



**The effect of nitrogen and sulphur fertilisation  
on the yield and nutrient content of green bean  
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

A. BALLÁNÉ KOVÁCS

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

**Summary**

A greenhouse pot experiment on chernozem soil was conducted to examine the effects of nitrogen and sulphur fertilisation on the yield, ripening, nitrogen, sulphur, phosphorus, potassium content, and N/S ratio of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Four levels of nitrogen (0.36; 0.66; 0.96; 1.27 g pot<sup>-1</sup>) in combination with three levels of sulphur (0.043; 0.085; 0.170 g pot<sup>-1</sup> S) were tested as treatments.

Results indicated that significant response to yield was observed for application of N, S fertilization. N fertilization increased the fresh weights of bean pods significantly, but the highest N dose (1.27g N/pot) delayed the ripening of bean. In the pots with low S supply (S<sub>1</sub>) in combination with highest N dose (N<sub>4</sub>), the nitrate content of plants increased and at higher sulphur levels (S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>) these values – in spite of the high N dose – were also lower. As the sulphur supply increased, the negative effect of the highest nitrogen dose on bean quality decreased. The highest fresh weights of bean pods were measured in the pots with N<sub>4</sub>S<sub>2</sub> treatment. The N and S treatments altered the N/S ratio of plant, especially that of leaves. As the N supply increased, the phosphorus and potassium content of bean plant increased, but the S supply did not influence these values.

**Key words:** nitrogen, sulphur, nutrient supply, green bean

## Влияние азотных и серных удобрений на урожай стручковой фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) и на состав её питательных элементов

А. БАЛЛАНЕ КОВАЧ

Институт Агрохимии и Почвоведения Центра Агро-Экономических Наук  
Дебреценского Университета, Дебрецен

### Резюме

В опыте в вегетационных сосудах на чернозёмной почве исследовали, как азотное и серное удобрение влияет на урожай, созревание, содержание азота, серы, фосфора и калия стручковой фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.), а также на соотношение N/S растения. В двухфакторном опыте растущую дозу азота (0,36; 0,66; 0,96; 1,27 g/сосуд N) комбинировали с тремя различными дозами серы (0,043; 0,085; 0,170 g/сосуд S).

Наши результаты показали, что азотное и серное удобрение, их соотношение играют важную роль при выращивании стручковой фасоли хорошего качества и соответствующего количества. В наших опытах удобрения N увеличило урожай фасоли, в то же время под влиянием больших доз (1,27g N/сосуд) обнаружили замедление созревания. Самая большая доза N (N<sub>4</sub>) при более низком обеспечении серой (S<sub>1</sub>) дала неблагоприятное (хотя не превышающее крайние санитарные показатели) накопление нитрата в урожае. Растущее обеспечение серой сократило замедляющее созревание и накапливающее нитрат влияние самой большой дозы N. Самый большой урожай измерили в сосудах с комбинацией удобрений N<sub>4</sub>S<sub>2</sub>. Обработка азотом и серой прежде всего повлияли на соотношение N/S урожая листы. Под влиянием азотного удобрения увеличилось содержание фосфора и калия растения, а серное удобрение не повлияло статистически подтверждаемо на эти показатели растения.

**Ключевые слова:** азот, сера, внесение удобрений, стручковая фасоль

## Bevezetés

A hazánkban termesztett babfajták nagy része a *Phaseolus vulgaris* fajba sorolható. Felhasználását tekintve a bab lehet étkezési szárazbab, zsenge kifejtő vagy zöldbab. A zöldbab termesztési területe a szárazbabéhoz képest lényegesen kisebb. Napjainkban a vetésterülete 2500–3500 hektár között ingadozik. A borkorbabfajtákat általában szántóföldi kultúraként termesztik. A zöldbab rövid tenyészidejű, közepes fényigényű, melegigényes növény, a 22–25 °C átlaghőmérséklet kedvez a növekedésének. A bokortípusú bab termesztésére a mészben gazdag barna homok, homokos vályog, humuszos öntéstalaj a legalkalmasabb (Hodossi *et al.* 2004).

A zöldbab táplálkozás-életteni szempontból igen kedvező összetételű, viszonylag magas a fehérje-, rost-, vitamintartalma és fontos ásványianyag-forrás is (Broughton *et al.* 2003).

A megfelelő mennyiségű és minőségű termés eléréséhez elengedhetetlen a bab tápanyagigényéhez igazodó, a termőterület tápanyag-ellátottságától függő tápanyag-utánpótlás. A bab – annak ellenére, hogy vele szimbiózisban élő *Rhizobium* baktérium fajok képesek a légköri nitrogén megkötésére – tápanyagigényes növény, a termesztésekor szükség van a tápanyagok, pl. nitrogén, kálium és foszfor pótlására. A zöldbab fajlagos N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O hatóanyagigénye közepes ellátottságú csernozjom talajon 16:7:19 kg/t. A harmonikus tápelem-ellátás kedvezően befolyásolja a hüvelyes növények nitrogénkötő képességét is (Ganeshamurthy és Reddy 2000). A nitrogén segíti a palántanövény kezdeti fejlődését, valamint kedvezően befolyásolja a hüvelyképződést (Daramola *et al.* 1982). A kálium pótlásánál figyelembe kell venni, hogy a bab klorid-érzékeny növény (Hodossi 2000).

A nitrogén, foszfor, kálium tápelemek harmonikus arányban történő biztosítása mellett fontos lehet – a növényekben negyedik legnagyobb mennyiségben megtalálható makroelem – a kén pótlása is (Togay *et al.* 2008, Unk 1984). A megfelelő kénellátás pozitívan befolyásolja a hüvelyes növények termését, kedvezően módosítja a fehérjetartalmukat, hatással van a fehérjét felépítő aminosavak (metionin, cisztein) mennyiségére, arányára (Ligero és Lluch 1982, Platou és Jones 1982, Neto *et al.* 2000, Khurana és Bansal 2007, Khalid *et al.* 2008). A kén a hüvelyesek nitrogénkötő-képességére is kedvező hatással van (Scherer és Lange 1996, Scherer *et al.* 2008, Islam és Ali 2009).

A kén hiányával, pótlásával sokáig nem foglalkoztak az agrokémiában. Napjainkban azonban a szigorúbb környezetvédelmi előírások következtében az ipari, valamint a közlekedésből származó kén-emisszió csökkenésének hatására, valamint a műtrágya-felhasználás szerkezetének átalakulásával, a szuperfoszfát alkalmazásának háttérbe szorulásával már számos területen kell a kén hiányával számolnunk. A kén növénytáplálási szerepének ismeretében, a harmonikus tápelem-ellátás biztosítása, ill. a kénhiány elkerülése érdekében, a talaj ellátottságának függvényében egyre inkább szükség lehet a kén tápelem célzott pótlására.

A hazai szakirodalomban kevés olyan tudományos közlemény található, melyek a bab tápanyag-ellátásának (Nemeskéri és Nagy 2003), nitrogén-, kén-táplálásának termésre gyakorolt hatásait mutatják be.

Kísérletünk során – e hiány pótlásaként – célunk volt, hogy megvizsgáljuk, hogy az eltérő adagokban alkalmazott nitrogén- és kéntartalmú műtrágyák milyen hatással vannak a bokorbab (*Phaseolus vulgaris*) termésére, tápanyag-felvételére.

### Anyag és módszer

A tenyészedényes kísérletet csernozjom típusú talajon állítottuk be. A kezeletlen talaj alapvető tulajdonságai a következők voltak:  $\text{pH}(\text{CaCl}_2)=7,68$ ;  $\text{Hu}\%=2,22$ ;  $\text{KA}=41,4$ ;  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  (mg/kg)=1400;  $\text{AL-K}_2\text{O}$  (mg/kg)=294;  $\text{AL-Ca}$  (g/kg)=61;  $\text{AL-Mg}$  (g/kg)=5,7;  $\text{vizes-NO}_3^-$  (mg/kg)=10,43;  $\text{vizes-SO}_4^{2-}$  (mg/kg)= 292,4. A magas kalcium-tartalmú talaj nitrogén ellátottsága gyenge, foszfor- és káliumellátottsága igen jó volt.

A kísérlet kezelési terve az 1. táblázatban látható. A négy különböző dózisu ammónium-nitrát műtrágyát ( $\text{N}_{1-4}$ ) minden nitrogén-szinten három különböző kénadaggal ( $\text{S}_{1-3}$ ) kombináltuk, így 12 kezeléskombinációt kaptunk. A kéttényezős kísérletet randomizált elrendezésben, kezelésként négy ismétléssel valósítottuk meg.

Egy-egy Mitscherlich típusú edénybe 10 kg talajt mértünk be. A foszfor és kálium utánpótlás minden edényben egységes volt (0,29 g  $\text{P}_2\text{O}_5$ /10 kg talaj, 0,79 g  $\text{K}_2\text{O}$ /10 kg talaj). A N, P, K és S tápelemeket  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , KCl és  $\text{K}_2\text{SO}_4$  oldatok formájában juttattuk a talajba.

1. táblázat. A kísérlet kezelési terve

Kezelések (1)	N g/10 kg talaj (2)	S g/10 kg talaj (3)
1. N <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	0,36	0,043
2. N <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	0,36	0,085
3. N <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	0,36	0,170
4. N <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0,66	0,043
5. N <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	0,66	0,085
6. N <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	0,66	0,170
7. N <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	0,96	0,043
8. N <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	0,96	0,085
9. N <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	0,96	0,170
10. N <sub>4</sub> S <sub>1</sub>	1,27	0,043
11. N <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	1,27	0,085
12. N <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	1,27	0,170

Table 1. Scheme of treatments applied. (1) Treatments, (2) N g/10 kg soil, (3) S g/10 kg soil.

A „Sonesta” fajtájú bokorbabból (*Phaseolus vulgaris* var. nanus) edényenként 6 magot vetettünk, majd a kelés után edényenként 4 növényt hagytunk további növekedésre. A vízellátást a szabadföldi vízkapacitás 60%-ára állítottuk be, az öntözést naponta, súlykiegészítés alapján végeztük. A babtermést a hüvelyek érésének megfelelően két időpontban szedtük le a vetést követő 58. és 70. napokon.

Az aratást követően megmértük az edényenkénti babhüvely, valamint a melléktermés (babszár levéllel együtt), nedves tömegét, majd először levegőn szikkasztottuk, majd szárítószekrényben 50 °C-on tömegállandóságig szárítottuk a mintákat. Szárítás és darálás után a növényminták nitrogén- és kén-tartalmát száraz égetéses elven működő CNS elemanalizátorral mértük (Nagy 2000). A bab NO<sub>3</sub>-tartalmának meghatározásához, a növényi vizes kivonatokat egyoszlopos ionkromatográfiai módszerrel határoztuk meg (Balláné és Loch 2004). A foszfor- és káliumtartalmat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-os roncsolást követően ammónium-molibdenát-vanadátos színezéses spektrofotometriás módszerrel (Tahmm et al. 1968), valamint emissziós lángfotometriával mértük. A kezelések közötti statisztikailag igazolható eltérések kiszámításához kéttényezős varianciaanalízist alkalmaztunk, átlagértékeket és 95%-os valószínűségű szignifikáns differenciát határoztunk meg.

## Eredmények és értékelésük

### A kezelések hatása a bab termésére

Az edényenkénti babbüvely-tömegek az első szedés időpontjában 102,7–176,3 g/edény értékek között, a második szedésnél pedig 2,60–55,0 g/edény között változtak (1. és 2. ábra, 2. és 3. táblázat). A maximális hüvelytömeget az első szedésnél az  $N_4S_3$  kezelés edényében, a második szedésnél pedig az  $N_4S_2$  kezeléskombináció edényében kaptuk. Az 1. és 2. ábra összehasonlításából az is megfigyelhető, hogy az emelkedő nitrogénadagok hatására egyre nagyobb hányadú babbüvely érett meg később, azaz csak a 2. szedés időpontjára vált szüretelhetővé, vagyis a nagyobb nitrogénadagok késleltették a babbüvelyek érését. Az érést a kénellátottság is befolyásolta, mert a maximális N ( $N_4$ ), legnagyobb kénadaggal ( $S_3$ ) történő kombinációjakor jól láthatóan már az első szedés időpontjára beérett a babbüvelyek jelentős része, tehát a nagyobb N adag mellett alkalmazott kedvezőbb kénellátás segítette az érést.

1. ábra. A nitrogén- és kéntrágyázás hatása a babbüvelyek zöldtömegére  
1. szedés (g/edény)

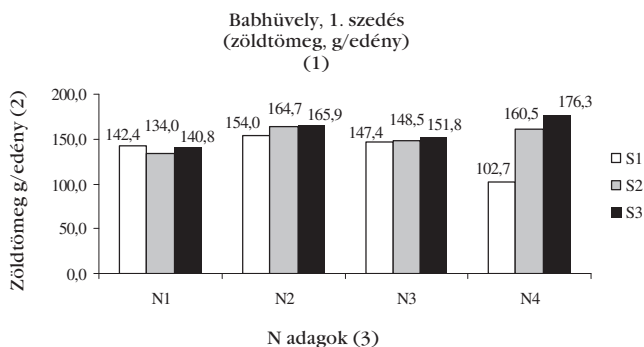


Figure 1. Fresh weights of pods of the first harvest (g/pot) as influenced by different N and S doses. (1) Pod, first harvest (fresh weight, g/pot), (2) Fresh weight (g/pot), (3) N doses.

A babtermés összes mennyisége 140,8–215,5 g/edény értékek között változott. Az emelkedő adagú nitrogén-trágyázás az edényenkénti hüvelytermés összes mennyiségét növelte (3. ábra, 4. táblázat). A terméshozadék szempontjából a javuló kénellátás is kedvezőnek bizonyult, a különböző nitrogén szinteken ( $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$ ) az  $S_1$  értékéhez képest az  $S_2$  adagú kombinációknál mértük a nagyobb hüvelytömegeket. A kísérlet során a legnagyobb össztermést az  $N_4S_2$

kezeléskombinációjú edényben kaptuk (3. ábra, 4. táblázat). Eredményeinkből megállapítható tehát, hogy a kéntrágyázás előnyösen hatott a termésre, nemcsak a termés nagyságát, hanem az érés időpontját is kedvezően befolyásolta.

2. ábra. A nitrogén- és kéntrágyázás hatása a babhüvelyek zöldtömegére  
2. szedés (g/edény)

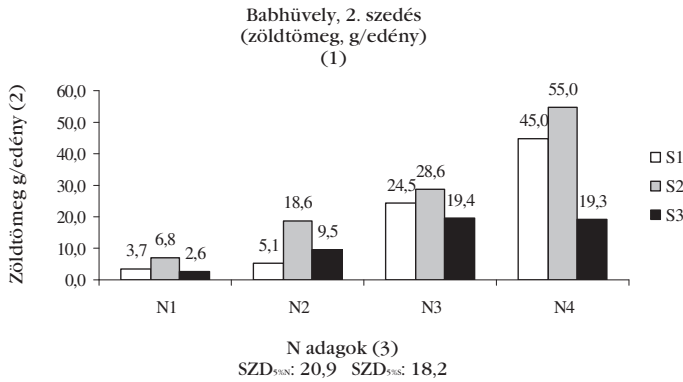


Figure 2. Fresh weights of pods of the second harvest (g/pot) as influenced by different N and S doses. (1) Pod, second harvest (fresh weight, g/pot), (2) Fresh weight (g/pot), (3) N doses, LSD<sub>5%N</sub>: 20.9, LSD<sub>5%S</sub>: 18.2.

2. táblázat. Szignifikancia táblázat

	Zöldtömeg (1. szedés)	
	(1)	
	SZD <sub>5%</sub>	Szignifikancia
	(2)	(3)
N adagok (4)	10,90	**
S adagok (5)	9,47	***

\*\* P<1%, \*\*\* P<0,1%

Table 2. Summary of ANOVA (F-test) for different source of variance. (1) Fresh weights of pods of the first harvest, (2) LSD<sub>5%</sub>, (3) Level of significance, (4) N doses, (5) S doses. \*\* P<1%, \*\*\* P<0.1%.



3. táblázat. Szignifikancia táblázat

	Zöldtömeg (2. szedés)	
	(1)	(2)
	SZD <sub>5%</sub>	Szignifikancia
	(2)	(3)
N adagok (4)	20,9	**
S adagok (5)	18,2	n. sz. (6)

\*\* P<1%, n.sz.: nem szignifikáns (6)

Table 3. Summary of ANOVA (F-test) for different source of variance. (1) Fresh weights of pods of the second harvest, (2) LSD<sub>5%</sub>, (3) Level of significance, (4) N doses, (5) S doses, (6) Not significant.

\*\* P<1%, n.sz.: Not significant (6).

### 3. ábra. A nitrogén- és kéntrágyázás hatása a babhüvelyek összes zöldtömegére

#### 1.+2. szedés (g/edény)

Babhüvely, 1.+2. szedés  
(zöldtömeg, g/edény)  
(1)

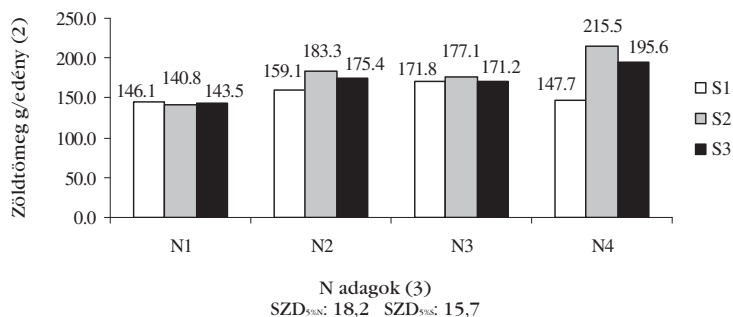


Figure 3. Total fresh weights of pods (first+second harvest) (g/pot) as influenced by different N and S doses. (1) Pod, first + second harvest (fresh weight, g/pot), (2) Fresh weight (g/pot), (3) N doses, LSD<sub>5%N</sub>: 18.2, LSD<sub>5%S</sub>: 15.7.

### A kezelések hatása a bab tápelem-tartalmára (N-, NO<sub>3</sub>-, S-, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S-, P- és K-tartalmára és N/S arányára)

A nitrogén- és kéntrágyázás a bab ásványi anyag összetételét is befolyásolta. A babhüvely és a levél tápelem-tartalmának kezelésekre bekövetkező változásait az 5. táblázatban összesítettem.

A táblázat adatai szerint a mért elemek – a szervetlen ionok (nitrát, szulfát) kivételével – a babhüvelyben nagyobb mértékben akkumulálódtak, mint a lombtermésben.

4. táblázat. Szignifikancia táblázat

	Összes zöldtömeg (1.+2. szedés)	
	(1)	
	SZD <sub>5%</sub>	Szignifikancia
	(2)	(3)
N adagok (4)	18,21	***
S adagok (5)	15,77	**

\*\* P<1%, \*\*\* P<0,1%

Table 4. Summary of ANOVA (F-test) for different source of variance. (1) Total fesh weights of pods (1.+2. harvest), (2) LSD<sub>5%</sub>, (3) Level of significance, (4) N doses, (5) S doses. \*\* P<1%, \*\*\* P<0.1%.

Az emelkedő nitrogénadagok hatására fokozódott a növény N-tartalma. A nitrogén-, ill. az arányos nyersfehérje-tartalom emelkedése a nitrogénkezelés következtében a babhüvelyekben nagyobb mértékű volt (1,82%-ról 2,45%-ra változott), mint a melléktermés megfelelő értékei (1,53–1,80%). Jól látható, hogy a kis kénadagok mellett alkalmazott nagyadagú ammónium-nitrát hatására megnövekedett a babhüvelyek nitrát koncentrációja (1300 mg/kg sz.a.), vagyis a nagy adagú ammónium-nitrát műtrágya kis kénadaggal kombinálva kedvezőtlenül befolyásolta a bab ezen minőségi paramétereit. *Schnug* (1990) kísérletei során szintén tapasztalta, hogy a zöltségek nitrát-tartalma megnövekedhet a kén hiánya következtében. A zöltségek nitrát-koncentrációja fontos minőségi kritérium (*Vetter* 1988), a bőséges N-trágyázással a koncentrációja nagyságrenddel is nőhet (*Kádár* 2000). A nitrát koncentrációja a lombtermésben magasabb volt. Esetünkben meg kell azonban említeni, hogy bár a nitrát toxikus szintjét eltérően ítélik meg (*Barcsák* 1999), a mennyisége a legmagasabb értékénél sem érte el, vagy közelítette meg a szántóföldi természetben engedélyezett növényi határértéket [ $\text{NO}_3\text{-N}$ : 0,25%; (*Kádár et al.* 2000)].

A terméseredményeinket figyelembe véve, valamint a beltartalmi méréseink alapján is kitűnik a nagyadagú nitrogén, kisadagú kén ( $\text{N}_4\text{S}_1$ ) kezeléskombinációjú edényekben jelentkező kedvezőtlen nitrát-felhalmozódás és a kisebb termés közötti kapcsolat. Hasonló eredményekről számolnak be *Sánchez et al.* (2004), akik kísérletükben szintén nagy dózisu ammónium-nitrát babtermésre, nitrogén-beépülésre gyakorolt hatását vizsgálták. Eredményeinkhez hasonlóan ők is megállapították, hogy a túlzott, nagy  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  adagok terméseszkökenést okozhatnak, mely kapcsolatban lehet a nagyobb mértékű nitrát-felhalmozódással. A magasabb kénadagok ( $\text{S}_2$ ,  $\text{S}_3$ ) mellett juttatott nagyobb ammónium-nitrát dózisek már nem okoztak olyan nagymértékű nitrát emelkedést a növényi szövetekben.

5. táblázat. A N, S kezelések hatása a hüvelytermés és a lombtermés N-, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, S-, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S, P- és K-tartalmára, valamint az N/S arányra

Hüvelytermés					Lombtermés						
(1)					(2)						
N kezelés (3)	S kezelés (4)			Átlag (5)	SZD <sub>sys</sub> (6)	N kezelés (3)	S kezelés (4)			Átlag (5)	SZD <sub>sys</sub> (6)
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>				S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>		
N%											
N <sub>1</sub>	1,82	2,02	1,90	1,91		N <sub>1</sub>	1,53	1,57	1,57	1,57	
N <sub>2</sub>	1,85	2,30	2,16	2,10		N <sub>2</sub>	1,64	1,72	1,77	1,77	
N <sub>3</sub>	2,15	2,25	2,41	2,27	0,18	N <sub>3</sub>	1,69	1,74	1,77	1,77	0,05
N <sub>4</sub>	2,37	2,45	2,38	2,44		N <sub>4</sub>	1,73	1,72	1,80	1,80	
Átlag (5)	2,08	2,25	2,21	2,16		Átlag (5)	1,65	1,69	1,73	1,72	
SZD <sub>sys</sub> (6):	0,16					SZD <sub>sys</sub> (6):	0,04				
NO <sub>3</sub> (mg/kg)											
N <sub>1</sub>	233,5	82,9	132,3	149,5		N <sub>1</sub>	1047	1086	1005	1046	
N <sub>2</sub>	164,0	395,9	182,4	247,4		N <sub>2</sub>	1018	1399	997	1138	
N <sub>3</sub>	364,6	393,4	494,0	417,3	248,1	N <sub>3</sub>	1516	1615	1325	1485	166,8
N <sub>4</sub>	1300,0	416,4	598,4	771,6		N <sub>4</sub>	1461	1638	1185	1428	
Átlag (5)	515,5	322,1	351,8	396,5		Átlag (5)	1261	1435	1128	1274	
SZD <sub>sys</sub> (6):	n. sz. (8)					SZD <sub>sys</sub> (6):	144,4				
S%											
N <sub>1</sub>	0,167	0,168	0,167	0,169		N <sub>1</sub>	0,143	0,180	0,182	0,168	
N <sub>2</sub>	0,161	0,165	0,165	0,155		N <sub>2</sub>	0,145	0,172	0,171	0,162	
N <sub>3</sub>	0,169	0,174	0,191	0,178	0,007	N <sub>3</sub>	0,136	0,148	0,177	0,154	n. sz. (8)
N <sub>4</sub>	0,181	0,172	0,189	0,180		N <sub>4</sub>	0,154	0,161	0,183	0,166	
Átlag (5)	0,169	0,170	0,178	0,171		Átlag (5)	0,144	0,165	0,178	0,162	
SZD <sub>sys</sub> (6):	0,006					SZD <sub>sys</sub> (6):	0,012				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S%											
N <sub>1</sub>	0,010	0,018	0,019	0,016		N <sub>1</sub>	0,051	0,056	0,075	0,061	
N <sub>2</sub>	0,017	0,020	0,025	0,021		N <sub>2</sub>	0,047	0,053	0,060	0,053	
N <sub>3</sub>	0,017	0,024	0,029	0,023	0,005	N <sub>3</sub>	0,035	0,039	0,060	0,045	0,009
N <sub>4</sub>	0,019	0,032	0,033	0,028		N <sub>4</sub>	0,045	0,062	0,085	0,064	
Átlag (5)	0,012	0,024	0,027	0,022		Átlag (5)	0,059	0,070	0,073	0,061	
SZD <sub>sys</sub> (6):	0,004					SZD <sub>sys</sub> (6):	0,008				

Az 5. táblázat folytatása a következő oldalon...

## Az 5. táblázat folytatása...

Hüvelytermés					Lombtermés						
(1)					(2)						
N kezelés	S kezelés			Átlag (5)	SZD <sub>5%</sub> (6)	N kezelés	S kezelés			Átlag (5)	SZD <sub>5%</sub> (6)
	(4)						(4)				
(3)	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	(5)	(6)	(3)	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	(5)	(6)
N/S arány (7)											
N <sub>1</sub>	10,90	12,02	11,38	11,43		N <sub>1</sub>	10,71	8,72	8,63	9,35	
N <sub>2</sub>	11,49	13,94	13,09	12,84		N <sub>2</sub>	11,31	10,01	10,35	10,56	
N <sub>3</sub>	12,72	12,93	12,62	12,76	0,969	N <sub>3</sub>	12,43	11,76	10,00	11,04	1,016
N <sub>4</sub>	13,81	14,13	12,59	13,51		N <sub>4</sub>	11,23	10,68	9,84	10,58	
Átlag (5)	12,23	13,26	12,42	12,64		Átlag (5)	11,42	10,29	9,71	10,60	
SZD <sub>5%</sub> (6):	0,839					SZD <sub>5%</sub> (6):	0,879				
P%											
N <sub>1</sub>	0,407	0,439	0,404	0,417		N <sub>1</sub>	0,232	0,227	0,219	0,226	
N <sub>2</sub>	0,408	0,417	0,400	0,410		N <sub>2</sub>	0,243	0,231	0,221	0,231	
N <sub>3</sub>	0,417	0,427	0,459	0,434	0,016	N <sub>3</sub>	0,230	0,233	0,231	0,231	0,013
N <sub>4</sub>	0,454	0,439	0,404	0,431		N <sub>4</sub>	0,242	0,234	0,248	0,241	
Átlag (5)	0,421	0,430	0,416	0,423		Átlag (5)	0,237	0,232	0,230	0,233	
SZD <sub>5%</sub> (6):	n. sz. (8)					SZD <sub>5%</sub> (6):	n. sz. (8)				
K%											
N <sub>1</sub>	3,24	3,25	3,13	3,21		N <sub>1</sub>	2,11	2,21	2,13	2,15	
N <sub>2</sub>	3,29	3,33	3,20	3,27	0,14	N <sub>2</sub>	2,34	2,32	2,04	2,23	
N <sub>3</sub>	3,25	3,22	3,40	3,28	(n. sz.)	N <sub>3</sub>	2,29	2,29	2,36	2,36	0,18
N <sub>4</sub>	3,29	3,19	3,22	3,23	(8)	N <sub>4</sub>	2,43	2,38	2,42	2,42	
Átlag (5)	3,26	3,24	3,23	3,25		Átlag (5)	2,29	2,30	2,24	2,28	
SZD <sub>5%</sub> (6):	n. sz. (8)					SZD <sub>5%</sub> (6):	n. sz. (8)				

Table 5. N-, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, S-, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S, P- and K- content and N/S ratio of bean as influenced by N and S rates. (1) Bean pods, (2) Leaves, (3) N treatments, (4) S treatments, (5) Means, (6) LSD<sub>5%</sub>, (7) N/S ratio, (8) Not significant.

A növekvő nitrogéntrágyázással a babhüvelyek összes S-tartalma és SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S felhalmozása is egyértelműen és igazolhatóan emelkedett (0,161–0,191%, ill. 0,016–0,028%), a szalma S-tartalma azonban nem változott szignifikánsan.

A javuló kénellátás ugyancsak igazolható növényi N-tartalom növekedést indukált. A legnagyobb N-koncentrációt a szemben az  $N_4S_2$  és  $N_4S_3$ , a levélben az  $N_4S_3$  kezeléskombinációkban mértük. Eredményeinkhez hasonlóan *Schnug et al.* (1993) több kísérletben szintén nitrogén- és kén-tartalom növekedést tapasztaltak különböző növények esetében a kombinált nitrogén és kéntrágyázást követően. A nitrogén és kén közötti pozitív kapcsolatot a két elem fehérjébe való közös beépülésével magyarázzák. A nitrogén és kén beépülésében *Clarkson et al.* (1999) szerint is szoros kapcsolat mutatható ki, hiszen mindkét elem fontos fehérjealkotó, a növekvő nitrogénfelvétel nagyobb kén-szükségletet is indukál.

Az emelkedő kénadagokkal a növény összes S és  $SO_4^{2-}$ -S-tartalma is fokozódott. A legmagasabb értékeket a szemben és melléktermésben az  $N_4S_3$  kezelés edényében mértük.

A szerves kénforma, a szulfát koncentrációja a lombtermésben magasabb volt, és az összes kén nagyobb százalékát tette ki, mint a hüvely hasonló értékei, ahol a szerves kén jelentette az összes kén nagyobb részét.

A növényekben mérhető N/S arányt több kutató fontos kén-tápláltsági mutatónak tartja (*Bolton et al.* 1976). Mások, mint *Schnug et al.* (1993) vitatják, hogy az N/S arány értékének diagnosztikai célra történő meghatározása önmagában mennyire informatív, hiszen ugyanazon N/S aránynál a növényi szövetek elemkoncentrációja teljesen eltérő is lehet. *Renéau et al.* (1986), *Hahtonen* és *Saarela* (1995) mind az elemtartalmak (%), mind az N/S arány együttes meghatározását javasolják. Az irodalomban számos adatot találhatunk a különböző növényfajok N/S arány értékhatárainak változására vonatkozóan (*Mathot et al.* 2005, *Dev* és *Saggar* 1974), azonban a bab hasonló értékére kevés ismeretünk van.

Kísérletünkben az N/S arány az egész növényt tekintve 8,6:1 és 14,1:1 értékek között változott, a babhüvelyben mértük a magasabb értékeket. A nitrogéntrágyázás hatására a növény mindkét vizsgált részében tágabbá vált az arány, a babhüvelyben kisebb mértékben változva, míg a melléktermésben nagyobb mértékben módosulva emelkedett. A kéntrágyázás hatására is csak a melléktermésben szűkült igazolhatóan az N/S arány, a babhüvelynél nem változott jelentős módon. Megállapítható tehát, hogy az N/S arány a babhüvelyben kevésbé változott a kezelések hatására, mivel a nitrogén és kén fehérjébe való beépülése igen szoros interakciót mutat (*Vanek et al.* 2001). A melléktermés N/S értékei azonban nagyobb intervallumban módosultak, hiszen a ve-

getatív szervekben a nem fehérje jellegű vegyületek, szervetlen ionok jobban felhalmozódhatnak, s így az N/S arány nagyobb értékek között változhat.

A nitrogéntrágyázás nyomán javult a növény foszforfelvétele, az ammónium-nitrát növekvő adagjai igazolhatóan fokozták mind a babbüvelyek, mind a levelek P-tartalmát. A hatás a vegetatív részben erőteljesebben jelentkezett. Bár a kéntrágyázás pozitív hatása a növényi foszfortartalomra statisztikailag nem volt igazolható, a legmagasabb értékeket a legnagyobb N és S kezeléskombinációjú ( $N_3S_3$ , hüvelyben és  $N_4S_3$ , lombozatban) edényekben mértük.

A talaj javuló nitrogénkínálata a növény káliumfelvételét is növelte, de a kálium csak a lombozatban fokozódott igazolhatóan, a babbüvelyek értékeiben nem volt szignifikáns a változás. A kéntrágyázás a káliumtartalmat sem befolyásolta statisztikailag igazolható mértékben.

### Következtetés

Eredményeink rámutattak, hogy a nitrogén- és kéntrágyázásnak, azok arányának fontos szerepe van a megfelelő mennyiségű, jó minőségű zöldbab termesztésekor. A N trágyázás kísérletünkben növelte a bab termését, ugyanakkor a nagyobb adagok hatására (1,27g N/edény) az érés elhúzódtát tapasztaltuk. A legnagyobb N dózis ( $N_4$ ) alacsonyabb kénellátásnál ( $S_1$ ) kedvezőtlen (bár egészségügyi határértéket túl nem lépő) nitrát-felhalmozódást eredményezett a termésben. A javuló kénellátás csökkentette a legnagyobb N adag kedvezőtlen érést lassító és nitrát-felhalmozó hatását. A legnagyobb termést az  $N_4S_2$  kezeléskombináció esetén mértük. A nitrogén- és kénkezelések elsősorban a lombtermés N/S arányát befolyásolták. A nitrogéntrágyázás hatására emelkedett a növény foszfor- és káliumtartalma, a kéntrágyázás nem befolyásolta statisztikailag igazolhatóan a növény ezen mutatóit.

### IRODALOM

- Balláné Kovács A.–Loch J.*: 2004. Néhány anion ionkromatográfiás meghatározása talaj- és növénymintákban. *Agrokémia és Talajtan*. 53. 3–4: 391–400.
- Barcsák Z.*: 1999. A gyepek tápanyagellátása. [In: Fülek Gy. (szerk.) *Tápanyag-gazdálkodás*.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 522–535.
- Bolton, J.–Nowakowski, T. Z.–Lazarus, W.*: 1976. Sulphur-nitrogen interaction effects on the yield and composition of protein-N non-protein-N and soluble carbohydrates in perennial ryegrass, *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 27: 533–560.

- Broughton, J. W.–Hernandez, G.–Blair, M.–Beebe, S.–Gepts, P.–Vanderleyden, J.: 2003. Beans (*Phaseolus spp.*) - model food legumes. *Plant Soil*. 252: 55–128.
- Clarkson, D. T.–Diogo, E.–Amancio, S.: 1999. Uptake and assimilation of sulphate by sulphur deficient *Zea mays* cells: The role of O-acetyl-L-serine in the interaction between nitrogen and sulphur assimilatory pathways. *Plant Physiol. Biochem.* 37: 283–290.
- Daramola, D. S.–Adebayo, A.–Odeyemi, O.: 1982. Effect of herbicide application on legume Rhizobium symbiosis with and without starter nitrogen. *Turrialba*. 32: 315–320.
- Dev, G.–Saggar, S.: 1974. Effect of sulphur fertilization on the N-S ratio in soybean varieties. *Agron. J.* 66: 454–456.
- Ganeshamurthy, A. N.–Reddy, K. S.: 2000. Effect of integrated use of farm yard manure and sulphur in soybean and wheat cropping system on nodulation, dry matter production and chlorophyll content of soybean on swell shrink soils in Central India. *J. Agron. Crop Sci.* 185: 191–197.
- Hahtonen, M.–Saarela, I.: 1995. The effects of sulphur application on the yield, sulphur content and N/S ratio of grasses for silage at six sites in Finland, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil and Plant Sciences*. 45: 104–111.
- Hodossi S.: 2000. Zöldségtermesztés. DE ATC Mezőgazdasági Kar. Debrecen (egyetemi jegyzet)
- Hodossi S.–Kovács A.–Terbe I.: 2004. Zöldségtermesztés szabadföldön. *Mezőgazda Kiadó*.
- Islam, M.–Ali, S.: 2009. Effect of integrated application of sulphur and phosphorus on nitrogen fixation and nutrient uptake by chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Agrociencia*. 43. 8: 815–826.
- Kádár I.: 2000. Az olaszperje (*Lolium multiflorum* L.) tápelemfelvételének vizsgálata műtrágyázási tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. 53. 3–4: 305–316.
- Kádár I.–Radics L.–Hussein, D.: 2000. A spenót (*Spinacea oleracea* L.) műtrágyázása csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 53. 3–4: 317–330.
- Khalid, A.–Ibrahim-Elsiddig, A.–Elsheikh-Elfadil, E.–Babiker, E.: 2008. Bradyrhizobium Inoculation and Chicken Manure or Sulphur Fertilization of Hyacinth Bean (*Dolichos hyacinth* L.): Changes in Physical Characteristics and Chemical Composition of the Seeds. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2. 3: 605–616.
- Khurana, M. P. S.–Bansal, R. L.: 2007. Sulphur management in moong (*Phaseolus aureus* L.) and raya (*Brassica juncea* L.) crops. *Acta Agronomica Hungarica*. 55. 4: 437–445.
- Ligero, F.–Lluch, C.: 1982. Macronutrient content in leaves of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) grown with different rates of N/S as fertilizers. *Plant and Soil*. 65: 421–424.
- Mathot, M.–Lambert, R.–Toussaint, B.–Peeters, A.: 2005. Total sulphur content and N:S ratio as indicators for S deficiency in grasses. [In: Jarvis, S. C. et al. (eds.) *Optimisation of nutrient cycling and soil quality for sustainable grasslands.*] *Proceeding of the XXth International Grassland Congress*. 90.
- Nagy P. T.: 2000. Égetéses elven működő elem-analizátor alkalmazhatósága talaj- és növényvizsgálatokban. *Agrokémia és Talajtan*. 49. 3–4: 521–534.
- Neto, A. E. F.–Fernandes, L. A.–Faquin, V.–Da Silva, I. R.–Accioly, A. M. D.: 2000. Response of bean cultivars to sulphur. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 35. 3: 567–573.

- Nemeskéri, E.–Nagy, L.: 2003. Influence of growth factors on the yield and quality of dry beans. *Acta Agronomica Hungarica*. 51. 3: 307–314.
- Platou, J.–Jones, M. B.: 1982. Sulphur the fourth major nutrient. *Sulphur in Agriculture Bulletin*. 1–33.
- Reneau, R. B.–Jr. Bran, D. E.–Donohue, S. J.: 1986. Effect of sulphur on winter wheat grown in the coastal plain of Virginia. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 17: 149–158.
- Sánchez, E.–Rivero, R. M.–Ruiz, J. M.–Romero, L.: 2004. Changes in biomass, enzymatic activity and protein concentration in roots and leaves of green bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike) under high  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  application rates. *Scientia Horticulturae*. 99. 3–4: 237–248.
- Scherer, H. W.–Pacyna, S.–Spoth, K.–Schulz, M.: 2008. Low levels of ferredoxin, ATP and leghemoglobin contribute to limited  $\text{N}_2$  fixation of peas (*Pisum sativum* L.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.) under S deficiency conditions. *Biol. Fertil. Soils*. 44: 909–916.
- Scherer, H. W.–Lange, A.: 1996.  $\text{N}_2$  fixation and growth of legumes as affected by sulphur fertilization. *Biol. Fert. Soils*. 23: 449–453.
- Schung, E.: 1990. Sulphur nutrition and quality of vegetables. *Sulphur Agric*. 14: 3–7.
- Schung, E.–Haneklaus, S.–Murphy, D.: 1993. Impact of sulphur fertilization on fertilizer nitrogen efficiency. *Sulphur Agric*. 17: 8–12
- Tahmm F.-né–Krámer M.–Sarkadi J.: 1968. Növények és trágyaanyagok foszfortartalmának meghatározása ammonium-molibdovanadátos módszerrel. *Agrokémia és Talajtan*. 17: 145–156.
- Togay, Y.–Togay, N.–Erman, M.–Dogan, Y.: 2008. Performance of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) as influenced by phosphorus and sulphur fertilization. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 78. 4: 299–303.
- Unk I.: 1984. A bab (*Phaseolus vulgaris*). Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Vanek, V.–Kolár, L.–Stipek, K.–Jákl, M.: 2001. The metabolism of sulphur in plants and the role of S compounds. [In: International Conference Reasonable Use of Fertilizers. 7.], Proceedings EZU. Praha. 27–34.
- Vetter, H.: 1988. Landwirtschaftliche Produktion, Nahrungsqualität und Umwelt. VD-LUFA-Schriftenreihe. 28: 19–37.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

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