

**В. І. Філон, В. Д. Сурменко, С. С. Шевченко,
Т. А. Філоненко, І. М. Чернушенко**

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ПОЖИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОРТАТИВНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ «АГРОВЕКТОР»

Наведено методики і порядок визначення агрохімічних показників ґрунту за допомогою портативної лабораторії «Агровектор»

Ключові слова: поживні елементи, методика визначення, портативна лабораторія.

Агрохімічний аналіз ґрунтів є невід'ємною частиною сільськогосподарського виробництва. Без інформації про потребу рослин в елементах живлення неможливо отримувати стабільно високі врожаї. Особливу актуальність проблема агрохімічного обстеження ґрунтів в Україні набула в останні роки, що пов'язано з різким зростанням цін на мінеральні добрива. Вирішення її здійснюється як за допомогою стаціонарних, так і портативних лабораторій. Із «портативністю» пов'язують експрес-визначення вмісту поживних елементів у ґрунтах. З першого погляду це означає зниження точності проведення аналізу. Проте портативність сучасних лабораторій обумовлена переходом вимірювальної техніки на нову елементну базу, використанням більш досконалих методів визначення хімічних елементів. Підтвердженням цьому є характеристики портативної лабораторії «Агровектор», до складу якої входить фотометр з програмним забезпеченням, GPS модуль і кондуктометр EZODO 7200. Лабораторія обслуговується одним лаборантом і дозволяє проводити аналіз ґрунтів на кислотність, уміст гумусу, азоту, фосфору, калію та сірки (N, P, K, S). Запас реактивів розраховано на проведення 100 визначень по кожному із елементів. Запропонована методика агрохімічного обстеження ґрунтів містить: відбір і підготовку проб; проведення аналізу; опрацювання аналітичного матеріалу на сайті Cardfield.com.ua та надання рекомендацій щодо внесення добрив.

Польове агрохімічне обстеження ґрунтів проводять з картографічним матеріалом (план землеустрою) у масштабі: Полісся і Лісостеп – 1:10000; Степ – 25000. Розмір елементарної ділянки для відбору індивідуальних проб залежить від виду сільськогосподарських угідь, контурності території, строкатості ґрунтового покриву та розміру земельної ділянки. Площа елементарної ділянки для Полісся становить 5 га, Лісостепу – 10 га, Степу – 20 га. Для зрошуваних угідь ці площі відповідно становлять 2 і 5 га відповідно. Для осушених ґрунтів площа елементарної ділянки у всіх ґрунтово-кліматичних зонах не повинна перевищувати 5 га. Відбирання зразків проводять протягом вегетаційного періоду. Час відбору залежить від мети агрохімічних досліджень. Умови відбору зразків з однієї земельної ділянки (поля) повинні бути однаковими. Індивідуальні проби (не менше 20) відбирають буром через рівні відстані одна від одної (100 м) і поміщають у відро. Ґрунт у відрі перемішують. Із змішаного зразка методом квартування відбирають аналітичну пробу (200 г). Аналітичну пробу просушують, розтирають у фарфоровій ступці і просіюють крізь сито із отворами 1 мм. Зберігають зразки у паперових або целофанових пакетах. Кожен пакет маркують. На етикетці вказують адресу

господарства, номер сівозміни, поле, культуру, що вирощується, дату і глибину відбору зразка, прізвище аналітика.

Визначення рН_{KCl}. Суть методу полягає у витісненні з ґрунтового вбирного комплексу іонів Н⁺ і АІ⁺⁺⁺ 1,0 н розчином КСІ і визначенні рН за допомогою потенціометра.

Хід аналізу. До наважки ґрунту масою 20 г приливають циліндром 50 мл 1 н розчину КСІ і збовтують протягом 60 хвилин. Суспензії дають відстоятися протягом 3 хв після чого у прозорому розчині проводять вимірювання рН на приладі EZODO 7200.

Отримання витяжки з ґрунту для визначення NO₃⁻, NH₄⁺, S. Наважку розтертого і просіяного крізь сито (1 мм) ґрунту масою 10 г поміщають у конічну колбу ємкістю 250 мл. У колбу циліндром приливають 100 мл 1 н розчину КСІ. Суспензію періодично збовтують протягом 30 хв і фільтрують у чисту конічну колбу. Перші мутні порції витяжки знову повертають на фільтр. Отриману витяжку використовують для визначення мінерального азоту і сірки.

Отримання витяжки з ґрунту для визначення Р₂О₅ і К₂О. Наважку розтертого і просіяного крізь сито (1 мм) ґрунту масою 4 г поміщають у конічну колбу ємкістю 250 мл. У колбу циліндром приливають 100 мл 0,5 н розчину СН₃СООН. Суспензію періодично збовтують протягом 30 хв і фільтрують у чисту конічну колбу. Перші мутні порції витяжки знову повертають на фільтр. Отриману витяжку використовують для визначення рухомих форм фосфору і калію.

Визначення амонійного азоту (N - NH₄⁺). Суть методу полягає у витісненні обмінного амонію 1 н розчином КСІ із наступним визначенням NH₄⁺ за допомогою реактиву Несслера. Іон амонію утворює із останнім сполуку (йодид меркурамонію), що забарвлює розчин у жовтий колір.



Для усунення негативного впливу іонів кальцію і магнію до витяжки додають декілька кристаликів сегнетової солі. Інтенсивність жовтого забарвлення після додавання до витяжки реактиву Несслера пропорційна вмісту амонійного азоту.

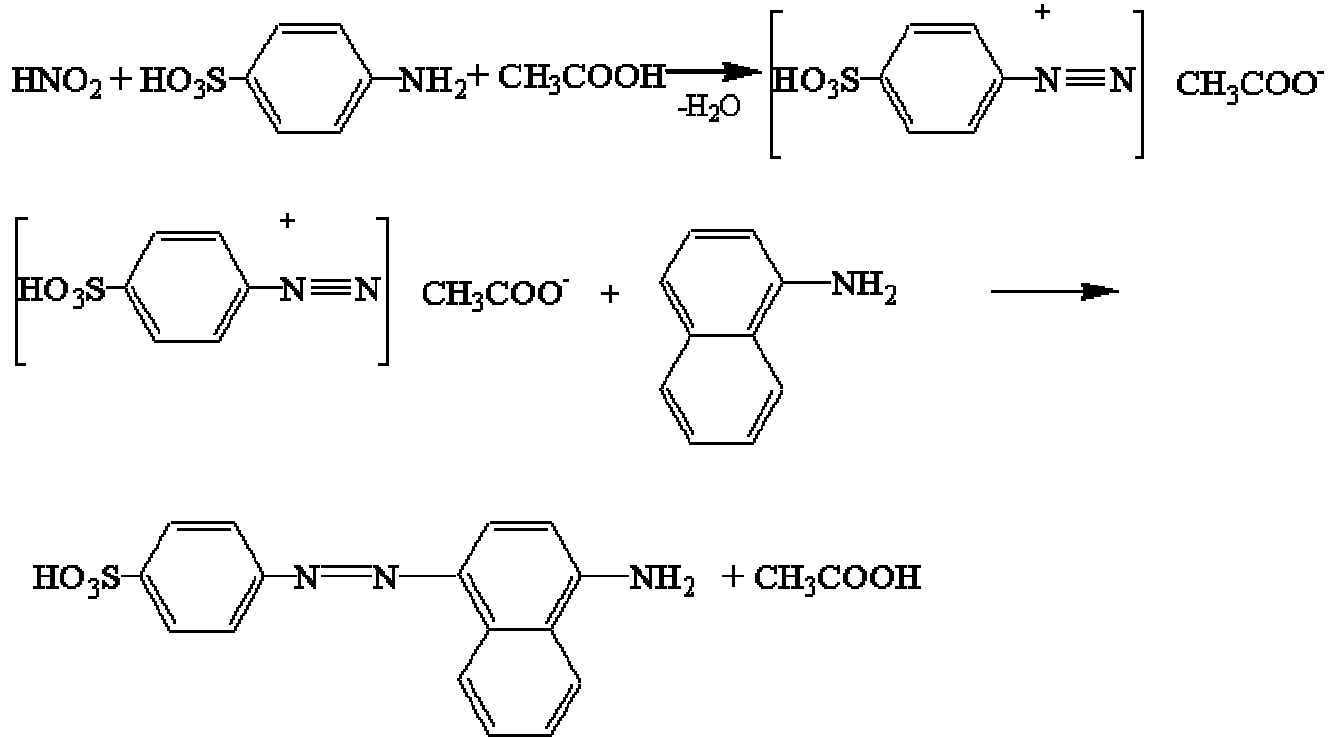
Реактиви: 1. Розчин 1 н КСІ; 2. Реагент для визначення амонійного азоту № 1 (сегнетова сіль); 3. Реагент для визначення амонійного азоту № 2 (реактив Несслера).

Хід аналізу. У пробірку дозатором беруть 10 мл фільтрату і додають декілька кристаликів реактиву № 1, перемішують до розчинення, та приливають піпеткою 1 мл реактиву № 2. Збовтують. Після появи жовтого забарвлення розчин наливають у кювету приладу і вимірюють світлопропускання при 430 нм.

Вимірювання: 1. Вибираємо із меню фотометра пункт «Обработка» та натискаємо кнопку «Пуск»; 2. Вибираємо потрібний номер зразка і знову натискаємо кнопку «Пуск»; 3. Із меню вибираємо потрібний поживний елемент (амонійний азот); 4. Наливаємо у кювету 1 н розчин КСІ, та проводимо вимірювання шляхом обрання із меню пункту «Пустая проба»; 5. Наливаємо у кювету забарвлений розчин, та проводимо вимірювання шляхом обрання із меню пункту «Тест образца»; 6. Після завершення циклу вимірювань натиснути кнопку «Режим», та зберегти отримані результати.

Визначення нітратного азоту (N - NO₃). Суть методу полягає у відновленні нітратів до нітритів цинковим пилом з наступним визначенням останніх за допомогою реактиву Грісса. При взаємодії нітритів із сульфаніловою кислотою і альфанафтиламіном у кислому середовищі утворюється азосполука рожево-

червоного кольору. Інтенсивність забарвлення пропорційна вмісту у витяжці нітратного азоту.



Реактиви: 1. Розчин 1 н KCl; 2. Комбінований реактив VS 55 для визначення нітратів.

Хід аналізу. У пробірку дозатором беруть 10 мл фільтрату. Додають скляною паличкою 0,3 г комбінованого реагенту VS 55, збовтують, через 10 хв після появи забарвлення проводять вимірювання світлопропускання при довжині хвилі 520 нм.

Вимірювання: 1. Вибираємо із меню фотометра пункт «Обработка» та натискаємо кнопку «Пуск»; 2. Вибираємо потрібний номер зразка і знову натискаємо кнопку «Пуск»; 3. Із меню вибираємо потрібний поживний елемент (нітратний азот); 4. Наливаємо у кювету 1н розчин KCl, та проводимо вимірювання шляхом обрання із меню пункту «Пустая проба»; 5. Наливаємо у кювету забарвлений розчин, та проводимо вимірювання шляхом обрання із меню пункту «Тест образца»; 6. Після закінчення циклу вимірювань натиснути кнопку «Режим», та зберегти отримані результати.

Визначення мінерального азоту. Мінеральний азот являє собою суму амонійного і нітратного азоту та розраховується автоматично.

Рівень забезпеченості ґрунтів мінеральним азотом (мг/кг)

Дуже низький	Низький	Середній	Підвищений	Високий	Дуже високий
<11	11 - 15	16 - 24	25 - 30	31 - 35	> 35

Визначення вмісту рухомого фосфору (P₂O₅)мм. В основу методу покладено отримання забарвленого комплексу за Деніже із наступним фотометричним визначенням фосфатів.

Як відомо, аніони фосфорної кислоти здатні утворювати у кислому середовищі з молібдатом амонію (NH₄)₂MoO₄ фосфорномолібденову гетерополікислоту – H₃P[Mo₃O₁₀]₄. При додаванні відновника (аскорбінової кислоти) молібден відновлюється до п'ятивалентного. При цьому утворюється сполука синього кольору (MoO₂·4MoO₃)₂·H₃PO₄·4H₂O. Слід пам'ятати, що інтенсивність забарвлення

залежить не тільки від вмісту у розчині фосфатів, але й від співвідношення у ньому кислоти, молібдату амонію і відновника.

Реактиви: 1. Розчин 0,5н CH_3COOH ; 2. Реактив А; 3. Реактив Б (готують у день проведення аналізу).

Приготування реактиву Б: 0,948 г аскорбінової кислоти розчиняють у 178 мл реактиву А і доводять об'єм до 1 л дистильованою водою.

Хід аналізу. У пробірку на 50 мл дозатором беруть 10 мл фільтрату, та доводять загальний об'єм до мітки реактивом Б. Через 15 хв після появи синього забарвлення проводять вимірювання при довжині хвилі 635 нм.

Вимірювання: 1. Вибираємо із меню фотометра пункт «Обработка» та натискаємо кнопку «Пуск»; 2. Вибираємо потрібний номер зразка і знову натискаємо кнопку «Пуск»; 3. Із меню вибираємо потрібний поживний елемент (фосфор); 4. Наливаємо у кювету 0,5 н розчин CH_3COOH , та проводимо вимірювання шляхом обрання із меню пункту «Пустая проба»; 5. Наливаємо у кювету забарвлений розчин та проводимо вимірювання шляхом обрання із меню пункту «Тест образца»; 6. Після закінчення циклу вимірювань натиснути кнопку «Режим», та зберегти отримані результати.

Рівень забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором, мг/100г ґрунту

Дуже низький	Низький	Середній	Підвищений	Високий	Дуже високий
<2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20

При забезпеченості рухомим фосфором > 20 мг/100г ґрунту фосфорні добрива не рекомендують для внесення, оскільки фосфор є антагоністом Са і Zn.

Визначення вмісту рухомого калію (K_2O). Рухомий калій визначається у 0,5 н витяжці CH_3COOH , що дає підстави використовувати загальноприйняті градації забезпеченості ґрунтів вказаним елементом. Водночас методика визначення вмісту рухомого калію модифікована для проведення досліджень у польових умовах, що досягається турбідиметричним завершенням аналізу. В основу вказаного методу покладено реакцію калію із тетрафенілборатом натрію з утворенням колоїдної суспензії. У межах довжини хвилі 578 ± 10 нм інтенсивність світлорозсіювання підпорядковується закону Бугера-Ламберта-Бера. Це дозволяє визначати концентрацію калію у витяжці за величиною світлопропускання.

Реактиви: 1. Розчин 0,5 н CH_3COOH ; 2. Реактив 1 Тетрафенілборат натрію.

Хід аналізу. У пробірку за допомогою піпетки беруть 5 мл фільтрату, додають 5 мл тетрафенілборату натрію для отримання колоїдної суспензії, збовтують і через 10 хв вимірюють світлорозсіювання при довжині хвилі 570 нм.

Вимірювання: 1. Вибираємо із меню фотометра пункт «Обработка» та натискаємо кнопку «Пуск»; 2. Вибираємо потрібний номер зразка і знову натискаємо кнопку «Пуск»; 3. Із меню вибираємо потрібний елемент (калій); 4. Наливаємо у кювету 0,5 н розчин CH_3COOH та проводимо вимірювання шляхом обрання пункту «Пустая проба»; 5. Наливаємо у кювету отриману суспензію та проводимо вимірювання шляхом обрання із меню пункту «Тест образца»; 6. Після закінчення циклу вимірювань натиснути кнопку «Режим» та зберегти отримані результати.

Рівень забезпеченості ґрунтів рухомим калієм, мг/100г ґрунту

Дуже низький	Низький	Середній	Підвищений	Високий	Дуже високий
<4	4 - 9	9 - 14	14 - 19	19 - 24	> 24

Визначення вмісту рухомої сірки ($S-SO_4^{2-}$). Суть методу полягає у вилученні рухомої сірки із ґрунту 1 н розчином KCl і осадженні сульфатів у вигляді білої суспензії хлористим барієм. Як стабілізатор суспензії використовують розчинний крохмаль або гліцерин. Інтенсивність світлорозсіювання суспензії залежить від вмісту сірки у витяжці.

Реактиви: 1. Реактив 1 Розчин 1н KCl; 2. Реактив 2 Розчин 10 % HCl; 3. Реактив 3 Розчин 2 % BaCl₂.

Хід аналізу. У пробірку об'ємом 50 мл за допомогою піпетки беруть 10 мл фільтрату і додають 2 мл 10 % HCl, об'єм доводять приблизно до 40 мл, та швидко приливають 5 мл 2 % BaCl₂, після чого доводять об'єм розчину до 50 мл. Після появи колоїдної суспензії, збовтують і через 10 хв проводять вимірювання світлорозсіювання при довжині хвилі 520 нм.

Вимірювання: 1. Вибираємо із меню фотометра пункт «Обработка» та натискаємо кнопку «Пуск»; 2. Вибираємо потрібний номер зразка і знову натискаємо кнопку «Пуск»; 3. Із меню вибираємо потрібний елемент (сірка); 4. Наливаємо у кювету 1 н розчин KCl, та проводимо вимірювання шляхом обрання пункту «Пустая проба»; 5. Наливаємо у кювету отриману суспензію та проводимо вимірювання шляхом обрання пункту «Тест образца»; 6. Після закінчення циклу вимірювань натиснути кнопку «Режим» та зберегти отримані результати.

Рівень забезпеченості ґрунтів рухомою сіркою, мг/кг ґрунту

Дуже низький	Низький	Середній	Високий	Дуже високий
0 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	10 - 14	>15

Детальний аналіз наведених методик свідчить про відсутність у них деяких аналітичних операцій порівняно із стандартизованими аналогами [1-11]. Подібні удосконалення здійснено на підставі досліджень В. І. Філона. Експериментально доведено, що вони не погіршують якість проведення аналізу і є типовим прикладом випереджувальної стандартизації. Крім того, використання вказаних методик робить аналіз більш привабливим і комфортним, що зменшує вірогідність похибок самого аналітика. На наш погляд, найбільш вагомими чинниками, що впливають на об'єктивність отриманих даних і правильне їх використання, є природа реагенту для вилучення поживних елементів, обране співвідношення ґрунт : розчин і прийняті градації забезпеченості ґрунтів рухомими формами поживних елементів. У цьому аспекті доцільно гармонізувати відомі модифікації методик до європейських стандартів. Особливу увагу слід приділити просторовій і часовій варіабельності агрохімічних показників ґрунту. Так, на кафедрі агрохімії порівнювали варіабельність вмісту у ґрунті рухомого фосфору [12–14] із похибками визначення його за модифікованою методикою. Якщо природня варіабельність умісту рухомого фосфору становила 50 %, то похибка обумовлена модифікацією методики не перевищувала 1–2 %. При цьому слід пам'ятати, що для прийняття оперативних рішень щодо втручання у поживний режим ґрунту достатньо «попасти» у прийняті градації забезпеченості ґрунтів поживним елементом, наприклад 2–5; 5–10; 10–15 мг/100 г ґрунту. Висока точність проведення аналізу у такому випадку не обов'язкова.

Отже, знайомство із портативною лабораторією «Агровектор» дозволяє зробити такий висновок: в основу визначення вмісту у ґрунті поживних елементів покладено

сучасні стандартизовані методики, які модифіковано до сучасного обладнання і польових умов проведення аналізів.

Бібліографічний список: 1. Агрохімічний аналіз. Практикум: навчальний посібник / М. М. Городній, В. А. Копілевич, А. Г. Сердюк, В. П. Каленський; за ред. М. М. Городнього. – К.: Вищ. шк., 1965. – 319 с. 2. Практикум по агрохімії / под ред. В. Г. Минева. – М.: Изд. МГУ, 1989. – 304 с. 3. Городній М. М. Агрохімічний аналіз: підручник / М. М. Городній, А. В. Бикін., А. Г. Сердюк та ін.; за ред. М. М. Городнього. – К.: Аристей, 2007. – 624 с. 4. Практикум по агрохімії / А. С. Радов., И. В. Пустовой., А. В. Корольков; под ред. И. В. Пустового. – 4-е узд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 312 с. 5. Практикум по агрохімії / [Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков и др.]; под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с. 6. Агрохімічний аналіз: практикум / Н. М. Городній, А. Г. Сердюк, А. М. Деревянчук. – К.: Вищ. шк. Головное изд-во, 1985. – 255 с. 7. Агрохімічний аналіз ґрунту. Задання і методичні вказівки для студентів агрономічних спеціальностей / [Н. М. Кулешов, Н. М. Сырый, В. С. Зализовський и др.]. – Х., 1986. – 57 с. 8. ґрунту. Визначення рухомих сполучень фосфору і калію по методу Чирикова в модифікації ЦІНАО: ГОСТ 26204-91. – М.: Изд. стандартов, 1992. – 8 с. 9. ґрунту. Визначення рухомих сполучень фосфору і калію по методу Кирсанова в модифікації ЦІНАО: ГОСТ 26207-91. – М.: Изд. стандартов, 1992. – 7 с. 10. ґрунту. Визначення рухомих сполучень фосфору і калію по методу Мачигина в модифікації ЦІНАО: ГОСТ 26205-91. – М.: Изд. стандартов, 1992. – 10 с. 11. Якість ґрунту. Визначення амонійного азоту фотометрично з реактивом Несслера: ДСТУ 4115-2002. – К.: Держстандарт України, 2003. – 7 с. 12. Медведєв В. В. Неоднорідність агрохімічних показників ґрунту в просторі і в часі / В. В. Медведєв, А. И. Мельник // Агрохімія. – 2010. – № 1. – С. 20–26. 13. Мірошніченко М. М. Антропогенна та природна неоднорідність агрохімічних властивостей ґрунту / М. М. Мірошніченко, О. В. Панасенко, В. Б. Соловей, І. І. Білівець // Вісник ХНАУ. – 2010. – № 4. – С. 102–106. 14. Мельник А. І. Мінливість агрохімічних показників темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового ґрунту упродовж теплого періоду року / А. І. Мельник, Ю. Д. Матухно, О. І. Проценко // Вісник Житомир. нац. агроєколог. ун-ту. – 2011. – № 1. – С. 76–83.

В. И. Филон, В. Д. Сурменко, С. С. Шевченко, Т. А. Филоненко, И. Н. Чернушенко
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕ С
ПОМОЩЬЮ ПОРТАТИВНОЙ ЛАБОРАТОРИИ «АГРОВЕКТОР»

Наведені методики і порядок визначення агрохімічних показників ґрунту з допомогою портативної лабораторії «Агровектор».

Ключевые слова: *питательные элементы, методика определения, портативная лаборатория.*

V. I. Filon, V. D. Surmenko, S. S. Shevchenko, T. A. Filonenko, I. N. Tchernushenko
DETERMINATION OF THE NUTRIENT ELEMENTS IN SOIL WITH PORTABLE
LABORATORY «AGROVEKTOR»

Imposed by the methodology and procedure for determining the agrochemical parameters of soil using a portable laboratory «Agrovektor».

Keywords: *nourishing elements, methods of determination, portable laboratory.*