

**Mészsalétrom műtrágya hasznosulásának  
vizsgálata eredeti és javított savanyú talajon  
N<sup>15</sup> stabil és Ca<sup>45</sup> radioaktív izotóp  
jelzés segítségével**

MÁTÉ FERENC és VARGA GYULA

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest*

A radioaktív izotóp jelzés külföldön és hazánkban is elterjedt és elismert módszerre vált a növénytáplálkozási és trágyázási kísérletezésben és számos új eredmény köszönhető e módszernek. Az izotóp indikációs trágyázási kísérletek zömében a kutatók a foszfortápanyag hasznosulását tanulmányozták különböző kísérleti feltételek között. Sajnos a nitrogénnek, — mint trágyázási szempontból hazánkban elismerten legfontosabb növényi tápelemnek — nem állítható elő trágyázási kísérletben használható radioaktív izotópja. Fennáll azonban a stabil izotópjelzés lehetősége, amennyiben a nitrogén trágyázási kísérletekben olyan műtrágyakészítményt alkalmazunk, amelynek nitrogén hatóanyagának izotóp-összetétele eltér a természetben előforduló nitrogén izotóp összetételétől. E módszer a radioaktív nyomjelzéshez képest sok előnnyel rendelkezik, hiszen nem igényel egészségvédelmi óvórendszabályokat és tetszőleges időtartamú kísérletek elvégzését teszi lehetővé. A nitrogén izotóp összetételének elemzése azonban aránylag bonyolult módszer és ezzel magyarázható, hogy a nemzetközi szakirodalomban alig néhány közlemény látott eddig napvilágot a nitrogén stabil izotóp jelzés trágyázási alkalmazásáról, a hazai kutatásokban pedig eddig még nem alkalmazták.

Elsőként HEVESY és munkatársai [4] számoltak be N<sup>15</sup> jelzés segítségével lefolytatott kísérletről több, mint két évtizeddel ezelőtt: napraforgó leveleire juttatott ammóniumszulfát felvételét tanulmányozták. Egy évtizeddel később BARTHOLOMEW és munkatársai [1], majd MACVICAR és munkatársai [6] közölték N<sup>15</sup> segítségével végzett műtrágyázási kísérleteik eredményeit. E kísérletekben a műtrágya hatóanyagának hasznosulási fokát állapították meg, mérték a denitrifikációs veszteséget, stb. különböző kísérleti növények és trágyaadagok esetén. THORNTON [8] a nitrogéntrágyázás és a légköri nitrogén megkötésének kérdéseit vizsgálta. A légköri nitrogén megkötésének tanulmányozásáról, valamint a nitrogén élettani és biokémiai folyamatokban való részvételéről valamivel több közlemény számol be N<sup>15</sup>-el végzett vizsgálatok alapján.

Kísérletünk célja a savanyú talajok meszezésének a nitrogén műtrágya hasznosulására gyakorolt hatásának vizsgálata. Széles körben elterjedt felfogás [2, 9], hogy a savanyú talajok meszezésének termésfokozó hatása nem kis mértékben azzal függ össze, hogy a mész mobilizálja, a növények számára hozzáférhetővé teszi a talaj nitrogén-tartalékait. Különböző nitrogén-műtrágyákkal végzett tenyészedeny-kísérleteink [5] lehetővé tették annak feltételezését, hogy a

kalcium nemcsak a talaj szerveskötésű nitrogénje mobilizációjának elősegítése révén, hanem a növényre gyakorolt közvetlen fiziológiai hatása révén is fokozza a nitrogén-felvételt. E feltételezést további kísérleteknek kell megerősíteni.

Az izotóp jelzés módszere lehetővé teszi a növény által felvett összes nitrogén mennyiségén belül a talaj eredeti nitrogénkészletéből és a talajba vitt műtrágyából származó rész megkülönböztetését, tehát annak vizsgálatát is, hogy a meszezőanyag a savanyú talajban mely nitrogén-forrás hasznosulását fokozta és milyen mértékben? A kérdés vizsgálatára tenyészedeny kísérletet végeztünk.

### Anyag és módszerek

A tenyészedenykísérlet öt ismétléses Neubauer-típusú kísérlet volt, tehát 100 g talaj, 400 g homok, száz rozs csíranövény 17 napig nevelve.

A kísérletben használt talajminta a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete karácsondi kísérleti területéről származott, gyengén savanyú csernozjom-barna erdőtalaj A szintjéből. A talaj néhány jellemző vizsgálati adata a következő: pH vizes közegben 6,9, KCl-os közegben 5,8, hidrolitos aciditás 11, humusz 2,97%, higroszkópos nedvességtartalma 4,18, kötöttségi száma 48, kalciumkarbonátot nem tartalmazott, összes nitrogéntartalma 110 mg/100 g talaj.

A kísérletben felhasznált jelzett mészsalétrom műtrágyát a következőképpen állítottuk elő:  $N^{15}$  izotópot tartalmazó híg salétromsav-oldathoz számított mennyiségű  $Ca^{45}$  radioaktív izotópot tartalmazó kalciumkarbonátot adagoltunk, majd a keletkezett kalciumnitrátot az oldatból kikristályosítottuk. A termék nitrogén hatóanyagában a  $N^{15}$  stabil izotóp 21,0 atomszázalék mennyiségben volt, a  $Ca^{45}$  izotóptól származó béta-aktivitása pedig 1 g anyagra vonatkoztatva 240 mikro C volt.

A növények kénsavas roncsolása után azok nitrogéntartalmát Kjeldahl-módszerrel határoztuk meg, a Ca tartalmat pedig Ca-oxalát formájában csapadékos módszerrel [7]. A  $Ca^{45}$  béta aktivitásának meghatározása szintén Ca-oxalát csapadék formájában történt végablakos GM cső segítségével és a nyert aktivitás adatokat a kísérlet beállításának napjára számoltuk vissza. A növényminták nitrogéntartalma izotóp-összetételének vizsgálatát optikai spektrográfias módszerrel [3, 7] végeztük.

### A kísérlet leírása

Az alkalmazott kezelések a következők: 1. kontroll, 2. meszezés, 3. mészsalétrom műtrágya, 4. meszezés és mészsalétrom műtrágya.

A mészadag 0,5 g  $CaCO_3$  precipitátum volt edényenként, a műtrágya-adag pedig 133 mg  $Ca(NO_3)_2$ .

A Neubauer edényekben termelt fiatal rosnövényeket 17 napos időszak után levágtuk és a földfeletti részek nyers súlyát, valamint száraz-súlyát megállapítottuk, majd roncsoltuk és meghatároztuk összes nitrogén és kalciumtartalmukat, a  $N^{15}$  izotóp előfordulásának relatív gyakoriságát, valamint a  $Ca^{45}$  béta-aktivitását.

A nyert adatokat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Az 1. táblázat adatainak elemzése arra mutat, hogy a meszezés, valamint a mészsalétrom műtrágya fokozta a növények zöldtömegét és a felhalmozott szárazanyag mennyiségét. Együttes hatásuk valamivel jobbnak mutatkozott, mint a

külön-külön előidézett hatásuk összege. Ugyanaz mondható el a növények által felvett összes kalcium és nitrogén mennyiségére nézve is. A növények által felvett  $Ca^{45}$  aktivitás adatai kismértékű és nem megbízható különbséget mutatnak. Mégis a meszezetlen és a meszezett talajon a mészsálétrom műtrágyából felvett kalcium mennyiségének viszonya igen jó egyezést mutat a nitrogén izotóp összetétele alapján számítható viszonyzámmal, ezért valószínű, hogy bár a  $Ca^{45}$  aktivitás adatok különbsége nem mutatkozik szignifikánsnak, mégis a valóságos helyzetet tükrözi.

A  $N^{15}$  izotóp előfordulásának relatív gyakoriságára vonatkozó adatok arra mutatnak, hogy a növények által felvett összes nitrogénből a meszezetlen talajon alkalmazott mészsálétromos kezelés esetén 11,00 mg a műtrágyából származik, ami az összes felvett nitrogén 25,40%-a. A meszezett talajon 12,16 mg nitrogént vettek fel a növények a műtrágyából, az összes felvett mennyiség 19,60%-át.

A műtrágyával bevitt nitrogén 48,40%-át vették fel a növények a meszezetlen talajon, meszezett talajon pedig 53,60%-át. Ez igen nagy szám, különösen, ha meggondoljuk, hogy ezek az adatok a növényeknek csak a földfeletti részére

1. táblázat

A növények súlya, Ca és N tartalma és annak izotóp összetétele

(1) Kezelés	(2) Nyers súly		(3) Száras súly		(4) Ca tartalom		(5) N tartalom		(6) $Ca^{45}$ aktivi- tás imp/ perc/ edény	(7) $N^{15}$ izotóp relatív gyako- risága
	g/edény	%	g/edény	%	mg/edény	%	mg/edény	%		
a) Kontroll.	9,08	100	0,9320	100	3,77	100	25,89	100	—	—
b) Meszezés.	10,21	112	1,0182	109	5,50	146	39,03	151	—	—
c) Mészsálétrom műtrágya ..	11,75	129	1,0387	111	9,71	258	43,19	167	1187	5,36
d) Meszezés és mészsálétrom műtrágya	13,04	144	1,1754	126	11,65	310	61,86	238	1236	4,13
SzD <sub>5</sub> % ....	1,26	13,8	0,1286	13,7	0,42	11,1	4,46	16,0	580	1,09

vonatkoznak, azonban teljesen reálisak, hiszen a Neubauer-kísérletek szélsőséges viszonyai között a növények igen erőteljesen hasznosítják a rendelkezésükre álló viszonylag kevés tápanyagot.

A talaj eredeti nitrogéntartalmának 29,00%-a hasznosult a meszezetlen kezelésben, ugyanez a meszezett kezelésben 45,00%-nak adódott.

A meszezés hatására a műtrágya hatóanyagának érvényesülése mintegy tíz százalékkal fokozódott, a talaj eredeti nitrogénkészletének hasznosulását a mész kb. ötven százalékkal fokozta.

A nyert adatok arra a következtetésre nyújtanak lehetőséget, hogy a meszezés hatása jelentős részben a növények nitrogéntáplálkozási feltételeinek javulásával függ össze. A meszezés hatására kedvező irányba változott a tala

eredeti nitrogén tápanyagtartalmának felvétele, a meszezés azonban nemcsak a talaj nitrogénkészletének mobilizációját segíti elő, hanem hatást gyakorol a műtrágya ásványi nitrogén tartalmának hasznosulására is. E jelenség valószínűleg még fokozottabban jelentkezik más, kalciumot nem tartalmazó nitrogénműtrágyák alkalmazása esetén, melyre nézve további kísérleteinkben kívánunk adatokat szerezni.

### Összefoglalás

Kísérletet végeztünk gyengén savanyú csernozjom-barna erdőtalaj felső szintjével kisméretű tenyészedeényekben a meszezésnek a mészsálétrom műtrágya érvényesülésére gyakorolt hatásáról. A kísérletben  $\text{Ca}^{45}$  radioaktív- és  $\text{N}^{15}$  stabil izotóppal kétszeresen jelzett mészsálétrom műtrágyát használtuk fel. A meszezés és a mészsálétrom műtrágya fokozta a fiatal rozsnövények zöldtömegét és a felhalmozódott szárazanyag mennyiségét. A meszezés és mészsálétrom műtrágya együttes alkalmazásának hatása nagyobb volt, mint a meszezés és a mészsálétrom műtrágya külön-külön kifejtett hatásának összege. Ugyanezek a hatások nyilvánultak meg a növények által felvett összes kalcium és nitrogén adataiban is. A nitrogén izotóp összetételének elemzéséből nyert adatok szerint a növények által felvett nitrogén jelentős hányada a műtrágyából származott. A meszezés a műtrágyás kezelésben nagymértékben fokozta a talaj eredeti nitrogén készletének hasznosulását és — bár kisebb mértékben — jelentősen fokozta a műtrágya hatóanyagának érvényesülését is.

A stabil izotóp indikáció módszere igen hasznosnak bizonyult a nitrogénműtrágya érvényesülésének vizsgálatában, mivel csak ennek segítségével sikerült a talaj eredeti, és a műtrágya nitrogéntartalmának hasznosulását együttesen megvizsgálni.

*Érkezett: 1963. június 10.*

### Irodalom

- [1] BARTHOLOMEW, W. V., NELSON, L. B. & WERKMAN, C. H.: The use of the nitrogen isotope  $\text{N}^{15}$  in field studies with oats. *J. Biol. Chem.* **135**. 531—539. 1940.
- [2] DI GLERIA, J.: Mezőgazdák talajismereti és trágyázási útmutatója. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1958.
- [3] GRUBER, L.: Nitrogén izotóp összetételének elemzése agrokémiai vizsgálatokban. Országos Atomenergia Bizottság Izotóp Alkalmazási Szakbizottságának kiadványa III. 56. 1962.
- [4] HEVESY, G., LINDERSTROM-LANG, K., KESTON, A. S. & OLSEN, K.: Exchange of nitrogen atoms in leaves of the sunflower. *Compt. rend. trav. lab. Carlsberg. Ser. Chim.* **23**. 213—18. 1940.
- [5] LATKOVICS, GYNÉ, & MÁTÉ F.: Különböző nitrogén műtrágyák hatásának vizsgálata savanyú és szikes talajon tenyészedeény kísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **12**. 397—406. 1963.
- [6] MACVICAR R., GARMAN, W. L. & WALL, R.: Studies on nitrogen fertilizer utilization using  $\text{N}^{15}$ . *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **15**. 265—268. 1951.
- [7] Talaj és trágyavizsgálati módszerek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1962.
- [8] THORNTON, G. D.: Greenhouse studies of nitrogen fertilization of soybeans and lespedeza using isotopic nitrogen. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **11**. 249—251. 1946.
- [9] VÁRALLYAY, Gy.: Útmutató a savanyú talajok meszezésére. *Növ. Term. és Növ. Nemesítő Kísér. Int. Talajtani osztálya 2. sz. kiadv. Mosonmagyaróvár.* 1943.

## Изучение при помощи стабильного изотопа $N^{15}$ и радиоактивного изотопа $Ca^{45}$ эффективности нитрата кальция в исходной и известкованной кислой почве

Ф. МАТЭ и Д. ВАРГА

Изотопная лаборатория Научно-исследовательского ин-та почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

### Резюме

В вегетационных опытах изучалось влияние известкования кислой почвы на степень доступности исходного азота почвы и действующего вещества нитрата кальция. Под пытными растениями были молодые проростки ржи. Оказалось, что известкование повысило степень доступности исходного азота почвы, а так же азота из удобрения. Увеличение доступности азота в большей степени наблюдалось при исходном запасе азота в почве. Из проведенных опытов следует, что известкование вызывает благоприятное влияние не только через мобилизацию запасов питательных веществ из почвы, но и через непосредственное физиологическое влияние на растение увеличивает у них поглощение азота. В опытах успешно применялся стабильный изотоп  $N^{15}$ , благодаря чему мы могли различать азот в растениях взятый из почвы или из удобрений. Изотопный состав азота анализировался оптически-спектрографическим методом, который пригоден для проведения анализов с соответствующей точностью.

Табл. 1. Вес растений, содержание кальция и азота и их изотопный состав в растениях. (1) Варианты. а) Контроль, б) Известкование, с) Нитрат кальция, д) Известкование и применения нитрата кальция. (2) Сырой вес в мг/сосуд и относительное число. (3) Вес сухого вещества. (4) Содержание Ca. (5) Содержание азота. (6) Активность  $Ca^{45}$  в имп. мин./сосуд. (7) Относительная частота изотопа  $N^{15}$ .

## Study of the Utilization of Calcium Nitrate Fertilizer in Original and Improved Acid Soils by Means of $N^{15}$ Stable and $Ca^{45}$ Radioactive Isotope Labelling

F. MÁTÉ and GY. VARGA

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences  
Budapest

### Summary

The effects of liming of an acid soil on utilization of the original nitrogen contents of soil and of active agent contents of calcium nitrate fertilizer has been studied on young rye plants in pot experiments. Utilization both of nitrogen contents of the soil and of active agent in the calcium nitrate fertilizer were found to increase upon the action of liming, but increase of the nitrogen uptake of the soil was higher. From the data obtained it appears that liming exercises its favourable effects not only by mobilization of the nutrient contents of the soil but it also promotes nitrogen uptake by its direct physiological action on the plant. In the experiments the method of  $N^{15}$  stable isotope indication has been successfully applied and hereby it became possible to distinguish between nitrogen of the fertilizer and of the soil in the plant. Isotopic composition of nitrogen was analysed by the optical spectrographic method which proved to be well suited for carrying out analysis of the precision required.

Table 1. Weight, calcium and nitrogen contents and isotopic composition of the latter (1) treatments, a) control, b) liming, c) calcium nitrate fertilizer, d) liming and calcium nitrate fertilizer. (2) Fresh weight mg per pot and relative number. (3) dry weight. (4) Calcium contents, (5) nitrogen contents, (6)  $Ca^{45}$  activity imp/min/pot, (7) relative frequency of  $N^{15}$  isotope.

**Untersuchung der Verwertung von Kalziumnitrat-Düngemitteln  
auf ursprünglichem und melioriertem saurem Boden  
mit der Hilfe von  $N^{15}$  stabiler und  $Ca^{45}$  radioaktiver Isotopindikation**

F. MÁTÉ und GY. VARGA

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften,  
Budapest

**Zusammenfassung**

In Gefäßversuchen wurde an jungen Roggenpflanzen die Einwirkung des Kalkens von sauren Böden auf die Verwertung des ursprünglichen Stickstoffgehaltes und des Wirkstoffgehaltes des Kalziumnitrat-Düngemittels untersucht. Hierbei konnte festgestellt werden, dass die Verwertung sowohl des Stickstoffgehaltes im Boden als auch des Wirkstoffgehaltes im Kalziumnitrat-Düngemittel sich unter der Einwirkung des Kalkens erhöhte; die Stickstoffaufnahme des Bodens steigerte sich jedoch in höherem Masse.

Aus den Angaben geht hervor, dass das Kalken nicht nur durch die Mobilisation des Nährstoffgehaltes im Boden eine günstige Wirkung ausübt, sondern auch mittels unmittelbarer physiologischer Wirkung auf die Pflanze die Stickstoffaufnahme erhöht. In den Versuchen haben Verfasser die Methode der  $N^{15}$  stabilen Isotopindikation erfolgreich verwendet, wodurch sich die Unterscheidung des Dünger- und Bodenstickstoffes in der Pflanze ermöglichte. Die Isotopzusammensetzung des Stickstoffs wurde mit der optischen spektrographischen Methode analysiert, welche sich zur Ausführung von Analysen entsprechender Genauigkeit als sehr geeignet erwies.

*Tab. I.* Gewicht, Ca- und N-Gehalt der Pflanze und Isotopzusammensetzung des letzteren. (1) Behandlungen, *a)* Kontrolle, *b)* Kalken, *c)* Kalziumnitrat-Düngemittel, *d)* Kalken und Kalziumnitrat-Düngemittel. (2) Rohgewicht mg/Gefäß und Verhältniszahl, (3) Trockengewicht, (4) Ca-Gehalt, (5) N-Gehalt, (6)  $Ca^{45}$  Aktivität imp/Min/Gefäß, (7) Relative Häufigkeit des  $N^{15}$  Isotops.