

## N-műtrágyák hatásának vizsgálata tenyészedeny-kísérletekben III. Savanyú homoktalaj (Nyírlugos)

KÁDÁR IMRE és PUSZTAI ANTAL

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Előző közleményeinkben beszámoltunk a meszes homok és a semleges vályogtalajokkal végzett tenyészedeny-kísérletek főbb eredményeiről, melyeket azonos kezelésekkel végeztünk 1991-ben és 1992-ben 6 leveles korú kukorica-növénnyel. Összefoglalóan az alábbiakat állapítottuk meg (KÁDÁR & PUSZTAI, 1977a,b):

1. Míg a meszes homok képes volt a műtrágyaterhelés savanyító hatását elensúlyozni, semleges vályogon a  $\text{pH}_{(\text{KCl})}$  2 egész értékkel módosult a N-trágya formák hatására.

2. A meszes homokon a nitrifikáció gátolt volt, a talaj  $\text{NH}_4\text{-N}$ - és  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma az alkalmazott műtrágya formákat tükrözte. Semleges vályogon az erősen savanyító  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  kivételével a nitrifikáció előrehaladt.

3. Maximális növényi produkciót meszes homokon az  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  forma adta, míg a  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  hatástalan maradt. Az extrém P- és K-terhelés depressziót eredményezett. Semleges vályogon a N formák csaknem egyaránt jól hatottak, az extrém P- és K-terhelés nem vezetett termés-csökkenéshez.

4. A növényi N-, P- és K-összetétel mindkét talajon drasztikusan változott a megfelelő N-, P- és K-tápanyagkínálat függvényében. Semleges vályogon a növények azonban nagyobb P %-okat mutattak és a pH módosulása miatt érzékenyebben jelezték a Ca, Mg, Mn, Zn elemek változásait a P- és K-ellátás, ill. a N formák függvényében.

5. A N-mérleg egyenlegei szerint gyakorlatilag a teljes műtrágya-N kimutatható volt a talaj vizsgált ásványi frakció és a növényi felvétel összegében az  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - és  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ -kezelésekben, míg a  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  és  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  formák 30-40 % hiányt jeleztek meszes homokon. Közel semleges vályogon a  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  10 %,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  és  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  30 %, a  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  N-je pedig kerekén 40 % hiányt mutatott. Ez a hiány jelenthet beépülést a talaj általunk nem vizsgált frakcióiba, ill. légköri elillanást egyaránt.

Jelen munkánkban a savanyú nyírségi homoktalajjal beállított kísérlet adatait dolgoztuk fel. A termőhelyen folyó szabadföldi műtrágyázási/meszesési

tartamkísérlet eredményeit korábban már ismertettük (LÁNG, 1973; KÁDÁR & SZEMES, 1994; SZEMES & KÁDÁR, 1990). E talajok N-forgalmával LATKOVICSNÉ (1981, 1982) foglalkozott részletesebben. Kutatásainkat az OTKA T014637 szerződés támogatásával folytattuk.

### Anyag és módszer

Az edényeket 1993 tavaszán állítottuk be az Intézet tenyészedenyházában savanyú kovárványos nyírségi homoktalajjal, mely a nyírlugosi tartamkísérletünk szántott rétegeből származott. A talaj főbb jellemzői: leiszapolható rész: 6 %;  $K_A$ : 25; humusz: 0,5 %;  $y_1$ : 7;  $y_2$ : 2;  $pH_{(KCl)}$ : 4,7;  $pH_{(H_2O)}$ : 5,5; AL- $P_2O_5$ : 114 ppm, AL- $K_2O$ : 66 ppm. A tápelemvizsgálatok szerint ez a talaj foszforral és a főbb mikroelemekkel jól, míg nitrogénnel és káliummal gyengén ellátottnak minősül. Az alacsony pH ellenére a Ca szolgáltatása megfelelő, az AL-Ca-tartalma megközelíti a semleges martonvásári vályogét, míg a Mg készlete egy nagyságrenddel kisebb.

A kísérletben 2 kg/edény légszáraz talajjal dolgoztunk 5 N forma x 3 P-ellátás x 3 K-ellátás = 45 kezeléssel és 3 ismétléssel, azaz összesen 135 edénnyel. Az alkalmazott trágya formákat és -adagokat az alábbiakban részletezzük.

*N-trágyázás* egységesen 500 mg/kg N. Felhasznált műtrágyák:

- |                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| 1. Kontroll                 | = 0 g/edény    |
| 2. $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ | = 8,43 g/edény |
| 3. $(NH_4)_2SO_4$           | = 4,88 g/edény |
| 4. $NH_4NO_3$               | = 2,86 g/edény |
| 5. $CO(NH_2)_2$             | = 2,16 g/edény |

*P-trágyázás*  $Ca(H_2PO_4)_2$  összetételű 17 %-os örlött szuperfoszfáttal:

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 1. 0 mg/kg $P_2O_5$    | = 0 g/edény műtrágya     |
| 2. 500 mg/kg $P_2O_5$  | = 5,81 g/edény műtrágya  |
| 3. 1000 mg/kg $P_2O_5$ | = 11,63 g/edény műtrágya |

*K-trágyázás* 45 %-os  $K_2SO_4$  formájában:

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. 0 mg/kg $K_2O$    | = 0 g/edény műtrágya    |
| 2. 500 mg/kg $K_2O$  | = 1,85 g/edény műtrágya |
| 3. 1000 mg/kg $K_2O$ | = 3,70 g/edény műtrágya |

Az edények aljára 150 g kavicsot helyeztünk, mielőtt az átrostált és műtrágyával összekevert talajt betöltöttük. Az öntözés desztillált vízzel történt igény szerint 2-3 naponta. Az alul perforált műanyag edényekből kifolyt vizet visszaöntöttük. A foszfort, káliumot és a nitrogén 1/3-át beállítás előtt kevertük szárazon a talajba, míg a fejtágyaként adott N-t a kelést követő 2. és 4. héten az öntözővízzel adagoltuk. Edényenként 7-7 kukoricaszemet vetettünk május közepén, majd kelés után az egyelést 5-5 növény/edény növényszámra végeztük el. A tenyészidő kb. 5-6 hétig tartott, az edényeket június végén bontottuk el.

Az átlagosan kb. 30-40 cm magas 6 leveles korú kukorica betakarítása a növedék föld feletti hajtásának levágását jelentette. A hajtás tömegét edényenként lemértük, megszártítottuk, visszamértük és meghatároztuk a fontosabb makro- és mikroelemek tartalmát a 45 kezelésben. Jelzőnövényként a P-3732 hibrid szolgált. Betakarítás után az edények talaját átrostáltuk és a nagyobb gyökérmaradványokat eltávolítva 10-15 pontból átlagmintákat vettünk analízisre. A mintákban meghatároztuk az AL-oldható tápelemeknél az ásványi-N formákat BREMNER és KEENEY (1966) szerint, valamint a  $pH_{(KCl)}$  értékeit is kezelésenként.

Mivel a P x K kölcsönhatások elhanyagolhatóak voltak, ismétlésül szolgálhattak. A továbbiakban a 45 kezelés helyett csak a N x P, ill. N x K kétirányú táblázatok adatainak bemutatására szorítkozunk.

### Kísérleti eredmények

A változások bemutatását a talajvizsgálatok értékelésével kezdjük, a jelenségek teljesebb megértése céljából. Az 1. táblázat adatai szerint a kolloidban szegény savanyú nyírségi homoktalaj érzékenyen reagált a trágyázásra. A  $pH_{(KCl)}$  átlagosan egy egységgel nőtt a lúgosító karbamid, valamint 0,9 egységgel csökkent az erősen savanyító hatású  $(NH_4)_2SO_4$ -kezelésekben. A  $pH_{(H_2O)}$  értékek közel egy egységgel nagyobbak és általában jól követik az említett változásokat. Ettől eltérő jelenség, hogy a  $pH_{(KCl)}$  0,5 értékkel emelkedett a P-trágyázás nyomán, mely a  $pH_{(H_2O)}$  eredményein nem tükröződött. A K-trágyázás a pH-viszonyokat nem módosította.

1. táblázat

A tenyészedény-kísérlet savanyú homoktalajának (Nyírlugos)  $pH_{(KCl)}$  és  $pH_{(H_2O)}$  értéke (1993)

(1) P és K szint	(2) Kont- roll $N_0$	(3) N formák				(4) SzD <sub>5%</sub>	(5) Átlag
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>		
$pH_{(KCl)}$							
P <sub>0</sub>	4,2	4,7	3,8	4,2	5,1		4,4
P <sub>1</sub>	5,0	5,0	3,8	4,4	5,9	0,7	4,8
P <sub>2</sub>	4,8	5,0	3,8	4,7	6,1		4,9
a) Átlag	4,7	4,9	3,8	4,4	5,7	0,4	4,7
$pH_{(H_2O)}$							
P <sub>0</sub>	5,5	5,8	4,8	5,7	6,4		5,6
P <sub>1</sub>	5,6	5,8	4,6	5,8	6,4	0,9	5,6
P <sub>2</sub>	5,3	5,7	4,4	6,1	6,2		5,6
a) Átlag	5,5	5,8	4,6	5,8	6,3	0,5	5,6

Megjegyzés: A K-szintek a pH értékeit nem befolyásolták

Az AL-oldható P-tartalom közel 6-szorosára emelkedett a P-trágyázással, míg az AL-K koncentrációja több mint 8-szorosára a K-trágyázással. A nagy szórások miatt nem bizonyíthatóan, de jelentősen, 1/3-ával csökkent az AL-K-tartalom az emelkedő P szinteken. Statisztikailag is igazolható viszont az AL-oldatban kimutatott K koncentrációjának emelkedése az  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - és  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ -kezelésekben. Az antagonistá ammóniumion, mint ismert, akadályoz-

2. táblázat

A tenyészedény-kísérlet savanyú homoktalajának AL-oldható  $\text{P}_2\text{O}_5$ -,  $\text{K}_2\text{O}$ -, Na-, Ca- és Mg-, valamint KCl+EDTA oldható Zn- és Cu-tartalma (1993)

(1) P és K szint	(2) Kont- roll $\text{N}_0$	(3) N formák				(4) SzD <sub>5%</sub>	(5) Átlag
		$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$		
<b>AL-<math>\text{P}_2\text{O}_5</math>, mg/kg</b>							
$\text{P}_0$	107	114	125	108	116	68	114
$\text{P}_1$	348	379	408	354	372		372
$\text{P}_2$	642	617	687	643	677		653
$\text{K}_0$	387	405	382	381	396	49	390
$\text{K}_1$	348	314	382	349	373		353
$\text{K}_2$	362	390	456	375	396		396
a) Átlag	366	370	407	368	388		380
<b>AL-<math>\text{K}_2\text{O}</math>, mg/kg</b>							
$\text{P}_0$	343	319	427	383	351	260	365
$\text{P}_1$	197	86	525	561	76		289
$\text{P}_2$	155	107	429	304	191		237
$\text{K}_0$	36	66	80	118	42	150	69
$\text{K}_1$	143	197	452	361	61		243
$\text{K}_2$	517	250	849	769	515		580
a) Átlag	232	171	460	416	206		297
<b>AL-Na, mg/kg</b>							
a) Átlag	26	18	18	28	22	10	22
<b>AL-Ca, ppm</b>							
$\text{P}_0$	289	952	125	187	312	613	373
$\text{P}_1$	624	741	483	655	686		638
$\text{P}_2$	913	1232	1404	850	998		1080
a) Átlag	608	975	671	564	666	354	697
<b>AL-Mg, ppm</b>							
$\text{P}_0$	39	26	14	26	40	17	29
$\text{P}_1$	41	28	23	34	44		34
$\text{P}_2$	35	36	26	35	51		37
a) Átlag	38	30	21	32	45	10	33

2. táblázat folytatása

(1) P és K szint	(2) Kont- roll N <sub>0</sub>	(3) N formák				(4) SzD <sub>5%</sub>	(5) Átlag
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>		
<b>KCl+EDTA-Zn, ppm</b>							
P <sub>0</sub>	1,5	1,4	1,8	1,4	1,9		1,6
P <sub>1</sub>	2,2	1,4	2,1	2,0	2,2	0,9	2,0
P <sub>2</sub>	2,7	2,2	1,7	2,5	3,1		2,4
a) Átlag	2,1	1,6	1,9	2,0	2,4	0,6	2,0
<b>KCl+EDTA-Cu, ppm</b>							
P <sub>0</sub>	0,38	0,43	0,39	0,46	0,43		0,42
P <sub>1</sub>	0,45	0,43	0,41	0,42	0,51	0,11	0,44
P <sub>2</sub>	0,53	0,52	0,46	0,48	0,60		0,52
a) Átlag	0,45	0,46	0,42	0,45	0,51	0,06	0,46

za a K-ionok megkötődését az agyagásványokban és azok felületén. Az AL-Na mennyisége érdemben nem változott a kezelések hatására, ezért csak a N-kezelések átlagait közöljük tájékoztató jelleggel a 2. táblázatban.

Az egyéb vizsgált elemekről is a 2. táblázat adatai tájékoztatnak a PxN kezelések függvényében, mivel a K-ellátás a koncentrációkat nem módosította. Az AL-Ca készlet növekedése tükrözi mind a szuperfoszfát, mind a Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-műtrágya Ca-komponensét. Az AL-Mg-tartalom visszaesése az (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-kezelésekben jelentős és igazolható, ahol a pH erős elsavanyodást jelzett, valamint emelkedést mutatott a lúgosító hatású karbamid és P szinteken. A KCl+EDTA kioldással meghatározott mikroelemek közül mind a Zn, mind a Cu mennyisége tendenciájában emelkedett a karbamid, valamint szignifikánsan a P-trágyázással. Úgy tűnik, hogy itt is a pH-viszonyok módosító szerepe érvényesült.

Az (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- és NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-kezelésekben szinte az adott NH<sub>4</sub>-N teljes mennyisége kimutatható a talajban a kísérlet végén. A 4,5 pH<sub>(KCl)</sub> alatti talajban a nitrifikáció nem ment végbe. Ezzel szemben a lúgosító hatású karbamid NH<sub>4</sub>-N-je hasznosulhatott, a nitrifikáció itt végbemehetett, NO<sub>3</sub> vagy ammónia formájában a növények jelentős részben felvehették. A NO<sub>3</sub>-N szintén az adott N-trágya formát követi és tükrözi a talajban. Összefoglalóan megállapítható, hogy NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>-N formájában csaknem a teljes trágya-N mennyisége visszamérhető az (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- és részben az NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-kezelésekben, míg az adott 500 ppm-hez képest mintegy 40 %-os hiányt mutat a Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>- és 80 % feletti hiányt a karbamidkezelés. Kérdés, hogy a hiány növényi felvétellel vagy egyéb veszteséggel mennyiben magyarázható (3. táblázat)?

A 6 leveles kukorica hajtásának szárazanyaghozamai (4. táblázat) arról tanúskodnak, hogy 5 pH<sub>(KCl)</sub> alatt a kukorica fejlődése gátolt. A N formák hatása követi a pH<sub>(KCl)</sub>-viszonyokat. A (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-kezelésben a növények elsárgultak és gyakorlatilag kipusztultak. Terméscsökkenést jelzett a túlzott és egyoldalú P-

3. táblázat  
A tenyészedény-kísérlet savanyú homoktalajának (Nyírlugos)  
NH<sub>4</sub>-N-, NO<sub>3</sub>-N- és NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>-N-tartalma (1993)

(1) P és K szint	(2) Kont- roll N <sub>0</sub>	(3) N formák				(4) SzD <sub>5%</sub>	(5) Átlag
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>		
<b>NH<sub>4</sub>-N, ppm</b>							
P <sub>0</sub>	16	18	425	279	108	107	169
P <sub>1</sub>	16	16	727	314	14		217
P <sub>2</sub>	14	34	336	161	69		123
K <sub>0</sub>	14	42	407	281	28	62	154
K <sub>1</sub>	18	18	546	259	30		174
K <sub>2</sub>	14	8	536	213	134		181
a) Átlag	15	23	496	251	64		170
<b>NO<sub>3</sub>-N, ppm</b>							
P <sub>0</sub>	2	372	6	239	37	138	131
P <sub>1</sub>	2	166	9	278	10		93
P <sub>2</sub>	2	288	2	123	8		86
K <sub>0</sub>	3	606	5	247	7	80	174
K <sub>1</sub>	3	130	8	229	14		77
K <sub>2</sub>	0	88	5	164	35		58
a) Átlag	2	275	6	213	19		103
<b>NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>-N, ppm</b>							
P <sub>0</sub>	18	390	431	518	145	202	300
P <sub>1</sub>	18	182	736	592	24		310
P <sub>2</sub>	16	322	338	284	77		208
K <sub>0</sub>	17	648	412	528	35	122	328
K <sub>1</sub>	21	148	554	488	44		251
K <sub>2</sub>	14	96	541	377	169		239
a) Átlag	17	298	502	464	83		273

ill. K trágyázás is. Leginkább kedvező terméseket, ill. szárazanyaghozamokat a lúgosító karbamidkezelés eredményezett a P<sub>1</sub>- és K<sub>1</sub>-szinteken. Megállapítható, hogy e talaj termékenységét a pH-viszonyok rendezése és a kiegyensúlyozott NPK-ellátás megteremtése együttesen alakíthatja. Megállapításaink összhangban vannak e talajon végzett 30 éves tartamkísérletek tapasztalataival (KÁDÁR & SZEMES, 1994).

Ami a hajtás összetételét illeti, látható az 5. táblázatban, hogy a (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-kezelés pusztuló növényeiben a N 5-6 % közé emelkedik, a kontrollhoz viszonyítva ötszörösére nő. Mérsékelt N-felhalmozást mutat a Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>- és

## 4. táblázat

A 6 leveles kukorica hajtásának szárazanyaghozama (g/edény)  
(Tenyészedény-kísérlet nyírlugosi savanyú homoktalajjal, 1993)

(1) P és K szint	(2) Kont- roll N <sub>0</sub>	(3) N formák				(4) SzD <sub>5%</sub>	(5) Átlag
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>		
P <sub>0</sub>	4,3	3,3	0,7	2,0	8,5	2,3	3,8
P <sub>1</sub>	4,8	9,5	0,8	4,5	17,4		7,4
P <sub>2</sub>	5,4	5,9	0,8	6,4	12,4		6,2
K <sub>0</sub>	4,4	2,9	0,8	3,9	13,6	1,1	5,1
K <sub>1</sub>	5,4	7,7	0,8	6,4	15,7		7,2
K <sub>2</sub>	4,6	8,0	0,7	2,6	9,0		5,0
a) Átlag	4,8	6,2	0,8	4,3	12,8		5,8

CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-kezelés. A P %-át elsősorban a P-trágyázás befolyásolja, de abnormálisan magas P-koncentrációkat indukál az extrémén elsavanyodó (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-kezelések talaja is. Az optimálisnak tekinthető 10 körüli N/P arány 3 körüli értékre szűkül. Hasonló eredményeket kapott e talajon BUJTÁS & NÉMETH (1996) is.

Igazolható a K-trágyázás P-tartalmakat mérséklő hatása is. A K %-ok főként a K-kínálatot tükrözik, de nem elhanyagolható a N-trágyák hatása sem. A savanyú talajon, pusztuló környezetben töményedési effektus, míg a nagy termést adó karbamidkezelésekben hígulási effektus követhető nyomon.

Látványos eltéréseket mutat a Ca koncentrációja, amely a Ca-forrásul is szolgáló Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-kezelésekben közel 6-szorosára emelkedik a kontrollhoz viszonyítva. A K-kínálat jelzi ugyanakkor a K/Ca antagonizmust a növényi felvételben, a Ca-tartalom igazolhatóan csökken. A Mg mennyisége nőtt az (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-kezelésekben, éspedig valószínűleg a csökkenő termés, ill. töményedés következtében. Másrészt itt megfigyelhető a K/Mg kationantagonizmus jelensége, a Mg-tartalom mérséklődik a K-kínálattal. A Na-tartalmat a P- és K-trágyázás nem befolyásolta, ezért az 5. táblázatban csak a N főátlagait mutatjuk be. Úgy tűnik, hogy az NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-kezelés nyomán igazolhatóan emelkedett a hajtás Na-koncentrációja.

A karbamidtrágyázás átlagosan kb. 1/3-ával mérsékelte, míg a többi savanyító N forma jelentősen növelte a növények Mn-felvételét. A Mn 1000 ppm, azaz 0,1 % körüli értékre emelkedik, mely a mérgezés határzónájában található. A P- és a K-trágyázás egyaránt csökkentette mintegy 30 %-kal a felvételt. A N-kínálat minden esetben emelkedett növényi Zn-tartalommal járt együtt, az (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-kezelések pusztuló növényeiben a Zn többszörösére emelkedik. A Cu koncentrációja kevésbé változott, érdemi emelkedés csak N hatására az NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-kezelésekben mutatható ki. A Fe-tartalom mérsékelt maradt 100-200 ppm közötti tartományban ingadozva a kezelésektől függetlenül (5. táblázat).

5. táblázat  
A 6 leveles kukorica hajtásának növényelemzési eredményei  
(Tenyészedény-kísérlet nyírlugosi savanyú homoktalajjal, 1993)

(1) P és K szint	(2) Kont- roll N <sub>0</sub>	(3) N formák				(4) SzD <sub>5%</sub>	(5) Átlag
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>		
N %							
P <sub>0</sub>	1,20	4,36	6,60	5,80	4,12	1,07	4,41
P <sub>1</sub>	1,01	3,54	4,81	5,04	4,00		3,68
P <sub>2</sub>	1,19	3,77	5,33	4,34	4,12		3,75
K <sub>0</sub>	0,99	4,08	5,92	5,64	4,58	0,62	4,24
K <sub>1</sub>	1,19	3,75	5,07	4,23	3,54		3,55
K <sub>2</sub>	1,22	3,85	5,75	5,31	4,12		4,05
a) Átlag	1,13	3,89	5,58	5,06	4,08		3,95
P %							
P <sub>0</sub>	0,34	0,18	0,60	0,34	0,26	0,17	0,34
P <sub>1</sub>	0,85	0,61	1,49	1,05	0,81		0,96
P <sub>2</sub>	1,08	0,75	1,87	1,04	1,04		1,16
K <sub>0</sub>	0,93	0,78	1,59	0,89	0,84	0,10	1,01
K <sub>1</sub>	0,69	0,37	1,28	0,71	0,65		0,74
K <sub>2</sub>	0,65	0,39	1,09	0,82	0,62		0,71
a) Átlag	0,76	0,52	1,32	0,81	0,70		0,82
K %							
P <sub>0</sub>	4,24	4,21	4,70	4,84	3,31	1,02	4,26
P <sub>1</sub>	4,05	4,04	4,44	4,41	3,10		4,01
P <sub>2</sub>	3,85	3,84	5,21	3,70	3,42		4,00
K <sub>0</sub>	2,55	3,07	3,35	2,51	1,32	0,59	2,56
K <sub>1</sub>	4,62	4,44	5,20	4,36	3,68		4,46
K <sub>2</sub>	4,98	4,57	5,80	6,08	4,82		5,25
a) Átlag	4,05	4,03	4,78	4,32	3,27		4,09
Ca %							
P <sub>0</sub>	0,23	1,87	0,20	0,36	0,20	0,45	0,57
P <sub>1</sub>	0,29	1,43	0,33	0,46	0,31		0,56
P <sub>2</sub>	0,33	1,58	0,37	0,62	0,35		0,65
K <sub>0</sub>	0,40	2,29	0,38	0,73	0,37	0,26	0,83
K <sub>1</sub>	0,26	1,42	0,32	0,38	0,28		0,53
K <sub>2</sub>	0,20	1,17	0,20	0,34	0,21		0,43
a) Átlag	0,28	1,63	0,30	0,48	0,29		0,60



5. táblázat folytatása

(1) P és K szint	(2) Kont- roll N <sub>0</sub>	(3) N formák				(4) SzD <sub>5%</sub>	(5) Átlag
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>		
<b>Mg %</b>							
P <sub>0</sub>	0,11	0,12	0,15	0,13	0,12	0,04	0,12
P <sub>1</sub>	0,11	0,13	0,17	0,10	0,13		0,13
P <sub>2</sub>	0,12	0,13	0,18	0,14	0,16		0,15
K <sub>0</sub>	0,17	0,15	0,19	0,16	0,17	0,02	0,17
K <sub>1</sub>	0,09	0,11	0,14	0,11	0,13		0,12
K <sub>2</sub>	0,08	0,12	0,17	0,10	0,10		0,12
a) Átlag	0,11	0,13	0,17	0,13	0,13	0,13	0,13
<b>Na, ppm</b>							
a) Átlag	148	158	160	211	195	41	174
<b>Mn, ppm</b>							
P <sub>0</sub>	688	1267	1423	1591	344	385	1063
P <sub>1</sub>	551	759	883	930	350		695
P <sub>2</sub>	475	749	844	728	362		632
K <sub>0</sub>	746	1202	1182	1430	431	222	998
K <sub>1</sub>	540	879	1020	839	373		730
K <sub>2</sub>	427	694	947	980	252		660
a) Átlag	571	925	1050	1083	352	352	796
<b>Zn, ppm</b>							
P <sub>0</sub>	14	70	54	55	44	63	48
P <sub>1</sub>	20	36	58	44	42		40
P <sub>2</sub>	30	44	135	53	50		62
K <sub>0</sub>	20	44	65	59	46	36	47
K <sub>1</sub>	25	41	57	44	46		43
K <sub>2</sub>	19	66	124	49	44		60
a) Átlag	22	50	82	51	46	46	50
<b>Cu, ppm</b>							
a) Átlag	2,8	3,4	4,2	4,7	4,3	1,7	3,9

Megjegyzés: a Fe 100-200 ppm között ingadozott és nem változott a kezelések hatására

A N-felvétel és N-forgalom adatait a 6. táblázat foglalja össze. A karbamid-kezelésekben nagyságrendi növekedést tapasztalunk, míg az alacsony pH értékű talajon a N-felvétel a kontrollét sem éri el. Nyomon követhető a P szintek pozitív hatása is. A N-mérleg egyenlegei szerint kereken 40 %-os veszteség mu-

6. táblázat

N-felvétel és N-forgalom a nyírlugosi savanyú homoktalajjal beállított tenyészedeny-kísérletben (6 leveles kukorica hajtása, mg/edény)

(1) P szintek (K átlagai)	(2) Kont- roll N <sub>0</sub>	(3) N formák				(4) SzD <sub>5%</sub>
		Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	
a) Hajtásban						
P <sub>0</sub>	52	144	46	116	350	246
P <sub>1</sub>	48	336	38	227	696	
P <sub>2</sub>	64	222	43	278	511	
K <sub>0</sub>	44	118	47	220	623	
K <sub>1</sub>	64	289	41	271	556	
K <sub>2</sub>	56	308	40	138	371	
b) Átlag	55	236	42	208	518	118
c) Talajban	34	596	1004	928	166	224
d) Összesen	89	832	1046	1136	684	212
e) Hiány*	0	-257	-43	+47	-405	202

\* Az edényenként adott 1000 mg-hoz viszonyítva

tatkozik a karbamid forma, valamint 26 % N-vesztés a Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> forma esetén. A másik két N-trágyával bevitt 1000 mg/2 kg talaj N-mennyiségét, kb. fele-fele arányban, a növényben és a talajban találjuk. A kísérletben nem tudjuk megválaszolni, hogy milyen úton következett be a Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> és a CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> N-vesztése, ezért további vizsgálatokat tartunk szükségesnek.

### Összefoglalás

Savanyú homoktalajjal (Nyírlugos) 1993 tavaszán tenyészedeny-kísérletet állítottunk be az Intézet tenyészedenyházában. A Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> műtrágyákat eltérő P- és K-ellátottságon alkalmaztuk. A nyírségi savanyú kovárányos homoktalaj főbb jellemzői: leiszapolható rész: 6 %; K<sub>A</sub>: 25; humusz: 0,5 %; y<sub>1</sub>: 7; y<sub>1</sub>: 2; pH<sub>(KCl)</sub>: 4,7; pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub>: 5,5; AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 114 ppm, AL-K<sub>2</sub>O: 66 ppm. A tápelemvizsgálatok szerint ez a talaj foszforral és a főbb mikroelemekkel jól, míg nitrogénnel és káliummal gyengén ellátottnak minősül.

A 2 kg-os edényekben 6 leveles korig, 6 héten át kukoricát neveltünk. A kísérlet végén mértük a növedék hajtásának tömegét, makro- és mikroelem-tartalmát, a talajokban pedig a felvehető P- és K-, valamint az ásványi-N formák mennyiségét. A kísérletben 5 N forma x 3 P-ellátás x 3 K-ellátás = 45 kezelést alkalmaztunk 3 ismétlésben, összesen 135 edénnyel. A P-ellátás 0, 500,

1000 mg  $P_2O_5$ /kg adagot jelentett porszuperfoszfát, míg a K-ellátás 0, 500, 1000 mg  $K_2O$ /kg adagot  $K_2SO_4$  alakjában. A N-műtrágyákat egységesen 500 mg N/kg mennyiségben adagoltuk.

A kísérlet főbb eredményeit az alábbiakban foglaljuk össze:

1. Savanyú homoktalajon az  $(NH_4)_2SO_4$  - erősen savanyító műtrágya - a növények pusztulását okozta, a  $Ca(NO_3)_2$  és  $NH_4NO_3$  forma hatása elmaradt; csak a karbamid lúgosító műtrágya többszörözte meg a hajtás tömegét. A P- és K-kínálat a nitrogénműtrágyák negatív hatásait nem tudta ellensúlyozni.

2.  $(NH_4)_2SO_4$ -műtrágyázás következtében a talaj erősen elsavanyodott, a  $pH_{(KCl)}$  4,7-ről 3,8-ra süllyedt, míg a karbamidos kezelésben 5,7-re emelkedett. A  $Ca(NO_3)_2$ -műtrágya ugyan néhányszorosára növelte a kukorica hajtásának Ca %-át, de a talaj pH-t nem volt képes módosítani. Maximális terméseket a lúgosító  $CO(NH_2)_2$  eredményezett.

3. Az  $(NH_4)_2SO_4$ -kezelés pusztuló növényeiben extrém módon megnőtt a P-tartalom, amely közvetett módon a növények mérgezését jelezte. Ezen a talajon Ca hiányában a foszfor semlegesítheti a toxikus mértékben felszaporodó Hg, Al, Fe, Mn és egyéb nem vizsgált nehézfémeket a növényi felvétel során.

4. A növényi összetétel látványosan jelezte a N-, P- és K-ellátottsági szituációkat. Változott a Ca-, Mg-, Mn- és Zn-koncentráció is a pH-viszonyok, ill. a fellépő antagonizmusok függvényében.

5. A N-forgalom egyenlegei szerint a  $(NH_4)_2SO_4$ - és az  $NH_4NO_3$ -műtrágyákkal bevitt nitrogént mintegy fele-fele arányban a növényben és a talaj ásványi frakcióiban találtuk a kísérlet végén. A  $Ca(NO_3)_2$  nitrogénjének 26, míg a karbamid formánál 40 % N-t nem tudtunk azonosítani a talajban, melyet hiányként vagy veszteségként könyveltünk el. Azonosításuk további vizsgálatokat igényel.

6. Korábbi tenyészedeny-kísérleteink tapasztalatait is figyelembe véve arra a következtetésre juthatunk, hogy

- A meszes homoktalajon célszerű savanyúan ható, Ca-mentes N formák használata, mérsékelt P- és K-trágyázással kiegészítve.

- A semleges vályogon a N formák megválasztása kisebb jelentőséggel bír, bár a Ca-tartalmú forma alkalmazása rövid távon előnytelen lehet.

- A savanyú, humuszban és kolloidokban szegény homoktalaj termékenységének megőrzése a kiegyensúlyozott tápelemkínálatot és a meszeztést egyaránt igényli. Javasolt a kimondottan lúgosan ható N formák alkalmazása, ill. kerülni kell a  $(NH_4)_2SO_4$  használatát.

A gyakorlatot orientáló megállapításokat szabadföldi kisparcellás kísérletekben is szükséges ellenőrizni.

## Irodalom

- BREMNER, J. M. & KEENEY, D. R., 1966. 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.
- BUJTÁS K. & NÉMETH T., 1996. Lenacil hatóanyagú herbicid hatásának változása eltérő pH-jú és kötöttségű talajokon tenyésztedény-kísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **45**. 95-112.
- KÁDÁR I. & PUSZTAI A., 1997a. N-műtrágyák hatásának vizsgálata tenyésztedény-kísérletekben. I. Meszes homoktalaj (Órbottyán). *Agrokémia és Talajtan.* **46**. 217-230.
- KÁDÁR I. & PUSZTAI A., 1997b. N-műtrágyák hatásának vizsgálata tenyésztedény-kísérletekben. II. Semleges vályog talaj (Martonvásár). *Agrokémia és Talajtan.* **46**. 231-244.
- KÁDÁR I. & SZEMES I., 1994. A nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.
- LATKOVICS GY-NÉ, 1981. A N-műtrágya transzformációjának és a szerves N mineralizációjának tanulmányozása <sup>15</sup>N izotópjelzéssel. II. A N-formák átalakulása karbonátos és savanyú homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan.* **30**. 3-15.
- LATKOVICS GY-NÉ, 1982. A nitrogén átalakulása és mozgása a talajban. Akadémiai Doktori Disszertáció. Budapest.
- LÁNG I., 1973. Műtrágyázási tartamkísérletek homoktalajokon. Akadémiai Doktori Disszertáció. Budapest.
- SZEMES I. & KÁDÁR I., 1990. Műtrágyázás és meszezés tartamhatásának vizsgálata savanyú homoktalajon. *Növénytermelés.* **39**. 147-155.

*Érkezett: 1997. május 2.*

## Studies on the Effect of N Fertilizers in Pot Experiments. III. Acidic Sandy Soil (Nyírlugos)

I. KÁDÁR and A. PUSZTAI

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

### Summary

A pot experiment was set up in the Institute's greenhouse in spring 1993 using an acidic sandy soil from Nyírlugos. The  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  and  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  fertilizer forms were applied in combination with various P and K supply rates. The major characteristics of this acidic sandy brown forest soil with thin interstratified layers of colloid and sesquioxide accumulation were as follows: silt content: 6%; Upper limit of plasticity according to Arany ( $K_A$ ): 25; humus: 0.5%;  $y_1$ : 7;  $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ : 4.7,  $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ : 5.5; AL- $\text{P}_2\text{O}_5$ : 114 ppm; AL- $\text{K}_2\text{O}$ : 66 ppm. According to nutrient analysis the soil was satisfactorily supplied with P and the major microelements, but had poor supplies of N, K and Mg.

Maize was grown in the 2 kg pots for 6 weeks, to the 6-leaf stage. At the end of the experiment measurements were made on the mass and macro- and microelement contents of the shoot and on the quantities of P, K and major mineral N forms in the soil. The experiment included 5 N forms  $\times$  3 P levels  $\times$  3 K levels = 45 treatments, each in 3 replications. The total number of pots was thus 135. The P supply levels were 0, 500 and 1000 mg  $\text{P}_2\text{O}_5/\text{kg}$  in the form of powdered superphosphate, while the K rates were 0, 500 and 1000 mg  $\text{K}_2\text{O}/\text{kg}$  in the form of  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . The N fertilizers were applied uniformly at a rate of 500 mg N/kg.

The results of the experiment can be summarized as follows:

1. On this acidic sandy soil  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  has an intensely acidifying effect, causing the death of the plants, while the  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  and  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  forms were ineffective. Only carbamide, which has an alkalizing effect, caused an increase in shoot mass. The supplies of P and K were unable to counterbalance the negative effects of the nitrogen fertilizers.

2. As the result of  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  fertilization the soil was strongly acidified, leading to a drop in  $\text{pH}_{(\text{KCl})}$  from 4.7 to 3.8, while it rose to 5.7 in the carbamide treatment. Although  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  fertilizer increased the Ca % of maize shoots several times, it was unable to modify the soil pH. Maximum yields were obtained with the alkalizing fertilizer  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

3. In the dying plants in the  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  treatment there was an enormous rise in the P content, indirectly indicating the poisoning of the plants. In this soil, in the absence of Ca, P may serve to neutralize the toxic accumulation of Hg, Al, Fe, Mn and other heavy metals not examined here, in the course of plant uptake.

4. Plant analysis clearly reflected the NPK supply status. The concentrations of Ca, Mg, Mn and Zn also changed as the result of altered pH and of antagonisms.

5. According to the N balance the N introduced with  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  fertilizers was found in roughly equal proportions in the plants and in the mineral

fractions of the soil at the end of the experiment. Some 26% of the N from  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  and 40% of that from carbamide could not be demonstrated in the soil and was recorded as a deficiency or loss. Further examinations will be required to determine the reasons for this.

6. Combining these results with those of previous pot experiments it can be concluded that

- on calcareous sandy soil it is advisable to apply Ca-free N forms with an acidifying effect, supplemented with moderate P and K fertilization;
- on neutral loamy soil it is less important which N form is chosen, though the application of Ca-containing forms may be unfavourable in the short term;
- on acidic sandy soil poor in humus and colloids fertility can only be maintained by a balanced nutrient supply combined with liming. The application of strongly alkalizing forms of N is recommended; that of  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  should definitely be avoided.

Conclusions affecting farming practice should be verified in small-plot field experiments.

*Table 1.*  $\text{pH}_{(\text{KCl})}$  and  $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$  values of the acidic sandy soil (Nyírlugos) used in the pot experiment, 1993. (1) P and K levels. a) Mean. (2) Control. (3) N forms. (4)  $\text{LSD}_{5\%}$ . (5) Mean. Note: The K levels did not influence the pH values.

*Table 2.* The AL-soluble  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , Na, Ca and Mg and KCl+EDTA-soluble Zn and Cu contents of the acidic sandy soil (Nyírlugos) used in the pot experiment, 1993. (1) P and K levels. a) Mean. (2) Control. (3) N forms. (4)  $\text{LSD}_{5\%}$ . (5) Mean.

*Table 3.*  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NH}_4\text{+NO}_3\text{-N}$  contents of the acidic sandy soil (Nyírlugos) used in the pot experiment, 1993. (1) P and K levels. a) Mean. (2) Control. (3) N forms. (4)  $\text{LSD}_{5\%}$ . (5) Mean.

*Table 4.* Dry matter yield of 6-leaf maize shoots, g/pot. (Pot experiment using acidic sandy soil, Nyírlugos, 1993) (1) P and K levels. a) Mean. (2) Control. (3) N forms. (4)  $\text{LSD}_{5\%}$ . (5) Mean.

*Table 5.* Results of plant analysis of 6-leaf maize shoots. (Pot experiment using acidic sandy soil, Nyírlugos, 1993) (1) P and K levels. a) Mean. (2) Control. (3) N forms. (4)  $\text{LSD}_{5\%}$ . (5) Mean. Note: Fe varied between 100 and 200 ppm and did not change as the result of the treatments.

*Table 6.* N uptake and N balance in a pot experiment using acidic sandy soil (Nyírlugos) (6-leaf maize shoots, mg/pot) (1) P and K levels. a) In the shoot, b) Mean, c) In the soil, d) Total, e) Deficiency. (2) Control. (3) N forms. (4)  $\text{LSD}_{5\%}$ . \* compared with the 1000 mg added to each pot.