

Nitrogén kimosódása lassan ható karbamid-aldehid komplexekkel trágyázott talajból

GAJBE M. V. és GHOSH, A. B.

*Indiai Mezőgazdasági Kutató Intézet Talajtani és
Agrokémiai Osztálya, New Delhi (India)*

A talajból a nitrogén háromféle módon mehet veszendőbe: kimosódás, elpárolgás és denitrifikáció által. A kimosódással járó veszteség jelentős lehet könnyű mechanikai összetételű talajok esetében, valamint olyan területeken, ahol sok a csapadék vagy intenzíven öntöznek [7, 10, 15, 16]. A nitrogén a talajban nitráttá alakul, és a vízzel kimosódhat. Ha csak annyi nitrogénműtrágyát alkalmazunk, amennyi a várható terméshez szükséges és az öntözést és egyéb műveleteket megfelelő körütekintéssel végezzük el, akkor a nitrogénvesztés minimálisra lehet csökkenteni [14]. Lassan ható nitrogénműtrágyák, mint pl. ureaform vagy urea-acetaldehid-kondenzátum felhasználása szintén hathatós eszköz arra, hogy ennek az értékes tápanyagnak a kimosódási veszteségét csökkentsük. AFANASERA [1] és BENGTON és VOIGT [2] kimutatták, hogy az urea-formaldehid kevésbé mosódik ki, mint a karbamid vagy az ammónium-nitrát. Az urea-formaldehid kilugzása az ún. aktivitási indextől [3] is függ, mivel a hideg vízben oldható frakció sokkal gyorsabban távozik el a lefolyó vízzel, mint az összes ureaform nitrogén [8].

Az urea-acetaldehid kondenzátumok kilugzásával kapcsolatban nem rendelkezünk adatokkal, ezért kísérleteket végeztünk különböző molarányú és aktivitási indexű urea-formaldehid és urea-acetaldehid kondenzátumok kimosódásának részletes tanulmányozására.

Kísérleti anyagok és módszerek

A kísérletet laboratóriumban végeztük. A talaj kilugzásához a METSON [12] által leírt oszloptechnikát alkalmaztuk. A 40 cm hosszú és 5 cm átmérőjű üvegcsővek „Corning” üvegből készültek. A csövek aljára gyapot-vattát és erre vékony rétegben mosott kvarchomokot tettünk, s a talajoszlopot ezzel támasztottuk alá. Az I.A.R.I.-gazdaságból származó, 2 mm-es szitán átengedett légszáraz talajból — melynek jellemző adatait az 1. táblázat tartalmazza — annyit mértünk be az egyes csövekbe, hogy 25 cm magas és — mérsékelt tömörítés után — 1,49/cc térfogatsúlyú oszlopot nyerjünk. Gondosan ügyeltünk arra, hogy a talaj egyenletesen tömörödjön, ezért kis részletekben töltöttük be az üvegcsőbe.

1. táblázat

Az I.A.R.I.-gazdaság (New Delhi) talajának jellemző adatai

(1) Jellemzők	(2) Érték
pH	7,4
a) Elektromos vezetőképesség (mmhos/cm, 25 °C-nál)	0,25
b) Szerves C-tartalom (%)	0,29
c) Összes nitrogén (%)	0,035
d) Felvehető N (kg/ha)	117
e) Felvehető P (kg/ha)	18
f) Felvehető K (kg/ha)	101
g) C.E.C. (mgeé/100 g talaj)	11,4
(3) Mechanikai összetétel %	(2) Érték
h) Homok	62
i) Vályog	14
j) Agyag	24
k) Szerkezet	homokos vályog
l) Víztartó képesség	37,7
m) Légszáraz nedvesség	1,38
n) Izzítási veszteség	3,52
o) Nedvesség visszatartó képesség 1/3 atm-nál	18,5
Nedvesség visszatartó képesség 15 atm-nál	7,5

A talajoszlop felső 6 cm-es rétegébe 100 ppm N-nek megfelelő mennyiségű urea-aldehyd vegyületeket (2. táblázat), karbamidot illetve ammónium-szulfátot kevertünk be. Az oszlop tetejére szűrőpapírt helyeztünk, hogy az átfolyó víz a talajfelszínt ne kavargassa fel.

Az oszlop átmosása kétféle módszerrel történt. Az egyik esetben egy berendezés segítségével a kísérlet egész ideje alatt 5 cm-es vízoszlopot biztosítottunk a talaj felszíne felett. A másik esetben 72 óránként adtuk a vízáradásokat. Az oszlopon átfolyó vizet 250 ml-es adagokban fogtuk fel. Az átfolyó vírzészeteket azonnal elemeztük, az ammónia-N-t desztillációval, a nitrát-N-t pedig Devarda-ötözővel való redukció után. A szerves nitrogént a módosított Kjeldahl-módszerrel [9], az urea-aldehyd-kondenzátumok aktivitási indexét az AOAC [13] által megadott módszerrel határoztuk meg.

Eredmények

Az eluáló oldat ammónia-, nitrát- és szerves nitrogéntartalmát (miután a talajból származó nitrogén mennyiségét az adatokból levontuk) mg N/250 ml-ben adtuk meg.

a) Folyamatos kilugzás

A kondenzált termékek nitrogéntartalmának jelentős része szerves N formájában már az első 250 ml-es eluátumban megjelent. Az 1,00 és 1,50 móla-rányú urea-formaldehyd vegyületek esetében azonban, melyek aktivitási indexe kicsi volt (9,00 és ez alatt) a kilugzás folyamán szerves nitrogén nem mosódott

2. táblázat

A felhasznált urea-aldehid-kondenzátumok jellemző adatai

(1) Vegyület és sorszám	(2) Mólarány (Urea- aldehid)	(3) Összes N	(4) Aktivitási index	(5) Hideg	(6) Forró	(7) Vízoldható	(8) Vízben nehezen oldódó
				vízben nem oldódó			
A) Urea-formaldehid							
1.	1,00	35,98	0,22	35,28	35,20	0,70	0,08
2.	1,00	35,14	2,15	34,30	33,60	0,84	0,70
3.	1,00	36,40	2,68	35,40	34,40	1,00	1,00
4.	1,50	38,92	7,97	37,38	34,40	1,54	2,98
5.	1,50	38,64	8,00	35,00	32,20	3,64	2,80
6.	1,50	38,90	9,00	34,30	31,20	4,60	3,10
7.	1,75	38,78	10,56	34,44	30,80	4,34	3,64
8.	1,75	37,45	46,14	30,45	16,40	7,00	14,05
9.	1,75	38,50	39,64	31,20	20,80	7,30	10,40
10.	1,25	38,08	6,21	36,68	34,40	1,40	2,28
11.	2,00	38,78	41,30	27,30	15,20	11,48	12,10
B) Urea-acetaldehid							
12.	1,00	32,76	93,41	12,18	0,80	20,58	11,38
13.	1,00	32,76	92,42	7,98	0,60	24,78	7,38
14.	1,50	36,68	93,45	11,48	0,77	25,20	10,71
15.	1,50	36,12	95,72	11,62	0,50	24,50	11,12
16.	2,00	38,36	95,07	9,31	0,45	29,05	8,86
17.	2,00	37,52	96,03	10,43	0,44	27,09	9,99
18.	1,00	34,16	89,73	7,42	0,76	26,74	6,66

ki. Az aktivitási index növekedésével az eluáló oldat szerves N-tartalma is nőtt. Az urea-acetaldehid kondenzátumok nagy mennyiségű vízoldható nitrogént tartalmaznak (2. táblázat), így az elúciónál jelentősen több nitrogén ment veszendőbe, mint az urea-formaldehid vegyületek esetében. A legnagyobb mennyiségű kilugzódott nitrogént a karbamidnál mutattuk ki amid-N formájában. Néhány nagy aktivitási indexszel rendelkező urea-acetaldehid vegyületnél az $\text{NH}_4\text{-N}$ és $\text{NO}_3\text{-N}$ veszteség meglehetősen csekély volt (nem több 3 mg-nál) (3. táblázat). A második 250 ml-es eluátumban az 1,00 és 1,50 mól arányú urea-formaldehidekből kisebb mennyiségű szerves N jelent meg. Az 1,75 és 2,00 mólarányú vegyületek N-vesztesége viszonylag nagyobb volt, mint a többi anyagé — bár az első 250 ml adataihoz viszonyítva a kilugzási veszteségek aránylag alacsonyak voltak. A második 250 ml-es eluátumban urea-acetaldehidből és karbamidból származó szerves N-t csak nyomokban találtunk. A harmadik 250 ml-es részletben főleg urea-formaldehidekből származó minimális mennyiségű nitrogént határoztunk meg, míg az urea-acetaldehidekből nitrogén már semmilyen alakban nem mosódott ki.

b) Szakaszos kilugzás

Ugyanazon Delhi-i talajhoz adott különböző kötésben lévő nitrogén kilugzási veszteségeit a 4. táblázat tartalmazza, mely a 72 óránként végzett szakaszos elúció vonatkozó számadatait adja meg. A megfigyelés azt mutatta, hogy a szakaszos és folyamatos kilugzás hasonló lefutású volt. Az első 250

3. táblázat

Folyamatos kilugzás hatására fellépő N-veszteség különböző műtrágyákkal kezelt talajoszlopokból (mg/250 átcesepegő oldat)

(1) Mólarány	(2) Aktivítási index	(3) I. 250 ml-es adag			(4) II. 250 ml-es adag			(5) III. 250 ml-es adag		
		NH ₄ -N	NO ₃ -N	szerves N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	szerves N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	szerves N
A) Urea-formaldehid										
1,00	0,22	0,17	—	—	0,50	—	0,17	0,35	0,32	—
1,00	2,15	—	—	—	—	—	0,52	0,17	0,67	0,17
1,00	2,68	1,50	1,37	—	—	—	0,17	0,17	1,20	0,35
1,50	7,97	0,17	0,67	—	0,17	—	0,17	0,17	0,15	0,17
1,50	8,00	0,17	0,32	—	—	—	0,35	—	—	0,17
1,50	9,00	0,17	0,17	—	—	—	0,35	0,17	0,32	0,35
1,75	10,56	0,35	0,17	8,72	—	1,37	0,17	—	1,37	—
1,75	46,14	0,70	—	21,17	0,17	1,52	2,85	—	3,27	0,87
1,75	39,64	0,70	—	15,50	—	1,02	1,97	0,17	0,67	0,82
1,25	6,21	0,17	0,17	0,85	—	1,20	0,17	—	1,37	—
2,00	41,30	0,52	0,52	14,80	—	—	4,10	—	0,17	1,40
B) Urea-acetaldehid										
1,00	92,42	1,22	1,55	26,25	—	—	1,07	—	0,17	—
1,00	93,97	1,22	1,20	25,17	—	—	0,90	—	—	—
1,50	93,45	0,35	0,92	23,32	—	—	0,20	—	—	—
1,50	95,72	0,17	0,20	24,62	—	—	0,37	—	—	—
2,00	95,07	0,55	2,17	26,50	0,35	0,17	0,55	—	—	—
2,00	96,03	0,55	2,87	21,40	0,35	0,52	—	—	0,35	—
1,00	89,73	0,35	—	25,00	—	0,17	0,72	—	—	—
Karbamid		0,72	1,30	42,30	—	—	—	—	0,52	—
Ammóniumsulfát		—	0,55	—	—	0,35	0,55	—	0,17	—

ml-es eluátumban csak igen kis mennyiségű ammónia- és nitrát-N-t lehetett kimutatni; a nitrogén legnagyobb része szerves kötésben volt. A második 250 ml-es eluátumban csak jelentéktelen mennyiségű tápanyagot lehetett kimutatni, míg a harmadik 250 ml-ben több volt az urea-formaldehidből és urea-acetaldehidből származó szerves N, mint a folyamatos kilugzás azonos szakaszában.

Az eredmények értékelése

Az urea-formaldehid-kondenzátumok kilugzódása összetételüktől függően változott az oldhatóságuk függvényében. Az 1,00 és 1,50 mólarányú vegyületek a víz folyamatos lefelé mozgása közben egyáltalán nem, szakaszos kilugzásnál is csak nyomokban adtak le szerves N-t, mivel ezekben a műtrágyákban a nitrogén forró vízben oldhatatlan alakban van jelen, s így az oldással szemben igen ellenálló. TOGAWA és TAKAHASHI [18] megfigyelték, hogy a monometiléndiurea nitrogénje sokkal nagyobb mértékben hajlamos lefelé mozogni, mint a kevésbé oldódó dimetiléntriureából származó nitrogén. Az 1,75 és 2,00 mólarányú vegyületek kilugzódási vesztesége nagyobb volt, mivel nitrogéntartalmuk oldható alakban van (2. táblázat). A kilugzódás mértéke szorosán követte az alábbi sorrendnek megfelelő aktivitási indexet:

aktivitási index: 46,14 > 39,64 > 10,56

4. táblázat

Szakaszos kilúgzás hatására fellépő N-veszteség különböző műtrágyákkal kezelt talajszlopokból (mg/250 ml átcepegő oldat)

(1) Mólarány	(2) Aktívítási index	(3) I. 250 ml-es részlet			(4) II. 250 ml-es részlet			(5) III. 250 ml-es részlet		
		NH ₄ -N	NO ₃ -N	szerves N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	szerves N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	szerves N
A) Urea-formaldehid										
1,00	0,22	0,87	1,42	—	—	—	—	0,17	0,17	0,35
1,00	2,15	1,75	—	—	—	2,12	—	0,17	1,60	—
1,00	2,68	—	0,90	1,77	—	0,52	—	—	—	—
1,50	7,97	0,17	0,35	1,22	—	0,70	0,17	—	—	0,17
1,50	8,00	0,17	—	0,87	—	0,17	—	—	—	0,17
1,50	9,00	0,35	—	1,22	—	0,17	0,35	—	—	0,72
1,75	10,56	0,35	—	3,65	0,17	—	—	—	—	0,70
1,75	46,14	0,52	—	9,10	—	0,35	0,17	—	0,35	3,75
1,75	39,64	0,17	0,35	5,52	—	—	4,10	—	—	2,12
1,25	6,21	1,42	—	—	0,17	—	0,17	—	0,52	0,17
2,00	41,30	0,52	0,20	10,50	1,50	—	3,57	—	—	2,85
B) Urea-acetaldehid										
1,00	92,42	1,77	1,80	24,80	0,35	0,35	0,72	—	—	0,17
1,00	93,97	1,42	1,25	25,30	—	—	1,07	—	—	0,35
1,50	93,45	1,77	—	23,55	0,55	0,17	0,72	0,17	0,17	0,52
1,50	95,72	1,95	—	23,55	0,20	—	0,72	0,17	0,17	0,52
2,00	95,07	1,95	0,50	21,95	0,37	0,75	0,90	—	—	0,52
2,00	96,03	1,92	0,70	24,62	0,37	—	—	—	0,52	0,52
1,00	89,73	2,92	1,50	25,70	0,37	0,17	1,25	—	—	0,52
Karbamid		0,87	2,12	38,55	0,37	0,17	—	—	0,35	0,52
Ammóniumsulfát		0,17	—	—	0,20	—	—	—	0,17	—

HAYS és HADEN [8] adataival egyezően a hideg vízben oldható N-frakció mélységirányú mozgása gyorsabb, mint az összes ureaform nitrogéné, de nem olyan gyors mint a karbamidé. A 2. táblázat adataiból látható, hogy az urea-acetaldehid-kondenzátumok nagyobb mennyiségben tartalmaztak vízben oldható nitrogént, és ennek következtében a kimosódási veszteségük is nagyobb volt, mint az urea-formaldehideké [11]. A talajból kimosódott N-frakció főleg szerves kötésben volt, mivel nitrát- és ammónia-N-t csak nyomokban lehetett kimutatni.

A karbamid a talajból nagyobb mennyiségben lugzódott ki, az NH₄-N, valamint NO₃-N veszteségek viszont elhanyagolhatók voltak. Nitrát-nitrogént nem lehetett az eluátumban kimutatni, nyilvánvalóan a rövid inkubációs idő miatt. A talajszlopokon átfolyó első 250 ml-nyi eluáló oldatot a műtrágya bekeverése utáni 4-5. órában fogtuk fel, a karbamid még nem tudott ilyen rövid idő alatt ammóniává hidrolizálni és a nitrifikáció sem indulhatott meg.

Amint ezt már BROADBENT et al. [4] is megállapították, a karbamid mozgékonyasága gyakorlatilag azonos a nitráttal addig, amíg nincs hidrolizált állapotban, mert az agyagfelülethez csak gyenge adszorpciós erővel kötődik [5, 6].

A jelen kísérletsorozatban a folyamatos és szakaszos kilúgzás hatékonysága között semmiféle különbséget nem tapasztaltunk. A nitrogénveszteség

mindkét esetben a kilugzás első szakaszában volt a legnagyobb. Hasonló megfigyeléseket tett SHARMA [17] is, amikor különböző nitrogénműtrágyák kimosódási veszteségeit vizsgálta Delhi-i talajon.

Összefoglalás

A talajba bedolgozott urea-aldehid kondenzátumok kilugzódásának mértékét jelentősen befolyásolja aktivitási indexük. A kis aktivitási indexű vegyületek esetében minimális az N-veszteség, a nagyobb molarányú és aktívított indexű, több oldható N-frakciót tartalmazó vegyületeknél viszont számottevő. Az elúció a karbamidnál volt a leggyorsabb, aztán következtek az urea-aldehid kondenzátumok, majd az urea-formaldehid kondenzátumok. A kimosódott nitrogén főleg szerves kötésben volt. A folyamatos és szakaszos kilugzás mértéke között nem tapasztaltunk számottevő különbséget.

Irodalom

- [1] AFANASERA, A. P.: The problem of application of urea formaldehyde fertilizers. Trudy. Savero-Zapad Nauk. Inst. Sci. Khoz. **4**. 20—27. 1962.
- [2] BENGTON, G. W. & VOIGT, G. K.: A greenhouse study of relations between nutrient movement and conversion in a sandy soil and the nutrition of slash pine seedlings. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **26**. 609—612. 1962.
- [3] BREDAKIS, E. J. & STECKAL, J. E.: Leachable nitrogen from soils incubated with turf grass fertilizers. Agron. J. **55**. 145—147. 1963.
- [4] BROADBENT, F. E., HILL, G. N. & TYLER, K. B.: Transformations and movement of urea in soils. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **22**. 303—307. 1958.
- [5] CHIN, W. T. & KROONTJE, W.: Mechanism of urea adsorption by soils. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **26**. 479—481. 1962.
- [6] CONRAD, J. P.: Enzymatic versus microbial concepts of urea hydrolysis in soils. J. Amer. Soc. Agron. **34**. 1102—1113. 1942.
- [7] DE, P. K. & DIGAR, S.: Loss of nitrogen gas from water-logged soils. J. Agric. Sci. **44**. 129—132. 1954.
- [8] HAYS, J. T. & HADEN, W. W.: Soluble fractions of ureaform. Nitrification, leaching and burning properties. J. Agric. Food Chem. **14**. 339—341. 1966.
- [9] JACKSON, M. L.: Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India. New Delhi. 1967.
- [10] JOHNSTON, W. R., ITTIHADIEH, F. & DAUN, R. H.: Soil and Water management and conservation. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. **29**. 287—289. 1965.
- [11] KUNTZE, H.: Über die von der Bodenreaktion abhängige Stickstofflöslichkeit verschiedener Harnstoff-Acetaldehyd-Kondensate. Z. PflErnähr. Düng. Bodenk. **86**. 120—123. 1959.
- [12] METSON, A. J.: Methods of chemical analysis for soil survey samples. Soil Bureau Bull. 12. N. Z. Dept. Sci. Ind. Res. 1956.
- [13] Official Methods of Analysis. 8th Ed. Assoc Off. Anal Chem. Washington. 1955.
- [14] OLSEN, R. A., LAMKE, W. I. & RHOADES, H. F.: Time of nitrogen application is important. Bull. Neb. Agric. Exp. Sta. **7**. 1960.
- [15] PRASAD, R. & TURKHEDE, B. B.: Relative efficiency of nitrogen fertilizers for Ganga 101 maize (*Zea mays* L.) as influenced by rainfall. Indian J. Agric. Sci. **41**. 485—489. 1971.
- [16] RANEY, W. A.: The dominant role of nitrogen in leaching losses from soils in humid regions. Agron. J. **52**. 563—566. 1960.
- [17] SHARMA, R. C.: Efficiency of ammonium nitrate as a fertilizer. Ph. D. Thesis. I. A. R. I. New Delhi. 1972.
- [18] TOGAWA, R. & TAKAHASHI, R.: Fertilizing effect of ureaform for tobacco. Bull. Hatan. Tob. Exp. Sta. **52**. 55—68. 1963.

Érkezett: 1975 december 15.

Leaching of Nitrogen from a Soil Fertilized with Slow Acting Urea-Aldehyde Complexes

M. V. GAJBE and A. B. GHOSH

Division of Soil Science and Agricultural Chemistry, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi (India)

Summary

The pattern of leaching of nitrogen after incorporation in the soil was largely governed by the activity index of the urea-aldehyde condensates. There was a minimum loss of nitrogen from low activity index materials, whereas those of higher mole ratio and activity index, containing more of soluble nitrogen fractions, showed an appreciable amount of leaching loss. Urea leached down easily to the maximum extent followed by urea-acetaldehyde and urea-formaldehyde condensation products. The leached nitrogen was mainly in organic form. The effects of continuous and intermittent leachings did not differ markedly.

Table 1. Characteristics of the soil from I.A.R.I. Farm (New Delhi). (1) Characteristics: *a*) E. C. (mmhos/cm at 25 °C); *b*) organic C content, %; *c*) Total N, %; *d*) available N, kg/ha; *e*) available P, kg/ha; *f*) available K, kg/ha; *g*) C.E.C. me/100 g soil. (2) Values. (3) Mechanical composition, %; *h*) sand; *i*) silt; *j*) clay; *k*) texture: sandy loam; *l*) water holding capacity; *m*) air dry moisture; *n*) loss on ignition; *o*) moisture retention at 1/3 and 15 atm.

Table 2. Characteristics of the applied urea-aldehyde condensates. (1) Compound and serial number: A) urea-formaldehyde; B) urea-acetaldehyde. (2) Mole ratio (urea/aldehyde). (3) Total N, % (4) Activity index. (5) Cold water insoluble N, %. (6) Hot water insoluble N, %. (7) Water soluble N, %. (8) Actual water insoluble N, %.

Table 3. Loss of nitrogen due to continuous leaching from different fertilizer sources in soil columns (mg/250 ml leachate). (1) Mole ratio. (2) Activity index. (3) 1st leachate. (4) 2nd leachate. (5) 3rd leachate. A) - B); see Table 2.

Table 4. Loss of nitrogen due to intermittent leaching from different fertilizer sources in soil columns (mg/250 ml leachate). For captions see Table 3.

Lessivage de l'azote des sols engraisés avec des complexes d'urée-aldehyde à l'activité lente

M. V. GAJBE et A. B. GHOSH

Division de la Science du Sol et de Chimie Agricole, Institut de Recherches d'Agriculture des Indes, New Delhi (Indes)

Résumé

Le lessivage de l'azote enfoué dans le sol est influencé en premier lieu par l'indice d'activité des condensés urée-aldehyde. Il y avait de perte d'azote minimum avec des matériaux à l'indice d'activité bas tandis qu'avec ceux ayant le rapport moléculaire et l'indice d'activité plus hauts contenant plus de fractions d'azote soluble, le lessivage de N était plus prononcé. Le lessivage de l'urée était plus rapide; ensuite venaient l'urée-acetaldehyde et l'urée-formaldehyde, resp. L'azote lessivé était pour la plupart en liaison organique. On n'a pas observé de différences remarquables entre les effets du lessivage continu ou périodique.

Tableau 1. Caractéristiques des sols du ferme de l'institut (I.A.R.I.), New Delhi. (1) Caractéristiques: *a*) EC (mmhos/cm à 25 °C); *b*) C organique, %; *c*) N total, %; *d*) N assimilable, kg/ha; *e*) P assimilable, kg/ha; *f*) K assimilable, kg/ha; *g*) C.E.C, me/100 g de sol. (2) Valeurs. (3) Composition mécanique, %; *h*) sable; *i*) limon; *j*) argile; *k*) texture: limon sableux; *l*) capacité de rétention de l'eau; *m*) humidité à l'état sec à l'air; *n*) perte au feu; *o*) rétention de l'humidité à 1/3 et 15 atm.

Tableau 2. Caractéristiques des condensés employés d'urée-aldehyde. (1) Composé et No.: A) urée-formaldehyde; B) urée-acetaldehyde. (2) Rapport moléculaire (urée-

aldéhyde). (3) N total %. (4) Indice d'activité. (5) N insoluble dans l'eau froide, %. (6) N insoluble dans l'eau chaude, %. (7) N soluble dans l'eau, %. (8) N insoluble dans l'eau, %.

Tableau 3. Perte d'azote causée par lessivage continu de différents engrais, étudiée sur les colonnes de sol (mg/250 ml de solution lessivée). (1) Rapport moléculaire. (2) Indice d'activité. (3) Premier lessivage. (4) Deuxième lessivage. (5) Troisième lessivage. A) — B): voir Tab. 2.

Tableau 4. Perte d'azote causée par lessivage intermittent de différents engrais, étudiée sur les colonnes de sol (mg/250 ml de solution lessivée). Légendes voir Tab. 3.

Вымывание азота из почвы при внесении медленно действующих комплексов мочевины-альдегида

М. В. ГАЙБЕ и А. Б. ГХОШ

Научно-исследовательский сельскохозяйственный Институт, Отдел Почвоведения и Агрохимии, Нью Дели (Индия)

Резюме

На ход вымывания внесенных в почву азотных минеральных удобрений в большой степени влияет индекс активности уреальдегида-конденсатов. В случае соединений с небольшим индексом активности наблюдаются минимальные потери азота, у соединений с большим молярным соотношением и индексом активности, содержащих больше растворимых фракций азота, потери азота на вымывание значительно больше. Мочевина вымывается в первую очередь, за ней следует уреа-ацетальдегид — конденсаты; медленнее всех вымывается уреа-формальдегид-конденсат. Вымываемый азот находится в органической связи. Между непрерывным и стадийным выщелачиванием значительной разницы не наблюдали.

Табл. 1. Характерные показатели почвы из хозяйства I.A.R.I. (Нью Дели). (1) Показатели: а) Электропроводность; б) Содержание органического С, %. с) Общий азот в %. d) Усвояемый азот в кг/га. е) Усвояемый фосфор в кг/га. f) Усвояемый калий в кг/га. g) С.Е.С. мг.экв/100 г почвы. (2) Величины. (3) Механический состав в %. h) Песок. i) Суглинок. j) Глина. k) Легкий суглинок. l) Влагоемкость. m) Влажность воздушно сухой почвы. n) Потеря на прокалывание. о) Содержание влаги при давлении в 1/3 и 15 атмосфер.

Табл. 2. Характерные показатели использованных уреа-альдегид-конденсатов. (1) Соединение и номер по порядку: А) Уреа-формальдегид. В) Уреа-ацетальдегид (2) Молярное соотношение (Уреа-альдегид). (3) Общий азот. (4) Индекс активности. (5) Азот не растворимый в холодной воде, %. (6) Азот не растворимый в горячей воде, %. (7) Азот растворимый в воде, %. (8) Азот не растворимый в воде, %.

Табл. 3. Потеря азота на вымывание при непрерывном выщелачивании из почвы с внесением различных минеральных удобрений. (в мг / 250 мл раствора, прошедшего через почвенную колонку). (1) Молярное соотношение. (2) Индекс активности. (3) Первая 250 мл порция раствора. (4) Вторая 250 мл порция раствора. (5) Третья 250 мл порция раствора. А) — В) смотри в таблице 2.

Табл. 4. Потеря азота на вымывание при стадийном выщелачивании из почвенной колонки с внесением различных минеральных удобрений (в мг / 250 мл раствора, прошедшего через почвенную колонку). Обозначения смотри в таблице 3.