Причиною такої думки є, очевидно, недосконалість методичних аспектів діагностики калійного стану ґрунтів, складність якої є серйозною перешкодою на шляху підвищення ефективності калійного удобрення. Відсутність об'єктивної інформації про трофічний стан ґрунтів веде до вкрай неефективного використання дуже дорогих добрив, вартість яких, до того ж, постійно зростає [4].

Проведений нами системний аналіз наявних аналітичних даних щодо вмісту рухомих сполук калію в ґрунтах показав, що використання більшості стандартних методів аналізування у багатьох випадках призводить до значних помилок.

Проблема полягає в тому, що ґрунти з більшим умістом тонкодисперсних часточок (фракції розміром менше 0,01 мм, за Качинським – фізична глина) містять більше калієвмісних мінералів типу польових шпатів та тришарових алюмосилікатів. Відомо, що частина калію із мінералів добре екстрагується розчинами кислот і лугів ("жорсткі" методи), але більша частина цього калію рослинам не доступна [5].

Оцінку вмісту доступного рослинам калію у витяжці 0,2 М HCl (метод Кірсанова) необхідно проводити з урахуванням гранулометричного складу ґрунту [6]. Адже відомо, що застосування "жорстких" методів аналізу на легких ґрунтах веде до суттєвого заниження оцінки їх насиченості калієм, а на важких ґрунтах, навпаки, ця оцінка завищується. При цьому похибка може становити 100-200 % і більше.

Для об'єктивної характеристики калійного стану ґрунтів одним із авторів запропоновані нормативні поправки, якими враховано вплив вмісту у ґрунті елементарних часточок <0,01 мм (%) на точність визначення вмісту K_2O . Поправки (у вигляді таблиць) включені в три національні стандарти України, що дозволило підвищити точність діагностики калійного стану ґрунтів України.

Наприклад, результати аналізу ґрунту за методом Чирикова, описаним у ДСТУ 4115 (з поправками на вплив гранулометричного складу) суттєво відрізняються від результатів за ГОСТ 262041 (без поправок). Крім того, у нормативному документі України (ДСТУ 4115) обмежено сферу використання методу – його рекомендовано застосовувати тільки для ґрунтів опідзоленого ряду зони Лісостепу.

Проведені останніми роками дослідження, а також досвід практичного застосування нових нормативних документів показали їх певні недоліки: приведені не значення поправок на вплив гранулометричного складу ґрунтів, а нормативи похибки. Така форма подання інформації ускладнює процес її обробки, процес перерахунку важко автоматизувати. Крім того, відсутні поправки на гранулометричний склад ґрунтів у діапазоні вмісту фізичної глини 21-45 %. Відсутня також можливість поправки на значення менше ніж 5 % фізичної глини, що може призвести до певних помилок.

Мета досліджень. Удосконалити систему діагностики калійного стану ґрунтів України. Визначити основні умови і значення окремих показників ґрунтів, за яких результати аналізування хімічними методами Чирикова і Дашевського відображають реальний стан ґрунтової родючості.

Об'єкти і методи досліджень. Статистично-математичний аналіз, який включає аналіз та узагальнення літературних даних, а також матеріалів автоматизованого банку даних агрохімічних властивостей ґрунтів на основі СУБД Access 98. Банк містить дані аналізів близько 2000 зразків ґрунтів України та інших країн СНД як із власних, так і з літературних джерел.

Хімічні аналізи ґрунтів виконано згідно з нормативними документами України (ДСТУ) і ГОСТу СРСР. У ґрунтових зразках визначали: гранулометричний склад ґрунту за ДСТУ 4730; вміст рухомих сполук калію за Чириковим (ГОСТ 262041 і ДСТУ 4115) і за Дашевським (ДСТУ 7603).

Аналіз результатів досліджень. Проведені дослідження підтвердили відоме положення про тісний зв'язок результатів визначення K_2O за методом Чирикова з гранулометричним складом ґрунту (вміст мулу або фізичної глини). Залежність формалізовано графіком і представлено на рисунку 1.

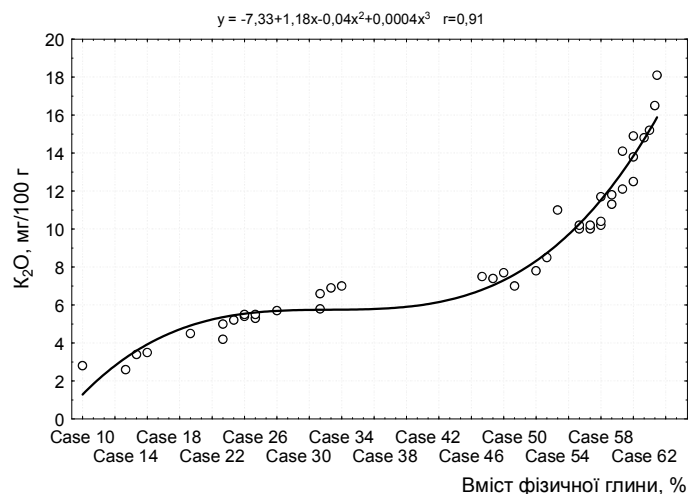


Рис. 1. Кількість K_2O , що вилучається кислотним екстрагентом (метод Чирикова) залежно від вмісту у ґрунтах фізичної глини. Орний шар основних ґрунтів України з природним вмістом калію

Статистичною обробкою даних інформаційного банку виявлено, що метод Чирикова дозволяє об'єктивно оцінити калійний стан ґрунту за вмісту фізичної глини від 38 до 42 %. Імовірно, саме на таких ґрунтах розроблено групування насиченості («забезпеченості») їх калієм. Якщо ж вміст фізичної глини є більшим, або меншим від цього діапазону, то метод Чирикова автоматично штучно «завищує» або «занижує» оцінку.

Цей висновок підтверджено результатом порівняльного оцінювання природного стану родючості ґрунтів за даними кислотного методу Чирикова і сольового методу Дашевського (рис. 2).

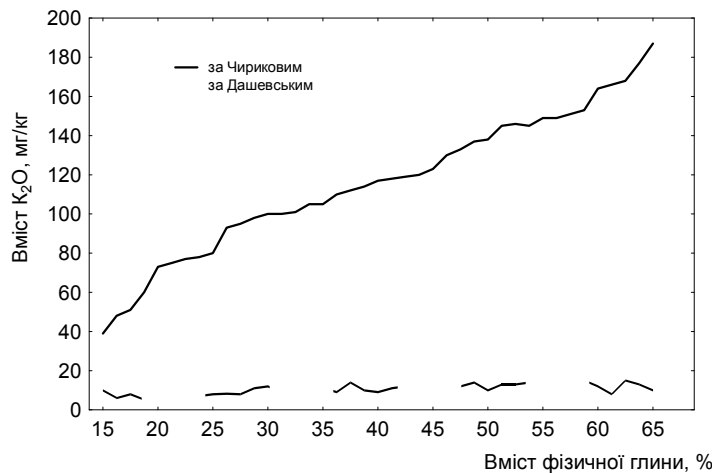


Рис. 2. Вміст K_2O в орному шарі неудобрених або малодобрених орних ґрунтів України різного гранулометричного складу, за даними кислотного і сольового методів

Дані, одержувані за методом Дашевського, на відміну від інших методів, практично не залежать від параметрів гранулометричного складу ґрунту:

$$Y = 0,75 + 0,002X \quad (r = 0,12) \quad (1)$$

де Y – вміст K_2O за Дашевським, мг/100 г ґрунту; X – вміст фізичної глини, %.

Згідно з рівнянням, підвищення вмісту фізичної глини на 10 % збільшує кількість екстрагованого із ґрунту калію всього на 0,02 мг/100 г ґрунту. Тобто, розчин $MgSO_4$ концентрації 0,03 % практично не екстрагує недоступні рослинам сполуки ґрунтового калію.

Раніше було встановлено, що реальний природний вміст K_2O в орному шарі основних ґрунтів України знаходиться в межах середньої забезпеченості рослин цим елементом живлення. Для методу Чирикова цей рівень відповідає значенню, близькому 60 мг K_2O /кг, для метода Дашевського – 5-10 мг K_2O /кг ґрунту [7].

У більшості випадків невисока ефективність калійного удобрення на важких ґрунтах у зонах Лісостепу і Степу пояснюється не недостатнім для рослин вмістом рухомого калію у ґрунті, а нестатком вологи для його реалізації. Відомо, що ефективність застосування мінеральних добрив, особливо калійних, в Україні знижується від західних, більш зволених, до східних і південно-східних, більш посушливих провінцій.

В результаті статистичної обробки літературних даних [8, 9, 10], було виявлено, що ефективність калійних добрив, внесених під посіви цукрових буряків (K_{60} на фоні NP), залежно від значень гідротермічного коефіцієнта (ГТК), характеризується таким рівнянням:

$$Y = 97,76 - 185,64 X + 109,76 X^2, \quad r = 0.92, \quad (2)$$

де Y – окупність добрив, кг зерна кукурудзи / кг K_2O ; X – значення ГТК.

Згідно з рівнянням, за значення ГТК Селянинова (ГТК_{V-IX}), наприклад, 1,5, окупність 1 кг К₂О добрив прибавкою урожаю коренеплодів буряків становить 66,3 кг. А за значення ГТК_{V-IX} 0,9 – всього 19,6 кг коренеплодів (рис. 3). Подібні закономірності було віднайдено і за аналізування ефективності добрив, внесених під інші культури.

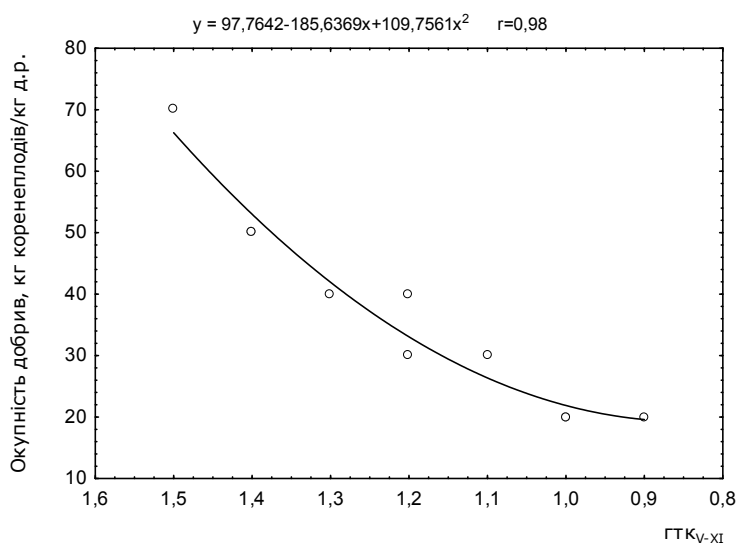


Рис. 3. Динаміка окупності калійних добрив прибавкою урожаю коренеплодів буряків у напрямку з північного заходу на південний схід України, залежно від значень ГТК_{V-IX}

На основі результатів статистичної обробки даних інформаційного банку одержано формули, які дозволяють підвищити точність оцінки калійного стану ґрунтів завдяки урахуванню вмісту фізичної глини. Перевірка адекватності створених математичних моделей показала, що більша точність оцінки калійного стану ґрунтів досягається у разі поділу ґрунтів за гранулометричним складом на дві групи.

Вміст К₂О у ґрунтах з умістом фізичної глини 40 % і менше пропонується розраховувати за такою формулою:

$$K_2O(\text{розра.}) = K_2O(\text{факт.}) + k - 0,27B - 0,0085B^2 \quad (3)$$

де К₂О (розра.) – розрахунковий вміст рухомого калію, мг К₂О/кг ґрунту; К₂О (факт.) – фактичний вміст рухомого калію за даними метода Чирикова, мг К₂О/кг ґрунту; В – вміст фізичної глини, %; k – константа рівняння.

Для ґрунтів же з умістом фізичної глини більше 40 % вміст К₂О пропонується розраховувати за формулою:

$$K_2O(\text{розра.}) = K_2O(\text{факт.}) - k + 15,4B - 0,189B^2 \quad (4)$$

У таблиці 1 представлено дані щодо фактичного і розрахункового (за формулами 3 і 4) вмісту рухомого К₂О в удобрених і неудобрених орних ґрунтах Харківської області. Вміст фізичної глини в досліджуваних ґрунтах коливається від 15 % (супіщані ґрунти) до 62 % (середньоглинисті ґрунти).

При цьому фактичний вміст калію (згідно з ГОСТ 262041) у цій групі ґрунтів коливається від 39,0 до 147,0 мг/кг. У разі використання поправки в розрахунку вмісту рухомого калію за формулами 3 і 4, виявили, що реальний (розрахований) вміст є більш рівним у групі і становить 57,5-61,3 мг/кг, що відповідає середній забезпеченості рослин. Це повністю співпадає з оцінкою забезпеченості за сольовим методом Дашевського.

Цими даними ще раз підтверджено необхідність подальшого розширення і поглиблення досліджень, спрямованих на удосконалення методичного забезпечення діагностики калійного стану ґрунтів.

1. Фактичний і розрахунковий уміст рухомого калію у ґрунтах Харківської області (орний шар)

Ґрунт	Вміст фізичної глини, %	Вміст K_2O за Чириковим (мг/кг) і забезпеченість рослин калієм		Вміст K_2O за Дашевським (фактичний, мг/кг) і забезпеченість рослин калієм
		фактичний	розрахунковий (за формулою 3 або 4)	
Дерновий опідзолений (надзаплавна тераса р. Харків)	15	39,0 (низька)	57,5 (середня)	6,2 (середня)
Чорнозем типовий, (Харківський район)	36	57,0 (середня)	60,8 (середня)	7,0 (середня)
Чорнозем опідзолений (Харківський район)	52	85,0 (підвищена)	60,1 (середня)	6,5 (середня)
Чорнозем типовий (Чугуївський район)	60	125,0 (висока)	60,0 (середня)	7,2 (середня)
Чорнозем звичайний (Балаклійський район)	62	147,0 (висока)	61,3 (середня)	7,5 (середня)

Висновок. Підтверджено, що застосування "жорстких" хімічних методів, у тому числі, методу Чирикова, в аналізованні ґрунтів легкого гранулометричного складу призводить до суттєвого заниження оцінки забезпеченості сільськогосподарських рослин калієм, а на важких ґрунтах, навпаки, до її завищення.

Для об'єктивної характеристики калійного стану ґрунтів за методом Чирикова запропоновано спосіб, який включає використання математичних формул для перерахунку фактичних аналітичних результатів із залученням інформації про вміст фізичної глини у ґрунті. Проблема підвищення точності діагностики калійного стану ґрунтів може бути також частково вирішена за використання методів на основі сольових екстрагентів, у тому числі, методу Дашевського.

Список використаної літератури

1. *Asadi S.* Influence of different potassium fertilizer sources on sunflower production: 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1 – 6 August 2010, Brisbane / Safoora Asadi. – Australia, 2010. – P. 16-18.
2. *Bernardi A.C.C.* Variable-Rate Application (VRA) of potassium fertilization for soybean in Brazil / A.C.C. Bernardi, L.M. Gimenez, P.L.O.A. Machado // Electronic International Fertilizer Correspondent. Quarterly correspondent from IPI. International Potash Institute. – e-ific No. 27, June 2011. – P. 14-18.
3. *Szewczuk A.* Effect of different potassium soil levels and forms of potassium fertilizers on micro-elemental nutrition status of apple trees in early fruition period / A. Szewczuk, A. Komosa, E. Gudarowska // J. Elementol. – 2009. – 14 (3). – P. 553-562.
4. *Прокошев В.В.* Освещение проблемы калия в ж. «Агрохимия» // Агрохимия. – 2004. – № 1. – С. 18-24.
5. *Христенко А.А.* Оценка химических методов определения содержания подвижного калия в почвах / А.А. Христенко // Агрохимія і ґрунтознавство. Міжвід. тематичн. наук. зб. 2007. – Вып. 67. – С. 90-98.
6. *Прокошев В.В.* Калий и калийные удобрения / В.В. Прокошев, И.П. Дерюгин // Практическое руководство. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.
7. *Христенко А.О.* Рухомість "рухомих" елементів живлення рослин у ґрунті / Христенко А.О. // Вісник аграрної науки. – 2009 р. м № 8. – С. 16-20.
8. *Носко Б.С.* Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. – К.: Урожай, 1990. – 224 с.
9. *Носко Б.С.* Калий в почвах Украины и эффективность калийных удобрений / Б.С. Носко, Н.В. Лисовой, В.М. Столяр – Харьков: ИПА УААН, 1996. – 177 с.
10. *Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України / М.І.Полупан, В.Б.Соловей, В.І.Кисіль, В.А. Величко.* Рекомендовано Міністерства та допущено МІНАП Укр. як навч. посібн для студентів вищих навч. закладів. – Київ: Колообіг, 2005. – 303 с.

Стаття надійшла до редколегії 21.09.2015

TO PROBLEMS OF IMPROVE THE DIAGNOSTICS OF POTASSIUM STATUS OF SOILS

A.O. Khristenko¹, V.S. Shapovalova¹, A.P. Neshta²

¹National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research
named after O.N. Sokolovsky"

(*khristenko.an@mail.ru*)

²Kharkiv regional state project-technological center of soils fertility protection and products quality

The aim of work was to improve the system of diagnostics of potassium status of soils of Ukraine. Method: statistical and mathematical automated data bank analysis. As a result was confirmed that the use of "hard" (with acidic extractors) methods of analysis without the account of soils texture leads to a significant distortion of the assessment of plants providing of potassium on these soils.

As a result, it proposed a series of methods and techniques for more precise assessment of potassium state of concrete soils.

Conclusions. The ways and methods to more accurately assess the condition of soil potassium.

Keywords: *soil potassium nutrition, potassium status, diagnostics, chemical methods, particle size distribution, mathematic model.*