



# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.8, 631.416.2  
© 2013

*А.О. Христенко,  
Є.Ю. Гладкіх,  
кандидати сільсько-  
господарських наук  
Т.А. Юнакова*

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

## **ОЦІНКА АЗОТНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ І РІВНЯ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ РОСЛИН АЗОТОМ ХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ**

*Надано порівняльну оцінку різним методам визначення сполук азоту в ґрунтах України. Установлено, що з усіх чинних нормативних документів використання ДСТУ 4729:2007 (визначення мінерального азоту) дає змогу одержати найбільш об'єктивну оцінку забезпечення ґрунтів цим елементом живлення рослин.*

**Ключові слова:** ґрунти, загальний азот, мінеральний азот, легкогідролізований азот, методи визначення, гумус.

Метою оптимізації живлення рослин є підвищення їх урожайності. Досягнути цього можна вивченням залежності продуктивності рослин від рівня живлення, що визначає мінеральний статус рослин (уміст у його тканинах елементів живлення). Від умісту поживних речовин у тканинах рослин залежить інтенсивність метаболізму. Уміст елементів живлення в тканинах визначають їх кількістю в ґрунті, екзогенними факторами середовища та ступенем доступності елементів рослинам [11].

Достатня кількість азоту в ґрунтах є одним із найважливіших показників їх родючості. Як правило, в неудобреній ріллі рослинам не вистачає азоту, наявного в ґрунті в мінеральній формі та мобілізованого з органічної речовини. Тому для одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур слід уносити азотні добрива. У зв'язку з цим розроблено ряд хімічних і біохімічних методів характеристики ґрунтів щодо їх здатності забезпечувати рослини азотом та прогнозувати дії азотних добрив.

Однак для азотного живлення неможливо скласти довгострокові прогнози, оскільки в природних умовах кількість азоту, мобілізованого з органічної речовини одного й того самого ґрунту, є дуже мінливою.

Вважають, що ступінь мобілізації залежить від багатьох факторів: інтенсивності мінералізації органічної речовини, особливо гною, яка визначається біохімічними процесами, пов'язаними з властивостями ґрунту, агротехнікою вирощування культури та гідрометеорологічними умовами [3]. Тому доводиться обмежуватися щорічними сезонними рекомендаціями щодо потреби сільськогосподарських культур в азотних добривах.

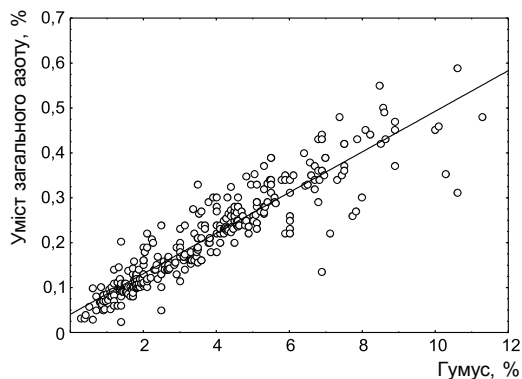
Ефективність застосування азотних добрив значною мірою зумовлена вмістом у ґрунті різних форм азоту, доступних для живлення рослин. Визначення запасів азоту в ґрунті дає можливість значно знизити непродуктивні витрати азотних добрив та зменшити їх негативний вплив на довкілля і якість продукції рослинництва.

Ефективність застосування азотних добрив значною мірою зумовлена вмістом у ґрунті різних форм азоту, доступних для живлення рослин. Визначення запасів азоту в ґрунті дає можливість значно знизити непродуктивні витрати азотних добрив та зменшити їх негативний вплив на довкілля і якість продукції рослинництва.

**Мета досліджень** — здійснити порівняльну оцінку різних методів визначення азотного стану ґрунтів та встановити метод, який дає можливість найоб'єктивніше оцінити цей стан.

**Методика досліджень.** Потрібні дані одержано на основі польових і вегетаційних дослідів, статистичного їх аналізу та узагальнення матеріалів автоматизованої інформаційної бази даних.

Польовий стаціонарний дослід на чорноземі типовому важкосуглинковому закладено в 1969 р. на Слобожанському дослідному полі ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» Харківського р-ну Харківської обл. Упродовж 1969–1983 рр. за 3-разового внесення високих доз мінеральних добрив (200, 400 і 600 кг/га д.р.) було створено 4 рівні (природний, середній, підвищений, високий) азотних, фосфорних, ка-



**Рис. 1.** Залежність умісту загального азоту від кількості органічної речовини в орному шарі основних типів ґрунтів України

лійних і азотно-фосфорно-калійних агрохімічних фонів. На цих фонах закладено дрібноділянкові досліді у 3-разовому повторенні. Схему і методику проведення досліді викладено в роботі Б.С. Носка [5].

В інформаційну базу даних занесено матеріали, отримані лабораторією агрохімії ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», і дані літературних джерел, що характеризують родючість основних типів ґрунтів України. Для оперативного аналізу й обробки масивів даних використано СУБД Access 98 із застосуванням програм мовою Visual Basic for Applications (VBA). Отриману інформацію обробляли за допомогою інтегрованої з Access 98 програми Microsoft Excel 98 і статистичного пакета програм Statistica 6.0.

**Результати досліджень.** Для визначення рівня забезпеченості рослин азотом за рахунок ґрунтових запасів використовують ряд хімічних та біохімічних методів. Найпоширеніші з них такі: визначення в ґрунтах загального азоту, легкогідролізованого азоту (за методами Корнфілда і Тюріна й Конової), нітрифікаційної здатності ґрунтів (за Кравковим), нітратів або суми нітратів і обмінного амонію.

Нині чинними нормативними документами, які установлюють методи визначення сполук азоту в ґрунтах України, є ДСТУ ISO 11261:2001. Якість ґрунту. Визначення загального вмісту азоту. Модифікований метод К'ельдаля; ДСТУ 4726:2007. Якість ґрунту. Визначення загального азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського; ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського».

Азот є одним із головних біогенних елементів. Основна частина азоту ґрунтів (70–90%) входить до складу специфічних гумусних речовин. До складу «неспецифічних органічних ре-

човин» входить 10–30% азоту ґрунтів. У складі мінеральних солей у ґрунті міститься близько 1% загального вмісту азоту. Загальні запаси азоту в орному шарі різних ґрунтів становлять 1500–15000 кг/га. У чорноземних ґрунтах загальний вміст азоту — 0,5%, дерново-підзолистих ґрунтах та сіроземних — лише 0,05–0,15% [10]. Отже, послідовним є наявність тісного зв'язку між вмістом гумусу та азоту в ґрунтах, який можна пояснити тим, що переважна частина азоту ґрунту є складовою специфічних гумусних речовин.

Дослідження, здійснені на основі значної кількості даних, підтверджують наведені вище дані і свідчать про існування прямої залежності (коефіцієнт кореляції ( $r > 0,92$ ) між вмістом у ґрунтах загального азоту і гумусу (рис. 1). Аналогічні дані отримав у своїх дослідженнях Б.С. Носка, який визначив наявність тісного зв'язку між вмістом гумусу і валового азоту [4].

За узагальненими оцінками, в складі гумусу міститься 5–10% азоту. Його загальний вміст у ґрунтах тим більший, чим більше в них гумусу.

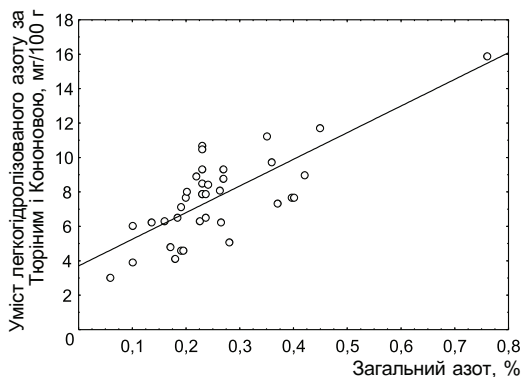
Статистично-математичний обробіток даних дав змогу побудувати рівняння регресії (формула 1) залежності вмісту загального азоту в ґрунтах від гумусу. Згідно з отриманою математичною моделлю збільшення загального гумусу в ґрунті на 1% зумовлює підвищення вмісту валового азоту на 0,045%.

$$Y = 0,04 + 0,045X, \quad (1)$$

де  $Y$  — вміст загального азоту в ґрунтах, %;  
 $X$  — загальний вміст гумусу, %.

Дослідженнями доведено також наявність тісної прямої кореляційної залежності між вмістом у ґрунтах України загального азоту (а отже, й між загальним гумусом) і легкогідролізованого азоту, визначеного за методами Тюріна і Конової (рис. 2) та за Корнфілдом. Коефіцієнти кореляції ( $r$ ) становили відповідно 0,76 та 0,86. Вміст легкогідролізованого азоту відображає загальний рівень родючості ґрунту та його потенційну можливість забезпечувати рослини азотом. За даними В.І. Котельникова [2], у чорноземних та лучно-чорноземних ґрунтах частка мінеральних форм азоту в складі легкогідролізованого становить лише 22–23%, інша частина представлена органічними формами.

Може здатися, що достатньо знати вміст у ґрунті загального гумусу чи азоту, щоб визначити кількість доступного рослинам азоту. Доцільно нагадати, що ще в XIX ст. було встановлено, що зв'язок між загальним вмістом поживних речовин у ґрунті та ефективністю добрив практично відсутній. Практика землеробства повністю підтверджує це положення.



**Рис. 2. Залежність умісту легкогідролізованого азоту (за методом Тюрніна і Кононової) від кількості загального азоту в орному шарі основних типів ґрунтів України**

На жаль, головна маса ґрунтового азоту перебуває у вигляді органічних сполук (білкових та гумусних речовин), недоступних для живлення рослин. Швидкість мінералізації органічних сполук азоту ґрунтовими мікроорганізмами до аміаку та нітратів залежить від умов аерації, вологості, температури та реакції ґрунту. Тому кількість мінеральних сполук азоту в ґрунтах коливається від слідів до 2% загального вмісту азоту [8]. На накопичення мінерального азоту в ґрунті певною мірою впливають режим зволоження, температура, гранулометричний склад, система обробітку ґрунту, види і норми добрив та ін. [12, 13].

Для визначення здатності органічних сполук азоту переходити в більш рухому форму (мінеральні сполуки) запропоновано, крім хімічних, ще й біохімічні методи аналізу ґрунтів. Вважають, що за точною установлення забезпеченості сільськогосподарських культур азотом упродовж вегетаційного періоду найдосконалішим є метод визначення нітрифікаційної здатності ґрунтів за Кравковим [1]. Нітрифікаційна здатність ґрунту — це його здатність накопичувати нітратний азот за рахунок мобілізації азоту в сприятливих умовах.

За компостування ґрунту в лабораторних умовах можна швидше, ніж у полі, простежити за інтенсивністю процесу нітрифікації і відзначити потенційні запаси азоту в ґрунті та вплив його на формування врожаю. Чим нижча нітрифікаційна здатність ґрунту, тим вища потреба рослин в азотних добривах. Під час досліджень з'ясувалося, що, на жаль, між нітрифікаційною здатністю ґрунтів і кількістю загального гумусу залежність є низькою —  $r < 0,33$ . Можна припустити, що цей метод дає змогу одержати об'єктивну оцінку азотного стану ґрунтів лише за

наявності достатньої кількості легкорозчинної органічної речовини.

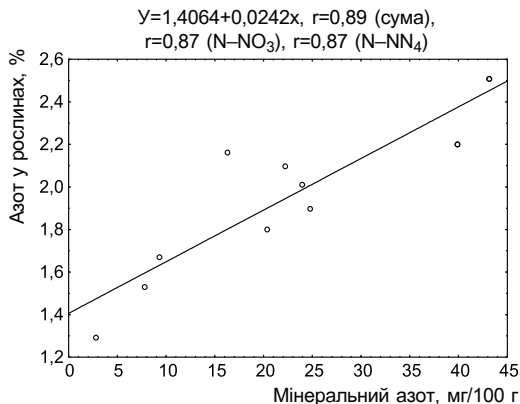
Для діагностики забезпеченості рослин азотом у світовій практиці широко використовують метод визначення запасу мінерального азоту в певному шарі ґрунту. Проте нині його недовисить широко застосовують в Україні.

Вважають, що оскільки кількість мінеральних сполук азоту величина динамічна, то застосовувати цей показник з діагностичною метою не завжди доцільно. Загалом інформацію про вміст мінерального азоту використовують в розрахунок доз азотних добрив для ранньовесняного підживлення озимих культур.

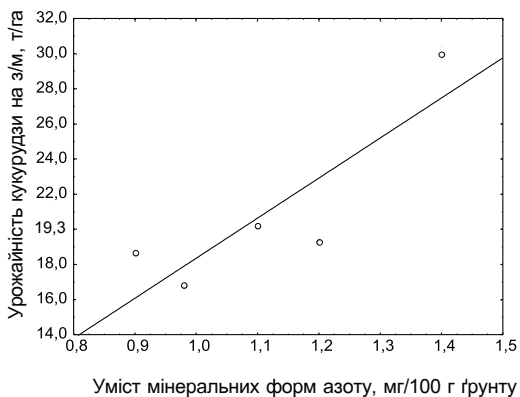
Однак за результатами досліджень, здійснених ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» в різних ґрунтово-кліматичних зонах під польовими культурами і плодовими насадженнями, з'ясувалося, що саме визначення мінерального азоту дає змогу одержати найоб'єктивнішу оцінку азотного режиму ґрунтів [3, 6, 7]. Між умістом мінерального азоту в ґрунтах і надходженням його в рослини існує тісна кореляційна залежність (рис. 3).

Під час проведення дослідів на чорноземі типовому важкосуглинковому на базі Слобжанського дослідного поля у 2008 р. коефіцієнт кореляції ( $r$ ) між умістом мінерального азоту в ґрунті і надходженням його в зелену масу кукурудзи становив 0,89. При цьому коефіцієнт кореляції між умістом нітратного та амонійного азоту мав одну й ту саму величину — 0,87.

Подібні дані було отримано й за визначення кореляційної залежності між умістом мінерального азоту в ґрунті та врожайністю зеленої маси кукурудзи (рис. 4). Коефіцієнт кореляції ( $r$ ) досягав 0,86, що підтверджує



**Рис. 3. Надходження азоту в рослини кукурудзи (зелена маса) залежно від умісту мінерального азоту в орному шарі чорнозему типового важкосуглинкового**



**Рис. 4.** Залежність урожайності кукурудзи на зерно від умісту мінерального азоту в орному шарі чорнозему типового важкосуглинкового

визначальний вплив азотного режиму ґрунту (передусім уміст його мінеральних форм) на врожайність.

Водночас за визначення закономірностей зв'язку між умістом мінерального ( $N-NO_3$  і  $N-NH_4$ ) і загального азоту в ґрунтах та інших показників (загального гумусу, азоту за Корнфілдом) з'ясувалося, що зв'язку між найдоступнішими рослинам мінеральними сполуками азоту та іншими показниками азотного стану ґрунтів практично не існує —  $r < 0,33$ . Винятки спостерігаються лише під час аналізу ґрунтів під парами або за внесення високих доз азотних добрив. У дослідженнях із застосуванням азотних добрив взапас у дозі 1800 кг/га на чорноземі типовому важкосуглинковому щільність зв'язку між умістом загального та мінерального азоту ( $r$ ) була дещо вищою порівняно з недобреними ґрунтами і становила 0,6.

## Висновки

Узагальнення і статистичний аналіз обширного матеріалу, здійснений на більшості типів ґрунтів України, свідчать про те, що інформаційна цінність таких показників, як загальний азот, азот за Тюрнімом і Коновою, азот за Корнфілдом для оцінки реальної забезпеченості ґрунтів доступним рослинам азотом є досить низькою. Тому ці методи доцільно використовувати лише під час здійснення вузькоспеціалізованих наукових досліджень.

Найвищий коефіцієнт кореляції між кіль-

кістю азоту в ґрунті і його надходженням у рослини та врожайністю сільськогосподарських культур спостерігався під час його визначення за ДСТУ 4729:2007 (визначення мінерального азоту).

Тому з усіх чинних нормативних документів, які установлюють методи визначення рухомих сполук азоту в ґрунтах України, саме використання цього стандарту дає змогу одержати найбільш об'єктивну оцінку азотного стану ґрунтів.

## Бібліографія

1. *Агрохимические методы исследования почв.* — М.: Наука, 1975. — С. 99–100.
2. *Котельников В.И.* Формы гумуса, азота и фосфора в основных пахотнопригодных почвах равнинной части Алтайского края: автореф. дис. на соиск. науч. степ. канд. с.-х. наук. — Омск, 1964. — 22 с.
3. *Методичні рекомендації «Оптимізація доз застосування азотних добрив на основі рослинної і ґрунтової діагностики живлення рослин»;* за ред. А.Я. Буки. — Х., 2000. — 30 с.
4. *Носко Б.С.* Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроекосистемах. — Х.: Міськдрук, 2013. — С. 15–24.
5. *Носко Б.С.* Использование метода моделирования фонов при изучении агрохимических свойств почв//Агрохимия. 1981. — № 1. — С. 122–127.
6. *Носко Б.С., Дмитриенко А.В.* Особенности азотного режима черноземов южных в яблоневых садах интенсивного типа//Там само. — 2001. — № 12. — С. 13–18.
7. *Носко Б.С., Малюк Т.В.* Вплив азотних добрив на азотмінералізаційні процеси чорнозему південного та врожайність насаджень груші//Вісн. аграр. науки. — 2009. — № 4. — С. 13–16.
8. *Орлов Д.С.* Азот почвы: стратегия и тактика//Химия и жизнь. — 1982. — № 3. — С. 27–30.
9. *Орлов Д.С.* Гумусовые кислоты почв. — М.: Наука, 1974. — 336 с.
10. *Тюрин И.В.* Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. — М.: Наука, 1965. — 302 с.
11. *Федоров А.А.* Оценка содержания в почве элементов минерального питания, доступных растениям//Агрохимия. — 2002. — № 13. — С. 15–22.
12. *Ягодин Б.А.* Теоретические основы фиксации молекулярного азота//Агрохимия и почвоведение. — М., 1978. — Вып. 243. — С. 5–13.
13. *Hoelt R.G.* Fertilizer nitrogen: Providing food and protecting the environment//Better crops. — 1990. — V. 74, № 4. — P. 4–8.

Надійшла 17.06.2013.