

## Az ammónium átalakulása néhány nyugat-bengáliai rizsföld elárasztott talajában

S. K. BANERJEE és S. K. GUPTA

Erdészeti Talaj- és Növényvizsgáló Szolgálat, Keleti Kotebazar-övezet, Midnapore, Nyugat-Bengália és Kalkuttai Egyetem (India)

A rizsföldek talajai a termőévszak idején rendszerint folyamatosan vízzel borítottak és ez a vízzel telített állapot — főképpen mélyfekvésű sík területeken — kémiai viszonyait gyökeresen megváltoztatja. A felszíni vízréteg közvetlen hatására erőteljesen lecsökkennek a talaj és a légkör közötti gázcsere-folyamatok. A talajban levő oxigén kimerülése bizonyos jellegzetes gázok mint pl. a metán és a nitrogén töménységének növekedését eredményezi.

Indiában és más országokban egyaránt sok kísérlet folyt, hogy megállapítsák a rizs számára optimális ammóniumsulfát-adagokat különböző talajtani és éghajlati viszonyok között. Viszonylag kevesen vizsgálták az ammónium-sulfát kémiai átalakulásait a vízzel telített rizstalajokban, ezért mi ezt a kérdést kívántuk részletesen tanulmányozni.

Vizsgálataink első részében vízzel borított talajokhoz ammónium-sulfátot adtunk, majd különböző időpontokban meghatároztuk a talajok vízben oldható, valamint kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalmát. A második szakaszban azt tanulmányoztuk, hogyan befolyásolják különféle tényezők az ammónium-N megkötődését vízborította talajokban.

### Anyagok és módszerek

A kísérletben felhasznált nyolcféle talajmintát jellegzetes rizstáblák 0–15 cm-es szintjéből gyűjtöttük. A mintákat árnyékos helyen légszáraz állapotig megszárítottuk, majd 2 mm lyukbőségű szitán bocsátottuk át. A talajok fizikai és kémiai jellemzőit JACKSON [7] és PIPER [11] előírásai szerint határoztuk meg (1. táblázat). A talajok kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalmának meghatározása SILVA és BREMNER [12] módszerével történt.

Talajonként 12 szűk nyakú, 500 ml-es lombikkal dolgoztunk. Mind-egyikbe 100 g talajt és 300 ml desztillált vizet öntöttünk. Az edények harmada kontroll volt, 4–4 lombikhoz pedig ammónium-sulfátot adtunk úgy, hogy a N töménysége 30 illetve 60 ppm legyen. Az edényeket nyakig fekete papírral vontuk be, és maximálisan 20 napig szobahőmérsékleten tartottuk. A kísérlet 3. és 20. napján kezelésenként 2–2 edényt félórán át géppel rázattunk. Kellő ülepedés után a felülúszó folyadékból — szűrés nélkül — 150–150 ml-t pipetáztunk ki, és meghatároztuk az oldható  $\text{NH}_4\text{-N}$  és  $\text{NO}_3\text{-N}$  mennyiségét [7]. Ezután a kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$  meghatározására az edényekhez 150–150 ml 2 N KCl-oldatot adtunk, és így N KCl-koncentrációt hoztunk létre. Rázatás

## 1. táblázat

## A talajok fizikai és kémiai jellemzői

(1) Számzási hely és talajcsoport	pH	(2) Domináló agyagásvány	(3)	(4)	(5)	(6) Szerves C, %	(7) T-érték, mg/100 g talaj	(8) Összes N, %	(9) Termé- szetes kötött NH <sub>4</sub> -N ppm
			Agyag-	Iszap-	Homok-				
Baksha									
a) öntés	6,8	d) illit	56,8	32,5	10,7	0,82	19,8	0,11	292
Chinsurah									
a) öntés	6,9	d) illit	55,5	31,0	13,5	0,96	27,2	0,10	227
Bishnupur									
b) laterit	6,0	e) kaolinit	14,5	12,0	73,5	0,38	5,9	0,05	145
Gangajalghati									
b) laterit	6,2	e) kaolinit	10,5	14,2	75,3	0,36	5,5	0,04	140
Sonamukhi									
b) laterit	5,9	e) kaolinit	11,8	9,5	78,7	0,42	5,4	0,05	149
Mohammudbazar									
c) vörös	5,8	d) illit	27,3	20,4	52,3	0,41	5,7	0,04	137
Sekrampur									
c) vörös	5,9	e) kaolinit	18,5	21,7	59,8	0,39	5,3	0,04	144
Bolpur									
c) vörös	5,6	e) kaolinit	17,2	10,6	72,2	0,40	5,4	0,04	145

és szűrés után a szűrőpapíron levő talajokra mindaddig *N* KCl-oldatot adagoltunk, amíg 500–500 ml szűrlet össze nem gyűlt. Ezeknek az NH<sub>4</sub>-N-tartalmát is meghatároztuk (2. táblázat). A 2. táblázatban megadott kötött NH<sub>4</sub>-N-értékeken az adott és a felvehető (kicszerűlhető + oldható) NH<sub>4</sub>-N különbségét értjük.

Vizsgálataink második szakaszában az NH<sub>4</sub>-N kicszerűlődését és megkötődését befolyásoló tényezők hatását tanulmányoztuk.

a) A N-trágyázás előtti vízzel borítottság időtartamának hatása a talajok kicszerűlhető és megkötött NH<sub>4</sub>-N-tartalmára.

A talajokhoz 10, 20, illetve 30 napos vízzel borítottság után 0, 30 és 60 ppm N-koncentrációnak megfelelő mennyiségű ammónium-szulfátot adagoltunk, majd 20 napi állás után elvégeztük az előzőekben ismertetett vizsgálatokat.

b) A megosztottan adott ammónium-szulfát hatása a talajok kicszerűlhető és megkötött NH<sub>4</sub>-N-tartalmára.

A vízzel borított talajokhoz a 30 ppm N-nek megfelelő ammónium-szulfát-mennyiséget a kísérlet beállításakor egyszerre, illetve 3 egyenlő részletben a vízzel borítottság 1., 10. és 20. napján adtuk hozzá. A meghatározásokat a vízzel borítottság 10., 20., 30. és 40. napján végeztük.

c) A különböző töménységű ammónium-szulfát hatása az NH<sub>4</sub>-N megkötődésére.

A talajok vízzel borításával egyidejűleg az NH<sub>4</sub>-N-koncentrációt az egyes kezeléseknél 0, 10, 30, 60 és 90 ppm-re állítottuk be. A meghatározásokat 3, illetve 20 nap múlva végeztük.

d) A hőmérséklet hatása az NH<sub>4</sub>-N megkötődésére.

Az egyes talajokat a víz hozzáadása után 33, 60 és 80 °C-os termosztátokban tartottuk mindaddig, amíg el nem érték az adott hőmérsékletet.

2. táblázat

A kicserélhető, a felvehető és a kötött nitrogén a talajhoz adott N %-ában

(1) Talajok származási helye	(2) Vízborítás ideje, nap	(3) Kezelések						(7) Kötött N (kezelé- sek átlaga)
		30 ppm N			60 ppm N			
		(4) Kicse- rélhető	(2) Felve- hető	(6) Kötött	(4) Kicse- rélhető	(5) Felve- hető	(6) Kötött	
NH <sub>4</sub> -N, %								
Baksha	3	53,73	60,97	39,03	40,70	57,32	42,68	40,85
	20	30,67	35,90	64,10	38,20	52,80	47,20	55,65
	a) Átlag			51,56			44,94	
Chinsurah	3	41,20	50,53	49,47	47,32	58,52	41,48	45,47
	20	46,47	46,47	53,53	42,03	44,83	55,17	54,35
	Átlag			51,50			48,32	
Bishnupur	3	73,63	90,97	9,03	67,48	91,28	8,72	8,87
	20	70,40	85,27	14,73	59,05	76,42	23,58	19,15
	Átlag			11,88			16,15	
Gangajalghati	3	72,20	95,23	4,77	74,17	94,02	5,98	5,37
	20	70,67	82,53	17,47	72,83	87,03	12,97	15,22
	Átlag			11,12			9,47	
Sonamukhi	3	62,83	83,37	16,63	52,33	89,60	10,40	13,50
	20	60,30	72,60	27,40	53,75	85,89	14,10	20,75
	Átlag			22,01			12,25	
Mohammudbazar	3	38,27	56,93	43,07	50,62	71,12	28,88	36,30
	20	35,47	43,80	56,20	51,98	65,63	34,37	45,28
	Átlag			49,63			31,62	
Sekrampur	3	37,80	77,57	22,43	57,71	94,64	5,38	13,90
	20	49,20	86,53	13,47	58,63	92,27	7,73	10,60
	Átlag			17,95			6,55	
Bolpur	3	56,73	88,80	11,20	63,37	91,33	8,67	9,93
	20	59,00	87,60	12,40	59,77	84,17	15,83	14,11
	Átlag			11,80			12,25	
	b) Kísérleti átlag			28,47			22,69	

Ezután a talajokhoz 0, 30 és 60 ppm ammóniumsulfát-N-t adtunk, majd az edényeket nyomban visszatettük a termosztátokba. Három nap elteltével az edényekben levő talajokat, mielőtt még számottevően lehűltek volna, a fent leírt módon megvizsgáltuk.

### Az eredmények értékelése

A 2. táblázatban közölt eredmények arra mutatnak, hogy az ammónium-sulfát formájában adagolt N számottevő része nemsokára a talajok kicserélődési komplexusába került. Az ionsere mértéke talajonként különböző volt, néha a N-adag 70%-át is elérte. A táblázatból az is kitűnik, hogy a trágyázás utáni 3. napon mért kicserélhető NH<sub>4</sub>-N mennyisége — főképpen a 60 ppm-es N-kezelésekben — alig különbözött a 20. napon mért értéktől. A 30 ppm-es

N-kezelésekben néhány eltérő eset is tapasztalható. Ezek a megfigyelések két tényt hangsúlyoznak, és pedig 1: az adott  $\text{NH}_4\text{-N}$  belépése a talajok kicserélődési komplexusába alapvető változást jelent az ammónium-szulfát vízzel borított talajokban végbemenő átalakulási folyamatában és 2: a talajok kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -készletének javarésze viszonylag hosszú időn át gyakorlatilag változatlan marad. A 2. táblázatból az is kitűnik, hogy  $\text{N}$  KCl-ös kezeléssel a talajhoz adott N-mennyiség 100%-osan soha nem nyerhető vissza. A nem kimutatható N nyilvánvalóan visszamarad a talajban, de olyan formában, amely  $\text{N}$  KCl-dal nem vonható ki. A N-nek ez a hányada – amelyet mi „kötött ammónium-nitrogén”-nek nevezünk – a talajokhoz ammónium-szulfát formájában adott N-mennyiségeknek 5,4–64,1%-át tette ki.

A talajok ammóniummegkötésének a mechanizmusára vonatkozóan kétféle nézet van. Az egyik szerint ugyanúgy megy végbe, mint a káliumé [8, 14], és pedig az ammóniumionok az agyagásványok kitágult rácsrétegei között levő kationokat helyettesítik, ez a kristályrács összehúzódását és a kristályrétegek közötti ammóniumionok befogását okozza. Ammóniumionok megkötődése az agyagásványok közül főképpen az illit, a vermikulit és a montmorillonit esetében fordul elő. A másik nézet szerint az ammóniummegkötésben fontos szerepet játszanak a talajok szerves frakciói [6, 9, 13]. Jelen esetben a vizsgált talajok közül az illitben viszonylag gazdagabbak több, míg a kaolinitben gazdagabbak kevesebb  $\text{NH}_4\text{-ion}$ t kötöttek meg. Több más szerző ugyanezt figyelte meg [1, 2, 3, 4, 15].

A talajok  $\text{NH}_4^+$ -megkötő képessége és szervesanyag-tartalma között nem volt olyan szoros az összefüggés, mint az  $\text{NH}_4^+$ -megkötő képességük és az ásványi összetételük között.

Ha összehasonlítjuk a vízzel borítottság 3. és 20. napján megállapított  $\text{NH}_4^+$ -megkötést, a legtöbb esetben az utóbbi értékek voltak a nagyobbak. Erre két magyarázat kínálkozik. Lehetséges, hogy a vízzel telített talajokban az illit szerű ásványok rácsai nemcsak kiterjednek, hanem ez a megduzzadt állapot fenn is marad, úgy, hogy az  $\text{NH}_4^+$ -ionok lassan és fokozatosan a rács rétegei közötti térbe beléphetnek és ott végül megkötődnek. Másrészt az is lehetséges, hogy a vízzel borítottság időtartamának a hosszabbodásával egyre aktívabbá váló mikroorganizmusok az oldható és kicserélhető  $\text{NH}_4^+$ -ionok egy részét asszimilálják a növekedésükhöz, és emiatt csökken a talaj felvehető N-tartalma, illetve növekszik az úgynevezett kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége. Mint ismeretes, a vízzel telítettség bizonyos változásokat okoz a talajok fizikai és kémiai tulajdonságaiban. Ezek a változások módosíthatják a talajok adszorbeáló tulajdonságait. A 3. táblázatban a talajok különböző tartamú vízzel borítottsága után mért kötött és kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -értékek láthatók. Ezekből kitűnik, hogy az ammónium-szulfát hozzáadása előtt már vízzel borított talajokban nagyobbak voltak a kötött és kisebbek a kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -mennyiségek, mint a vízborítással egyidejűleg N-trágyázott kontrollokban. A vízzel telítettségnek ez a hatása a Chinsurah és a Baksha illitben gazdag öntéstalajok esetében kifejezettebb, azonban a Sonamukhi kaolinit-tartalmú lateritis talaj esetében a hatás statisztikailag éppen csak igazolt volt.

A 4. táblázatban az egyszerre, illetőleg három részletben adott 30 ppm-nyi ammónium-szulfát  $\text{NH}_4^+$ -ionjainak a megkötődését hasonlítjuk össze. Az egyszeri adagoláskor a teljes ammóniumszulfát-mennyiséget a vízzel együtt, a megosztott alkalmazáskor pedig 10–10 ppm N-es részletekben a vízzel együtt, illetve a kísérlet 10. és 20. napján adagoljuk. Így a kísérlet

3. táblázat

A talajok nitrogéntrágyázása előtti vízzel borítottság időtartamának hatása kicserélhető és kötött NH<sub>4</sub>-N-tartalmukra

(1) Talajok származási helye	(2) Kezelés előtti vízborítás ideje, nap	(3) Kezelések				(6) Kötött N (kezelések átlaga)
		30 ppm N		60 ppm N		
		(4) Kicserélhető*	(5) Kötött	(4) Kicserélhető	(5) Kötött	
		NH <sub>4</sub> -N, ppm				
Chinsurah	0	10,02	15,69	24,32	28,35	22,02
	10	4,98	19,70	15,52	40,36	30,03
	20	3,52	24,46	14,08	42,68	33,57
	30	2,00	22,16	12,96	41,92	32,04
	Átlag		20,50		38,33	
Baksha	8	12,16	15,94	23,42	32,06	24,00
	10	5,04	23,28	16,43	38,65	30,96
	20	5,32	20,64	13,70	40,73	30,68
	30	3,72	25,12	11,37	43,24	34,18
	Átlag		21,24		38,67	
Sonamukhi	0	16,68	10,62	30,06	18,88	14,75
	10	16,62	10,88	29,48	20,02	15,45
	20	14,78	12,58	27,58	22,58	17,58
	30	13,62	13,72	25,62	26,62	20,17
	Átlag		11,95		22,02	
	a) Kísérleti átlag		17,89		33,01	

b) SzD-értékek

5%-os  
valószínűségi szinten

c) Vízbortási időtartamok között (n)

nem szignifikáns

d) Kezelések között (K)

6,9

e) Kölesönhatások (n × K)

nem szignifikáns

\* A kicserélhető NH<sub>4</sub>-N-értékek a megfelelő kontrollok értékeinek levonása után kapott különbségeket jelentik.

20. napjáig bezárólag mind a két kezelés ugyanannyi műtrágya-N-t kapott. E kétféle alkalmazás hatását a kötött NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-mennyiségekre a kísérlet 30. és 40. napján hasonlítottuk össze. Az eredmények szerint az egyszeri, illetőleg megosztott adagolás nem okozott különbséget az NH<sub>4</sub>-N megkötődésében. Ugyanez vonatkozik a kicserélhető NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-ionok értékeire is, az adagolási módok okozta különbségek alig nagyobbak 1-2 ppm N-nél.

Az 5. táblázatban az ammóniumszulfát-koncentrációk hatását mutatjuk be a talajok NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-megkötésére. Az ammóniumszulfát-koncentrációval együtt nőtt a kötött és kicserélhető NH<sub>4</sub>-értéke valamennyi talajban. Ebben az esetben is a vízzel borítottság 20. napján nagyobb a megkötés mértéke, mint a 3. napján. Az eredményekből kitűnik, hogy amikor egy talajhoz bizonyos mennyiségű ammónium-szulfátot adunk, az NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-ionok egy része belép a kicserélődési komplexusba, másik része megkötődik, a harmadik része pedig oldható formában marad, noha a talajnak sem az NH<sub>4</sub>-megkötő, sem a kicserélő képessége még nem telítődött. Ez azt bizonyítja, hogy további ammónium-

## 4. táblázat

Az ammónium-szulfát adagolási módjának befolyása a talajok kicserélhető és kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$ -tartalmára

(1) Talajok származási helye	(2) Vízborítás után eltelt idő, nap	(3) Kezelés				(8) Kötött N (kezelések átlaga)
		(4) Egyszerre		(5) Három részletben		
		adott 30 ppm N				
		(6) Kicserélhető <sup>a</sup>	(7) Kötött	(6) Kicserélhető	(7) Kötött	
NH <sub>4</sub> -N, ppm						
Chinsurah	10	14,84	11,80	4,80	4,08	7,94
	20	6,89	19,08	2,83	13,00	16,04
	30	5,60	24,40	3,36	24,96	24,68
	40	5,04	24,96	4,52	25,48	25,22
	Átlag		20,06		16,88	
Baksha	10	9,48	12,68	3,66	3,54	8,11
	20	4,26	18,00	2,06	10,70	14,35
	30	3,81	22,82	2,80	21,07	21,94
	40	3,40	26,60	4,64	24,81	25,70
	Átlag		20,02		15,03	
Sonamukhi	10	17,86	6,52	6,88	1,56	4,04
	20	16,60	8,32	12,12	3,88	6,10
	30	11,24	9,70	9,70	8,36	9,03
	40	8,50	12,93	11,36	11,74	12,33
	Átlag		9,36		6,38	
	a) Kísérleti átlag		16,48		12,76	

b) SzD-értékek

5%-os  
valószínűségi szinten

c) Vízbortási időtartamok között (n)

nem szignifikáns

d) Kezelések között (K)

5,5

7,6

e) Kölcsönhatások (n×K)

nem szignifikáns

\* A kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$ -értékek a megfelelő kontrollok értékeinek levonása után kapott különbségeket jelentik.

szulfát-adagolással az  $\text{NH}_4$ -kicserélődés és megkötődés is tovább növekszik. Így pl. a Baksha talajban a 60 ppm-es N-kezelésben a kísérlet 3. napján 9,97 ppm volt az oldható és 25,61 ppm a kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  töménysége. A 90 ppm-es N-kezelésben a megkötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  koncentrációja 28,56 ppm volt, vagyis a 60 ppm N-nel kezelt talaj még további  $\text{NH}_4\text{-N}$ -t is meg tudott kötni, jóllehet abban a kezelésben 9,97 ppm-nyi N oldható formában maradt. Ez arra mutat, hogy az oldható és a kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  között átmeneti egyensúly áll fenn. A megfigyelések alapján a vízzel borított talajokban az ammónium-szulfát átalakulása feltételezhetően a következőképpen történik:



Az  $\text{NH}_4\text{-N}$  adagolásával a felvehető  $\text{NH}_4\text{-N}$  mennyisége folyamatosan növekszik, de a kötött N-tartalom csupán egy bizonyos határig emelkedik.

5. táblázat

Az ammónium-szulfát töménységének hatása a talaj  $\text{NH}_4\text{-N}$ -megkötésére (ppm)

(1) Talajok származási helye	(2) Vízborítás ideje, nap	(3) Kezelések				(4) Kezelések átlaga
		10	30	60	90	
ppm $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$						
Chinsurah	3	4,48	14,84	24,89	30,60	18,70
	20	5,44	16,06	33,10	40,56	23,79
	Átlag	4,96	15,45	28,99	35,58	
Baksha	3	3,16	11,71	25,61	28,56	17,26
	20	4,28	19,23	28,32	38,68	22,63
	Átlag	3,72	15,47	26,96	33,62	
Bishnupur	3	0,93	2,71	5,23	8,87	4,44
	20	1,20	4,42	14,15	17,98	9,44
	Átlag	1,06	3,56	9,69	13,42	
Sonamukhi	3	1,76	4,98	6,24	10,68	5,91
	20	2,48	8,22	8,46	11,96	7,78
	Átlag	2,12	6,60	7,35	11,32	
Mohammudbazar	3	4,12	13,12	17,33	21,35	13,98
	20	5,46	16,86	20,62	22,16	16,27
	Átlag	4,79	14,99	18,97	21,75	
	a) Kísérleti átlag	3,33	11,21	18,39	23,24	

b) SzD-érték

5%-os  
valószínűségi szinten

c) Vízborítási időtartamok között (n)

nem szignifikáns

d) Kezelések között (K)

7,5 9,7

e) Kölcsönhatások ( $K \times n$ )

nem szignifikáns

BHADURI és munkatársai [5] kimutatták, hogy a talajokban az  $\text{NH}_4^+$  megkötődését az adszorpciója előzi meg, különösen kis koncentrációk esetében.

Ami az  $\text{NH}_4^+$  megkötődésének a hőmérséklettel szembeni érzékenységét illeti, a 6. táblázat szerint a megkötődés 33 és 80 °C között végbement. A kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  értékei 80 °C-on következetesen nagyobbak, mint 33, illetve 60 °C-on, az utóbbi két hőmérsékleten viszont csaknem azonosak. A hőmérséklet azonban nem gyakorolt szignifikáns hatást az  $\text{NH}_4^+$  megkötődésére, jóllehet MELA MELA [10] hangsúlyozza, hogy az agyagásványok  $\text{NH}_4^+$ -megkötése a rácsrétegek távolságával, szerkezetével, a molekulák közötti vonzóerővel és az agyagásványok rugalmasságával összefüggően módosul, ez utóbbiak pedig a hőmérséklettel és a nedvességtartalommal együtt növekednek.

A fenti eredményekből az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

1. Gázalakú  $\text{NH}_3$ -vesztés nem volt kimutatható.

2. A kísérlet egész ideje alatt, főképpen nagy ammóniumsulfát-adagok mellett, eléggé jelentősek voltak a talajokban kimutatható oldható  $\text{NH}_4\text{-N}$ -mennyiségek. Az  $\text{NH}_4^+$  megkötődése a vízzel borítottág időtartamával, illetve az N-műtrágyaadaggal együtt növekedett, a különbségek azonban nem voltak szignifikánsak. Úgy tűnt, hogy az  $\text{NH}_4^+$ -megkötődés mértékét a talajok ásványi összetétele szabta meg.

## 6. táblázat

A hőmérséklet hatása a talajok  $\text{NH}_4\text{-N}$ -megkötésére (ppm)

(1) Talajok származási helye	(2) Kezelések, adott N, ppm	(3) Hőmérséklet, °C			(4) Átlag
		33	60	80	
Baksha	30	13,23	11,58	18,90	14,30
	60	22,56	20,09	26,45	23,03
	Átlag	17,89	15,83	22,67	
Chinsurah	30	14,88	13,74	18,08	15,57
	60	25,13	25,35	28,67	26,38
	Átlag	20,00	19,54	23,37	
Mohammudbazar	30	12,52	11,72	15,56	13,27
	60	18,16	18,52	24,16	20,28
	Átlag	15,34	15,12	19,86	
Sonamukhi	30	4,23	4,64	7,00	5,20
	60	6,24	7,08	11,96	8,43
	Átlag	5,23	5,86	9,48	
Sekrampur	30	5,30	6,24	9,34	6,96
	60	6,32	7,60	14,84	9,59
	Átlag	5,81	6,92	12,09	
	a) Kísérleti átlag	12,85	12,65	17,49	

b) SzD-értékek

5%-os  
valószínűségi szinten

f) Hőmérsékletek között (H)

nem szignifikáns —

d) Kezelések között (K)

5,0 6,8

e) Kölcsönhatások (H × K)

nem szignifikáns —

3. Az  $\text{NH}_4\text{-N}$  adagolását megelőző, különböző időtartamú vízborítás hatására a talajokban a kicserélhető  $\text{NH}_4\text{-N}$  kisebb mennyiségben, a kötött  $\text{NH}_4\text{-N}$  pedig nagyobb mennyiségben volt jelen, mint amikor a vízzel borítás és az ammónium-szulfát adagolása egyszerre történt. E különbségek azonban nem voltak statisztikusan igazolhatóak. A különböző N-adagok mellett tapasztalt  $\text{NH}_4\text{-N}$ -megkötődési értékek átlagos különbsége mindkét N-szint esetében erősen szignifikáns volt.

4. A kísérletekben az ammónium-szulfát alkalmazásának a módja (egyszeri vagy megosztott adagolás) nem befolyásolta az  $\text{NH}_4\text{-N}$  kicserélődését és az  $\text{NH}_4\text{-N}$  megkötődését. A vízzel borítottság időtartamával együtt szignifikánsan növekedett az  $\text{NH}_4\text{-N}$  megkötődése; a legnagyobb 40 nap, a legkisebb 10 nap után volt. A 30 és 10, 40 és 10, valamint a 40 és 20 napos vízzel borítottság után mért értékek között mindkét N-szinten erősen szignifikáns különbséget találtunk, míg a 30 és 20 napos vízzel borítottság után mért értékek közötti különbség csupán 5%-os valószínűségi szinten volt statisztikusan igazolható.

5. Az  $\text{NH}_4\text{-N}$  megkötődése az  $\text{NH}_4\text{-N}$ -adagokkal együtt szignifikánsan növekedett.

6. Az  $\text{NH}_4\text{-N}$ -megkötődés 33 és 80 °C között valamennyi hőmérsékleten végbement; a magasabb hőmérsékleten tapasztalt nagyobb mértékű megkötődés statisztikusan nem volt igazolható.



### Összefoglalás

Az  $\text{NH}_4\text{-N}$  átalakulását tanulmányoztuk vízzel borított nyugat-bengáliai talajokban. Vizsgálataink szerint az  $\text{NH}_4$ -adagok egy része a talajokban megkötődött, mégpedig a vízzel borítottság időtartamával együtt fokozatosan mind nagyobb mértékben. A talajoknak az  $\text{NH}_4\text{-N}$  adagolása előtti különböző időtartamú vízzel borítottsága az  $\text{NH}_4^+$  kicserélődését csökkentette és a megkötődését növelte. Az  $\text{NH}_4\text{-N}$  egyszeri, illetve megosztott adagolása látszólag nem befolyásolta az  $\text{NH}_4^+$  kicserélődését és megkötődését. Ez utóbbi két érték az ammónium-szulfát koncentrációjával együtt növekedett. A megkötődés 33 és 80 °C között minden hőmérsékleten kimutatható volt.

### Irodalom

- [1] ALLISON, F. E. & ROLLER, E. M.: Fixation and release of ammonium ions by clay minerals. *Soil Sci.* **80.** 431–441. 1955.
- [2] ALLISON, F. E., DOETSCH, J. H. & ROLLER, E. M.: Ammonium fixation and availability in Harpster clay loam. *Soil Sci.* **72.** 187–200. 1951.
- [3] ALLISON, F. E., ROLLER, E. M. & DOETSCH, J. H.: Ammonium fixation and availability in vermiculite. *Soil Sci.* **75.** 173–180. 1953.
- [4] BARSHAD, I.: Vermiculite and its relation to biotite as revealed by base exchange reactions, X-ray analyses, differential thermal curves, and water content. *Amer. Mineralogist.* **33.** 655–678. 1948.
- [5] BHADURI, T. L. et al.: Native fixed ammonium and fixation of applied ammonium in some soils of W. Bengal. *J. Indian Chem. Soc.* **54.** 822–825. 1977.
- [6] BURGE, W. D. & BROADBENT, F. E.: Fixation of ammonia by organic soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **25.** 199–204. 1961.
- [7] JACKSON, M. L.: *Soil chemical analysis.* Englewood. Prentice-Hall. 1958.
- [8] LEGGETT, G. E. & MOODIE, C. D.: The release of fixed ammonium from soils by sodium as affected by small amounts of potassium or ammonium. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **27.** 645–648. 1963.
- [9] MATTSO, S. & KOUTLER-ANDERSSON, E.: The acid-base condition in vegetation, litter and humus. XI. Acid and base in decomposing litter. *Lantbr. Högsk. Ann.* **21.** 389–400. 1954.
- [10] MELA MELA, P.: Fixation of ammonium by clay minerals in relation to some probable effects on the vegetative development of plants. *Soil Sci.* **93.** 189–194. 1962.
- [11] PIPER, C. S.: *Soil and plant analysis.* The Univ. of Adelaide. Adelaide. 1950.
- [12] 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.
- [13] SOHN, J. B. & PEECH, M.: Retention and fixation of ammonia by soils. *Soil Sci.* **85.** 1–9. 1958.
- [14] STANFORD, G. & PIERRE, W. H.: The relation of potassium fixation to ammonium fixation. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **11.** 155–160. 1946.
- [15] STEVENSON, F. J. & DHARIWAL, A. P. S.: Distribution of fixed ammonium in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **23.** 121–125. 1959.

Érkezett: 1981. augusztus 10.

## Studies on the Transformation of Added Ammonium under Submerged Condition in Some Soils of West Bengal

S. K. BANERJEE and S. K. GUPTA

Forest Soil-cum-Vegetation Survey, Eastern Region, Midnapore, West Bengal  
and University College of Agriculture, Calcutta University (India)

### Summary

The transformation of added ammonium under submerged condition in some rice soils of West Bengal was studied.

In the first stage of the investigation ammonium sulphate was added to waterlogged soils, and at different stages of waterlogging the soluble and exchangeable ammonium nitrogen contents of the soils were determined.

The second stage of investigation involved a study of the different factors affecting the fixation of ammonium nitrogen in soils under waterlogged conditions. The results showed that a part of the added ammonium was fixed in soils and the fixation gradually increased with the time of waterlogging. Presubmergence of soils for different lengths of time before application of ammonium sulphate resulted in lower exchange but higher fixation of ammonium nitrogen than when ammonium was added immediately after waterlogging. Application of ammonium sulphate in single or split doses appeared to have no effect on ammonium exchange or ammonium fixation. Both the fixed and exchangeable ammonium N increased with the concentration of ammonium sulphate. Fixation took place at all temperatures between 33 and 80 °C.

*Table 1.* Physical and chemical characteristics of the soils. (1) Location and soil groups: a) alluvial; b) laterite; c) red. (2) Dominant clay minerals: d) illite; e) kaolinite. (3) Clay, %. (4) Silt, %. (5) Sand, %. (6) Organic C, %. (7) C. E. C., me/100 g soil. (8) Total N, %. (9) Native fixed  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ppm.

*Table 2.* Exchangeable, available and fixed nitrogen as percentage of added nitrogen. (1) Soils. (2) Days of waterlogging, a) mean; b) overall mean. (3) Treatments. (4) Exchangeable N, %. (5) Available N, %. (6) Fixed N, %. (7) Mean of fixed N comprising two treatments.

*Table 3.* Effect of presubmergence of soil on the exchangeable and the fixed ammonium-N. (1) Soils; a) overall mean; b) C. D. values at 5% and 1%; c) for days of waterlogging (n); d) for treatments (K); e) interaction ( $n \times K$ ). (2) Days of submergence after which treatment was applied. (3) Treatments. (4) Exchangeable and (5) fixed  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ppm. (6) Mean of fixed N comprising treatments. \*Exchangeable  $\text{NH}_4\text{-N}$  represents excess over the corresponding control.

*Table 4.* Effect of split application of ammonium sulphate on the exchangeable and the fixed ammonium nitrogen in soils. (1) Soils. For a)–e) see Table 3. (2) Days after waterlogging. (3) Treatment. (4) Single and (5) split application. (6) Exchangeable and (7) fixed  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ppm. (8) Mean of fixed N comprising treatments.

*Table 5.* Effect of different concentrations of ammonium sulphate on the fixation of  $\text{NH}_4\text{-N}$  (ppm) in soils. For (1)–(3) and a)–e) see Table 3. (4) Mean comprising treatments.

*Table 6.* Effect of temperature on the fixation of  $\text{NH}_4\text{-N}$  (ppm) in soils. (1) Soils. (2) Treatments, applied N, ppm. For a)–e) see Table 3. f) for temperature. (3) Temperature, °C. (4) Mean.

## Umbildung des Ammoniums in überstauten Böden einiger westbengalischer Reisfelder

S. K. BANERJEE und S. K. GUPTA

Boden- und Pflanzenuntersuchungsdienst der Forstwirtschaft, Kreis Ost-Kotebasar, Midnapore (West-Bengalen) und Universität von Kalkutta, Kalkutta (Indien)

### Zusammenfassung

Es wurde die Umbildung von Ammonium-Ionen in Bodenproben aus westbengalischen überstauten Reisfeldern untersucht. Im ersten Teil der Untersuchungen wurde zugleich mit der Überstauung Ammoniumsulfat auf die Böden ausgestreut und nach einiger Zeit wurde der lösliche und austauschbare  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt der Böden bestimmt. In folgendem wurden verschiedene Faktoren, die die  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Bindung der überstauten Böden beeinflussen, bestimmt. Es stellte sich heraus, dass ein Teil der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gaben in den Böden – in mit der Zeitdauer der Überstauung steigendem Masse – gebunden wurde. Mit der Dauer der der Ausbringung des Stickstoffes vorausgehenden Überstauung war der Austausch von  $\text{NH}_4\text{-N}$  geringer, seine Bindung aber von grösserem Ausmass, als wenn  $\text{NH}_4\text{-N}$  unmittelbar nach der Überstauung gegeben wurde. Die einmalige bzw. geteilte Gabe des  $\text{NH}_4\text{-N}$  war für den  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Austausch und die  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Bindung scheinbar ohne Einfluss. Bei Zunahme der Konzentration von Ammoniumsulfat ist der Wert des gebundenen, sowie des austauschbaren  $\text{NH}_4\text{-N}$  gestiegen. Die Bindung vollzog sich bei jeder Temperatur zwischen 33 und 80 °C.

*Tab. 1.* Physikalische und chemische Kennwerte der Böden. (1) Herkunftsort und Bodentyp: a) Alluvialboden; b) Lateritboden; c) Terra rossa. (2) Vorherrschendes Tonmineral: d) Illit; e) Kaolinit. (3) Tongehalt, %. (4) Schlammgehalt, %. (5) Sandgehalt, %. (5) Organisches C, %. (7) T-Wert, mval/100 g Boden. (8) Gesamtes N, %. (9) Ursprünglich gebundenes  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ppm.

*Tab. 2.* Austauschbares, aufgenommenes und gebundenes N in % des dem Boden zugefügten N. (1) Herkunftsort der Böden. (2) Dauer der Überstauung, Tage; a) Mittelwert. (3) Varianten. (4) Austauschbares  $\text{NH}_4\text{-N}$ , %. (5) Aufnehmbares  $\text{NH}_4\text{-N}$ , %. (6) Gebundenes  $\text{NH}_4\text{-N}$ , %. (7) Gebundenes N (Mittelwert der Varianten). b) Mittelwert der Versuche.

*Tab. 3.* Einfluss der Zeitdauer der der Ausbringung des Stickstoffes vorausgehenden Überstauung auf den austauschbaren und gebundenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt der Böden. (1) Herkunftsort der Böden. (2) Zeitdauer der der Ausbringung des Stickstoffes vorausgehenden Überstauung, Tag. (3) Varianten. (4) Austauschbares  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ppm. (5) Gebundenes  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ppm. (6) Gebundenes N (Mittelwert der Varianten). a) Mittelwert der Versuche; b)  $\text{GD}_{5\%}$ - und  $\text{GD}_{1\%}$ -Werte; c) Zwischen den Überstauungsperioden (n) nicht signifikant; d) Zwischen den Varianten (K); e) Wechselwirkung (n × K) nicht signifikant. \*Die austauschbaren  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Werte bedeuten die nach Abziehen der entsprechenden Kontrollwerte erhaltenen Differenzen.

*Tab. 4.* Einfluss der Art der Ausbringung von Ammoniumsulfat auf den austauschbaren und gebundenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt der Böden. (1) Herkunftsort der Böden. (2) Nach der Überstauung vergangene Zeit, Tage. (3) Varianten. (4) Auf einmal und (5) in 3 Teilen gegebenes N, 30 ppm. (6) Austauschbares  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ppm. (7) Gebundenes  $\text{NH}_4\text{-N}$ , ppm. (8) Gebundenes N (Mittelwert der Varianten). Die übrigen Bezeichnungen s. Tab. 3.

*Tab. 5.* Einfluss der Ammoniumsulfat-Konzentration auf die  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Bindung der Böden, ppm. (1) Herkunftsort der Böden. (2) Dauer der Überstauung, Tage. (3) Varianten. (4) Mittelwert der Varianten. Die übrigen Bezeichnungen s. Tab. 3.

*Tab. 6.* Einfluss der Temperatur auf die  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Bindung der Böden (ppm). (1) Herkunftsort der Böden. (2) Varianten, gegebenes N, ppm. (3) Temperatur, °C. (4) Mittelwert; a) Mittelwert der Versuche. b)  $\text{GD}_{5\%}$ - und  $\text{GD}_{1\%}$ -Werte. c) zwischen den Temperaturen (H) nicht signifikant. d) zwischen den Varianten (K). e) Wechselwirkung (H × K) nicht signifikant.

## Изучение связывания $\text{NH}_4^+$ в некоторых, покрытых водой почвах Западной Бенгалии

С. К. БАНЕРДЖИИ и С. К. ГУПТА

Лесоводческая Служба по изучению почв и растений, Восточная зона Котебазар, Миднапур, Западная Бенгалия и Сельскохозяйственный факультет Калькуттского Университета, Калькутта, (Индия)

### Резюме

На некоторых почвенных образцах, взятых с рисовых полей, изучили переобразование ионов аммония в условиях постоянного покрытия поверхности почвы водой. В первой фазе исследований, в почву, одновременно с затоплением водой, внесли сульфат аммония и спустя определенное время определили содержание в почве воднорастворимых и обменных  $\text{NH}_4-\text{N}$ . Во второй фазе изучили различные факторы, влияющие на связывание почвами  $\text{NH}_4^+$ . Результаты показывают, что одна часть внесенных доз  $\text{NH}_4^+$  связывается, причем это связывание увеличивается в зависимости от продолжительности покрытия почвы водой. Перед внесением азота, обмен  $\text{NH}_4^+$  в почвах с различным временем затопления проходил слабее, а связывание гораздо интенсивнее, чем на варианте где аммиачный азот внесли после затопления почвы.

Одноразовое или раздельное внесение  $\text{NH}_4-\text{N}$  не влияло на связывание или обмен этих ионов. С увеличением концентрации сульфата аммония увеличивались значения как связанного, так и обменного аммонийного азота. Связывание всегда проходила при температурах между 32—80°C.

*Табл. 1.* Данные физического и химического анализа изученных почв. (1) Место происхождения и почвенная группа: а) Аллювиальные почвы. б) Латеритные почвы. в) Красные почвы. (2) Господствующие минералы: д) иллит. е) каолинит. (3) Глина, %. (4) Ил, %. (5) Песчаные фракции, %. (6) Органический С, %. (7) Величина «Т» в мг.экв/100 г почвы. (8) Общий азот, %. (9) Исходное содержание связанного аммонийного азота, ппм (мг/кг).

*Табл. 2.* Содержание обменного и связанного азота в процентах от внесенного азота. (1) Место происхождения почвы. (2) Продолжительность покрытия водой, в днях. (3) Варианты. (4) Обменный (5) усвояемый и (6) связанный аммонийный азот в %. (7) Связанный азот (среднее по вариантам). а) Среднее по опыту.

*Табл. 3.* Влияние продолжительности затопления почв перед внесением азотных минеральных удобрений на содержание обменного и связанного аммонийного азота. (1) Место происхождения почвы. (2) Продолжительность затопления перед обработкой, в днях. (3) Варианты. (4) Обменный и (5) связанный аммонийный азот в ппм. (6) Связанный азот (среднее по вариантам). а) Среднее по опыту. б) Значение СНР на 5% и 1% уровнях достоверности. в) Не достоверно между продолжительностью затопления (п). д) Между вариантами (К). е) Взаимодействие (п × К) не достоверно.

*Табл. 4.* Влияние способа внесения сульфата аммония на содержание в почвах обменного и связанного аммонийного азота. (1) Место происхождения почвы. (2) Время прошедшее после затопления, в днях. (3) Варианты. (4) Одноразовое и (5) трехразовое внесение дозы азота 300 ппм. (6) Содержание обменного и (7) связанного аммонийного азота в ппм. (8) Связанный азот (среднее по вариантам). Остальные обозначения смотри в таблице 3. Величины обменного аммонийного азота получили после вычитания соответствующих контрольных значений.

*Табл. 5.* Влияние доз внесения сульфата аммония на связывание в почве аммонийного азота. (1) Место происхождения почвы. (2) Продолжительность затопления, в днях. (3) Варианты. (4) Среднее по вариантам. Остальные обозначения смотри в таблице 3.

*Табл. 6.* Влияние температуры на связывание в почве аммонийного азота, ппм. (1) Место происхождения почвы. (2) Варианты, внесенный азот в ппм. от а) до е) смотри в таблице 3. ф) Температура.