

Nitrosol-28 folyékony nitrogénműtrágya alkalmazása. II.

A ¹⁵Nitrosol-28 transzlokációjának vizsgálata talajoszlopon

LATKOVICS GYÖRGYNÉ és TOLNER LÁSZLÓ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A ¹⁵Nitrosol-28 folyékony műtrágyával beállított modellkísérletünkben a műtrágya jelentősen növelte a talaj ásványi N, és pedig a NO₃-N és a kicserélhető NH₄-N tartalmát. Az adatok azt is igazolták, hogy a ¹⁵Nitrosol-28 folyékony műtrágyából réti csernozjom talajon közel 8%-a kötődött meg nem kicserélhető NH₄-N formában és a nitrogénvesztés az érlelés folyamán jelentéktelen volt (LATKOVICS, TISCHLER és PINKÓCZY [3]).

Kísérleteinket tovább folytattuk, tanulmányoztuk a talajba beinjektált ¹⁵Nitrosol-28 hatását a talaj nitrogén-frakcióira és annak eloszlására a talajoszlopban, melynek eredményeiről e közleményben számolunk be.

Kísérleti anyag és módszer

A beinjektált ¹⁵Nitrosol-28 folyékony műtrágya átalakulási folyamatainak és transzlokációjának tanulmányozására talajoszlop-modellkísérletet alkalmaztunk. Az oszlopokat hat db 4,6 cm-es átmérőjű öt cm-es talajrétegekből gumigyűrűkkel összefogott PVC hengerekből úgy állítottuk össze, hogy az 5 cm-es gyűrűkbe külön-külön 100–100 g 2 mm-es szemcse méretű légszáraz talajt mértünk és azt a teljes vízkapacitás 60%-ának megfelelően nedvesítettük. Az oszlop alját és tetejét lezártuk és egy napig állni hagytuk. A beállítást követő második napon az oszlop közepébe, a talaj felszínétől 2,5–3 cm-re 12,5 ml – 29,915 mg N/oszlop – ¹⁵Nitrosol-28 folyékony műtrágyát, a kontroll talajoszlopokba azonos térfogatban desztillált vizet injektáltunk be. A kísérletet 15 ismétlésbe állítottuk be, így az érlelés alatt több alkalommal vehettünk mintát. A lezárt oszlopokat szobahőmérsékleten – 23 °C-on – tartottuk. A kísérlethez felhasznált talajminta vizsgálati adatait korábbi közleményünkben ismertettük [3].

A kísérlet beállítása után meghatározott napokon az oszlopok egy részét szétszedtük, az 5 cm-es talajrétegekből vett mintákban meghatároztuk a talaj ásványi N-tartalmát – a NO₃-N és kicserélhető NH₄-N-t BREMNER és KEENEY [1] szerint. Az utolsó mintavételnél BREMNER és SHOW [2] eljárással az összes N-mennyiséget, és SILVA és BREMNER [4] módszerével a kötött NH₄-N tartalmat is meghatároztuk. A talaj nitrogénfrakcióinak meghatározásával

egyidőben megmértük az oldatok ^{15}N relatív gyakoriságát és ennek alapján számítottuk ki a $^{15}\text{Nitrosol-28}$ trágyából származó nitrogénmennyiségeket. Vizsgáltuk a talajba injektált N-trágya eloszlását is.

Az eredmények értékelése

A beinjektált $^{15}\text{Nitrosol-28}$ hatása a talaj ásványi N-tartalmára és eloszlására

Az 1. táblázatban az injektált talajoszlopban mért ásványi N-tartalmakat mutatjuk be. A $^{15}\text{Nitrosol-28}$ műtrágya hatására a talaj ásványi nitrogéntar-

1. táblázat

A beinjektált $^{15}\text{Nitrosol-28}$ folyékony műtrágya hatása a talaj ásványi N-tartalmára és eloszlására az idő függvényében (mg N/100 g talaj)

(1) Mélység cm	(2) Mintavétel, nap				
	1.	2.	4.	8.	Átlag
0—5	21,51	21,01	21,19	20,77	21,12
5—10	11,33	15,12	13,69	14,14	13,57
10—15	6,52	5,49	6,75	5,57	6,08
15—20	5,05	4,87	4,33	4,09	4,58
20—25	5,57	4,48	4,55	4,31	4,73
25—30	6,51	5,39	5,55	5,19	5,66
A) Átlag	9,41	9,39	9,34	9,01	9,29

(3)
Variancia táblázat

(4) Tényező	SQ	FG	MQ	F érték	SzD _s %
a) Mélység	1797,42	5	359,48	795,25***	0,69
b) Idő	1,27	3	0,42	0,94	0,56
c) Kölesönhatás	22,59	15	1,51	3,33	1,38
d) Hiba	10,85	24	0,45		
e) Összesen	1832,13	47	33,98	CV = 7,22	

talma jelentősen megnőtt. A N-műtrágya az injektálás helyétől 10–12 cm-ig növelte a talaj ásványi nitrogéntartalmát. Az adatokból az is kitűnik, hogy a $^{15}\text{Nitrosol-28}$ hatása az injektálás és az első mintavétel közötti időben esetünkben az injektálás utáni első napon már megmutatkozott és ez a hatás a további mintavételeknél sem az ásványi nitrogénmennyiségekben, sem annak eloszlásában megbízható változást nem eredményezett. Így az első és a nyolcadik napon vett minták vizsgálati adatainak átlagában mutatjuk be a kezeléshatást (2. táblázat). A $^{15}\text{Nitrosol-28}$ a kontrollhoz viszonyítva megbízhatóan növelte a talaj ásványi N-tartalmát. A N-hatás 0,1%-os szinten szignifikáns. A kezelt oszlopok ásványi N-tartalmának mélységben történő eloszlása szintén igazoltan változott, a mélység növekedésével — 15 cm-ig szignifikánsan csökkent az ásványi N-mennyiség. Az alsóbb talajrétegekben további csökkenés

2. táblázat

A beinjektált ^{15}N Nitrosol-28 folyékony műtrágya hatása a talaj ásványi N-tartalmára és annak eloszlására (mg N/100 g talaj)

(1) Mélység cm	(2) Kezeletlen	(3) ^{15}N Nitrosol-28	(4) Átlag
0—5	3,39	21,14	12,27
5—10	4,02	12,74	8,38
10—15	4,51	6,05	5,28
15—20	4,78	4,57	4,67
20—25	4,86	4,97	4,90
25—30	5,64	5,85	5,75
A) Átlag	4,53	9,21	6,87

 (5)
Variancia táblázat

(6) Tényező	SQ	FG	MQ	F érték	SzD _s %
a) Mélység	175,60	5	35,12	37,70***	1,49
b) Kezelés	131,51	1	131,51	141,18***	0,86
c) Kölcsönhatás	261,96	5	52,39	56,24***	2,10
d) Hiba	11,17	12	0,93		
c) Összesen	580,24	23	25,22	CV = 14,05	

mutatható ki a talaj ásványi N-tartalmában, míg az utolsó 25–30 cm-es rétegben a talaj ásványi N-tartalma mind a kontroll, mind a kezelt oszlopokban ismét növekedett, bár e változás nem szignifikáns. A kezelés és a mélység kölcsönhatása szignifikáns, éspedig a trágyázott oszlopokban a talajrétegek ásványi N-tartalma csökkent, míg a kontrollnál növekedett, bár a felső 5 cm-es talajréteg N-tartalmához viszonyítva csak az utolsó 25–30 cm-es talajréteg ásványi N-tartalma nőtt szignifikánsan.

3. táblázat

A talajokban mért ^{15}N atom%

(1) Mélység, cm	(2) Mintavétel, nap				
	1.	2.	4.	8.	Átlag
0—5	4,344	4,377	4,368	4,113	4,300
5—10	3,702	3,986	3,935	3,888	3,877
10—15	1,453	1,361	2,308	1,664	1,696
Átlag	3,166	3,241	3,537	3,222	3,291

Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a teljes vízkapacitás 60%-ának megfelelő nedvességű talajoszlopokban a kontrollnál a beadott 12,5 ml desztillált víz hatása a talaj eredeti ásványi nitrogéntartalma eloszlásának tendenciájában, míg a kezelt talajon a beinjektált oldat hatása a trágya N-eloszlásában mutatkozott meg.

1. táblázat

A beinjektált ¹⁵Nitrosol-28 folyékony műtrágyából származó ásványi N az 1—8. mintavételi napokon

(1) Mélység, cm	(2) Trágyából származó nitrogén								(3) A beadott nitrogén %-ában			
	%				mg/100 g talaj				1.	2.	4.	8.
	1.	2.	4.	8.	1.	2.	4.	8.				
0—5	83,9	84,6	84,4	79,0	18,03	17,78	17,90	16,43	60,2	59,4	59,8	54,9
5—10	70,4	76,4	75,3	74,3	7,99	11,63	10,33	10,53	26,7	38,8	34,5	35,2
10—15	22,9	21,0	40,9	27,4	1,50	1,17	3,09	1,54	5,0	3,9	10,3	5,1
Összesen					27,52	30,58	31,32	28,50	91,9	102,1	104,6	95,2

A talaj ásványi N-tartalmának a ¹⁵Nitrosol-28 trágyából származó mennyisége

A 3. táblázat adataiból jól megfigyelhetjük a trágya nitrogéneloszlását a ¹⁵N atom % alapján is. A trágya nitrogén zöme a 0—10 cm-es talajrétegben maradt. A ¹⁵N atom % értékei az idő függvényében lényegében nem változtak.

A felső 5 cm-es talajréteg ásványi N-tartalmának 79—84%-a a beadott N-trágyából származott (4. táblázat). Ugyancsak magas az 5—10 cm-es talajréteg ásványi nitrogéntartalmának trágyából származó része is — 70—76%. A 10—15 cm-es talajrétegben meghatározott ásványi nitrogénnek 21—40%-a trágya eredetű. A táblázatban található a trágyából származó nitrogén mg értékei is. Kísérletünkben egy-egy talajréteg talajának mennyisége 100 g volt,

5.

A beinjektált ¹⁵Nitrosol-28 trágyából származó ásványi N mennyiség

(1) Mélység, cm	(2) Különbség módszerrel számolva				
	1.	2.	4.	8.	Átlag
0—5	17,94	17,44	17,62	17,20	17,55
5—10	7,14	10,93	9,51	9,95	9,38
10—15	1,82	0,79	2,05	0,87	1,38
A) Átlag	8,96	9,72	9,73	9,34	9,44

(4)
Variansia táblázat

(5) Tényező	sq	FG	MQ	F	SzD ₅ %
a) Mélység	1045,43	2	522,71	677,51***	0,96
b) Idő	2,38	3	0,79	1,03	1,10
c) Kölcsönhatás	16,27	6	2,71	3,51*	1,91
d) Hiba	9,26	12	0,77		
e) Összesen	1073,34	23	46,67	CV = 9,3%	

így a három talajréteg 100-100 g talajára vonatkozó értékeket összeadva 27,52-31,32 mg a trágyából származó ásványi nitrogénmennyiség.

A felső 5 cm-es talajrétegben a beadott nitrogénnek 54-60%-a maradt ásványi N-formában, az 5-10 cm-nél 26-38%-a, míg a 10-15 cm-es talajrétegben a beinjektált nitrogénnek 3-10%-át mutattuk ki ásványi nitrogénben. Összesítve az eredményeket megállapítható, hogy a 0-15 cm-es talajrétegben a beinjektált ¹⁵Nitrosol-28 hatóanyaga 91-104%-ban mutatható ki ásványi N-formában.

Az 5. táblázatban a különbség módszerével és az izotópindikációval számított trágyából származó N-mennyiségeket mutatjuk be. Az adatok világosan mutatják, hogy a bevitt ¹⁵Nitrosol-28 hatóanyaga többnyire a 0-15 cm-es talajréteg ásványi nitrogéntartalmában található. Az is megállapítható, hogy a két módszerrel meghatározott értékek közel azonosak.

A beöntözés hatása a ¹⁵Nitrosol-28-ból származó ásványi N-eloszlására

Az oszlopmodell-kísérletből a 8. napi mintavétel után 5 oszlopot jól lezárva 2 hónapig szobahőmérsékleten 23 °C-on tartottuk, majd valamennyi oszlopra 95 mm csapadéknak megfelelő vízmennyiséget 1 napig lassan adagoltunk, és az oszlopokat egy napig állni hagytuk. Ezt követően az első, az 5. és a 18. napon mintát vettünk, meghatároztuk az egyes talajrétegek talajának ásványi nitrogéntartalmát, annak ¹⁵N relatív gyakoriságát, és számításokat végeztünk a trágyából származó N-mennyiségekre is. A beöntözés után az oszlopon átfolyt vizet edénybe felfogtuk, valamennyi mintavételnél meghatároztuk a lefolyt víz mennyiségét és N-koncentrációját. Az utolsó mintavétel idejére a felfogott víz elpárolgott, így az edényt desztillált vízzel öblítettük és annak határoztuk meg a N-tartalmát.

táblázat

a mintavételi napokon (mg/100 g talaj)

(1) Mélység, cm	(3) Izotópindikációval számolva				
	1.	2.	4.	8.	Átlag
0-5	18,03	17,78	17,90	16,43	17,53
5-10	7,99	11,63	10,33	10,53	10,12
10-15	1,50	1,17	3,09	1,54	1,82
A) Átlag	9,17	10,19	10,44	9,50	9,82

(4)
Variancia táblázat

(5) Tényező	SQ	FG	MQ	F	SzD,%
a) Mélység	988,10	2	494,05	368,38***	1,26
b) Idő	6,26	3	2,09	1,56	1,46
c) Kölesönhatás	15,51	6	2,58	1,93	2,52
d) Hiba	16,10	12	1,34		
e) Összesen	1025,97	23	44,61	CV = 11,79%	

6. táblázat

A beinjektált ¹⁵Nitrosol-28 hatása a talaj ásványi N-tartalmára és eloszlására a beöntözés után

(1) Vizsgálat ideje, nap és mintavétel mélysége, cm	(2) Ásványi N mg/100 g talaj	¹⁵ N, %	(3) Trágyából származó N	
			%	mg
1. nap				
0—5	5,96	2,810	51,7	3,08
5—10	6,69	2,997	55,6	3,72
10—15	5,86	3,036	56,5	3,31
15—20	6,41	2,576	46,8	3,00
20—25	6,43	2,378	42,6	2,74
25—30	7,13	1,560	25,3	1,80
a) Oszlop alatt	0,32	1,416	22,3	0,07
b) Összesen				17,72
c) A beadott N %-ában				59,2%
5. nap				
0—5	6,40	2,626	47,8	3,06
5—10	4,03	2,993	55,6	2,24
10—15	5,34	3,112	58,1	3,10
15—20	5,82	2,693	49,3	2,96
20—25	6,32	2,408	43,3	2,73
25—30	6,99	1,738	29,1	2,03
a) Oszlop alatt	5,60	1,543	25,0	1,40
b) Összesen				17,42
c) A beadott N %-ában				58,2%
18. nap				
0—5	11,53	2,775	51,0	5,93
5—10	5,86	2,584	46,9	2,76
10—15	6,32	2,533	45,9	2,90
15—20	6,94	2,301	41,0	2,83
20—25	6,68	2,090	36,5	2,41
25—30	13,33	1,621	26,7	3,64
a) Oszlop alatt	2,44	1,398	22,2	0,56
b) Összesen				21,03
c) A beadott N %-ában				70,3%

A talajoszlopban ásványi formában meghatározott trágyanitrogén 17 mg volt, ez a beadott nitrogén 58—59%-a. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a talajba adott ¹⁵Nitrosol-28 nitrogénje hosszabb ideig tartó érlelés alatt immobilizálódott és csak közel 60%-a maradt ásványi nitrogénformában (6. táblázat).

Az eltelt hosszabb idő és a beöntözés hatására a ¹⁵Nitrosol-28 hatóanyaga ásványi formában valamennyi rétegben megjelent. Az első és az 5. napi mintavétel eredményei közel azonosak. A 0—15 cm-es talajrétegben az ásványi nitrogénnek több mint 50%-a származott a beadott folyékony nitrogéntrágyából. A 15—25 cm-es talajrétegben ez az érték 40—49% között volt, míg az alsó rétegben mért ásványi nitrogénnek mindössze 25—29%-a származott a jelzett nitrogén trágyából.

Az utolsó mintavételnél a 18. napon a minták ásványi nitrogéntartalma, illetve annak a trágyából származó N-mennyisége az oszlopra számítva növekedett, elérte a 21 mg-ot. A trágya nitrogén eloszlása is eltérő a korábban vett

mintákhoz viszonyítva. Az utolsó mintavételnél a felső és az alsó talajrétegében megnőtt az ásványi N-mennyiség — a trágyából származó nitrogén is, míg a közbeeső rétegekben közel azonos értékeket mértünk. Ez feltehetően azal magyarázható, hogy az oszlop alja és teteje a levegővel érintkezve a nitrogén mobilizációra kedvező feltételt biztosított, és ez a NO₃-N mennyiség növekedését eredményezte. A beadott nitrogén százalékában kifejezett értékekből kitűnik, hogy a beöntözés utáni 18. napon a beadott ¹⁵Nitrosol-28 hatóanyagának 70%-át ásványi N-formában mutattuk ki.

A ¹⁵Nitrosol-28 hatása a talaj kötött NH₄-N és az összes N mennyiségére

Az utolsó mintavétel során a beöntözés utáni 18. napon meghatároztuk az egyes talajrétegek kötött NH₄-N mennyiségét is. A 7. táblázat adataiból

7. táblázat

A beinjektált ¹⁵Nitrosol-28 műtrágyából származó kötött NH₄-N és összes nitrogén mennyisége

(1) Mélység, cm	(2) Kötött NH ₄ -N			(3) Összes N		
	mg/100 g talaj	Trágyából származó		mg/100 g talaj	Trágyából származó	
		%	mg		%	mg
0— 5	19,49	5,85	1,13	193,90	3,99	7,76
5—10	18,49	2,01	0,37	190,51	2,46	4,67
10—15	18,61	0,46	0,08	185,37	1,97	3,65
15—20	18,71	0,72	0,13	183,55	1,14	2,09
20—25	17,80	0,44	0,08	188,70	0,94	1,77
25—30	17,78	0,45	0,07	211,46	3,19	7,18
a) Összesen			1,86			27,12
b) A beadott N %-ában			6,2%			90,6%

kitűnik, hogy a trágya nitrogén fixációja összefüggést mutat a talajoszlop mélységével. A felső talajrétegben a kötött NH₄-N mennyisége felülmúlja az alsóbb talajrétegekben mért fixált NH₄-N mennyiségét. A talajoszlopban a trágya nitrogénből nem kicserélhető NH₄-N formában meghatározott mennyisége 1,86 mg, az összes beadott nitrogénnek 6,2%-a. Ez a korábbi kísérleteinkben mért adatokhoz közelálló érték.

A N-trágyát a talaj összes nitrogéntartalmában is kimutattuk. A trágyahatás a talajoszlopban eltérő. A felső és alsó talajrétegek trágya nitrogén mennyisége felülmúlja a közbeeső talajrétegek talajának összes nitrogéntartalmában meghatározott trágya nitrogént. Ez azzal indokolható, hogy a N-mennyiséget a felső talajrétegbe adtuk és itt volt legnagyobb a N-koncentráció. Az alsó talajréteg viszont hosszabb ideig állt a kilúgzódott vízben, amely a kísérlet végére elpárolgott és így nagyobb N-koncentráció maradt vissza a talajban.

A talajoszlopban összes nitrogén formában 27,12 mg trágya nitrogént határoztunk meg, amely a talajba adott összes nitrogén mennyiség 90,6%-a. A korábbi kísérleti eredményekhez hasonlóan a N-veszteség nem számottevő.

Összefoglalás

A beinjektált ^{15}N Nitrosol-28 folyékony nitrogénműtrágya átalakulási folyamatainak és transzlokációjának tanulmányozására talajoszlop-modellkísérletet alkalmaztunk.

A teljes vízkapacitás 60%-ának megfelelő nedvességű talajoszlopokban a kontrollnál a beadott 12,5 ml desztillált víz hatása a talaj eredeti ásványi nitrogéntartalom eloszlásában mutatkozott meg.

A N-műtrágya az injektálás helyétől 10–12 cm-ig szignifikánsan növelte a talaj ásványi nitrogéntartalmát. A beinjektált oldat a trágya nitrogéneloszlását befolyásolta.

A nyolc napos érlelés alatt sem az ásványi nitrogénmennyiségben, sem annak eloszlásában megbízható változás nem mutatkozott.

A beinjektált nitrogént majdnem teljes egészében ásványi nitrogénformában a felső 0–15 cm-es talajrétegben mutattuk ki. Részletezve a felső 5 cm-es talajrétegben a beinjektált nitrogén 54–60%-a, az 5–10 cm-es talajrétegben 26–38%-a, míg a 10–15 cm-ben 3–10%-a található.

A kéthónapos érlelés alatt a N-trágya részben immobilizálódott, és közel 60%-a maradt ásványi nitrogénformában.

Az eltelt hosszabb idő és a beöntözés a ^{15}N Nitrosol-28 transzlokációjára is hatott, a trágya nitrogén valamennyi talajrétegben megjelent.

Az utolsó mintavételnél az ásványi N-formában található trágyából származó N-mennyisége az előző mintavételéhez viszonyítva több lett, a beinjektált nitrogén 70%-át tette ki.

A felső és alsó talajrétegben nőtt a $\text{NO}_3\text{-N}$ mennyisége, feltehető, hogy az oszlop teteje és alja a levegővel érintkezve kedvező feltételt biztosított a nitrogén mobilizációjára.

A beinjektált N-trágya 6,2%-a kötődött meg nem kicserélhető $\text{NH}_4\text{-N}$ formában, amelynek zöme a felső 5 cm-es talajrétegben maradt.

A korábbi kísérleti eredményekhez hasonlóan a N-veszteség nem számottevő, a beinjektált N-mennyiség 90,6%-át összes nitrogénben visszakaptuk.

Irodalom

- [1] 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.
- [2] BREMNER, J. M. & SHAW, K.: Denitrification in soil. I. Methods of investigation. J. Agric. Sci. **51**. 22–39. 1958.
- [3] LATKOVICS, I., TISCHLER, M. & PINKÓCZY, K.: Nitrosol-28 folyékony nitrogénműtrágya alkalmazása. I. A ^{15}N Nitrosol-28 transzformációjának tanulmányozása modellkísérletben. Agrokémia és Talajtan. **29**. 385–396. 1980.
- [4] SILVA, J. A. & BREMNER, J. M.: Determination and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils. 5. Fixed ammonium. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **30**. 587–594. 1966.

Érkezett: 1980. október 29.

**Use of the Liquid N-fertilizer "Nitrosol-28". II.
Study of the Transformation and Translocation Processes of ¹⁵Nitrosol-28
in the Soil in a Model Trial**

I. LATKOVICS and L. TOLNER

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

Summary

The study, the transformation and translocation processes of ¹⁵Nitrosol-28 in the soil a soil-column experiment was carried out with a meadow chernozem soil.

The columns consisted of 6 rings. Each ring was 5 cm high and 4.6 cm in diameter. They were fastened together with rubber rings. The soil sample was air dried and let through a 2 mm sieve, then 100 g of it were weighed in each of the 5 cm high rings. The moisture content of the soil column was adjusted to 60% of the total water capacity.

On the next day 12.5 ml = 29.915 mg (column) of ¹⁵Nitrosol-28 were injected 2.5—3.0 cm deep in the middle of each column. Into the control columns the same volume of distilled water was given. The columns closed thoroughly were let to stand at 23 °C in the laboratory.

During the incubation, on fixed days, some of the columns were taken to pieces and the gained soil samples were analysed.

The effect of the 12.5 ml distilled water given to the control columns appeared in the distribution of the original mineral N-content of the soil.

The N-fertilizer increased significantly the mineral N-content of the soil up to 10—12 cm from the point of the injection. The injected solution influenced the distribution of the fertilizer-N.

The effect of ¹⁵Nitrosol-28 appeared already on the first day after the injection. During the other days of the 8 days of incubation no further reliable changes could be detected either in the quantity or in the distribution of mineral N.

90—100 per cents of the injected liquid N-fertilizer were in the form of mineral N in the upper 0—115 cm layer present.

After an incubation of two months at room temperature each column got a water quantity equal to 95 mm precipitation. This water quantity was given to the soil in the course of one day. On the following 1st, 5th and 18th day samples were taken.

During the two months the N of the fertilizers partly got fixed and only 60% of the given N-fertilizer remained in mineral N-form.

The watering also affected the translocation of the ¹⁵Nitrosol-28, the fertilizer-N appeared in every segment.

At the last sampling (on the 18th day) the fertilizer-N determined as mineral-N made out 70% of the injected quantity of N.

The quantity of NO₃-N increased in the upper and the lowest soil layers, because these layers are contiguous with the air and this fact assures advantageous conditions for the mobilization of N.

6.2 per cents of the injected N-fertilizer was fixed in the form of not exchangeable NH₄-N, and most of it remained in the upper 5 cm layer.

As in our earlier investigations, the N-losses are insignificant: 90.6 per cents of the given N could be detected in the total N-content of the soil.

Table 1. Effect of the injected ¹⁵Nitrosol-28 fertilizer on the mineral N-content of the soil and on its distribution in function of the time. (1) Depth, cm. A) Mean. (a) Sampling in days and average. (3) Table of variance. (4) Factors: a) Depth; b) Time; c) Interactions; d) Error; e) Total.

Table 2. Effect of the injected ¹⁵Nitrosol-28 fertilizer on the mineral N-content of the soil and on its distribution (mean values of the 1st and 8th day of sampling) mg N/100 g soil. (1) Depth, cm. (2) Untreated control. (3) ¹⁵Nitrosol-28. (4) Mean. (5) Table of variance. (6) Factors: a) Depth; b) Variants; c) Interaction; d) Error; e) Total.

Table 3. ¹⁵N-atoms in the soil, %. (1) Depth, cm. (6) Sampling, in days and mean.

Table 4. Nitrogen originating from the injected liquid fertilizer ¹⁵Nitrosol-28 on the 1st and 8th day of sampling. (1) Depth, cm. (2) Fertilizer-N in per cents and in mg/100 g soil. (3) In per cents of given N.

Table 5. Mineral N originating from the injected liquid fertilizer ¹⁵Nitrosol-28 on the 1st and 8th day of sampling, mg/100 g soil. (1) Depth, cm. (2) Calculated by the difference

method. (3) Calculated by isotope indication. (4) Tables of variance. (5) Factors: a) Depth; b) Time; c) Interactions; d) Error; e) Total.

Table 6. Effect of ^{15}N Nitrosol-28 on the mineral N-content of the soil and of its distribution after the watering. (1) Day of sampling and depth, cm. a) Under the column; b) Total; c) In per cents of the given N. (2) Mineral N mg/100 g soil. (3) Fertilizer-N, % and mg.

Table 7. Quantity of fixed $\text{NH}_4\text{-N}$ and total N originating from the injected ^{15}N Nitrosol-28. (1) Depth, cm. a) Total; b) In per cents of the given N. (2) Fixed $\text{NH}_4\text{-N}$, mg/100 g soil, as well as in per cents of the given N and in mg. (3) Total N mg/100 g soil, as well as in per cents of given N and mg.

Anwendung des Flüssigen N-Düngemittels »Nitrosol-28« II. Untersuchung der Umwandlungsvorgänge und der Translokation des injizierten ^{15}N Nitrosol-28 in einem Bodensäulen-Modellversuch

I. LATKOVICS und L. TOLNER

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

Zusammenfassung

Zur Untersuchung der Umwandlungsprozesse und der Translokation von injiziertem ^{15}N Nitrosol-28 wurde ein Bodensäulen-Modellversuch mit einem Wiesentschernozemboden durchgeführt.

Die Säulen wurden aus je 6 Stück 5 cm hohen Ringen mit 4,6 cm Durchmesser zusammengestellt und mit Gummiringen befestigt. In die 5 cm hohen Ringe wurden je 100 g, vom auf 2 mm durchgeseibten lufttrockenen Boden eingewogen. Dann wurde die Bodenprobe bis zu 60% der gesamten Wasserkapazität entsprechend befeuchtet.

Tags darauf wurde in die Mitte der Säulen, 2,5—3,0 cm tief, 12,5 ml (= 29,915 mg N/Säule) ^{15}N Nitrosol-28 injiziert. Die Kontrollsäulen erhielten das gleiche Volumen von destilliertem Wasser. Die abgeschlossenen Säulen wurden dann bei 23 °C aufbewahrt.

Während der Inkubation wurde an bestimmten Tagen ein Teil der Säulen entfernt und aus den so gewonnenen Bodenproben wurden die vorgeschriebenen Analysen durchgeführt.

Die Wirkung des in die Kontrollsäulen injizierten 12,5 ml destillierten Wassers zeigte sich in der Verteilung des ursprünglichen mineralischen N-Gehaltes des Bodens.

Die Behandlung mit dem N-Dünger erhöhte den mineralischen N-Gehalt des Bodens bis zu 10—12 cm von der Einspritzstelle gemessen, signifikant. Die injizierte Lösung beeinflusste die N-Verteilung des Düngers.

Die Wirkung von ^{15}N Nitrosol-28 zeigte sich schon am ersten Tag nach der Injektion und während der 8-tägigen Inkubation konnte keine verlässliche Änderung weder in der Menge des mineralischen N, noch in dessen Verteilung nachgewiesen werden.

Der injizierte N-Flüssigdünger war in der oberen 0—15 cm Bodenschichte in der Form mineralischem N in 90—100% auffindbar.

Nach einer Inkubation von 2 Monaten bei Zimmertemperatur wurde im Laufe von einem Tag eine, 95 mm Niederschlag entsprechende Wassermenge langsam zugeführt und die Säulen so stehen gelassen. Darauf wurden am 1., 5. und 18. Tag Proben genommen.

Während der 2 Monate hat sich der N-Dünger in den Bodensäulen teilweise immobilisiert und nur ungefähr 60% des injizierten N-Düngers blieb in mineralischer Form zurück.

Die Bewässerung wirkte sich auch auf die Translokation von ^{15}N Nitrosol-28 aus, der N-Dünger erschien in allen Segmenten.

Bei der letzten Probenahme (am 18. Tag) machte der in mineralischer Form bestimmbare Stickstoff 70% der injizierten N-Menge aus.

In der obersten und der untersten Bodenschichte nahm die Menge des $\text{NO}_3\text{-N}$ zu. Es kann angenommen werden, dass in diesen Bodenschichten vorteilhafte Bedingungen zur Mobilisation des N zu Stande kommen konnten, da diese Säulenteile mit der Luft in Berührung waren.

6,2% des injizierten N-Düngers wurde in nicht austauschbarer $\text{NH}_4\text{-N}$ -Form gebunden, und der grösste Teil dieser Form ist in den obersten 5 cm geblieben.

Den früheren Untersuchungen entsprechend ist der N-Verlust nicht bedeutend, im gesamten N-Gehalt konnten 90,6% der injizierten N-Menge wiedergefunden werden.

Tab. 1. Wirkung des injizierten ¹⁵Nitrosol-28 Flüssigdüngers auf den mineralischen N-Gehalt des Bodens und seine Verteilung in der Funktion der Zeit. (1) Tiefe, cm. A) Mittelwert. (a) Probenahme in Tagen und Mittelwert. (3) Varianztabelle. (4) Faktoren: a) Tiefe; b) Zeit; c) Wechselwirkung; d) Fehler; e) insgesamt.

Tab. 2. Wirkung des injizierten ¹⁵Nitrosol-28 Flüssigdüngers auf den mineralischen N-Gehalt des Bodens und dessen Verteilung (im Durchschnitt der Probenahmen des 1. und 8. Tages, mg N/100 g Boden). (1) Tiefe, cm. (2) Unbehandelte Kontrolle. (3) ¹⁵Nitrosol-28. (4) Mittelwert. (5) Varianztabelle. (6) Faktoren: a) Tiefe; b) Variante; c) Wechselwirkung; d) Fehler; e) insgesamt.

Tab. 3. Das im Boden gemessene ¹⁵N-Atom, %. (1) Tiefe, cm. (6) Probenahme in Tagen und Mittelwert.

Tab. 4. Das aus dem injizierten ¹⁵Nitrosol-28-Flüssigdünger stammende N am 1. und 8. Tage. (1) Tiefe, cm. (2) Aus dem Düngemittel stammendes N in % und mg/100 g Boden. (3) Im % des zugeführten Düngers.

Tab. 5. Die aus dem injizierten ¹⁵Nitrosol-28 Dünger stammende mineralische N-Menge am 1. und 8. Tag des Versuches, mg/100 g Boden. (1) Tiefe, cm. (2) Mit der Differenzmethode berechnet. (3) Mit Isotopenindikation berechnet. (4) Varianztabelle. (5) Faktoren: a) Tiefe; b) Zeit; c) Wechselwirkung; d) Fehler; e) insgesamt.

Tab. 6. Wirkung des injizierten ¹⁵Nitrosol-28 auf den mineralischen N-Gehalt und auf dessen Verteilung nach der Bewässerung. (1) Tag und Tiefe der Probenahme cm. a) unter der Säule; b) Insgesamt; c) im % des gegebenen N. (2) Mineralisches N mg/100 g Boden. (3) aus dem Dünger stammendes N in % und mg.

Tab. 7. Aus dem injizierten ¹⁵Nitrosol-28 stammende gebundene NH₄-N- und gesamte N-Menge. (1) Tiefe, cm. a) Insgesamt; b) im % der injizierten N-Menge. (2) Gebundenes NH₄-N mg/100 g Boden, in % der injizierten N-Menge und mg. (3) Gesamte N-Menge, mg/100 g Boden, sowie in % der injizierten N-Menge und mg.

Использование жидкого азотного удобрения Нитросол-28. II. Изучение в модельных опытах транслокации и процесса превращения внесенного в почву ¹⁵Нитросол-28

И. ЛАТКОВИЧ и Л. ТОЛНЕР

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

Резюме

В модельных опытах с почвенными колонками изучали транслокацию и процесс превращения внесенного в почву жидкого азотного минерального удобрения ¹⁵Нитросол-28. В опытах использовали луговой чернозем.

Составляли колонки, скрепляя резиновыми кольцами 6 пластмассовых сегментов диаметром 4,6 см, высотой 5 см. В пятисантиметровые сегменты отдельно помещали 100 г воздушносухой почвы, пропущенной через сито в 2 мм и увлажняли почву до 60% от полной влагоемкости.

Через день в середину колонок, примерно в 2,5—3,0 см от поверхности, инъецировали 12,4 мл раствора азотного минерального удобрения ¹⁵Нитросол-28 из расчета 29,915 мг азота на сосуд. В контрольные колонки дали такой же объем дистиллированной воды. Закрытые колонки выдерживали при комнатной температуре 23°C.

При инкубации в определенные дни одну часть колонок разбирали и анализировали образцы, взятые из сегментов.

Влияние 12,5 мл дистиллированной воды в контрольных колонках сказалось, в первую очередь, на распределении содержания исходного минерального азота почвы.

Азотные минеральные удобрения на расстоянии 10—12 см от места их внесения достоверно увеличили содержание в почве минерального азота. Внесенный раствор влиял и на распределение азота удобрений.

Влияние ¹⁵Нитросол-28 отмечалось уже на следующий день после его внесения и за 8 дней инкубации не наблюдали дальнейшего достоверного изменения ни в количестве минерального азота, ни в его распределении.

Азот инъецированного жидкого удобрения в 0—15 см слое почти почти полностью (90—100%) находился в минеральной форме.

После двухмесячной инкубации при комнатной температуре, в каждую колонку медленно, в течение одного дня приливали воду в количестве, соответствующем 95 мм осадков, после чего колонки оставили стоять на определенное время. Образцы брали в первый, 5 и 18 день.

За два месяца инкубации в почвенных колонках часть азота удобрения иммобилизовалась, и только примерно 60% внесенного азота оставалось в минеральной форме.

Прибавление воды подействовало и на транслокацию ^{15}N Нитросол-28, азот удобрения появился во всех сегментах.

На 18 день, при последнем взятии образцов, в минеральной форме находилось 70% внесенного азота.

В верхнем и нижнем слое почвы увеличилось содержание нитратного азота, по всей вероятности, при соприкосновении с воздухом нижнего и верхнего слоя почвы колонок создались условия, благоприятные для мобилизации азота.

6,2% азота удобрения связалось в форме необменного $\text{NH}_4\text{-N}$ и его большая часть оставалась в верхнем 5-см слое почвы.

Подобно ранним исследованиям и в данном случае потери азота были незначительными, обратно получили 90,6% внесенного азота.

Табл. 1. Влияние жидкого азотного минерального удобрения ^{15}N Нитросол-28 на содержание в почве минерального азота и его распределение в зависимости от времени. (1) Глубина в см. А) Среднее. (2) Взятие образцов (дни) и среднее. (3) Вариационная таблица. (4) Факторы: а) глубина, б) время, с) взаимодействие, d) ошибка, е) всего.

Табл. 2. Влияние жидкого азотного минерального удобрения ^{15}N Нитросол-28 на содержание в почве минерального азота и его распределение (в среднем по образцам, взятым в 1. и 8. день) в мг азота на 100 г почвы. (1) Глубина, см. (2) Необработанный контроль. (3) ^{15}N Нитросол-28. (4) Среднее. (5) Вариационная таблица. (6) Факторы: А) Глубина. б) Вариант. с) Взаимодействие. d) Ошибка. е) Всего.

Табл. 3. Измененный в почвах ^{15}N атом, %. (1) Глубина в см. (6) Взятия образцов по дням и среднее.

Табл. 4. Азот, происходящий из внесенного жидкого азотного удобрения ^{15}N Нитросол-28 в образцах, взятых в 1. и 8. день. (1) Глубина в см. (2) Азот, происходящий из удобрения в % и мг/100 г почвы. (3) В % от внесенного азота.

Табл. 5. Количество минерального азота, происходящего из внесенного жидкого азотного минерального удобрения ^{15}N Нитросол-28 в образцах, взятых в 1.—8. день, мг/100 г почвы. (1) Глубина, см. (2) Рассчитано по разнице. (3) Рассчитано по методу изотопного мечения. (4) Вариационные таблицы. (5) Факторы: А) Глубина. б) Время. с) Взаимодействие. d) Ошибка. е) Всего.

Табл. 6. Влияние внесенного ^{15}N Нитросол-28 на содержание в почве минерального азота и на его распределение после добавления воды. (1) День взятия образцов и глубина в см. а) Под колонкой. б) Всего. с) В % от внесенного азота. (2) Минеральный азот в мг/100 г почвы. (3) Азот, происходящий из минерального удобрения в % и мг.

Табл. 7. Содержание связанного $\text{NH}_4\text{-N}$ и общего азота, происходящих из внесенного жидкого азотного минерального удобрения ^{15}N Нитросол-28. (1) Глубина в см. а) Всего. б) В % от внесенного азота. (2) Связанный $\text{NH}_4\text{-N}$ в мг/100 г почвы, а также происходящий из минерального удобрения в % и мг. (3) Общий азот в мг/100 г почвы, а также происходящий из минерального удобрения в % и мг.