



## A műtrágyázás és elemi kén adagolás hatása a talaj kémhatására

KALOCSAI RENÁTÓ<sup>1</sup> – GICZI ZSOLT<sup>1</sup> – SCHMIDT REZSŐ<sup>2</sup> – SZAKÁL PÁL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UIS Ungarn Kft.  
Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup> Nyugat-Magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők laboratóriumi talajérleléses kísérletet állítottak be meszes Duna öntéstalajon különböző elemi kén dózisok (0,1 g; 1,0 g; 2,5 g; 5,0 g; illetve 10 g/tenyészedény, azaz 50, 500, 1250, 2500 és 5000 kg<sub>ha</sub><sup>-1</sup>) talajbeli oxidációjának vizsgálata céljából műtrágyázatlan, illetve N,P,K műtrágyázott körülmények között. A 84 napos inkubációs periódus elteltével a szerzők a talajok pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>, pH<sub>KCl</sub> értékeit mérték. Az eredményeket varianciaanalízis segítségével értékelték.

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapították, hogy a műtrágyázatlan talajok különböző elemi kén adagok hatására kialakult pH értékei szignifikáns különbséget nem mutattak, míg a műtrágyázott kezelések esetén az emelkedő elemi kén dózisok hatására bekövetkező pH csökkenés 0,1%-os szignifikancia szinten általánosnak bizonyult.

**Kulcsszavak:** kén, oxidáció, műtrágyázás, pH.

### BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kén mind a növényi, mind az állati szervezet számára fontos tápelem. A kéntartalmú aminosavak építőeleme, a peptidok, a fehérjék és a lipidek alkotórésze. Esszenciális tápelem, mely közvetlenül, vagy közvetve számos növényi és állati életfunkcióban szerepet játszik (Buzás 1983, Jansson 1994, Zhao et al. 1995, Tölgyesi 1990).

A közvetlen növénytáplálási vonatkozásokon túl a kéntrágyázás letéteményese lehet a bázikus talajok (és szikések) javításának (Groudeva et al. 1984, Slaton et al. 1997, Slaton et al. 1998a, 1998b) és alapját képezheti egyes nehézfém szennyezett talajok (bio)remediációjának is (Southarm és Beveridge 1992, Tichy et al. 1997, Maini et al. 2000).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elemi kén talajbeli oxidációjának, valamint a műtrágyázásnak az elemi kén oxidációjára kifejtett hatásának vizsgálatára két, egyenként 5 kezeléssel és 3 ismétléses tenyészedenyes talajérlelés kísérletet állítottunk be a Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Növénytermesztési Intézetének Földműveléstan Tanszékén, Mosonmagyaróváron.

A kísérlet alapjául szolgáló meszes Duna öntéstalajt a komáromi székhelyű Solum Rt. B/14 számú táblájáról, annak felső 15 cm-es rétegéből vettük. A területről származó részmintákat egyesítettük, gondosan összekevertük, majd az Intézet laboratóriumában három párhuzamos méréssel analizáltuk, az eredményeket átlagoltuk (*1. táblázat*).

*1. táblázat* A kísérlet talajának vizsgálati átlageredményei  
(MÉM-NAK egységes módszerei szerint)

*Table 1.* Soil physical- and chemical characteristics

(1)  $K_A$ , (2)  $CaCO_3$ , (3) humus, (4) sulphate, (5) AL-extractable...,  
(6) nKCl extractable Mg, (7) EDTA extractable...

pH		Arany féle kötöttség	Szén- savas mész %	Hu- muzs %	Szul- fát mgkg <sup>-1</sup>	AL-oldható (5)			nKCl oldható Mg mgkg <sup>-1</sup> (6)	EDTA-oldható (7)			
H <sub>2</sub> O	KCl					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mgkg <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mgkg <sup>-1</sup>	Na mgkg <sup>-1</sup>		Zn mg/kg <sup>-1</sup>	Cu mg/kg <sup>-1</sup>	Mn mg/kg <sup>-1</sup>	Fe mg/kg <sup>-1</sup>
7,92	7,39	37,2	4,4	2,5	40,43	176,8	92,9	13,1	65,3	1,2	1,4	53,6	24,3

A továbbiakban a közepes nitrogén, igen jó foszfor, igen gyenge kálium és gyenge cink ellátottságú talajt két egyenlő részre osztottuk és a kereskedelemben is kapható 3 dl-es PVC edényekbe töltöttük tenyészedenyenként 300 cm<sup>3</sup> mennyiségben. Az egyik rész (A) N,P,K műtrágyázásban nem részesült, míg a másikat (B) a vonatkozó talajvizsgálati eredmények, valamint a MÉM-NAK műtrágyázási irányelvei alapján az őszi búza alá számított N,P,K műtrágya adaggal kezeltük (*Buzás et al.* 1979). Az ily módon a talajba juttatott műtrágya-hatóanyagmennyiség megfelelt 191 kg ha<sup>-1</sup> nitrogénnek, 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-nek, valamint 75 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O-nak. Az egyes hatóanyagok a tenyészedenyekbe NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, a bázikus talajokon kevésbé hatékony, de ként nem tartalmazó hyperfoszfát, valamint KCl formában, a kereskedelemben kapható 300 cm<sup>3</sup>-es PVC edények felülete alapján számított arányban kerültek bemérésre 38,3; 16,07; valamint 15,072 mg hatóanyag/tenyészedeny mennyiségben. A vizsgálatok során elemi kéntrágyaként a kereskedelemben is kapható ventilált kénport alkalmaztunk öt dózisban. Az alkalmazott mennyiségeket a *2. táblázat* mutatja be.

A kísérlet alatt a talajokat *Kittams* (1963), *Janzen és Bettany* (1987), *Newell és Wainwright* (1987), *Shukla és Singh* (1992), valamint *Lan et al.* (2000) alapján szántóföldi vízkapacitáson, napi vízpótlás mellett inkubáltuk. A hőmérsékletet *Varga-Haszonits et al.* (2000) alapján 22,8 ± 0,5 °C értéken tartottuk, mely gyakorlatilag a hazai szántóterületeink felső 10 centiméteres rétegében mérhető maximális hőmérsékletnek felel meg.

A 84 napos inkubációs idő elteltével meghatároztuk a talajok pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>, KCl értékeit.

## 2. táblázat A kísérlet során alkalmazott kezelések

Table 2. The treatments used in the experiment  
 (1) treatment/pot (2) unfertilized, (3) N,P,K fertilized  
 (4) elemental sulphur, (5) control

Kezelés/tenyészedény (1)	(A) műtrágyázatlan (2)	(B) N,P,K műtrágyázott (3)
N	–	38,3 mg (91,2 mgkg <sup>-1</sup> , 191 kg ha <sup>-1</sup> )
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	–	16,07 mg (38,26 mgkg <sup>-1</sup> , 80 kg ha <sup>-1</sup> )
K <sub>2</sub> O	–	15,072 mg (35,89 mgkg <sup>-1</sup> , 75 kg ha <sup>-1</sup> )
elemi kén (4)		
S <sub>0</sub> (kontroll) (5)		–
S <sub>1</sub>		0,1 g (238,0 mgkg <sup>-1</sup> , 50kg ha <sup>-1</sup> )
S <sub>2</sub>		1,0 g (2380,0 mgkg <sup>-1</sup> , 500 kg ha <sup>-1</sup> )
S <sub>3</sub>		2,5 g (5952,4 mgkg <sup>-1</sup> , 1250 kg ha <sup>-1</sup> )
S <sub>4</sub>		5,0 g (11904,76 mgkg <sup>-1</sup> , 2500 kg ha <sup>-1</sup> )
S <sub>5</sub> *		10,0 g (23809,52 mgkg <sup>-1</sup> , 5000 kg ha <sup>-1</sup> )

\* = provokatív mennyiség (provocative dosis)

Az egyes kezelések során kapott eredményeket Sváb (1981) alapján varianciaanalízis segítségével értékeltük.

## EREDMÉNYEK

*A kezelések hatása a talaj pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> értékeire*

Az elemi kén adagok hatását vizsgálva az aktuális pH (pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>) értékeire a műtrágyázatlan sorozatnál (3. táblázat) az egyes kezelések között szignifikáns különbséget nem találtunk. A statisztikailag nem igazolható összefüggés ellenére (F = 0,74) a növekvő kénadagok hatására bekövetkező pH csökkenés tendenciája az adatok alapján azonban nyomon követhető.

A műtrágyázott sorozat pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> értékeinek összehasonlítása során az egyes kezelések között 0,1%-os szignifikancia szinten érvényesülő különbségek adódtak (3. táblázat).

A növekvő elemi kén adagok hatására bekövetkező aktuális pH csökkenés a vizsgálati eredmények alapján 0,1%-os szignifikancia szinten volt igazolható (F = 82,42).

A két sorozat átlageredményeinek összehasonlítása alapján a csoportátlagok közötti 0,1%-on szignifikáns különbség (F = 211,7) a műtrágyázásnak az elemi kén talajbeli oxidációjára kifejtett pozitív hatását mutatja, alátámasztva Li et al. (2000), Jedłowska és Noskovic (1999), Lefroy et al. (1997) valamint Sholeh et al. (1997) kutatási eredményeit, akik mindannyian a műtrágyázás elemi kén oxidációjára kifejtett kedvező hatásáról számolnak be.

Az emelkedő alkalmazott kénmennyiségekkel a műtrágyázatlan talajok pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> értékei az  $y = -0,0114x^2 + 0,0466x + 7,574$ , az N,P,K műtrágyázott talajok pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> értéke az  $y = -0,0693x^2 + 0,1207x + 7,494$  egyenlettel leírható függvény mentén csökkent. Ez utóbbi összefüggés 1,0%-on szignifikáns (P < 1,0)

3. táblázat A talajok  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  átlagértékeiTable 3. The average values of the  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 

- (1) treatment, (2) the average  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  values of unfertilized soil,  
 (3) the average  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  values of N,P,K fertilized soils, (4) control, (5) average of groups

Kezelés (1)	Műtrágyázatlan talaj $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ átlagértékei (2)	N,P,K kezelt talaj $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ átlagértékei (3)
Kontroll (4)	7,75	7,63
0,1 g S	7,60	7,53
1,0 g S	7,65	7,49
2,5 g S	7,58	7,23
5,0 g S	7,59	6,84
10,0 g S	7,52	6,38
Csoportátlag (5)	7,62	7,18

$\text{LSD}_{5\%} = 0,16$  bármely két kezelés között (between any two treatments)

$\text{LSD}_{5\%} = 0,07$  a csoportátlagok között (between the average of the two series of treatments)

Összegezve a kísérleti eredményeket megállapíthatjuk, hogy a talajok  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  értékei az elemi kéntrágyázás növekvő dózisainak hatására minden esetben csökkentek a kezeletlen kontroll értékeihez képest. Az N,P,K kezelés hatására az elemi kén adagolás során bekövetkező  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  csökkenés az egyes kezelések között 0,1%-on szignifikáns különbségeket adott ( $F = 60,49$ ).

A kezelések hatása a talaj  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  értékeire

A műtrágyázatlan sorozatnál (4. táblázat) a talaj  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  értékeinek alakulását tekintve sem találtunk szignifikáns különbséget az egyes kezelések között ( $F = 1,48$ ), míg az N,P,K műtrágyázott sorozat  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  értékeinek összehasonlítása során az egyes kezelések között 0,1%-os szignifikancia szinten igazolható különbségek adódtak ( $F = 106,52$ )

4. táblázat A talajok  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  átlagértékeiTable 4. The average values of the  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ 

- (1) treatment, (2) the average  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  values of unfertilized soil, (3) the average  
 $\text{pH}_{\text{KCl}}$  values of N,P,K fertilized soils, (4) control, (5) average of groups

Kezelés (1)	Műtrágyázatlan talaj $\text{pH}_{\text{KCl}}$ átlagértékei (2)	N,P,K kezelt talaj $\text{pH}_{\text{KCl}}$ átlagértékei (3)
Kontroll (4)	7,37	7,35
0,1 g S	7,29	7,39
1,0 g S	7,31	7,31
2,5 g S	7,24	6,90
5,0 g S	7,32	6,60
10,0 g S	7,17	6,18
Csoportátlag (5)	7,28	6,95

$\text{LSD}_{5\%} = 0,14$  bármely két kezelés között (between any two treatments)

$\text{LSD}_{5\%} = 0,06$  a csoportátlagok között (between the average of the two series of treatments)

A műtrágyázatlan, valamint az N,P,K műtrágyázott sorozat  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  átlageredményeinek összehasonlítása 0,1%-os szignifikancia szinten igazolható különbségeket adott ( $F = 162,02$ ).

A növekvő kénadagok hatására a műtrágyázatlan sorozat  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  értékei az  $y = -0,0,136x^2 + 0,0584x + 7,24$  egyenlettel, az N,P,K műtrágyázott sorozat  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  értékei az  $y = -0,0407x^2 - 0,0687x + 7,53$  egyenlettel leírható függvény mentén csökkentek. Ez utóbbinál az illeszkedés szorossága 1,0%-os tévedési valószínűséggel szignifikáns ( $P < 1,0$ ).

Az elvégzett vizsgálatok alapján a kísérletbe vont talajok  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  értékei az elemi kéntrágyázás növekvő adagjainak hatására csökkentek és a legalacsonyabb érték minden esetben a legmagasabb (10 g) elemi kén adagolás esetén volt mérhető.

### KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a meszes talajon beállított kezelések során alkalmazott elemi kén növekvő dózisaik mind a műtrágyázatlan, mind pedig az N,P,K műtrágyázott sorozat esetében az adagolt kén oxidációjának erősödését eredményezték. Az összefüggés háttérben a mikrobiális kénoxidáció erősödése állhat, amit a műtrágyázás a folyamatban szerepet játszó mikrobaközösségek esetleges tápelemigényének kielégítésén túl (Sholeh *et al.* 1997) a talaj lokális pH értékeinek csökkentésével is segít (Lawrence és Germida 1991).

A mikrobiális kénoxidáció során keletkezett  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a talajban disszociál, a keletkező  $\text{H}^+$  ionok a talaj pH-t savas irányba tolják el.

Az eredmények további vizsgálatok elvégzését teszik szükségessé.

### The effect of elemental sulphur application and fertilisation on the pH of the soil in an incubation experiment

RENÁTÓ KALOCSAI<sup>1</sup> – ZSOLT GICZI<sup>1</sup> – REZSŐ SCHMIDT<sup>2</sup> – PÁL SZAKÁL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UIS Ungarn Laboratory Ltd.  
Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup> University of West Hungary  
Faculty of Agriculture and Food Sciences  
Mosonmagyaróvár

### SUMMARY

A laboratory experiment was carried out on a calcareous Danube alluvial soil to study the oxidation of elemental sulphur in the soil among fertilised and unfertilised conditions.

The sulphur doses used in the experiment were 0.1, 1.0, 2.5 and  $\text{gpt}^{-1}$  respectively. After 84 days incubation time the  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  and  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  was measured. The results were evaluated by ANOVA.

On the bases of the experiments carried out the authors established that among unfertilised conditions the pH-values of the soil did not change significantly due to the application of elemental sulphur, while in the fertilised soil the increasing sulphur doses resulted in significant ( $p < 0.01$ ) pH decrease.

**Keywords:** sulphur, oxidation, fertilisation, pH.

## IRODALOM

- Buzás I. – Fekete A. – Buzás I.-né – Csengeri P.-né – Kovácsné M. Zs. (szerk.), Antal J. – Buzás I. – Debreczeni B. – Nagy M. – Sárosi S. – Sváb J. (1979): N-, P-, K-műtrágyázási irányelvek. (in Műtrágyázási irányelvek az üzemi számítási módszer) MÉM-NAK, Budapest.
- Buzás I. (1983): A növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 44–46.
- Groudeva, V. I. – Groudev, S. N. – Szegi, J. (ed.) (1984): Prevention of soil alkalization by means of laboratory-bred chemoautotrophic bacteria. Soil biol. and consrev. On the biosphere. Vol. 2, 847–854.
- Jansson, H. (1994): Sulphur status of soils – a global study. Norweg. J. Agric. Sci.: Suppl. 15, 173–214.
- Janzen, H. H. – Bettany, J. R. (1987): The effect of temperature and water potential on sulfur oxidation in soils. Soil Sci. 144:2, 81–89.
- Kittams, H. A. (1963): The use of sulfur increasing the availability of phosphorus in rock phosphate. Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, 12–26.
- Lan, Y. Q. – Zhou, G. – Liu, Z. H. – Huang, X. (2000): Pyrite oxidation under different conditions. J. of Nanjing Agric. Univ. 23:1, 81–84.
- Lawrence, J. R. – Germida, J. J. (1991): Enumeration of sulfur-oxidizing populations in Saskatchewan agricultural soils. Can. J. of Soil Sci. 71:1, 127–136.
- Maini, G. – Sharman, A. K. – Sunderland, G. – Knowles, C. J. – Jackman, S. A. (2000): An integrated method incorporating sulfur – oxidizing bacteria and electrokinetics to enhance removal of copper from contaminated soil. Env. Sci. and Techn. 34:6, 1081–1087.
- Nevell, W. – Wainwright, M. (1987): Influence of soil moisture on sulphur oxidation in brown earth soils. Biol. and Fert. of Soils 5:3, 209–214.
- Sholeh – Lefroy, R. D. B. – Blair, G. J. (1997): Effects of nutrients and elemental sulfur particle size on elemental sulfur oxidation and the growth of Thiobacillus thiooxidans. Austr. J. of Agric. Res. 48:4, 497–501.
- Shukla, A. R. – Singh, R. S. (1992): Oxidation of sulphur in pyrites in relation to soil and water regime. J. of the Ind. Soc. of Soil Sci. 40:4, 848–850.
- Slaton, N. A. – Norman, R. J. – Ntamatungiro, S. – Wilson C. E. (1997): Amendment of alkaline soils with elemental sulfur. Research Series Arkansas Agric. Exp. Stat. No. 456, 130–136.
- Slaton, N. A. – Ntamatungiro, S. – Wilson, C. E. – Norman, R. J. (1998a): Field evaluation of an elemental sulfur product on rice growth. Res. Ser. Arkansas Agric. Exp. Stat. 460, 322–325.
- Slaton, N. A. – Ntamatungiro, S. – Wilson, C. E. – Norman, R. J. (1998b): Influence of two elemental sulfur products applied to an alkaline silt loam on rice growth. Res. Ser. Arkansas Agric. Exp. Stat. 460, 326–329.
- Southarm, G. – Beveridge, T. J. (1992): Enumeration of Thiobacilli within pH – neutral and acidic mine tailings and their role in the development of secondary mineral soil. Appl. Env. Microbiol. 58:6, 1904–1912.

- Tichy, R. – Fajtl, J. – Kuzel, S. – Kolar, L.* (1997): Use of elemental sulphur to enhance a cadmium solubilization and its vegetative removal from contaminated soil. *Nutr. Cycl. in Agroecosys.* 46:3, 249–255.
- Tölgyesi Gy.* (1990): A kén helye és szerepe a táplálékláncban. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 45: 305–312.
- Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Lantos Zs. – Vámos O. – Schmidt R.* (2000): Magyarország éghajlati erőforrásainak agroklimatológiai elemzése. *Mosonmagyaróvár*, 88.
- Zhao, F. J. – McGrath, S. P. – Crosland, A. R.* (1995): Changes in the status of British wheat grain in the last decade and its geographical distribution. <http://emily.soils.wisc.edu>

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

KALOCSAI Renátó – GICZI Zsolt  
UIS Ungarn Laborvizsgáló és Szolgáltató Kft.  
H-9200 Mosonmagyaróvár, Terv u. 92.

SCHMIDT Rezső  
Nyugat-Magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Földműveléstan Tanszék  
H-9200 Mosonmagyaróvár, Kolbai K. u. 8.

SZAKÁL Pál  
Nyugat-Magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Kémia Tanszék  
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.