

## Nitrogénműtrágyák átalakulási folyamatainak tanulmányozása modellkísérletben

LATKOVICS GYÖRGYNÉ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A nitrogénműtrágya-gyártás nagyarányú fejlesztésével egyidőben bővül a nitrogénműtrágyák választéka is. A pétisó, az ammónium-nitrát mellett többek között megjelent a karbamid is, amely jelenleg az összes nitrogénműtrágya-termelésünknek közel egyharmadát teszi ki. Az utóbbi időben előtérbe kerül a folyékony nitrogénműtrágyák gyártásának és felhasználásának lehetősége is [9, 10, 13]. A lassú hatású nitrogénműtrágyák alkalmazásával kapcsolatban is születtek újabb eredmények [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 14].

A rendelkezésünkre álló bő választék lehetővé teszi, hogy a növény igényéhez igazodóan, a környezeti tényezők (talaj, éghajlat, stb.) figyelembevételével, az adott viszonyok között a legmegfelelőbb nitrogénműtrágyát alkalmazzuk. Ehhez viszont ismernünk kell a trágyákat, azok transzformációját a talajban és nem utolsósorban a talaj és a műtrágya közötti kölcsönhatásokat. Részben ezt a célt szolgálta modellkísérletünk, amelyben a különböző nitrogénműtrágyák transzformációját tanulmányoztuk.

### Kísérleti anyag és módszer

A különböző nitrogénműtrágyák transzformációját réti csernozjom talajjal beállított tenyészedeny-modellkísérletben vizsgáltuk. A kísérlethez a hartai Lenin MgTsz C-jelű táblája talajának felső szántott rétegéből származó átlagmintát használtuk [pH (H<sub>2</sub>O): 8,1; CaCO<sub>3</sub>-tartalom: 25%; humusz: 2,07%; K<sub>A</sub>: 46; összes N: 160,26 mg; kötött NH<sub>4</sub>-N mennyisége: 17,47 mg/100 g talaj].

A kísérlethez az edényekbe 200 g 2 mm-es szemcseméretű légszáraz talajt mértünk be. A kísérlet kezeléseit az 1. táblázatban feltüntetett N-mennyiségeket kapták. A kezeléseknél megfelelően a kísérletben Nitrosol-28 oldatrágyát használtunk, a karbamidot szintén oldatként adtuk, míg a Paramid és a Gold-N műtrágyákat szilárd formában kevertük a talajhoz. A talaj nedvességtartalmát a teljes vízkapacitás 60%-án tartottuk. A lezárt edényeket termosztátba helyeztük és 30 °C-on tartottuk.

A nitrogénműtrágyák átalakulási folyamatainak nyomkövetése céljából az érlelés alatt rendszeresen mintát vettünk és meghatároztuk a talaj ásványi N- (NO<sub>3</sub>-N és kicserélhető NH<sub>4</sub>-N) tartalmát [2].

1. táblázat

A talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalmának változása a kezelések hatására

| (1)<br>Kezelés              |                    | (2)<br>Mintavételi idő, nap                            |       |       |       |       |       |       |      |      |       | (3)<br>Átlag |
|-----------------------------|--------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|--------------|
| műtrágya                    | N-adag<br>mg/100 g | 1.   | 2.    | 3.    | 4.    | 6.    | 8.    | 10.   | 13.  | 22.  |       |              |
|                             |                    | Kicserélhető $\text{NH}_4\text{-N}$ , mg N/100 g talaj |       |       |       |       |       |       |      |      |       |              |
| 1. Kontroll                 |                    | 0,22   | 0,28  | 0,15  | 0,30  | 0,27  | 0,23  | 0,17  | 0,20 | 0,68 | 0,28  |              |
| 2. Nitrosol-28 <sup>x</sup> | 29,92              | 16,31  | 20,62 | 18,09 | 18,18 | 16,67 | 14,38 | 11,27 | 8,09 | 1,13 | 13,86 |              |
| 3. Karbamid                 | 29,99              | 13,26  | 25,30 | 25,00 | 23,55 | 21,74 | 16,47 | 12,30 | 7,30 | 1,18 | 16,23 |              |
| 4. Paramid <sup>x</sup>     | 28,03              | 12,67  | 23,98 | 22,80 | 21,95 | 20,12 | 15,87 | 13,21 | 7,57 | 1,35 | 15,50 |              |
| 5. Gold-N <sup>xx</sup>     | 21,28              | 5,31   | 6,82  | 8,66  | 10,77 | 10,13 | 8,43  | 4,71  | 2,92 | 0,83 | 6,51  |              |
| Átlag                       |                    | 9,55   | 15,40 | 14,94 | 14,95 | 13,79 | 11,07 | 8,33  | 5,22 | 1,03 | 10,48 |              |

(4)  
Variancia-táblázat

| Tényező         | SQ     | FQ  | MQ     | F        | (5)<br>SzD <sub>1</sub> % |
|-----------------|--------|-----|--------|----------|---------------------------|
| a) Kezelés      | 5119,6 | 4   | 1279,9 | 545,5*** | 0,83                      |
| b) Mintavétel   | 2967,5 | 8   | 370,9  | 158,1*** | 1,11                      |
| c) Kölcsönhatás | 1312,7 | 32  | 41,0   | 17,5***  | 2,49                      |
| d) Hiba         | 211,7  | 90  | 2,3463 |          |                           |
| e) Összesen     | 9611,0 | 134 | 71,7   |          |                           |

<sup>x</sup> Péti Nitrogénművek termékei; <sup>xx</sup> ICI termék, Anglia.  
\*\*\* 0,1%-ra szignifikáns.

## Eredmények és értékelésük

A kezelések hatása a talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalmára

Az 1. táblázat adataiból kitűnik, hogy a kontroll talajban a kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége elenyésző. A nitrogénműtrágyák hatására szignifikánsan nőtt a talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalma. Az érlelés alatt szintén igazolt különbség mutatkozott meg a talaj  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalmában, amely jelentősen változott a kezelésektől függően is.

A kísérlet beállítását követő első napon a Nitrosol-28 kezelésben mértük a legnagyobb értéket, a karbamid- és a Paramid kezeléseknél szignifikánsan kisebb értékeket kaptunk. A legkisebb  $\text{NH}_4\text{-N}$ -mennyiségeket a Gold-N esetében mutattuk ki.

A Gold-N kezelést kivéve a talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalmának maximális értékét az érlelés második napján mértük, azt követően csökkenést tapasztaltunk. A Nitrosol-28 kezelésben a csökkenés az érlelés első szakaszában gyorsabb volt, mint a karbamid és a Paramid esetében, míg a 8. nap után mindhárom kezelésben azonos mértékű csökkenés mutatkozott a talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalmában.

A Gold-N hatására a talaj  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalma az érlelés alatt nőtt, a maximális értéket a 4. napon kaptuk.

Az érlelés alatt, a nitrifikáció hatására, valamennyi kezelt talaj  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalma csökkent. Az utolsó mintavételkor, a kísérlet beállítását követő

2. táblázat

A talaj NO<sub>3</sub>-N-tartalmának változása a kezelések hatására

| (1)<br>Kezelés |                    | (2)<br>Mintavételi idő, nap                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       | (3)<br>Átlag |
|----------------|--------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| mútrágya       | N-adag<br>mg/100 g | 1.  | 2.    | 3.    | 4.    | 6.    | 8.    | 10.   | 13.   | 22.   |       |              |
|                |                    | NO <sub>3</sub> -N-tartalom, mg N/100 g talaj |       |       |       |       |       |       |       |       |       |              |
| 1. Kontroll    |                    | 3,29  | 3,29  | 3,26  | 3,09  | 2,92  | 5,32  | 3,81  | 3,64  | 2,24  | 3,43  |              |
| 2. Nitrosol-28 | 29,92              | 10,01   | 11,26 | 11,20 | 10,96 | 12,22 | 15,46 | 17,48 | 19,58 | 26,39 | 14,95 |              |
| 3. Karbamid    | 29,99              | 3,53  | 3,82  | 3,69  | 5,13  | 6,56  | 12,30 | 15,49 | 19,93 | 25,43 | 10,65 |              |
| 4. Paramid     | 28,03              | 2,64  | 2,90  | 2,94  | 3,14  | 5,44  | 8,98  | 11,61 | 16,03 | 21,10 | 8,31  |              |
| 5. Gold-N      | 21,28              | 2,82  | 3,20  | 3,37  | 3,80  | 4,81  | 8,37  | 10,91 | 13,50 | 14,82 | 7,30  |              |
| Átlag          |                    | 4,46  | 4,90  | 4,89  | 5,22  | 6,39  | 10,09 | 11,86 | 14,54 | 18,01 | 8,93  |              |

(4)  
Variancia-táblázat

| Tényező         | SQ     | FQ  | MQ     | F        | (5)<br>SzD <sub>1%</sub> |
|-----------------|--------|-----|--------|----------|--------------------------|
| a) Kezelés      | 1957,8 | 4   | 489,4  | 112,7*** | 1,13                     |
| b) Mintavétel   | 2948,0 | 5   | 368,5  | 84,8***  | 1,51                     |
| c) Kölesönhatás | 964,5  | 32  | 30,2   | 6,9***   | 3,39                     |
| d) Hiba         | 390,9  | 90  | 4,3433 |          |                          |
| e) Összesen     | 6261,2 | 134 | 46,7   |          |                          |

\*\*\* 0,1%-ra szignifikáns.

22. napon a trágyázatlan talaj NH<sub>4</sub>-N-tartalma 0,68 mg, a Gold-N kezelésben 0,83 mg, míg a többi kezelésben 1,13–1,35 mg N/100 g talaj volt.

A kezelések hatása a talaj NO<sub>3</sub>-N-tartalmára

A kontroll talaj NO<sub>3</sub>-N-tartalma a mintavételek átlagában 3,43 mg/100 g talaj (2. táblázat). Az első mintavételkor mért érték — 3,29 mg — az érlelés alatt a 8. napig lényegesen nem változott. A 8. napon meghatározott maximális érték — 5,32 mg — élénk nitrifikációs folyamatra utal. A kezelések hatására szignifikánsan nőtt a talaj NO<sub>3</sub>-N-tartalma. A Nitrosol-28 kezelésben a NO<sub>3</sub>-komponens hatására már az első napi mintavételnél is jelentős fokozatos növekedést tapasztaltunk, míg a többi kezelésben az érlelés alatt csak fokozatos növekedést tapasztaltunk. Az adatokból azt is megfigyelhetjük, hogy a kontrollhoz hasonlóan az érlelés 6–8. napja között az élénk nitrifikáció a talaj NO<sub>3</sub>-N-tartalmában nagyarányú növekedést eredményezett. Az utolsó mintavételkor, a 22. napon a legnagyobb NO<sub>3</sub>-N-mennyiségeket a Nitrosol-28 és a karbamid kezelésben kaptuk. A Paramid esetében a talaj NO<sub>3</sub>-N-tartalma a fenti kezelésekben mért értékeknél szignifikánsan kisebb volt, míg a legalacsonyabb értékeket a Gold-N kezelésben mértük.

A talaj ásványi N-tartalmának változása a kezelések hatására

A táblázatok adatai alapján és az 1. ábrán jól nyomon követhető a talajba adott különböző nitrogéntrágyák transzformációja.



A Nitrosol-28 az érlelés alatt mindvégig jelentősen növelte a talaj ásványi N-tartalmát. Az érlelés kezdetén jelentős mennyiségű  $\text{NO}_3\text{-N}$ -t mértünk a talajban, a kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége azonban felülmúlta a talaj  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalmát. A 8. napon a talaj  $\text{NO}_3\text{-N}$ - és kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalma közel azonos volt. A 8. nap után a nitrifikáció jelentősen növelte a talaj  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalmát. Az utolsó mintavételkor a talaj ásványi N-tartalmát lényegében a  $\text{NO}_3\text{-N}$  adta.

A karbamid és a Paramid szintén jelentősen növelte a talaj ásványi N-tartalmát. A maximális N-mennyiségeket a második napon mértük. Mindkét kezelésben az inkubáció első felében az ásványi N-mennyiség zömét a karbamid hidrolízise során képződő  $\text{NH}_4\text{-N}$  adta. A 10. nap után csökkent az  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége és jelentősen nőtt a  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalom. Az utolsó mintavételnél a talaj ásványi N-tartalmát, a Nitrosol-28 kezeléshez hasonlóan, szintén a  $\text{NO}_3\text{-N}$  képviselte.

A karbamid hatására a talajban kimutatott ásványi nitrogén mennyisége szignifikánsan felülmúlta a Paramid hatására kapott értékeket. A kénnel bevont karbamid — Gold-N — lassú hidrolízise során, az érlelés kezdetén folyamatosan nőtt a talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalma, a maximális értéket a 4–6. nap között mértük. A 6. nap után a  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége csökkent, a  $\text{NO}_3\text{-N}$ -é viszont nőtt. A 8. napon a két nitrogénforma mennyisége azonos volt, azt követően a nitrifikáció hatására a talaj  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma jelentősen nőtt. Az utolsó mintavételkor a kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége még az 1 mg/100 g talaj értéket sem érte el.

*A kezelések hatására kimutatott N-többlet az adott N-mennyiség %-ában*

A 3. táblázatban a kezelések hatására a talajban mért ásványi N-többletet az adott N-mennyiség %-ában közlöm.

3. táblázat

**A kezelés hatására kimutatott N-többlet az adott nitrogénmennyiség %-ában**

| (1)<br>Kezelés                        | (2)<br>Mintavételi idő, nap |      |      |      |      |      |      |      |      | (3)<br>Átlag |
|---------------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
|                                       | 1.                          | 2.   | 3.   | 4.   | 6.   | 8.   | 10.  | 13.  | 22.  |              |
| N-többlet az adott N-mennyiség %-ában |                             |      |      |      |      |      |      |      |      |              |
| 2. Nitrosol-28                        | 76,2                        | 94,6 | 86,5 | 86,0 | 85,9 | 81,1 | 82,8 | 79,6 | 82,1 | 83,8         |
| 3. Karbamid                           | 44,2                        | 85,1 | 84,3 | 84,3 | 83,7 | 77,4 | 79,3 | 77,9 | 78,9 | 77,2         |
| 4. Paramid                            | 42,0                        | 83,1 | 79,6 | 77,4 | 79,8 | 68,8 | 74,3 | 70,4 | 69,0 | 71,6         |
| 5. Gold-N                             | 21,6                        | 30,3 | 40,5 | 52,5 | 55,2 | 52,8 | 54,6 | 59,0 | 60,1 | 47,4         |
| Átlag                                 | 46,0                        | 73,2 | 72,7 | 75,0 | 76,1 | 70,0 | 72,7 | 71,7 | 72,5 | 70,0         |

Sz.D<sub>3%</sub> a) Kezelés: 2,41  
 b) Mintavétel: 3,25.

A Nitrosol-28 oldatrágyából a bekeverés utáni első napon a beadott nitrogénnek 76,2%-át ásványi N-formában mutattuk ki. Az oldatrágya karbamid komponensének hidrolízise során nőtt a talaj ásványi N-tartalma.

A 2. napon az adott N-mennyiség 94,6%-át határoztuk meg ásványi N-formában. A 3. napra ez az érték szignifikánsan csökkent, 86,5%-ot tett ki; az érlelés további szakaszában megbízható változás nem mutatható ki.

A karbamid és a Paramid kezeléseknél a kísérlet beállítását követő első napon a talajhoz adott nitrogénnek 42,0–44,2%-át határoztuk meg  $\text{NO}_3\text{-N}$  és kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$  formájában. A maximális értéket a Nitrosol-28 kezeléshez hasonlóan szintén a második napon mértük. A 83,1–85,1%-os érték azonban szignifikánsan kisebb a Nitrosol-28 oldatműtrágyával kapott értéknél. Az érlelés első szakaszában megbízható változást nem mutattunk ki, a 8. napra szignifikánsan csökkent, majd azt követően az érlelés befejezéséig az adott nitrogén %-ában kifejezett ásványi N mennyisége szintén nem változott.

A Gold-N sokkal lassúbb hidrolízisére utal az, hogy a kísérlet beállítását követő első napon a beadott nitrogénmennyiségnek mindössze 21,6%-át határoztuk meg ásványi nitrogénként. Ez az érték a 4. napig szignifikánsan nőtt, elérte az 52,5%-ot, azt követően lényegesen nem változott. Az utolsó mintavételkor, a 22. napon a 4. napi értékhez viszonyítva szignifikánsan nagyobb értéket kaptunk, az adott nitrogénmennyiségnek 60,1%-át határoztuk meg ásványi nitrogénként.

A mintavételek átlagában az adott viszonyok között a Nitrosol-28 oldatműtrágyának 83,6%-a, a karbamidnak szignifikánsan kisebb 77,2%-a, míg a Paramidnak igazoltan kisebb 71,6%-a maradt a növény részére felvehető formában. A legkisebb értékeket a Gold-N kezelésben kaptuk, a mintavételek átlagában az adott nitrogénmennyiségnek mindössze 47,4%-át határoztuk meg ásványi nitrogénként.

Az érlelés alatt a talaj ásványi N-tartalma a talajban végbemenő mobilizációs-immobilizációs folyamatokkal összefüggően változott.

### Összefoglalás

A különböző nitrogénműtrágyák transzformációját réti csernozjom talajjal beállított tenyészedény-modellkísérletben vizsgáltuk. A nitrogénműtrágyák hatására szignifikánsan nőtt a talaj ásványi N-tartalma, és pedig a  $\text{NO}_3\text{-N}$  és a kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége. Az érlelés alatt igazolt különbség mutatkozott meg a talaj ásványi N-tartalmában, amely részben a karbamid transzformációjával, részben a talajban végbemenő N-mobilizációs-immobilizációs folyamatokkal összefüggően változott.

A Nitrosol-28 oldatműtrágyából a kísérlet beállítását követő első napon az adott nitrogénnek 42,0–44,2%-át, a karbamid és a Paramid kezelésben 83,1–85,1%-ot, míg a Gold-N esetében 21,6%-át határoztuk meg ásványi N-formában.

Az adott nitrogénmennyiség százalékában kifejezett maximális nitrogéntöbbletet — a Nitrosol-28 kezelésben 94,6%-ot, a karbamid és a Paramid esetében 83,1–85,1%-ot — a második napon mértük, míg a Gold-N kezelésben a 60,1% maximális értéket az utolsó mintavételkor, a 22. napon kaptuk.

A mintavételek átlagában az adott viszonyok között a Nitrosol-28 oldatműtrágyának 83,6%-a, a karbamidnak szignifikánsan kisebb 77,2%-a, míg a Paramidnak igazoltan kisebb 71,6%-a maradt a növény részére felvehető formában. A Gold-N kezelésben a mintavételek átlagában az adott nitrogénmennyiségnek mindössze 47,4%-át mutattuk ki ásványi N-formában.

Ezek az eredmények a maximális hatékonyság érdekében a növény igényéhez és a környezeti viszonyokhoz igazodó nitrogénműtrágyázás lehetőségére hívják fel a figyelmet.

### Irodalom

- [1] BEAUCHAMP, E. G.: Slow release N fertilizers applied in fall for corn. *Can. J. Soil Sci.* **57**. 487–496. 1977.
- [2] BREMNER, J. M. & KEENEY, D. R.: Determination and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: 3. Exchangeable ammonium, nitrate and nitrite by extraction-distillation methods. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **30**. 577–587. 1966.
- [3] COX, D. & ADDISCOTT, T. M.: Sulphur-coated urea as fertiliser for potatoes. *J. Sci. Fd. Agric.* **27**. 1015–1020. 1976.
- [4] CSÁSZÁR, É., BARANYI, A. & NAGY, L.: A lassan ható karbamid műtrágya (Paramid) nagyüzemi felhasználásának lehetőségei. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. 65–68. NEVIKI. Veszprém. 1981.
- [5] DALAL, R. C. & PRASAD, M.: Comparison of sulphur-coated urea and ammonium sulphate amended with N-serve as sources of nitrogen for sugarcane. *J. Agric. Sci. Cambridge.* **85**. 427–433. 1975.
- [6] DAVIES, L. H.: Two grass field trials with a sulphur-coated urea to examine its potential as a slow release nitrogen fertiliser in the U. K. *J. Sci. Fd. Agric.* **24**. 63–67. 1973.
- [7] DAVIES, L. H.: Slow-release fertilizers, particularly sulphur-coated urea. The Fertilizer Society. London. Proc. No. 153. 1976.
- [8] HASHIMOTO, I. & MULLINS, R. C.: Dissolution of sulfur-coated urea in soil. I. Wax-sealed sulfur-coated urea. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* **43**. 1165–1168. 1979.
- [9] KOVÁCS, K.: A nyomás nélküli folyékony műtrágyák alkalmazásának hazai kísérleti tapasztalatai és elterjesztésének egyes kérdései. *Tudomány és Mezőgazdaság.* **16**. (2) 64–69. 1978.
- [10] LATKOVICS, GY.-NÉ, TISCHLER, M. & PINKÓCZY, K.: Nitrosol-28 folyékony nitrogénműtrágya alkalmazása. I. A <sup>15</sup>Nitrosol-28 transzformációjának tanulmányozása modellkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **29**. 385–396. 1980.
- [11] LIEGEL, E. A. & WALSH, L. M.: Evaluation of sulfur-coated urea (SCU) applied to irrigated potatoes and corn. *Agronomy J.* **68**. 457–463. 1976.
- [12] NAIR, K. P. P. & SHARMA, P. B.: Mineralization and field effectiveness of ordinary and coated urea, urea-aldehyde condensation product and urea treated with nitrification inhibitor. *J. Agric. Sci. Cambridge.* **93**. 623–627. 1979.
- [13] POSTIGLIONE, L. & BORRELLI, A.: Three-year research on the use of fluid fertilizers on southern Italy. *Agrochimica.* **22**. 32–41. 1978.
- [14] SANDRE, D. H. & MOLINE, W. J.: Sulfur-coated urea and urea compared as nitrogen sources for irrigated corn. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* **44**. 777–782. 1980.

Érkezett: 1981. október 7.

## Investigation of the Transformation of N Fertilizers in a Model Experiment

I. LATKOVICS

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

### Summary

The transformation of various N fertilizers [Nitrosol-28 liquid fertilizer, urea in liquid form, Paramid (slow release urea) and Gold-N (sulphur-coated urea)] in a meadow chernozem soil was studied in a model pot experiment. The soil used was taken from the upper ploughed layer of a cultivated field, and some of its characteristics were: pH (H<sub>2</sub>O): 5.1; CaCO<sub>3</sub> content: 25%; humus: 2.07%; saturation percentage: 46; total N content: 160.26 mg/100 g soil; fixed NH<sub>4</sub>-N content: 17.47 mg/100 g soil.

The closed pots were placed in a thermostat and composted at 30 °C. The soil moisture content was maintained at 60% of field capacity. During the composting process samples were taken to determine the  $\text{NO}_3\text{-N}$  and exchangeable  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents of the soils.

The N fertilizers increased significantly the exchangeable  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents of the soils. It was found that the maximum values of the exchangeable  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents occurred on the 2nd day of composting, except in the sample treated with Gold-N, where it occurred on the 4th day. During composting the  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents of all samples decreased significantly, due to nitrification.

In the sample treated with Nitrosol-28 a considerable quantity of  $\text{NO}_3\text{-N}$  was measured already on the 1st day, due to the  $\text{NO}_3$  component, while in the other treatments the  $\text{NO}_3\text{-N}$  contents of the soils were increased by the continuous nitrification of ammonium forming in the course of the hydrolysis of urea during composting.

On the 22nd day, at the time of the last sampling, the mineral N contents of all samples consisted mainly of  $\text{NO}_3\text{-N}$ .

During composting a proven difference in the mineral N contents could be observed, as they changed due, in part, to the transformation of urea and, in part, to the mobilization — immobilization processes of N taking place in the soils.

On the first day after the setting up of the experiment 76.2% of the N content of the applied Nitrosol-28 was found in the form of mineral N, while the corresponding values for urea, Paramid and Gold-N were 44.2%, 42.0% and 21.6%, respectively.

The maximum N surpluses — expressed in the percentage of applied N — were measured in the samples on the 2nd day (Nitrosol-28: 94.6%; urea: 85.1%; Paramid: 83.1%), except in the sample treated with Gold-N. In that case the maximum value (60.1%) was measured on the 22nd day.

Under the given conditions, on the average of sampling, 83.8% of Nitrosol-28, 77.2% of urea, 71.6% of Paramid and only 47.4% of Gold-N were determined in the form of mineral N.

These data clearly indicate that, given the wide choice of N fertilizers, it is possible to take into consideration the plants' requirements and the local environmental conditions, and thus the effectiveness of N fertilizing may be increased.

*Table 1.* Changes in the exchangeable  $\text{NH}_4\text{-N}$  content of the soil. (1) Treatment. (2) Sampling time, days. (3) Mean value. (4) Table of variance. (5) Level of significance: 5%. a) treatment; b) sampling; c) interaction; d) error; e) total. (Nitrosol-28 and Paramid are made in Hungary, Gold-N is made in England.) \*\*\* significant at the 0.1% level.

*Table 2.* Changes in the  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of the soil. For legends, see Table 1.

*Table 3.* N surplus in the percentage of applied N, as affected by treatments. (1) Treatment. (2) Sampling time, days. (3) Mean value. (4) Level of significance: 5%. a) treatment; b) sampling; c) between any two data.

*Figure 1.* Transformation of various N fertilizers. 1. Control; 2. Nitrosol-28; 3. Urea; 4. Paramid; 5. Gold-N.

## Zum Problem der Transformationsvorgänge von Stickstoffdüngern anhand der Ergebnisse eines Modellversuches

I. LATKOVICS

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

### Zusammenfassung

Es wurde die Transformation verschiedener Stickstoffdünger in einem in Gefäßen durchgeführten Modellversuch untersucht. Zum Versuch wurde die Durchschnittsprobe der Ackerkrume eines Wiesen-Tschernosembodens ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 8,1$ ;  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt = 25%; Humusgehalt = 2,07%; Bindigkeitszahl nach Arany = 46; Gesamter N-Gehalt: 160,26 mg N/100 g Boden; Gebundenes  $\text{NH}_4\text{-N}$ : 17,47 mg N/100 g Boden) verwendet.

Die geprüften N-Dünger waren die folgenden: N-Flüssigdünger »Nitrosol-28«, Harnstoff, langsam wirkender Harnstoff »Paramid« und Harnstoff überzogen mit Schwefel »Gold-N«.

Die Proben der einzelnen Varianten wurden in einem Thermostat bei 30 °C inkubiert. Der Feuchtigkeitsgehalt der Bodenproben wurde bei 60% der  $\text{WK}_{\text{max}}$  gehalten

Um die Umwandlungsvorgänge der N-Dünger verfolgen zu können, wurden während der Inkubation systematisch Proben genommen und ihr Gehalt an  $\text{NO}_3\text{-N}$ , sowie an austauschbarem  $\text{NH}_4\text{-N}$  bestimmt.

Die N-Düngergaben steigerten gesichert den austauschbaren  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt der Bodenproben. Der maximale Wert des austauschbaren  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehaltes wurde in den Varianten mit »Gold-N« am vierten, in den übrigen Varianten am zweiten Tag der Inkubationsperiode bestimmt. Danach nahm der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt sämtlicher Böden im Laufe der Inkubation bedeutend ab.

Im Falle der Varianten mit »Nitrosol-28« war schon am ersten Tag der Inkubation der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt bedeutend, in den übrigen Varianten hat der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt der Bodenproben während der Inkubation laufend zugenommen. Dies war eine Folge der kontinuierlichen Nitrifikation des sich im Laufe der Hydrolyse des Harnstoffes bildenden  $\text{NH}_4\text{-N}$ .

Der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Anteil des mineralischen Bodenstickstoffes ergab sich bei der letzten Probenahme — am 22. Tag der Inkubation — als überwiegend.

Während der Inkubation zeigte sich ein gesicherter Unterschied im mineralischen N-Gehalt der Bodenproben, der teils durch die Umwandlungsprozesse der Harnstoffarten, teils durch die im Boden verlaufenden N-Mobilisations-, sowie Immobilisationsvorgänge zu erklären ist.

Am ersten Tag nach Versuchsbeginn wurden aus dem Flüssigdünger »Nitrosol-28« 76,2%, aus dem Harnstoff und »Paramid« 44,2–42,0% und aus dem »Gold-N« 21,6% des gegebenen Stickstoffes in mineralischer Form vorgefunden.

Die während der Inkubation entstandenen Höchstwerte des mineralischen Stickstoffzuwachses — angegeben in %-en der N-Gaben — waren die folgenden: für »Nitrosol-28« 94,6%, für Harnstoff und »Paramid« 85,1–83,1%, für »Gold-N« 60,1%. Diese Werte wurden im Falle von »Nitrosol-28«, Harnstoff und »Paramid« am 2. Tag, im Falle von »Gold-N« am 22. Tag der Inkubationsperiode erhalten.

Im Durchschnitt aller Probenahmen blieben unter den gegebenen Verhältnissen für die Pflanzen in aufnehmbarer Form folgende Mengen übrig: im Falle des Flüssigdüngers »Nitrosol-28« 83,8%, im Falle von Harnstoff 77,2%, im Falle von »Paramid« 71,6% die (letzteren zwei Werte bedeuten statistisch gesichert geringere Mengen).

Im Falle von »Gold-N« wurden im Durchschnitt der Probenahmen insgesamt 47,4% der gegebenen N-Menge in mineralischer Form nachgewiesen.

Diese Ergebnisse weisen auf die sich dem Pflanzenbedarf und den Umweltbedingungen anpassenden Möglichkeiten der N-Düngung im Interesse der maximalen Wirksamkeit hin.

*Tab. 1.* Änderung des austauschbaren  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehaltes in den Bodenproben infolge der Behandlungen, mg N/100 g Boden. (1) Bezeichnung und N-Gehalt der Varianten. (2) Zeitpunkt der Probenahme, Tag. (3) Mittelwert. (4) Varianztabelle: a) Variante; b) Probenahme; c) Wechselwirkung; d) Fehler; e) Insgesamt. Die in den Varianten 2. und 4. verwendeten N-Dünger sind ein Produkt der Stickstoffwerke Pét (Ungarn), der in der Variante 5. verwendete N-Dünger ist ein Produkt der ICI (England). (5)  $\text{GD}_5\%$ .

*Tab. 2.* Änderung des  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehaltes in den Bodenproben infolge der Behandlungen, mg N/100 g Boden. Bezeichnungen: s. Tab. 1.

*Tab. 3.* Der infolge der Behandlungen entstandene N-Zuwachs in %-en der gegebenen N-Menge. Bezeichnungen: s. Tab. 1.  $\text{SzD}_5\% = \text{GD}_5\%$ . a) zwischen den Behandlungen; b) zwischen den Probenahmen; c) zwischen zwei beliebigen Angaben.

*Abb. 1.* Transformation verschiedener N-Dünger. Behandlungen (Varianten): 1. Unbehandelt (Kontrolle); 2. »Nitrosol-28«; 3. Harnstoff; 4. »Paramid«; 5. »Gold-N«. Abszisse: Zeitpunkt der Probenahme, Tag.

## Изучение в модельных опытах процессов превращения азотных минеральных удобрений

И. ЛАТКОВИЧ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт

### Резюме

В модельных опытах с вегетационными сосудами, в которые поместили луговой чернозем, изучили трансформацию различных азотных минеральных удобрений. Для опыта использовали верхний слой почвы (средние образцы с содержанием гумуса 2,07%,  $\text{CaCO}_3$ —

25%,  $pH_{H_2O} = 8,1$ ,  $K_A$  — число связности по Арань — 45). Общий азот: 160, 26 мг/100 г почвы; связанный  $NH_4-N$ : 17, 47 мг/100 г почвы.

В опытах использовали жидкое азотное минеральное удобрение Нитросол-28, мочевины, медленно действующую мочевины «Пирамид» и обработанную серой мочевины «Гольд-N».

После заложения опытов, закрытые сосуды поместили в термостат и инкубировали почву при температуре 30°C. Влажность почвы была 60% от ее общей влагоемкости.

Для прослеживания превращения почвы была 60% от ее общей влагоемкости. Для прослеживания превращения азотных минеральных удобрений в ходе инкубации систематически брали образцы для определения содержания в почве нитратного и обменного аммиачного азота.

Под влиянием внесения в почву азотных минеральных удобрений достоверно возросло содержание обменного аммиачного азота. На вариантах с внесением Гольд-N максимальное содержание обменного аммиачного азота получили на четвертый день, на остальных вариантах — на второй день инкубации. В ходе инкубации под влиянием процесса нитрификации содержание аммиачного азота значительно снизилось во всех вариантах.

На вариантах, обработанных Нитросол-28, под действием компонентов  $NO_3$  уже в первые дни взятия образцов измерили значительное содержание  $NO_3-N$ , в остальных вариантах содержание в почве  $NO_3-N$  увеличивалось за счет постоянного процесса нитрификации аммония, образовавшегося при инкубации в процессе гидролиза мочевины.

При последнем взятии образцов, на 22 день инкубации, во всех вариантах основную часть минерального азота составлял нитратный азот.

В ходе инкубации обнаружили значительные различия в содержании минерального азота почвы, что связано частично с трансформацией мочевины, частично с мобилизацией-иммобилизацией азота в почве.

На следующий день после заложения опыта 76,2% от внесенного Нитросол-28 оставалось в форме минерального азота, на вариантах с внесением мочевины и Пирамида — 44,2 — 42,0%, на варианте с внесением Гольд-N — 21,6%-ов.

Выражая максимальную прибавку азота в процентах от количества внесенного азота, при внесении Нитросол-28 на второй день получили 94,6%-ов, на вариантах с мочевиной и Пирамидом — 85,1 — 83,1%, в то время как на вариантах с обработкой Гольд-N максимальную величину 60,1% получили только при взятии последних образцов, т. е. на 22 день.

В среднем по взятым образцам, в данных условиях опыта, 83,8% жидкого азотного минерального удобрения Нитросол-28, 77,2% мочевины, 71,6% Пирамида оставались в доступной для растения форме. На варианте с обработкой Гольд-N, в среднем по взятым образцам, в минеральной форме оказалось всего 47,4% от внесенного азота.

Полученные результаты обращают наше внимание на возможность внесения азотных минеральных удобрений в соответствии с потребностью растений и окружающими условиями для достижения максимальной эффективности.

*Табл. 1.* Изменение содержания в почве обменного аммонийного азота под влиянием отдельных обработок, мг азота на 100 г почвы. (1) Название обработки и содержание азота. (2) Время взятия образцов день и среднее. (3) Вариационная таблица: а) Обработка. б) Взятие образцов. в) Взаимодействие. г) Ошибка. д) Всего. Во 2. и 4. вариантах азотное удобрение получили из Петского Комбината по производству азотных удобрений, в 5. варианте использовали продукт ICI, Англия.

*Табл. 2.* Изменение содержания в почве нитратного азота под влиянием отдельных обработок, мг азота на 100 г почвы. Обозначения смотри в таблице 1.

*Табл. 3.* Прибавка азота под действием обработок в процентах от внесенного азота. Обозначения смотри в таблице 1.  $CHP_5\%$ . а) Между вариантами. б) Между взятием образцов. в) Между двумя любыми показателями.

*Рис. 1.* Трансформация различных азотных минеральных удобрений. Обработки: 1. Контроль. 2. Нитросол-28. 3. Мочевина. 4. Пирамид. 5. Гольд-N. По горизонтальной оси — время взятия образцов, день.