

2102

## A KARBONÁTOS HOMOKTALAJON TERMETT LUCERNA TERMÉSÉNEK ÉS BÓRFELHALMOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA TENYÉSZEDÉNY-KÍSÉRLETEKBEN

Vágó Imre

A lucerna több szempontból is értékes gazdasági növényünk. Termesztésénél gondoskodni kell a talaj kedvező pH-állapotáról, a tápanyagutánpótlásról (beleértve a mikroelemeket is) és - lehetőség szerint - a vízellátásról is. A mikroelemek közül különösen fontos a bór, mert a termésmennyiségen kívül a minőséget is befolyásolja. A lucerna bórfelvétele több tényezőtől is függ, melyek ismerete fontos az utánpótlásnál, mert viszonylag szűk a határ a kielégítő és a toxikus bórellátottságot jelentő szint között (Bergmann és Neubert, 1976).

A bórhány a lucernánál nagyon elterjedten jelentkezett az 1950-es évek végén az USA-ban. Egyedül Wisconsin államban több, mint 800.000 hektáron észleltek bórhánytünetes lucernaállományt (BERGER, 1962).

Hazánkban is a lucerna az a növény - a cukorrépa és a napraforgó mellett - , amelynél a bór hiánya jelentős növénytermesztési problémákat vethet fel. (TÖLGYESI, 1989a).

A lucerna elégséges bórtartalmának alsó és felső határát a különböző szerzők közel azonos értékben adják meg. Viszonylag szűk intervallumot állapított meg GUPTA (1984): 40-52  $\mu\text{g/g}$ . Teljesen azonos adatokat találunk JONES (1967) és NEUBERT és Tsai (1970) közleményeiben: 31-80  $\mu\text{g/g}$ . TÖLGYESI (1989b) megvizsgálta 183 hazai lucernaminta bórtartalmát, amely átlagosan 43  $\mu\text{g/g}$ -nak adódott. Ez az érték a jó ellátottsági kategória alsó tartományába esik.

Az irodalomban számos szerző leírja a bór termésmennyiség és -minőség javító hatását a pillangós takarmányoknál. DUBIKOVSKIJ és Tsai (1981) közlik, hogy a lucerna zöld tömege jelentősen növekedett 0,3 mg B/kg talaj bórrágyázásnál. A bórrágyázás szabadföldi és tenyésztedény-kísérletekben mutatott lucernatermés-növelő hatásáról számol be SOÓS és Tsai (1976). Ugyanakkor RADTKE és JAMES (1987) nem tudta növelni bórrágyázással a lucerna szárazanyag-termelését.

Jelentősen befolyásolja a lucerna termését és bórfelvételét a talaj pH-ja. HENNING és Tsai (1988) meszezéssel tudták növelni a lucerna termését, de a bórtartalom csökkent.

LUZZATI és CAMPANELLO (1977) eredményei szerint a bór akkor növelte legnagyobb mértékben a lucerna termését, ha 3,5 mg B/kg talaj mennyiségben alkalmazták.

BUSS és Tsai (1975) megállapították, hogy a talaj nagy mésztartalma több elem - köztük a B, Mn, Zn és a Cu - növénybeli koncentrációját csökkenti.

A talajhoz 1,0  $\mu\text{g/g}$  bórt adva EL-KHOLI és HAMDY (1977) azt tapasztalta, hogy a lucerna növény termése 88 %-ra csökkent a kontrollhoz képest. A 2,5  $\mu\text{g/g}$  bór már kifejezetten toxikus tüneteket okozott a növényen. ORLOVA és NAPOKOEV (1990) megfigyelése szerint csak a jóval nagyobb (5,6-11,2 illetve 5-20 mg/kg talaj) bóradag csökkentette mintegy 10 %-kal a lucerna termését.

Az egymásnak ellentmondó irodalmi eredmények nyilvánvalóan abból adódnak, hogy az egyes szerzők más-más talajon végezték a kísérleteket. Ezért indokolt az ellentmondásokat tenyészedény-kísérletekben tisztázni.

#### Anyag és módszer

##### Tenyészedény-kísérletek:

8 kg-os tenyészedényekben állítottunk be a kísérletet órbottyáni karbonátos homokon (1. táblázat). Alapkezelésként edényenként 0,8 g N-t,  $\text{P}_2\text{O}_5$ -öt és  $\text{K}_2\text{O}$ -t adtunk  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  és  $\text{K}_2\text{SO}_4$  oldatának formájában. A vágások után 0,32 g/edény mennyiségben nitrogént adagoltunk,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  oldatként.

1. táblázat

Az órbottyáni talaj jellemzői	
Kötöttség ( $K_A$ ):	23
pH(KCl):	7,5
pH( $\text{H}_2\text{O}$ ):	7,8
Összes N (%)	0,10
AL- $\text{P}_2\text{O}_5$ (mg/100g)	8,6
AL- $\text{K}_2\text{O}$ (mg/100g)	5,0
AL-Ca (mg/100g)	274
AL-Mg (mg/100g)	24,8
Forró víz oldh. B ( $\mu\text{g/g}$ )	0,64

A kezeléskombinációk kialakításánál a bórt 6 lépcsőben adagoltuk ("A" tényező): 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 és 3,0 mg B/ kg talaj mennyiségben.

Annak eldöntésére, hogy a hozzáadott bór kémiai formájának van-e hatása, két különböző vegyület alakjában ("B" tényező) adtuk a fenti mennyiségeket: bórsav ( $H_3BO_3$ ) és solubor (nátrium-oktaborát,  $Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$ ) oldataként.

A vízellátás hatásának vizsgálatára naponkénti öntözéssel VK=45 %-on, illetve VK=75 %-on tartottuk a talajok nedvességtartalmát ("C"tényező). Az ismétlések száma minden kezelésnél 4 volt.

Edényenként 1 g lucernamagot vetettünk, június 8-án. A termett növényt először a kelés után 6 héttel, majd 3 hetente vágtuk, összesen négyszer. A vágások után megmértük a lucerna zöld- és száraztömegét, meghatároztuk a szárazanyagban a bórtartalmat.

Növény:

A 105°C-on szárított angolperje és lucerna növénymintát megőröltük és az őrleményből 1-1 g-ot porcelántégelybe mértünk és izzítókemencében hamvasztottunk. A bórvesztések elkerülése érdekében a hamvasztás hőmérsékletét lépcsőzetesen emeltük 450°C-ra. A tökéletes elhamvadás után a tégelyekbe pipettáztunk 5 cm<sup>3</sup> 1 M HCl-oldatot, majd 4 órai állás (a bór kioldódása) után desztillált vízzel 50 cm<sup>3</sup>-re szűrtük és az így nyert oldatban mértük a bórkoncentrációt.

Az oldatok bórtartalmának meghatározása:

*Az azomethin-H reagens vizes közegben, szobahőmérsékleten sárga reakcióterméket ad a bórral (Shanina és Tsai 1967). A folyamat optimális pH-ja 4,8. A színeképző reagens ezen a pH-értéken néhány fémmionnal (pl.  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ) is komplexet képez, ami a bórmeghatározást zavarja. Ennek kiküszöbölésére ezeket az ionokat EDTANa<sub>2</sub> oldattal maszkírozni kell.*

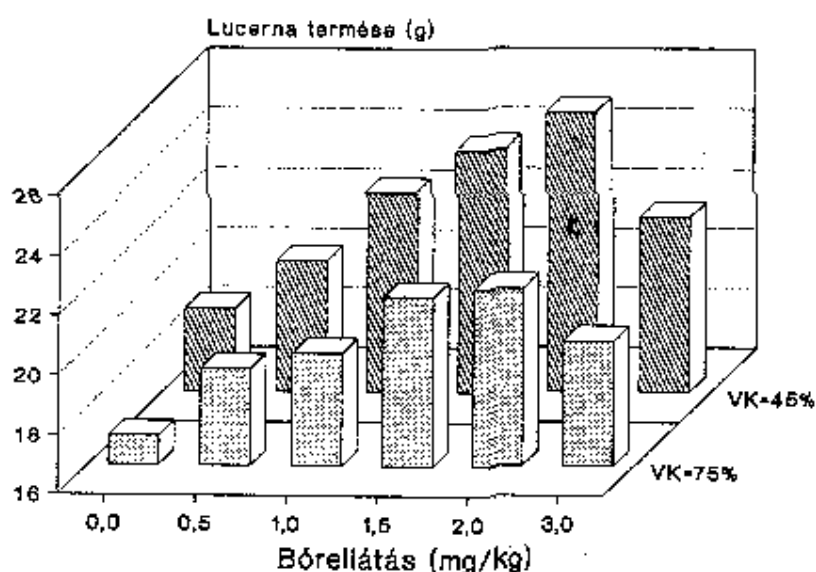
A meghatározás menete: 20 cm<sup>3</sup> meghatározandó bórtartalmú oldathoz 1 cm<sup>3</sup> 0,025 M EDTANa<sub>2</sub> maszkírozó oldatot és 2 cm<sup>3</sup> ammónium-acetát - ecetsav (pH=4,8) pufferoldatot adtunk. Két órai várakozás után 417 nm hullámhosszon mértük a képződött színes komplex abszorbanciáját 2 vagy 5 cm-es üvegvéküvetében, a megfelelő vakoldattal szemben.

*Az eredmények értékelése*

*1. Terméseredmények*

A bórtrágyázástól, a lucerna szárazanyag-produkciója mind a négy vágás esetében - és így természetesen a négy vágás összegében is - P=0,1 %-os szinten szignifikáns mértékben (2. táblázat) függött. A bór adagolása fokozatosan növelte a lucerna termését a 2,0 mg B/kg talaj értékig. A 3,0 mg/kg bór adag már

terméscsökkenést eredményezett, ami arra mutat, hogy a bór nagy adagban depresszív hatású (1. ábra). A depresszív hatás is elérte a szignifikáns mértéket.



1. ábra: A bórtrágyázás és a vízellátás hatása a lucerna termésére karbonátos homoktalajon, 1-4. vágás összege

A bórtrágyázás és a termésmennyiség közötti kapcsolat másodfokú polinómmal jól leírható:

VK=45 %-nál:	$Y=18,23+6,65x-1,78x^2$	$r=0,970^{**}$	$P=1\%$
VK=75 %-nál:	$Y=16,93+4,83x-1,23x^2$	$r=0,976^{***}$	$P=0,1\%$
A kettő átlagánál:	$Y=17,56+5,73x-1,50x^2$	$r=0,979^{***}$	$P=0,1\%$

Mindhárom parabolának az  $x=2$  környékére esik a maximuma. Ez megerősíti az 1. ábráról is leolvasható tapasztalatot, hogy a 2,0 mg/kg bóradagolás eredményezte a legnagyobb lucernatermést.

Ez az eredmény eltér LUZZATI és CAMPANELLO (1977) által közölt optimális 3,5 mg/kg-os bóradagtól, de nagyon közel van ahhoz, amit HADDAD és KALDOR (1982) javasol a lucernára: 1,5 mg B/kg talaj.

A vízellátás ugyancsak  $P=0,1$  %-os szinten szignifikáns módon hatott a lucerna termésére. A szántóföldi vízkapacitás 45 %-ára öntözött variáns termett többet. Ez a hatás minden bóradagolási szinten konzekvensen érvényesült.

Ez a tapasztalat összhangban van más, a tanszékünkön végzett kísérletek eredményeivel, melyek angolperje és búza jelzőnövénnyel azt mutatták, hogy a homoktalajon az optimális vízellátási szint lényegesen eltér a csernozjométól:

2. táblázat

A lucerna szárazanyag-produkciója (g/edény)

1-4. vágás összege

Bórellátás (A) mg/kg	VK % (C)	Bórsav	Bórforma (B) Solubor	Átlag
φ	45	19,58	17,95	18,76
	75	16,10	17,93	17,01
	Átlag	17,84	17,94	17,89
0,5	45	20,70	20,27	20,40
	75	18,80	19,67	19,25
	Átlag	19,76	19,97	19,87
1,0	45	22,82	22,57	22,70
	75	19,17	20,40	19,79
	Átlag	21,0	21,49	21,24
1,5	45	25,05	23,20	24,13
	75	21,17	22,17	21,67
	Átlag	23,11	22,69	22,90
2,0	45	26,23	24,38	25,30
	75	21,00	22,83	21,95
	Átlag	23,61	23,60	23,61
3,0	45	22,05	21,70	21,88
	75	20,03	20,35	20,19
	Átlag	21,04	21,02	21,03
Átlag	45	22,74	21,68	22,21
	75	19,38	20,56	19,97
	Átlag	21,06	21,12	21,09

Variánciatáblázat kivonat

Tényező	FG	MQ	F	SZD (P=5 %)
A	5	68,42	16,55***	1,43
B	1	0,08	0,02	0,83
AxB	5	0,36	0,09	2,02
C	1	120,15	29,07***	0,83
AxC	5	2,69	0,65	2,02
BxC	1	29,93	7,24**	1,17
AxBxC	5	1,57	0,38	2,86
Hiba	69	4,13		

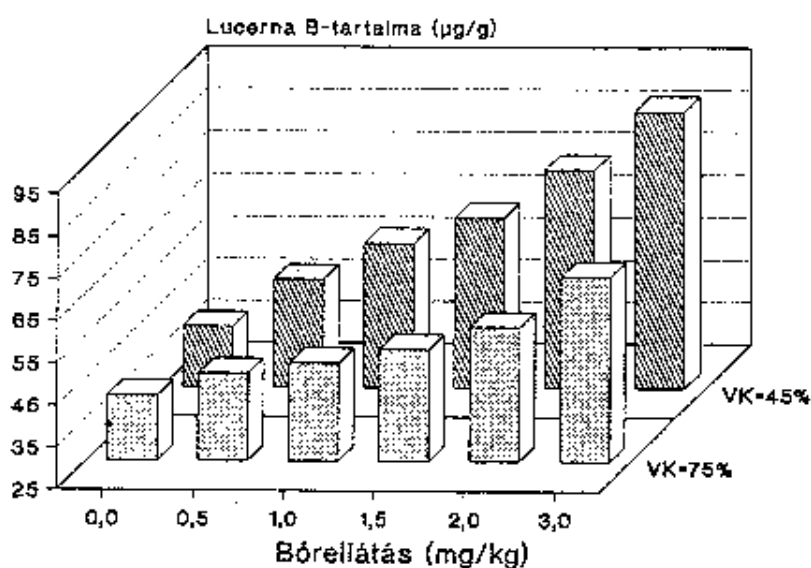
kedvezőbb az alacsonyabb vízkapacitásnak megfelelő nedvességi állapot (LOCH és Tsai 1987; KISS, 1978).

Eredményeink szerint a lucerna termésére semmilyen hatással nem volt az eltérő bórforma. Ebből a szempontból teljesen mindegy tehát, hogy bórsav vagy solubor (nátrium-oktaborát) alakjában adagoljuk-e a bört, mindkét forma alkalmazásánál ugyanazt az eredményt érjük el.

## 2. Bórtartalom

A bórtrágyázás - hasonlóan a korábbi tapasztalatokhoz - jelentősen és nagyon erősen,  $P=0,1$  %-os szinten szignifikáns mértékben megnövelte a karbonátos homoktalajon termelt lucerna bórtartalmát (3. táblázat).

A kontroll edényekben termelt lucerna bórtartalmának a kétszeresét is elérhette a legnagyobb (3,0 mg/kg) bórkezelésű talajon termelt lucerna bórkoncentrációja. (2. ábra).



2. ábra: A bórtrágyázás és a vízellátás hatása a lucerna bórkoncentrációjára karbonátos homoktalajon 1985, 1. vágás

A bórtrágyázás bórfelvételt növelő hatása mind a négy vágásban lényegében ugyanúgy érvényesült, mint az elsőben.

Az öntözés mértéke szintén nagyon jelentősen befolyásolta a lucerna bórfelvételét. Minden olyan kezelésnél, ahol bört is adagoltunk, az alacsonyabb vízkapacitáson (VK=45 %-on) tartott edényekben termelt lucerna bórtartalma  $P=0,1$  %-os szinten szignifikáns mértékben meghaladta a VK=75 %-os variánsok

bórkoncentrációját. Ezt a jelenséget egyedül a bórmentes kezeléseken nem tapasztaltuk; itt nem volt szignifikáns különbség az eltérő vízellátottságú kezelések között. A leírt tapasztalatok a 2., 3. és 4. vágásra is vonatkoznak.

3. táblázat

A lucerna bórtartalma ( $\mu\text{g/g}$ )  
1985, 1. vágás

Bórellátás (A) mg/kg	VK % (C)	Bórsav	Bórforma (B) Solubor	Átlag
$\phi$	45	39,97	38,88	39,42
	75	40,35	40,88	40,61
	Átlag	40,16	39,88	40,02
0,5	45	51,35	49,93	50,64
	75	45,90	45,70	45,80
	Átlag	48,63	47,81	48,22
1,0	45	60,13	58,28	59,20
	75	47,67	48,88	48,27
	Átlag	53,90	53,58	53,74
1,5	45	67,00	63,35	65,18
	75	51,90	51,15	51,53
	Átlag	59,45	57,25	58,35
2,0	45	78,13	74,88	76,50
	75	58,95	54,70	56,83
	Átlag	68,54	64,79	66,66
3,0	45	89,77	90,83	90,30
	75	70,15	67,53	68,84
	Átlag	79,96	79,18	79,57
Átlag	45	64,39	62,69	63,54
	75	52,49	51,47	51,98
	Átlag	58,44	57,08	57,76

Variánciatáblázat kivonat

Tényező	FG	MQ	F	SZD (P=5 %)
A	5	3127,0	245,9***	2,51
B	1	44,4	3,5+	1,45
AxB	5	7,4	0,6	3,55
C	1	3207,4	252,3***	1,45
AxC	5	301,1	23,7***	3,55
BxC	1	2,8	0,2	2,05
AxBxC	5	6,7	0,5	5,02
Hiba	69	12,7		

Az adagolt bór kémiai formája alig (1. vágás) vagy egyáltalán nem befolyásolja a lucerna bórtartalmát. Ez azt jelenti, hogy a bórsav és a solubor használata egymással ekvivalens értékű, mindegy, hogy bórsav vagy nátrium-oktaborát alakjában adjuk a bört.

Végül megjegyezzük, hogy a tenyészidő során a lucerna bórtartalma alig csökkent: az 1. vágásnál főátlagként kapott  $57,7 \mu\text{g/g}$  bórtartalom a 4. vágásnál  $53,8$ -re változott. A bórtartalom-csökkenés csekély, mindössze  $3,9 \mu\text{g/g}$ -os mértéke arra utal, hogy a talajba adott bór folyamatosan tudta biztosítani a lucerna számára szükséges bormennyiséget a kimerülés jele nélkül.

Lényegesen eltérő tapasztalatra jutunk viszont, ha nem az egész kísérlet főátlagait hasonlítjuk össze, hanem a bórral kezeletlen talajon termelt lucerna bórtartalmait: míg az első vágásban az átlag  $40,0 \mu\text{g/g}$  volt, addig a 4. vágásnál már csak  $29,9 \mu\text{g}$  bört tartalmazott 1 g lucerna. A több, mint 25 %-os csökkenés figyelmeztető: bóradozolás nélkül a 4. vágásra a lucerna bórtartalma jelentősen lecsökkent a közepes bórellátottságú meszes homokon.

#### Következtetések:

1. A karbonátos homoktalajon a lucerna termése és bórkoncentrációja független attól, hogy milyen formában (bórsav vagy nátrium-oktaborát /solubor/) juttatjuk a talajba a bört, mindkét forma azonos mértékben növeli a termést és a bórfelvételt. Ez igazolja, hogy mindkét jól oldódó bórvegyület azonos eredményességgel használható a gyakorlatban.
2. A karbonátos homoktalajon (a bór= $\phi$  kezelés kivételével) a lucerna bórkoncentrációja nagyobb a VK=45 %-os vízellátottsági szinten, mint a VK=75 %-os szinten.
3. A bórral nem kezelt kísérleti variánsoknál a karbonátos homokon a lucerna bórtartalma jelentősen csökken az idő előrehaladtával. A csökkenés kb. 25 %-os mértékű. A bórtrágyázott kezeléseknél ez a csökkenés elenyésző mértékű, ami azt bizonyítja, hogy a bóradozolás hatása tartós.

#### Irodalomjegyzék:

- BERGER, K. C. (1962): Micronutrient shortages, micronutrient deficiencies in the United States. *Agric. Food Chem.* 10. 178-181.
- BERGMANN, W.; NEUBERT, P. (1976): *Pflanzen diagnose und Pflanzenanalyse*. G. Fischer Verlag, Jena
- BUSS, G. R. et al. (1975): Effect of soil pH and plant genotype on element concentration and uptake by alfalfa. *Crop Sci.* 15. 5. 614-617.



- DUBIKOVSKIJ, G. P. et al. (1981): Dejsztvie izveszti, obogascsennoj borom, na urozsaj i kacsesztvo ljucernü pri vürascsvanii eë na dernovo-podzolisztüh kiszlüh pocsvah. Him. Szel. Hoz. 19. 7. 20-21.
- EL-KHOLI, A. F.; HAMDY, A. A. (1977): Boron and potassium interrelationship in alfalfa. Egypt. J. Soil Sci. 17. 1. 87-97.
- GUPTA, U. C. (1984): Boron nutrition of alfalfa, red clover, and timothy grown on podzol soils of eastern Canada. Soil Sci. 137. 1. 16-22.
- HADDAD, K. S.; KALDOR, C. J. (1982): Effect of available soil boron, applied boron and lime on the growth and chemical composition of lucerne on some acidic soils. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 117. 317-323.
- HENNING, S. J. et al. (1988): Fly ash liming effects on five crops grown on sandy irrigated soil. Proc. Ann. Madison Waste Conf. 11. 323-332.
- JONES, J. B. (1967): Interpretation of plant analysis several agronomic crops. Soil Sci. Soc. Amer., Madison
- KISS, SZ. (1978): A tápanyag- és vízellátás hatása a szálkásperje nyersfehérje- és ásványianyag-tartalmára. Doktori értekezés, Debrecen
- LOCH, J. et al. (1987): A N-, P-, K-, Mg- és vízellátás együttes hatása csernozjomon és homokon. I. Termésadatok. NEVIKI konferencia. A mezőgazdaság kemizálása I. 53-59.
- LUZZATTI, A.; CAMPANELLO, S. N. (1977): Interazione boro-calcio sulla nutrizione di alcune specie vegetali in presenza di quantità elevate di boro. Ann. Ist. Sper. Nutr. Pienta. 8. 13. 1-4.
- NEUBERT, P. et al. (1970): Tabellen zur Pflanzenanalyse. Inst. Pfl.-Ernährung der Akad. der Landw.-Wiss. der DDR, Jena
- ORLOVA, E. D.; NAPOKOEV, A. A. (1990): Vlijanie povysennyh koncentracij bora na produktivnoszty i himicseszki szosztav rasztenij. Agrohimiya. 12. 44-52.
- RADTKE, R. N.; JAMES, D. W. (1987): Boron availability in irrigated soils in Utah. Utah Science. 48. 3. 144.
- SOÓS, T. et al. (1976): A rhizóbiumos oltóanyag előállításához használatos tőzeg vívóanyag, valamint a tőzeghez adott ammónium-molibdenát és bórsav hatása a lucernára tenyészedény- és szabadföldi kísérletben. Növénytermelés. 25. 1. 17-22.
- TÖLGYESI, GY. (1989a): A bór helyzete és szerepe a táplálékláncban. Magyar Állatorvosok Lapja. 44. 4. 249-252.
- TÖLGYESI, GY. (1989b): Adatok a magyar takarmányok bórtartalmáról. Állattenyésztés és Takarmányozás. 38. 3. 269-277.

---

Szerző: Dr. Vágó Imre egyetemi adjunktus  
 Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kara  
 Debrecen, 4015, Pf: 36  
 (Agricultural University, Debrecen, 4015, POB: 36 Hungary)

## Összefoglalás

Kísérleteink során Órbottyánból származó, közepes bórtartalmú, karbonátos homoktalajon vizsgáltuk a bórrágyázás formája és adagja, valamint a vízellátás hatását a lucerna termésére és bórfelvételére.

A tenyészemény-kísérletek eredményeiből megállapítottuk, hogy a lucerna termése a 2 µg/g talaj bóradagig növekedett. A karbonátos homoktalajon a lucerna szárazanyag-terméke nagyobb a VK = 45 %-os vízellátottsági szinten, mint a VK = 75 %-on.

A növények bórtartalma a trágyázással együtt nőtt. A növekedés a VK = 45 %-os variánsnál nagyobb volt, mint a magasabb vízellátottsági szinten.

Az alkalmazott bórrágya kémiai formája (bórsav ( $H_3BO_3$ ), illetve solubor (nátrium-oktaborát,  $Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$ )/ nem befolyásolta sem a lucerna termésének nagyságát, sem a bórfelvelelének mértékét.

Az eredmények felhívják a figyelmet arra, hogy a nagy kalcium-karbonát tartalmú talajok esetében a bórellátottságra különös gondot kell fordítani. A bórfelvétel megítélésénél a talaj vízellátottságát is figyelembe kell venni.

## THE BORON ACCUMULATION OF ALFALFA

### I. Vágó

We examined the effects of water availability and the form and dose of fertilization with boron on the yield and boron intake of alfalfa. The experiments were carried out using containers of carbonated sandy soil (from the village of Órbottyán) with an average boron content.

We observed that the boron content of alfalfa yield increased by 2 µg/g soil. On carbonated sandy soil the dry matter yield of alfalfa was greater with 45 % water availability than with 75 %.

The boron content of the plants increased in parallel with fertilization. This increase was greater when the plant was provided 45 % water supply than when 75 % was supplied.

The chemical composition of boron fertilizer (boron acid =  $H_3BO_3$ ) and solubor (sodium-octaborate =  $Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$ ) had no effect on the alfalfa yield or its boron intake.

The results indicate that greater attention should be paid to boron availability in the case of soils with high calcium-carbonate content. When estimating boron intake, the water supply of the soil should be considered as well.