

Az NH_4NO_3 műtrágya és a Microbion UNC baktériumtrágya hatása a torma (*Armoracia macrocarpa*) nitrogén- és kén tartalmára

BALLÁNÉ KOVÁCS ANDREA

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma
Agrokémiai és Talajtani Tanszék, Debrecen

Összefoglalás

Szabadföldi, kis parcellás kísérletben vizsgáltuk, hogy az NH_4NO_3 műtrágya és a Microbion UNC baktériumtrágya hogyan hat a torma tápelemtartalmára. A csernozjom talajon ($\text{pH}_{\text{CaCl}_2}=7,47$; $\text{Hu}_\%=2,87$; $\text{K}_\text{A}=43$) beállított kísérletben a növekvő adagú ammónium-nitrát (0, 141, 282, 423 kg N/ha) műtrágyát bizonyos kezelésekben Microbion UNC baktériumtrágyával is kiegészítettük. A foszfort (75,6 P_2O_5 kg/ha) szuperfoszfátként, a káliumot (242 K_2O kg/ha) kálium-szulfátként minden parcellára egységesen juttattuk ki. Jelen dolgozatban a kezelések hatását a torma N-, S-, NO_3^- - és SO_4^{2-} - és Cl-tartalmára, valamint növényen belüli eloszlására közöljük. A javuló N ellátás és a baktériumtrágyás kiegészítés egyaránt fokozták a növény N-tartalmát. A NO_3^- mennyisége a gyökerekben volt nagyobb, azonban sem az emelkedő N adagok, sem a baktériumtrágya hatására értéke nem emelkedett jelentős mértékben. A javuló nitrogénellátással, ill. a baktériumtrágyás kiegészítéssel fokozódott a növény kénfelvétele is. A szerves-S frakció mennyisége a gyökerekben volt nagyobb, a SO_4^{2-} pedig a levelekben volt magasabb. A kisebb N adagok hatására (N_1 , N_2) a levelek és gyökerek S-tartalma egyaránt növekedett, az emelkedés a gyökerekben volt meghatározóbb. A legnagyobb N adag (N_3) csökkentette a növényben a szerves-S mennyiségét, ugyanakkor növelte a szulfátét. A baktériumtrágyás kiegészítés hatására a szerves-S mennyisége csökkent, a szulfát frakció pedig növekedett a levelekben. Az N/S arány a levelekben volt magasabb. A kontrollhoz képest az N_1 adag a levelekben növelte, a gyökerekben csökkentette az arányszámot. A további, emelkedő N adagok (N_2 , N_3) a levelekben nem módosították

tovább, a gyökerekben azonban emelték az N/S arány értékét. A talajoltás a levelek N/S értékeit szignifikáns mértékben növelte, ugyanakkor a gyökerek hasonló paramétereit tekintve a kontrollhoz képest az N₀+Microbion UNC kezelésben szignifikáns csökkenést indukált. A Cl⁻ inkább a levelekben halmozódott fel. A kontrollhoz képest a kisebb N adagok (N₁, N₂) hatására egy kismértékű növekedés volt tapasztalható a levelek Cl⁻ tartalmában, ugyanakkor a torma gyökerek Cl⁻ tartalma csökkent. A baktériumtrágya alkalmazása nem befolyásolta a növény Cl⁻ tartalmát.

Kulcsszavak: nitrogén, kén, nitrát, szulfát, torma

The effects of NH₄NO₃ and Microbion UNC bacterial fertilizer on the N-, S- content of horseradish (*Armoracia macrocarpa*)

A. BALLÁNÉ KOVÁCS

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences,
Department of Agricultural Chemistry and Soil Science, Debrecen

Summary

A field experiment was conducted to determine the effects of NH₄NO₃ and Microbion UNC bacterial fertilizer on the nutrient content of horseradish (*Armoracia macrocarpa*). The experiment was set up in chernosem soil (pH_{CaCl2}=7,47; Hu_%=2,87; K_A=43) with increasing doses of NH₄NO₃ (0, 141, 282, 423 kg N ha⁻¹) and Microbion UNC bacterial fertilizer application. P and K doses applied were identical in all parcels (75,6 kg P₂O₅ ha⁻¹, 242 kg K₂O ha⁻¹) as superphosphate and as potassium-sulphate. Both NH₄NO₃ and Microbion UNC bacterial fertilizer increased the N content of plant, but did not cause a considerable increase of NO₃⁻-N content. Better N supply and bacterial fertilizer application increased the S content of plant also. The quantity of organic-S was higher in roots, and SO₄²⁻-S was higher in leaves. In the plots having N₁ and N₂ treatments the total-S and organic-S were higher in the roots. With increasing N supply (N₁, N₂) S content of roots and leaves increased, the enhancing effect was more expressed in the case of roots. Nevertheless in the case of N₃ treatment organic-S values decreased and SO₄²⁻ content increased in leaves. Bacterial fertilizer had a negatively significant effect on the organic S content, and at the same time increased the sulphate

content of leaves. The N/S ratio was higher in the leaves than in the roots. The lowest, N_1 dose increased this ratio in the leaves compared to the control but higher N doses did not change this ratio any further. The lowest, N_1 dose decreased N/S ratio in the roots but higher N doses increased it. Bacterial inoculation increased the N/S ratio in the leaves but we noted a significant decrease in the N_0 +Microbion UNC treatment compared to the control. Cl⁻ accumulated mainly in the leaves and increased significantly as a consequence of application of lower N doses. At the same time Cl⁻ content decreased in roots with N fertilizer application compared to the control. The bacterial fertilizer did not have any effect on the Cl⁻ content of plants.

Key words: nitrogen, sulphur, nitrate, sulphate, horseradish

Bevezetés

A környezetkímélő, fenntartható gazdálkodást szem előtt tartó gazdálkodási rendszer jellemzője, hogy egyaránt fontosnak tartja mind az ökológiai, mind az ökonómiai szempontok figyelembe vételét (*Ángyán és Menyhért 1997*).

A műtrágyázás a piaci versenyképesség biztosításának szempontjából továbbra is fontos eleme kell, hogy legyen a növénytermesztési technológiáknak, azonban a nem megfelelően alkalmazott, helytelen adagú és arányú műtrágyázás különböző környezetvédelmi problémákat okozhat (*Zhang et al. 2007, Sipos 2009*).

A fenntartható gazdálkodás szemlélete szerint napjainkban egyre erőteljesebbé válik a kemikáliák, természetidegen anyagok használatának, így azok használatából eredő kockázatok csökkentésének igénye is (*Takácsné 2003*). Ezen szemléletmód követői fontosnak tartják, hogy a növénytermesztés során olyan készítményeket használjanak, melyek az elvárt hozam kellő minőségű biztosítása mellett költségtakarékosak és a környezetet sem terhelik.

A növények tápanyagellátásának biztosítása, javítása szempontjából ígéretes lehetőséggel bíztatnak a kereskedelmi forgalomban kapható különböző baktériumkészítmények, melyek alkalmazása során esetlegesen mód nyílhat a szükséges műtrágyaadagok mennyiségének csökkentésére (*El-Sirafy et al. 2006, Canbolat et al. 2006*) is. A baktériumkészítményekkel célzottan, bizonyos szempontból kedvező összetételű baktériumtörzseket juttatunk a talajba, így javíthat-

jük a talajéletet, a talajszerkezetet, ezáltal módosulhatnak a talajban bizonyos biológiai, mikrobiológiai folyamatok, melyek következményeként változhat a növények számára felvehető tápelemek mennyisége (*Elkoca et al.* 2008, *Sturz et al.* 2000, *Kunda et al.* 1984).

A kereskedelmi forgalomban egyre nagyobb számban kaphatók a különféle baktériumkészítmények. A biotrágyák nagy száma ellenére igen kevés a hazai szakirodalomban fellelhető, e témával foglalkozó tudományos közlemény (*Kincses et al.* 2008). Keveset tudunk a baktériumkészítmények eltérő tulajdonságú talajokon történő viselkedéséről, műtrágyákkal együtt kombináltan alkalmazva a növények termésére, tápanyagfelvételére gyakorolt hatásairól.

E hiány pótlására tűztük ki célul, hogy megvizsgáljuk, hogy a növekvő adagokban alkalmazott NH_4NO_3 és a Microbion UNC baktériumtrágya együttes felhasználása hogyan hat a torma (*Armoracia macrocarpa*) tápelem-felvételére.

A torma nem tartozik a nagy területen termelt zöldségfélék közé. Összefüggő, 1000–1200 ha területen, Debrecen környékén termesztik, (*Géczi és Irinyiné* 2007). Talán ez lehet az oka, hogy a hazai szakirodalomban igen kevés a torma tápanyagfelvételével, beltartalmával kapcsolatos kutatási eredmény (*Hájas* 1976, *Géczi és Irinyiné* 2007).

A torma a keresztesvirágúak közé tartozó, évelő növény, zöldségnövényként mégis egyéves a termesztése. Hidegtűrő növény (13 ± 7 °C), az erőteljes lehűlést is elviseli. A jó vízellátottságú, mélyebb termőrétegű, $K_A=30-38$ kötöttségű, és legalább 1,2–1,5% humusztartalmú talajokat kedveli. A torma számára a talaj optimális pH-értéke: 6,5–7,5. Fajlagos $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ hatóanyagigénye homoktalajon, közepes ellátottságnál 18:9:31 kg/t. Termesztéséhez ezen kívül jelentős mennyiségű kén is igényel (*Géczi* 1998, *Becker-Dillingen* 1956).

A torma nagy biológiai értékű, sok vitamint, ásványi anyagot 0,43% N, 0,2% P, 2,53% K, 0,77% S, 0,59% Ca, 0,31% Mg (*Rácz* 1998), íz- és zamatanyagokat tartalmazó, a csípős íze miatt is igen kedvelt gyökérszöszövényféle (*Hájas* 1976, *Géczi* 1998). Csípős ízét a sziningrin okozza, mely nitrogén és kén-tartalmú vegyület.

A torma tápelemtartalma egyrészt a növény életműködése szempontjából, másrészt – mivel emberi fogyasztásra kerül – az emberi szervezetre gyakorolt hatásának tekintetében is jelentős. Minősége, fogyaszthatósága, tápértéke szempontjából is igen fontos a tápelemtartalomban bekövetkező változások nyomon követése.

Jelen közleményünkben a torma nitrogén-, kén-, valamint nitrát-, szulfát- és klorid-tartalmának a növekvő adagú NH_4NO_3 , valamint az ammónium-nitrát bak-

tériumtrágyával kombinált kezeléseinek hatására bekövetkező változásait, növényen belüli eloszlását közöljük.

Anyag és módszer

A szabadföldi, kisparcellás kísérletet csernozjom talajon (Dombostanya) állítottuk be 2008 tavaszán. A terület talajának főbb jellemzői: $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}=7,47$; $\text{Hu}_\%=2,87$; $\text{CaCO}_3=18,1\%$; $\text{K}_\text{A}=43$; $\text{AL-P}_2\text{O}_5=144,6$ mg/kg; $\text{AL-K}_2\text{O}=141,4$ mg/kg.

A kísérletben az emelkedő NH_4NO_3 adagokat bizonyos kezeléskombinációk esetén Microbion UNC baktériumtrágyával is kiegészítettük. A kísérlet kezelési tervét az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat. A kísérlet kezelési terve

Kezelési kódok (1)	N kg/ha	S kg/ha	N/S arány (2)	P_2O_5 kg/ha	K_2O kg/ha	Microbion UNC (kg/ha)
1. N_0	0	142	-	75,6	242	0
2. N_1	141	142	1	75,6	242	0
3. N_2	282	142	2	75,6	242	0
4. N_3	423	142	3	75,6	242	0
5. $\text{N}_0+\text{Microbion}$	0	142	-	75,6	242	2
6. $\text{N}_1+\text{Microbion}$	141	142	1	75,6	242	2
7. $\text{N}_2+\text{Microbion}$	282	142	2	75,6	242	2
8. $\text{N}_3+\text{Microbion}$	423	142	3	75,6	242	2

Table 1. Summary of treatments applied. (1) Treatment codes, (2) N/S ratio.

Az NH_4NO_3 műtrágyát három részletben juttattuk ki. Az adagok felét 2008. március 10-én a bakhátak kialakítása előtt, a másik felét megosztva június 10-én és július 25-én szórtuk ki az ültetés után a növény gyökeréhez közel. A torma foszforigényét (75,6 kg/ha P_2O_5) szuperfoszfát fedezte. A káliumszükségletet (242 kg/ha K_2O) K_2SO_4 kijuttatásával biztosítottuk, mivel Géczi (1998) kísérletei szerint a KCl a torma dugványok kihajtását késlelteti a K_2SO_4 -hoz viszonyítva. A szuperfoszfát és K_2SO_4 műtrágyákkal mintegy 142 kg/ha kénutánpótlást is

biztosítottunk. A szuperfoszfát és K_2SO_4 műtrágyákat megosztás nélkül minden parcellára egységes mennyiségben juttattuk ki a bakhátak kialakítása előtt.

Baktériumtrágyaként Microbion UNC készítményt alkalmaztunk, ami egy szilárd halmazállapotú, kereskedelmi forgalomban lévő, szabadalmazott termék. Különböző mikroorganizmusokat tartalmaz, mint pl *Azotobacter vinelandii*-B 1795, *Bacillus megaterium*-B 1091, *Clostridium pasteurianum*, *Azospirillum* sp., *Bacillus subtilis*, *Rhodobacter* sp., *Lactobacillus* sp., *Trichoderma reesei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Streptomyces* sp.. Ezenkívül található benne mikroorganizmusok által szintetizált hatóanyagok, vitaminok, kukoricacsutka őrlemény és szárított sörlesztő.

A baktériumtrágyát a kora tavasszal kijuttatott N, P, K műtrágyákkal kevertük össze az egyenletesebb eloszlása érdekében, és ezekkel egy időben szórtuk ki.

A kéttényezős kísérletet randomizált elrendezésben, kezelésként három ismétléssel valósítottuk meg.

A kísérleti parcellák kialakítása a következők szerint történt. A termesztő terület szélétől 3 m távolságot elhagyva, 3×5 m-es parcellákat jelöltünk ki. A bakhátak a kijelölt terület hosszabb – azaz az 5 m hosszúság – irányában lettek kialakítva. A 3 m-nek választott parcellaszélesség 3 db bakhát kialakítására adott lehetőséget. Így parcellánként 3 db 5 m hosszú, egymástól 0,9 m távolságban lévő bakhát elrendezés valósulhatott meg. A tormadugványokat 2008. április 11-én ültettük el (0,28 m tőtávolságra) és szeptember 25-én szedtük fel. A torma vízigényes növény, manapság egyre inkább az öntözést igénylő kultúrák közé tartozik, termesztési területeinek csapadékszegény és aszályra hajló volta miatt. 2008 júniusa és júliusa azonban az átlagosnál csapadékosabb volt, így ebben az évben a kísérleti területen nem öntöztek.

A növényminták begyűjtésekor parcellánként a szélső bakhátakat, mint izolációs sorokat elhagyva, mindenütt a középső sorból 5 db tormát gyűjtöttünk, külön szedve a leveleket, külön a tormagyökereket. A rizómákat a rájuk tapadt talaj eltávolítása érdekében csapvízzel, majd desztillált vízzel leöblítettük, majd szikkasztottuk.

Mind a levél, mind a gyökérmintákat $50\text{ }^\circ\text{C}$ -on tömegállandóságig szárítottuk, majd a szárazanyagot megdaráltuk. A növényminták nitrogén- és kén-tartalmát száraz égetéses elven működő CNS elemanalizátorral mértük (Nagy 2000). A torma NO_3^- , SO_4^{2-} és Cl-tartalmának meghatározásához a növény vizes kivonatait Merck-Hitachi egyoszlopos ionkromatográf segítségével

mértük le (Balláné és Loch 2004). A tormalevelek NO_3^- -N tartalma minden esetben a detektálási határ (40 mg/kg) közelében, vagy az alatt volt, így azok mennyiségét az adott mérési körülményeink között nem tudtuk meghatározni. A növény szerves-S-tartalmát az összes-S és SO_4^{2-} -S különbségeként számoltuk ki.

A kezelések közötti statisztikailag igazolható eltérések kiszámításához két-tényezős varianciaanalízist alkalmaztunk, átlagértékeket és 95%-os valószínűségi szignifikáns differenciát határoztunk meg.

Eredmények és értékelésük

A torma összes N- és NO_3^- -N-tartalmának változása

A kezelések hatását a tormalevél és gyökér összes-N- és NO_3^- -N-tartalmára a 2. táblázatban összesítettük.

A tormalevelek összes-N tartalma 2,09–2,93% között, míg a gyökereké 1,26–2,01% tartományban változott a kezelések hatására. Az adott kísérleti körülmények között mért, a N tartalomra vonatkozó eredményeink magasabbnak mutatkoztak Hájas (1976) torma gyökérben mért korábbi eredményeihez (N=0,43%) képest.

A kontrollhoz képest a nitrogéntrágyázás szignifikánsan javította a levelek és gyökerek nitrogéntartalmát. A javuló nitrogénellátással az említett mutató arányosan emelkedett, és a csak műtrágyás kezelések parcelláit tekintve a legmagasabb levél N-tartalmat (2,71%) az N_2 kezelés parcellájában, a gyökerek maximális nitrogén-koncentrációját (1,91%) a legmagasabb adagú, N_3 kezelésnél mértük.

A baktériumos kiegészítés hatását összehasonlítva a csak műtrágyás kezelések eredményeihez képest megállapítható, hogy mind a levelek, mind a gyökerek nitrogéntartalmát szignifikánsan javította. A legmagasabb értékeket a kísérlet során mind a levelekben, mind a gyökerekben az N_3 +Microbion UNC kezelés parcellájában mértük.

A szervesetlen nitrogén frakció mennyisége a gyökerekben volt a magasabb, a levelek nitrát-tartalma – mely minden esetben a mérési határ közelében, vagy az alatt volt – az adott mérési körülményeink között nem volt mérhető. A gyökerekben a legkisebb nitrogén-műtrágyaadag (N_1) hatására duplájára emelkedett a NO_3^- -N koncentrációja a kontrollhoz képest, azonban a nagyobb N adagok már nem okoztak jelentős növekedést.

2. táblázat. A tormalevél és gyökér összes-N- és NO_3^- -N- tartalmának változása

Tormalevél (1)			Tormagyökér (2)				
N kezelés (3)	Microbion UNC kg/ha		SZD _{5%} (N) (5)	N kezelés (3)	Microbion UNC kg/ha		SZD _{5%} (N) (5)
	0	2			0	2	
N (%)							
N ₀	2,09	2,35	0,14	N ₀	1,26	1,38	0,15
N ₁	2,55	2,58		N ₁	1,42	1,43	
N ₂	2,71	2,52		N ₂	1,71	1,82	
N ₃	2,57	2,93		N ₃	1,91	2,01	
Átlag (4)	2,48	2,59		Átlag (4)	1,58	1,66	
SZD _{5%} (Microbion UNC): 0,10 (5)			SZD _{5%} (Microbion UNC): 0,10 (5)				
NO_3^- -N (mg/kg)							
*			N ₀	68,5	45,2	35,0	
			N ₁	148,2	143,0		
			N ₂	128,6	131,0		
			N ₃	155,8	168,6		
			Átlag (4)	125,2	121,9		
			SZD _{5%} (Microbion UNC): n.sz. (5)				

* A tormalevelek NO_3^- -N tartalma a mérési határ közelében, ill. az alatt volt.

Table 2. The total N and NO_3^- -N content of horseradish. (1) Horseradish leaves, (2) Horseradish root, (3) N treatments, (4) Mean, (5) LSD_{5%}. * NO_3^- -N content of leaves were near and below the detection limit.

A baktériumtrágyás kiegészítés ugyancsak nem indukált szignifikáns változást a gyökerek NO_3^- -N tartalmában. Mindezen eredményeink arra utalnak, hogy mind a műtrágyázás, mind a baktériumos kiegészítés növelve az összes N tartalmat, a NO_3^- -N mennyiségét pedig nem változtatva jelentősen, inkább a növény un. nyersfehérje-tartalmát emelte.

A torma összes-S, SO_4^{2-} -S, valamint a szerves-S tartalmának változása

A kezelések hatását a tormalevél és gyökér összes-S, szerves-S és SO_4^{2-} -S tartalmára a 3. táblázatban összesítettük.

A levelekben mérhető összes-S tartalom szűk intervallumban (0,77–0,89%) változott a kezelések hatására. A legkisebb N adag (N_1) hatására egy kismértékű csökkenést tapasztaltunk a kontroll parcella értékéhez képest, ami valószínűleg a hígulási effektussal magyarázható. A legnagyobb műtrágyaadag (N_3) hatására már kissé emelkedett a kén mennyisége, vagyis az adott körülmények között a javuló nitrogénellátással a levelek kénfelvétele is valamelyest fokozódott.

A baktériumtrágyás kiegészítés a kontrollhoz képest növelte a levelek kén-tartalmát. A növelő hatása a legnagyobb nitrogénadaghoz (N_3) történő kiegészítésekor is megfigyelhető volt.

A gyökerek kén-tartalma a levelek értékeihez képest szélesebb intervallumban változott (0,52–0,89%) és a kontroll parcella gyökereiben alacsonyabbnak adódott az azonos növények leveleinek értékeihez képest. A legkisebb adagú NH_4NO_3 kijuttatásakor a gyökerek S-tartalma statisztikailag is igazolható mértékben emelkedett a kontrollhoz képest, így a gyökerek és levelek kén-tartalma a műtrágyás kezelések parcelláiban kiegyenlítődött. A további műtrágyaadagok már nem befolyásolták jelentősen a torma gyökerek kén-tartalmát. Mérési adataink alapján úgy tűnik, hogy a jobb nitrogénellátás, ha kismértékben is, fokozta a növény kénfelvételét. Növelő hatása a gyökerek kén-tartalmára volt kifejezettebb.

A baktériumtrágya kedvező hatása a gyökerek kén-tartalmánál is megmutatkozott, szinte valamennyi esetben, az N_0 , N_2 , valamint az N_3 szintekhez történő kiegészítésekor emelte az értékeket.

A kísérlet során a legmagasabb S-tartalmat a nagyobb adagú, baktériumtrágyával is kiegészített műtrágyás kezeléseknél tapasztaltuk, azaz a levelekben mérve az N_3 +Microbion kezelésnél, a gyökerekben mérve pedig az N_2 +Microbion UNC kezeléskombinációban. A S-tartalomra vonatkozó mérési adataink egy kissé eltérnek Géczi és Irinyiné (2007) eredményeitől. Szerzők a vizsgálataikban magasabb (1,06%) kén-tartalmakat mértek a levélben, alacsonyabbakat a torma gyökérben (0,55%).

3. táblázat. A tormalevél és gyökér összes-S, szerves-S és SO_4^{2-} -S tartalmának változása

Tormalevél (1)			Tormagyökér (2)				
N kezelés (3)	Microbion UNC kg/ha		SZD _{5%} (N) (5)	N kezelés (3)	Microbion UNC kg/ha		SZD _{5%} (N) (5)
	0	2			0	2	
Összes-S (%) (6)							
N ₀	0,80	0,84		N ₀	0,52	0,76	
N ₁	0,78	0,77		N ₁	0,86	0,83	
N ₂	0,85	0,77	0,03	N ₂	0,85	0,89	0,06
N ₃	0,81	0,89		N ₃	0,81	0,86	
Átlag (4)	0,81	0,82		Átlag (4)	0,76	0,83	
SZD _{5%} (Microbion UNC): 0,02 (5)				SZD _{5%} (Microbion UNC): 0,04 (5)			
Szerves-S (%) (7)							
N ₀	0,36	0,30		N ₀	0,34	0,59	
N ₁	0,34	0,23		N ₁	0,62	0,46	
N ₂	0,40	0,26	0,06	N ₂	0,65	0,56	0,10
N ₃	0,27	0,35		N ₃	0,51	0,55	
Átlag (4)	0,34	0,29		Átlag (4)	0,53	0,54	
SZD _{5%} (Microbion UNC): 0,04 (5)				SZD _{5%} (Microbion UNC): n.sz. (5)			
SO_4^{2-} -S (%)							
N ₀	0,47	0,54		N ₀	0,22	0,20	
N ₁	0,44	0,54		N ₁	0,24	0,37	
N ₂	0,44	0,51	0,05	N ₂	0,27	0,32	0,10
N ₃	0,54	0,53		N ₃	0,36	0,31	
Átlag (4)	0,47	0,53		Átlag (4)	0,27	0,29	
SZD _{5%} (Microbion UNC): 0,04 (5)				SZD _{5%} (Microbion UNC): n.sz. (5)			

Table 3. The change of total-S, SO_4^{2-} -S and organic-S content of horseradish. (1) Leaves of horseradish, (2) Root of horseradish, (3) N treatments, (4) Mean, (5) LSD_{5%}, (6) Total-S, (7) Organic-S.

A kontroll parcellán termesztett növény szerves S-tartalmának növénybeli eloszlását tekintve megállapítható, hogy a szerves kén a gyökérben alacsonyabb értéket képviselt. Azonban mind a kisebb adagú N műtrágyázás, mind a baktériumtrágyás kiegészítés növelte a gyökerek szerves S-tartalmát, így bármely kezelt parcella növényeit tekintve elmondható, hogy a gyökerekben magasabb volt a szerves kéntartalom, mint a levelekben. Ez kedvező változásnak minősíthető, hiszen a torma csípősségét okozó sziningrin is ként tartalmazó vegyület. A csak műtrágyázott parcellák gyökereinek értékeit tekintve az is megállapítható, hogy a magasabb N adag (N_3) már egy kissé csökkentette a gyökerek szerves-S tartalmát.

A levelek szerves S-tartalma – hasonlóan a gyökerekhez – a kisebb N adagok hatására növekedett, azonban a legnagyobb N adagnál (N_3) már itt is csökkentő hatás mutatkozott.

A baktériumtrágyás kiegészítés nem befolyásolta egyértelműen a gyökerek szerves-S tartalmát, azonban a levelek szerves-S tartalmát csökkentette.

A SO_4^{2-} a kéntartalmat képezi a növényben. A 3. táblázat SO_4^{2-} -S értékeit tekintve megállapítható, hogy a szervetlen kénforma a levelekben volt magasabb. A levelek SO_4^{2-} -S tartalma 0,44–0,54%, míg a gyökereké 0,20–0,37% értéktartományban változott. A szulfátértékeket tekintve is jól látszik, hogy a javuló nitrogénellátás fokozta a növény kénfelvételét, hiszen a legnagyobb N adagnál (N_3) a SO_4^{2-} -S kismértékű növekedése volt megfigyelhető, amely mind a levelekben, mind a gyökerekben jelentkezett.

A baktériumtrágya alkalmazásának hatására elsősorban az alacsonyabb N műtrágyaadagokhoz történő kiegészítésekor emelkedett meg a levelek SO_4^{2-} -S tartalma.

A torma N/S arányának, valamint Cl-tartalmának változása

A kezelések hatását a tormalevél és gyökér N/S arányára, valamint a Cl-tartalom változására a 4. táblázatban összesítettük.

A levelekben mérhető N/S arány 2,60–3,35 értékek között mozgott és változásáról elmondható, hogy értéke a legkisebb NH_4NO_3 adag hatására növekedett, azonban a nagyobb nitrogénadagok már nem emelték tovább ezeket az értékeket. A gyökerekben mérhető N/S arány a levelek értékeihez képest minden esetben alacsonyabb volt (1,65–2,45). A kontrollhoz képest – ellentétben a leveleknél tapasztaltakkal – a legkisebb N adag hatására egy kissé csökkent a gyökerekben mérhető N/S arányszám, azonban a további, emelke-

dő műtrágyaadagokkal az N/S arány emelkedett, vagyis a vártnak megfelelően a javuló nitrogénellátottsággal a gyökerek N-tartalma jobban emelkedett, mint a kéntartalom.

A talajoltás a levelek N/S értékeit szignifikáns mértékben növelte, ugyanakkor a gyökerek hasonló paramétereinél nem tapasztaltunk változást.

A Cl-koncentrációja inkább a levelekben volt nagyobb és 0,72–0,98% értékek között változott. A kontrollhoz képest a műtrágyaadagok hatására egy kis mértékű növekedés volt tapasztalható.

4. táblázat. A tormalevél és gyökér N/S arányának, valamint Cl-tartalmának változása

Tormalevél (1)			Tormagyökér (2)				
N kezelés (3)	Microbion UNC kg/ha		SZD _{5%} (N) (5)	N kezelés (3)	Microbion UNC kg/ha		SZD _{5%} (N) (5)
	0	2			0	2	
N/S arány (6)							
N ₀	2,60	2,81	0,16	N ₀	2,45	1,83	0,20
N ₁	3,26	3,35		N ₁	1,65	1,72	
N ₂	3,20	3,29		N ₂	2,02	2,05	
N ₃	3,17	3,30		N ₃	2,35	2,35	
Átlag (4)	3,06	3,19		Átlag (4)	2,12	1,99	
SZD _{5%} (Microbion UNC): 0,11				SZD _{5%} (Microbion UNC): n.sz.			
(5)			(5)				
Cl (%)							
N ₀	0,72	0,73	0,13	N ₀	0,42	0,32	0,05
N ₁	0,93	0,79		N ₁	0,24	0,27	
N ₂	0,99	0,98		N ₂	0,26	0,26	
N ₃	0,87	0,82		N ₃	0,28	0,28	
Átlag (4)	0,88	0,83		Átlag (4)	0,30	0,28	
SZD _{5%} (Microbion UNC): n.sz.				SZD _{5%} (Microbion UNC): n.sz.			
(5)			(5)				

Table 4. The N/S ratio and Cl content of horseradish. (1) Leaves of horseradish, (2) Root of horseradish, (3) N treatments, (4) Mean, (5) LSD_{5%}, (6) N/S ratio.

A gyökerekben a Cl 0,24–0,42% értékek között változott. A kontrollhoz képest a műtrágyázott parcellákban csökkent a tormagyökerek Cl-tartalma. A levélben és gyökérben mért Cl értékeink magasabbnak mutatkoztak (Hájas 1976) korábban mért és közölt Cl értékénél (0,03%).

A baktériumtrágya alkalmazása nem befolyásolta a növény Cl-tartalmát.

Következtetés

Az emelkedő NH_4NO_3 műtrágya adagok és a baktériumtrágya alkalmazása egyaránt befolyásolták a torma nitrogén, kén-tartalmát és a megfelelő szerves formák koncentrációját, növénybeli eloszlását. Az NH_4NO_3 műtrágya hatása a baktériumtrágyához képest erőteljesebbnek bizonyult a vizsgált beltartalmi értékekre.

Mind az ammónium-nitrát kisebb adagjai, mind a baktériumtrágyás kiegészítés növelték a torma nitrogén és kén-tartalmát.

A baktériumtrágya alkalmazhatóságára, a kezelések hatására bekövetkező beltartalmi változások irányára, mértékére vonatkozó biztosabb következtetések levonására további, ismételt kísérletek szükségesek.

IRODALOM

- Ángyán J.–Menyhért Z.: 1997. Alkalmazható növénytermesztés, ésszerű környezetgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
- Balláné Kovács A.–Loch J.: 2004. Néhány anion ionkromatográfias meghatározása talaj- és növénymintákban. Agrokémia és Talajtan. 53. 3–4: 391–400.
- Becker-Dillingen, J.: 1956. Handbuch des gesamten gemüsebaues. Berlin.
- Canbolat, M. Y.–Barik, K.–Cakmakci, R.–Sahin, F.: 2006. Effects of mineral and biofertilizers on barley growth on compacted soil. Acta Agriculturae Scandinavica. 56: 324–332.
- Elkoca, E.–Kantar, F.–Sahin F.: 2008. Influence of nitrogen fixing and phosphorus solubilizing bacteria on the nodulation, plant growth, and yield of chickpea. Journal of Plant Nutrition. 31: 157–171.
- El-Strafy Z. M.–Woodard, H. J.–El-Norjar, E. M.: 2006. Contribution of biofertilizers and fertilizer nitrogen to nutrient uptake and yield of Egyptian winter wheat. Journal of Plant Nutrition. 29: 587–599.
- Géczi L.: 1998. A torma termesztése. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
- Géczi L.–Irinyné Oláh K.: 2007. A torma beltartalmi értékei. Zöldségtermesztés. 38. 3: 18–23.

- Hájas M.*: 1976. Gyökérszörségek termesztése. Mezőgazdasági kiadó. Budapest.
- Kincses, I.–Filep, T.–Krempfer, R.*: 2008. Effect of nitrogen fertilization and biofertilization on element content of parsley. *Cereal Res. Commun.* 36: 571–574.
- Kunda, B. S.–Gaur, A. C.*: 1984. Rice responses to inoculation with nitrogen fixing and P-solubilizing micro-organics. *Plant and Soil.* 79: 227–234.
- Nagy P. T.*: 2000. Égetéssel elven működő elemvizsgáló alkalmazhatósága talaj- és növényvizsgálatokban. *Agrokémia és Talajtan.* 49. 3–4: 521–534.
- Rácz P.*: 1998. Tormából kinyert vegyületek, hatóanyagok. [In: Gécz L. (szerk.) A torma termesztése.] Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
- Sipos M.*: 2009. A kukorica (*Zea mays* L.) termésének, valamint néhány beltartalmi értékének vizsgálata a hibrid és a tápanyagellátás függvényében öntözési és műtrágyázási tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* 58: 79–90.
- Sturz, A. V.–Christie, B. R.–Nowak, J.*: 2000. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. *Critical Reviews in plant Sciences.* 12. 1: 1–30.
- Takácsné Gy. K.*: 2003. Gazdálkodás. 3.
- Zhang, J.–Blackmer, A. M.–Blackmer, T. M.–Kyveryga, P. M.–Ellsworth, J. W.*: 2007. Nitrogen deficiency and recovery in sustainable corn production as revealed by leaf chlorophyll measurements. *Agronomy for sustainable.* 27. 4: 313–319.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Balláné dr. Kovács Andrea
Debreceni Egyetem AGTC
Agrokémiai és Talajtani Tanszék
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032