

A LUCERNA ÉS AZ ANGOLPERJE BÓRFELVÉTELÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Vágó Imre

Jól ismert tény, hogy a növények számára nélkülözhetetlen mikrotápelem a bór. A növényi szervezetek elégtelen bórellátottsága termés-csökkenéshez és jellegzetes hiánytünetek megjelenéséhez vezet. Ugyanakkor a túlzott bórkinálat is hátrányosan befolyásolja a növények fejlődését. A szükséges bórutánpótlás megtervezését jelentősen megnehezíti, hogy az egy- és a kétszikű növények - így a takarmánynövények - bórigenye lényegesen eltér egymástól. Ennek megfelelően a különböző növények az azonos bór-tartalmú talajokból eltérő mennyiségű bört képesek felvenni, illetve a bór-adagolásra nem egyformán reagálnak.

Augsten és Eichhorn (1976) számos olyan növényfiziológiai folyamatot ír le, amelyre a bór hatással van, elsősorban komplexképző és cukorészterképző hajlama folytán. Közismert, hogy a bór elsősorban a szénhidrát-anyagcserét és ezen keresztül a cukortranszportot, a sejtfalösszetevőket és így a sejtfaltulajdonságokat befolyásolja. Különösen jelentős a szénhidrátokat nagy mennyiségben képző kultúráknál. Ezen kívül részt vesz a bór a növényeknél a karbonsav-anyagcserében, az aminosav-, a protein-, a nukleotid- és a nukleinsav-anyagcserében. Érvényesül a bór hatása a nitrogénmentes aromás vegyületek anyagforgalmában, a karotinoid-, a lipid-, a vitamin- és az alkaloid-anyagcserében, befolyásolja a fitohormonok képződését és lebomlását, továbbá a vízháztartást, a légzést és a fotoszintézist is.

A bór különösen fontos a virág- és a termés-képzésben. Ezen hatása folytán a mikroelemek közül a bór befolyásolja legnagyobb mértékben a termés mennyiségét (Loch, 1983).

Jelentősen eltér egymástól a különféle növények bórigenye. Az **egyszikűek** - így a fűfélék - viszonylag kis koncentrációban veszik fel a bört, így a legtöbb esetben nem kell ezen növényeknél tragikus bórhiánnyal számolni.

Sherrel (1983) alacsony bór-tartalmú új-zélandi talajokon, tenyészedényben vizsgálta a bórtrágyázás hatását - többek között - az *angolperjére*. Bár a kontrollnövényekben a bór csupán 6-12 $\mu\text{g/g}$ -nyi koncentrációt ért el, mégsem tapasztalt sem hiánytünetet, sem pozitív trágyahatást a termésre.

A kétszikűek bórigenye jelentősen felülmúlja az egyszikűekét, ezért várható, hogy az egyes tényezők - így a talaj eredeti bór-tartalma és a bór-adagolás - hatása eredményesebben tanulmányozható a növények bór-felvételére.

Bergmann és Neubert (1976) a kultúrnövényeket több csoportba sorolja az alapján, hogy milyen mértékű trágyahatást mutatnak a bór alkalmazása esetén. Az egyik legintenzívebben kutatott növény a *Lucerna*, aminek - gazdasági jelentőségén túl - az a magyarázata, hogy viszonylag egyszerűen termeszthető és növekedése gyors, évente többször is vágható, ami a tápanyagfelvétel dinamikájának vizsgálatára is lehetőséget ad.

Kísérleti munkánknak két célja az volt:

1.) megállapítani, hogy a különböző oldható bórtartalmú, eltérő tulajdonságú talajokon termesztett angolperje (*Lolium perenne* L.) és lucerna (*Medicago sativa* L.) bórkoncentrációja mennyire reprezentálja a talaj növényfelvehető bórtartalmát;

2.) megfigyelni, hogy a bórtrágyázás hatására hogyan változik a két jelzőnövény bórfelvétele.

Vizsgálataink során 22 talajon tenyészedény-kísérletekben termelt növények bórfelvétele és a talajokból négy különböző extrahálószerrel (Vágó, 1992) kivont bórtartalom közötti kapcsolatot állapítottuk meg regresszióanalízissel. A bórtrágyázás bórfelvételnövelő hatásának vizsgálatához ugyanezt a módszert használtuk.

Anyag és módszer

Talaj:

A kísérletekhez 22, egymástól lényegesen eltérő tulajdonságú, de többségében savanyú, alacsony bórtartalmú talajt használtunk (1. táblázat). A talajok forró vizes kivonatát Berger és Truog (1939) szerint készítettük 40 g talaj : 80 cm³ desztillált víz arány mellett. A zavaró talajkolloidok kicsapására 1 cm³ 1 M CaCl₂-oldatot adtunk, majd Schleicher & Schüll 589³ szűrőpapíron szűrtük. A szűrlet első részét elöntöttük és a maradék oldatból határoztuk meg a bórtartalmat.

1. táblázat

A vizsgálati talajok néhány jellemzőjének átlaga, minimum és maximum értéke
(n=22)

	Átlag	Minimum	Maximum
Kötöttség, K _A	29	20	46
Hidrolitos aciditás, y ₁	9,3	1,4	16,3
pH (H ₂ O)	6,1	5,0	7,8
pH (KCl)	5,1	4,0	7,4

Növény:

A 105°C-on szárított angolperje és lucerna növénymintát megőröltük és az örleményből 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 cm³ 1 M HCl-oldatot, majd 4 órai állás (a bór kioldódása) után desztillált vízzel 50 cm³-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 színképző reagens ezen a pH-értéken néhány fémionnal (pl. Fe³⁺, Al³⁺, Cu²⁺) is komplexet képez, ami a bór meghatározást zavarja. Ennek kiküszöbölésére ezeket az ionokat EDTANa₂ oldattal maszkírozni kell.

A meghatározás menete: 20 cm³ meghatározandó bórtartalmú oldathoz 1 cm³ 0,025 M EDTANa₂ maszkírozó oldatot és 2 cm³ 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 üvegküvetében, a megfelelő vakoldattal szemben.

Tenyészedény-kísérletek:

Az extrakcióhoz felhasznált 22 talajjal tenyészedény-kísérleteket állítottunk be. Edényenként 1 kg talajt mértünk be. A talajok kezelését Chamínade (1964) módszere szerint végeztük 4 ismétlésben. Ennek lényege, hogy az éppen vizsgált tápanyagon kívül minden tápelemet nagy adagban juttatjuk a talajba. A kísérlet elején 175 mg N; 500 mg P₂O₅; 250 mg K₂O; 162 mg Na; 250,6 mg Ca; 1,47 mg Mn; 0,48 mg Cu; 0,46 mg Zn és 0,07 mg Mo hatóanyagoknak megfelelő tápanyagot kevertünk 1 kg talajhoz, oldott szervesetlen sók formájában.

A fenti, bórkezelésmentes (kontroll, ϕ) kísérleti variáns mellett bóros kezelésű változatot is beállítottunk. A bórral kezelt (B_{0,5}) kísérleti variánsoknál a leírtakon kívül még a bekeveréskor 0,5 mg bót is adtunk edényenként, H₃BO₃ oldat formájában.

A tenyészedényekbe angolperjét, illetve lucernát vetettünk. A talajok nedvességtartalmát a szántóföldi vízkapacitás 75 %-án (angolperje), illetve 60 %-án (lucerna) tartottuk az edények naponkénti desztillált vizes öntözésével. A fejlődő növények által felhasznált tápanyagok pótlására hetenként 60 mg N; 50 mg K₂O; 42,8 mg Ca; 10 mg Mg és 13 mg S adagot juttattunk 1 kg talajhoz.

A növényeket vetés után 4 (angolperje), illetve 5 (lucerna) héttel, majd 3 hetenkénti vágtuk, összesen 6, illetve 5 alkalommal, majd meghatároztuk a szárazanyagban a bórkoncentrációt.

Az eredmények értékelése

A kísérleti talajok különböző extrahálószerrel kivont bórtartalmát jellemző adatokat a 2. táblázatban közöljük.

2. táblázat

Talajok különböző extrahálószerrel meghatározott bórtartalmának minimum, maximum és középértéke (n=22)

Kivonószer	Bórkoncentráció $\mu\text{g/g}$ talaj		
	minimum	maximum	átlag
Forró víz	0,29	1,67	0,693
1 M NH_4 -acetát (pH=4,8)	0,08	0,97	0,325
0,5 M NaHCO_3 (pH=8,5)	0,20	1,80	0,652
0,01 M CaCl_2	0	0,14	0,03

A 0,01 M kalcium-klorid oldat nagyon kevés bört old ki a talajból, a vizsgált 22 talaj közül 16-nál nem érte el a kimutatási határt. Ezért a további értékelésből ezt a kivonószert kizártuk.

Egy-egy talajextrahálószer alkalmazhatóságának az a legfontosabb próbaköve, hogy a kivonatban mért bórtartalom milyen szoros kapcsolatban van a vizsgált talajon termelt növények tényleges bórfelvételével. Ezért az egyes talajextrahálószerrel a kezelt talajokból kivont bór és az angolperje, illetve a lucerna bórkoncentrációja között korrelációt számoltunk. A kapott korrelációs koefficiensek értékeit és a szignifikanciaszinteket a 3. táblázat tartalmazza.

A 3. táblázat adatait elemezve megállapítható, hogy az angolperje jelzőnövény nem alkalmas a talajok bórellátottságának a jellemzésére. Az angolperje esetében ennek valószínűleg az az oka, hogy a bórigénye kicsi, így már a viszonylag bórszegény talajból is fel tudja venni a számára szükséges mennyiséget. Ezt a feltételezést az is alátámasztja, hogy az angolperje bórtartalma csak szűk koncentrációtartományban, 10 és 17 $\mu\text{g/g}$ között változott.

Nagyon szoros, minden vágás esetében $P=0,1$ %-os szinten szignifikáns volt a kapcsolat a lucerna bórkoncentrációja és a forró vízzel extrahált bór mennyisége között. Az ammónium-acetáttal kioldható bórtartalom is mind az öt vágás esetén szoros, $P=0,1$ %-os szinten szignifikáns korrelációt mutat a lucerna bórkoncentrációjával, bár az összefüggés minden vágásnál kissé lazább, mint a forró víznél.

3. táblázat

A növények bórtartalma (y) és a talajextraktumok bórkoncentrációja (x) közötti korrelációs koeficiensek (r) értékei és szignifikanciaszintjei

Növény	Forró víz	Kivonószer NH ₄ OAc	NaHCO ₃
Angolperje (n=21)			
1. vágás	-0,104	0,157	0,140
2. vágás	0,065	0,268	0,445*
3. vágás	0,223	0,080	0,149
4. vágás	-0,139	-0,078	0,242
5. vágás	0,158	-0,108	-0,007
6. vágás	-0,328	-0,386+	-0,239
Lucerna (n=20)			
1. vágás	0,754***	0,729***	0,266
2. vágás	0,748***	0,737***	0,306
3. vágás	0,874***	0,807***	0,125
4. vágás	0,866***	0,717***	0,189
5. vágás	0,866***	0,708***	0,040
Szignifikancia szintek:	*** P = 0,1 % ** P = 1,0 %	* P = 5,0 % + P = 10 %	

Mint már említettük, kísérleteinkben a bórral nem kezelt variánsok mellett 0,5 mg B/kg talaj kezelési változatot is beállítottunk. Megmérve a bórral kezelt talajokon termelt növények bórtartalmát, megállapítottuk, hogy a két növényfajnál milyen mértékű volt a különböző talajokon a bórtartalom növekedés a kontrollhoz képest.

A kapott adatokból kitűnik, hogy a növekedés a lucernánál minden esetben nagyobb mértékű volt, mint az angolperjénél. A növekedés statisztikai megbízhatósága is kedvezőbb a lucerna esetében. Ez a két megfigyelés azzal magyarázható, hogy - mint ismert - a lucerna bórigenye jelentősen meghaladja az angolperjéét.

Feltételezhető, hogy a növények bórtartalma annál nagyobb mértékben növekszik a bórtrágyázás hatására, minél szegényebb az eredeti talaj bórra nézve. E feltételezés ellenőrzésére kiszámítottuk a talajokból a különböző módszerekkel kivonható bórtartalom és a növényekben a bórtrágyázás hatására bekövetkező bórkoncentráció-növekedés közötti összefüggést. A lineáris függvény illesztésekor kapott korrelációs koeficiensek értékeit és a megfelelő szignifikancia-szinteket a 4. táblázatban közöljük.

A növények bőrtartalmának növekedése (y) és a talajextraktumok
bőrkoncentrációja (x) közötti korrelációs koeficiensek (r) értékei és
szignifikanciaszintjei

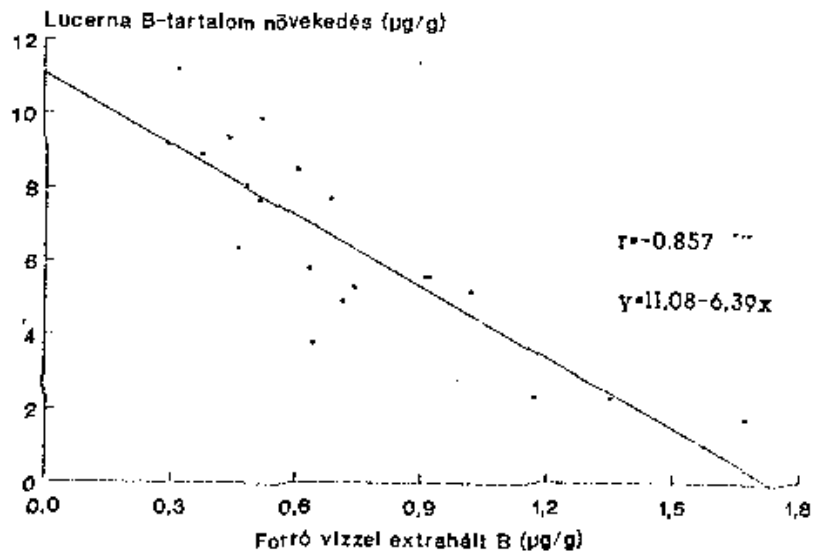
Növény	Forró víz	Kivonószer NH ₄ OAc	NaHCO ₃
Angolperje (n=21)			
1. vágás	-0,534	-0,473*	0,110
2. vágás	-0,461*	-0,430+	-0,164
3. vágás	-0,542*	-0,482*	-0,175
4. vágás	-0,554**	-0,543**	-0,171
5. vágás	-0,618**	-0,572**	0,283
6. vágás	-0,664**	-0,586**	-0,085
Lucerna (n=20)			
1. vágás	-0,857***	-0,792***	-0,291
2. vágás	-0,835***	-0,761***	0,051
3. vágás	-0,876***	-0,786***	-0,276
4. vágás	-0,905***	-0,834***	-0,370+
5. vágás	-0,872***	-0,808***	-0,409+
Szignifikancia szintek:	*** P = 0,1 %	* P = 5,0 %	
	** P = 1,0 %	+ P = 10 %	

Az adatok igazolják azt a feltevést, hogy a bőrtrágyázás hatása függ a talajok eredeti bőrtartalmától. A korrelációs koeficiensek negatív előjele arra mutat, hogy minél nagyobb a talajok eredeti bőrtartalma, annál kevésbé fokozható a növények bőrfelvétele a bőrtrágyázással.

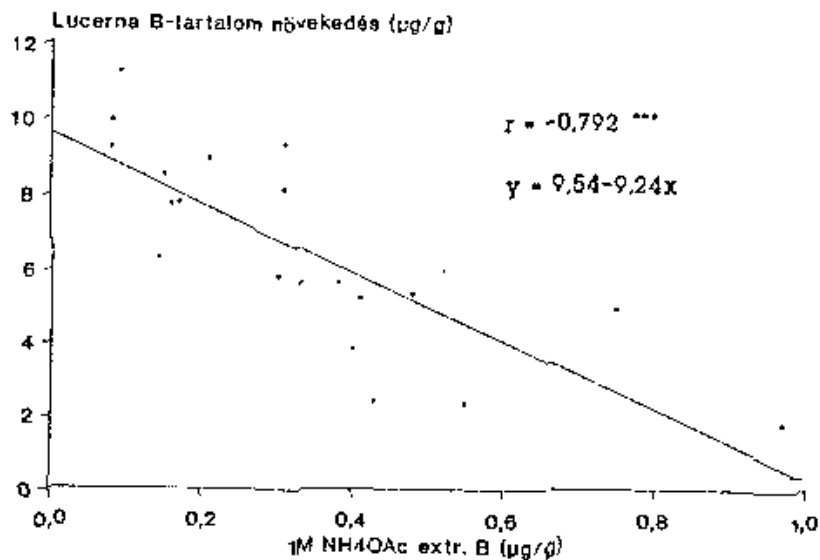
A legszorosabb, minden vágásnál P=0,1 %-os szinten szignifikáns volt a kapcsolat a lucerna és a forró víz esetében. Az 1. ábrán az első vágásnál kapott összefüggést ábrázoltuk.

Ugyancsak szoros, minden esetben P=0,1 %-os szinten szignifikáns volt a kapcsolat a lucerna és az ammónium-acetát oldat esetében, de az r értékek összehasonlításából kitűnik, hogy az összefüggés minden vágásnál kissé lazább, mint a forró víznél. A 2. ábrán az első vágásnál kapott kapcsolatot rajzoltuk fel.

A leírt kísérleti tapasztalatok arra utalnak, hogy a vizsgált két jelzőnövény közül a lucerna bőrfelvétele reprezentálja jobban a talajokban rendelkezésre álló mobilis bőrtartalmat.



1. ábra: Összefüggés a forró vízzel extrahált bórtartalom (x) és a bóradagolás hatására a lucerna bórfelvételének növekedése (y) között (1. vágás).



2. ábra: Összefüggés az ammónium-acetát oldattal extrahált bórtartalom (x) és a bóradagolás hatására a lucerna bórfelvételének növekedése (y) között (1. vágás).

Összefoglalás

Ismeretes, hogy a növények számára nélkülözhetetlen mikrotápelem a bór. Elégtelen bórellátottság terméscsökkenéssel és jellegzetes hiánytünetek megjelenésével jár. Kerülni kell a túlzott bórkinálatot is, mert a szükséges bórutánpótlás jelentősen meghaladó bór mennyiség fitotoxikus hatású. A szükséges bórutánpótlás megtervezését jelentősen megnehezíti, hogy viszonylag szűk a kielégítő és a toxikus bórkinált közötti különbség. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy az egy- és a kétszikű takarmánynövények bór igénye lényegesen eltér egymástól.

Munkánk során tenyészedény-kísérleteket végeztünk 22, egymástól eltérő karakterű, de túlnyomó többségében savanyú és bórszegény talajon, 0,5 mg B/kg talaj trágyaadaggal és anélkül. Jelzőnövényként angolperjét és lucernát választottunk. Edényenként 1 kg talajt mértünk be. A kezelt talajok felvehető bór tartalmát forró vizes, kalcium-kloridos, ammónium-acetátos és nátrium-hidrogénkarbonátos extrakcióval határoztuk meg. A jelzőnövények bórfelvételé és a különböző extrahálószer bór tartalma között korrelációs számítást végeztünk.

A növény- és talajvizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a lucerna bórfelvételé jobban jellemzi a talajok bórszolgáltató képességét, mint az angolperjéé, mivel a forró vízzel, továbbá az ammónium-acetáttal kioldható bór tartalom minden vágás során szoros, $P = 0,1$ %-os szinten szignifikáns mértékű korrelációt mutat a lucerna bór tartalmával, de nem korrelál egyetlen vágásnál sem az angolperje bór tartalmával.

A bór trágyázás hatására a lucerna bórfelvételé nagyobb mértékben és egyértelműbben növekszik, mint az angolperjéé. A bórral kezelt és a nem kezelt talajokon termesztett növények bór tartalmának különbsége lényegesen nagyobbak adódott a lucernánál, mint az angolperjénél. A kezelés hatására bekövetkezett bórfelvétel növekedés statisztikailag igazolható megbízhatósága is sokkal jobb. Ez a jelenség azzal függ össze, hogy a kétszikű növények bór igénye lényegesen nagyobb, mint az egyszikűeké.

Irodalomjegyzék

- Augsten, H.; Eichhorn, M. (1976): Biochemie und Physiologie der Borwirkung bei Pflanzen. Biol. Rundschau. **14**. 5. 268-285.
- Berger, K. C.; Truog, E. (1939): Boron determination in soils and plants. Ind. Eng. Chem. **11**. 10. 540-545.
- Bergmann, W.; Neubert, P. (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. G. Fischer Verlag, Jena
- Chaminade, R. (1964): Diagnostic des carences minerals du sol par l'expérimentation en petits vases de végétation. Science du sol. **2**. 157-167.
- Loch, J. (1983): Agrokémia. Mg. Kiadó, Budapest
- Shanina, T. M. et al. (1967): Kolicsestvennij analiz elementoorganicseszkij szoedinenij. Szpektrofotometriceskij mikroopredelenije bora. Zs. Anal. Him. **22**. 5. 782-787.
- Sherrel, C. G. (1983a): Boron nutrition of perennial ryegrass, cocksfoot and thimothy. N. Z. J. of Agric. Res. **26**. 2. 205-208.
- Vágó, I. (1992): A talajok bórtartalmának meghatározása. "Debreceni Gyepgazdálkodási Napok" 10. Legeltetési állattartás, Szikszó. 81-88.

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

THE COMPARISON OF THE BORON UPTAKE OF THE MEDICAGO SATIVA AND LOLIUM PERENNE

I. Vágó

It is well-known, that boron (B) is an essential microelement for plants. Inadequate B-supply results decreased yields and produces characteristic deficiency symptoms. Estimating the required boron-supply is made more difficult by the fact that boron requirements are considerably different in mono- and dicotyledonous fodder-crops.

In the course of our plot-experiments some of 22 soils with different characteristics, but mainly acid ones and ones poor in boron, were treated with 0,5 mg B/kg soils while others were left untreated. The *Lolium perenne* and the *Medicago sativa* (alfalfa) were used as indicator plants. One kg soil per pot was used. Hot water, CaCl_2 , ammonium-acetate and NaHCO_3 solution was applied for the extraction and determination of the available boron contents of the untreated soils. The correlation between the boron uptake of the indicator plants and the boron content of the extracts was measured.

On the basis of the results it can be established that the boron uptake of the alfalfa gives a more exact characterization of the boron supplying ability of the soil than the *Lolium perenne* does, as at each cutting the boron content extracted from the soil by hot water- and ammonium-acetate extraction method showed a $P=0,1\%$ significant correlation with the boron content of the alfalfa, while it did not show any correlation with the boron content of the *Lolium perenne*.

The boron fertilization has a stronger and a clearer effect on the boron uptake of the alfalfa, than it has on the *Lolium perenne*. The difference in the boron contents of the crops grown on boron treated soils and on control soils is considerably higher in the alfalfa than in the *Lolium Perenne*. In the case of the alfalfa the statistical authenticity of the growth in boron uptake due to the treatment proved better. This can be interpreted by the fact that of the boron requirement of the dicotyledonous plants is higher than of the monocotyledonous plants.