

LJUBKA TIBOR\* –NAGY BÉLA\*\*

## Mikroelemek hatásának vizsgálata kultúrnövények fejlődésére

**Rezümé** Kísérletünk során vizsgáltuk egyes mikroelemek élettani szerepét különböző kultúrnövények csírázására és korai fejlődésére. Megfigyeléseinket zöldborsó, csemegekukorica és őszi búza magvain végeztük az első gyökér megjelenésétől számított 3 héten keresztül. A méréseket háromnaponta végeztük, s az eredmények átlagát táblázatokban tüntettük fel, illetve diagramokkal szemléltettük. A kapott eredmények alapján azt a következtetést vontuk le, hogy a vizsgált mikroelemeknek fontos élettani jelentősége van csírázás során.

**Резюме** У статті розкрито результати досліджень фізіологічної дії та впливу мікроелементів на проростання та ранній розвиток різних сортів овочевих культур. Для дослідження було обрано: зелений горох, кукурудзу та озиму пшеницю. Спостереження і аналіз результатів проводилися протягом трьох тижнів після появи перших коренів. Кожного третього дня проводилися вимірювання, середні показники отриманих результатів представлено у вигляді таблиць, а також у вигляді діаграм. Аналіз отриманих результатів свідчить про значну фізіологічну дію деяких мікроелементів на інтенсивність проростання насіння досліджуваних культур.

### Bevezetés

A mikroelemek a növényi szervezetben csak kis mennyiségben (0,01% - 0,00001%) fordulnak elő (Фатеев А. И. - Захарова М. А. 2005). Csekély mennyiségeik ellenére azonban a növényi életfolyamatokban betöltött szerepük alapvető jelentőségű. A növények számára esszenciális mikroelemek zömében fémionok. Elsődleges funkciójuk abban áll, hogy pozitív töltéseik révén kapcsolatba tudnak lépni az élő szervezetekben lévő kis- és nagyméretű molekulák negatív, elektronban gazdag részeivel. A különböző fehérjékkel való kapcsolatuk következtében a mikroelemeknek alapvető szerepe van a különféle biokémiai folyamatokban, az élő sejtben végbemenő biokémiai reakciók szabályozásában és azok elősegítésében. Ahhoz, hogy ezen létfontosságú elemekkel megfelelően tudjunk gazdálkodni, ismernünk kell a növényi életfolyamatokban betöltött szerepüket, előfordulásukat a talajban, jellemző hiánytüneteiket, valamint elégtelen ellátottság esetén a pótlás lehetőségeit (Cseh E.–Zsoldos F. 1990).

### A vizsgálat módszere és anyaga

Munkánk célja megfigyelni a mikroelemek gabonafélék csírázására gyakorolt hatását B, Mg elemek függvényében. A mikroelemek közül a bórt bórsav ( $H_3BO_3$ ) formájában, a Mg-ot pedig szulfát ( $MgSO_4$ ) formájában használtuk.

\* II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Biológia Tanszék, laboráns.

\*\* II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Biológia Tanszék, tanár.

A munka a mikroelemek oldatainak az elkészítésével kezdődött. Több koncentrációt is készítettünk: 0,1%-0,01%-0,001%, továbbá egy 0,01% B+Mg elegyet. Kontrolloldatként desztillált vizet használtunk.

A méréseket az első gyökerek megjelenésétől számított 3 héten keresztül végeztük 3 napos időközönként. A kapott eredményeket táblázatokkal és diagramokkal szemléltettük.

A kísérlethez választott növények: „Kelvedon csodája” velőborsó, „Brusznica” csemegekukorica és „Podoljanka” őszibúza-fajták.

### **Eszközök és anyagok**

A kísérlet tisztasága végett minden oldathoz külön edényeket és fecskendőket használtunk. A magvak kihelyezése során a szemeket egy síkban egymástól 2-3 cm-es távolságra helyeztük el műanyag tányérokba helyezett itatós papírra, amit előzőleg megfelelő oldattal nedvesítettünk.

### **A vizsgálat eredményei**



**1. ábra.** A magvak a kísérlet kezdetén

A tálcákat a magvakkal meleg napos helyre tettük (1. ábra). A párolgási veszteségek csökkentése érdekében üveglapot helyeztünk a magvak fölé. Irodalmi forrásokból ismeretes, hogy az UV sugarak kis mennyiségben elősegítik a növények csírázását, de huzamosabb sugársátnak kitéve károsítják azt (Buzás I. 1983). Az elnedvesítéstől a maghéj felrepedéséig tartó szakaszban a csírázásra a vörös fény még pozitív hatással van, de ezt követően a maghéj felrepedésétől az első gyökér megjelenéséig hatástalan, sőt gátolja a csíragyökér megjelenését.

#### ***Az első mérések***

A vizsgált növények közül a borsó veszi fel a leggyorsabban a nedvességet és a benne oldott mikroelemet, mivel az első locsolástól eltelt 2. napon megkezdődött a csírázás korai, fiziológiai reaktiválódási szakasza. Ennek során a csírában

sajátságos változások mennek végbe. Az érés során a dehidratáció, vagyis vízvesztés során károsodott sejtorganellumok (mint pl. mitokondrium, peroxiszómák stb.) membránjai fokozatosan regenerálódnak (Pethő M. 2002). Ezt nagyon jól szemlélteti a borsó alaktani változása is (2. ábra).



**2. ábra.** A borsó dehidratációja

#### ***A bórsavval kezelt borsó méréseinek az eredményei***

A kísérlet során a borsónál már a 3. napon megjelentek az első gyökerek (3. ábra), ami a  $\text{MgSO}_4$  0,01%-os oldatot tartalmazó tálban következett be. Az első gyökerek megjelenése elég egyenletes volt és az 5. napra szinte minden borsószem csírázásnak indult. Kivétel volt a 0,1%-os bórsavas oldattal kezelt borsó, mivel ez esetben a 12. napon jelentek meg az első gyökerek. Az 1. táblázat adataiból kitűnik, hogy mind a 0,01%-os, mind a 0,001%-os bórsavval locsolt borsó gyökereinek a növekedése elég intenzív volt a 3 hetes kezelés alatt.

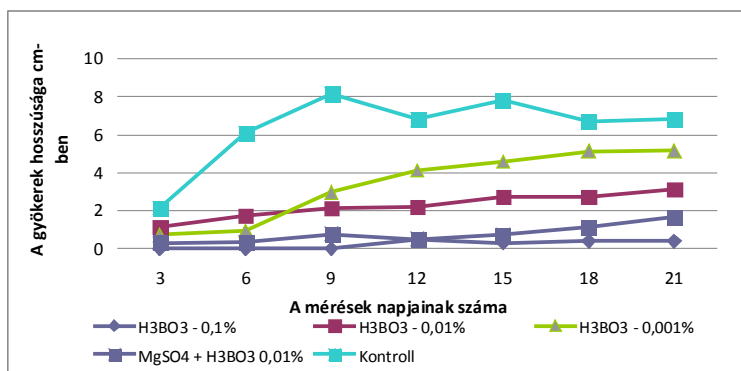


**3. ábra.** Az első gyökerek

A 6. napot követően a borsón megjelentek a hajtáskezdemények is. A bórsavval kezelt borsón a gyökérkezdemények fejlődése erőteljesebb volt, mint az eleggyel kezeltnél.

1. táblázat. A bórsav hatása a borsó gyökérnövekedésére (cm)

| Vizsgált oldatok  | A vizsgálat időpontjai (napok) |      |      |      |      |      |      |
|---|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|   | 3.                             | 6.   | 9.   | 12.  | 15.  | 18.  | 21.  |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> - 0,1%                       | –                              | –    | –    | 0,5  | 0,32 | 0,4  | 0,4  |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> - 0,01%                      | 1,16                           | 1,75 | 2,16 | 2,18 | 2,76 | 2,76 | 3,14 |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> - 0,001%                     | 0,74                           | 0,96 | 2,98 | 4,12 | 4,58 | 5,14 | 5,16 |
| MgSO <sub>4</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub><br>0,01% | 0,31                           | 0,34 | 0,78 | 0,52 | 0,74 | 1,12 | 1,66 |
| Kontroll  | 2,14                           | 6,08 | 8,16 | 6,80 | 7,81 | 6,72 | 6,82 |



1. diagram. A borsó bórsavas kezelésének gyökérnövekedése

A magnéziummal kezelt borsó viszont eredményesebben fejtette ki a későbbiekben hatását a hajtások fejlődésére. Feltételezhetjük, hogy ez a magnézium szerepével függ össze a klorofill szintézisben és a fotoszintézis folyamatában. A fotoszintézis fény szakaszában a legfontosabb fotoszintetikus pigment a porfirin vázas magnéziumot tartalmazó zöld színű klorofill (Farkas G. 1968).

A bórsavval kezelt borsó több oldalgyökeret fejlesztett. A mérések eredményeiből látható, hogy a borsó csírázásához szükség van a mikroelemek jelenlétére 0,01-0,001%-os koncentrációban. Nemcsak a borsó, hanem a többi a későbbi kísérletekben bemutatott kultúra esetében is igaz ez a megállapítás. A legrosszabb fejlődési eredményeket a 0,1%-os mikroelemes koncentrációk jelenlétében tapasztaltuk. Sok esetben a magvak csírázása meg sem kezdődött vagy csak nagyon lassú növekedést eredményezett.

A kontroll (desztillált víz) is jó eredményeket adott, vélhetően a borsó magjában elegendő mikroelem van, melyek kielégítik a növény szükségleteit a csírázás korai szakaszában.

#### *A bórsavval kezelt kukorica méréseinek az eredményei*

A kukorica esetében azt tapasztaltuk, hogy a borsóval szemben sokkal gyengébben fejlődött. Az viszont mind a két kultúrára jellemző, hogy a 0,1%-os

mikroelemes kezelések során a magvak csírázása vagy nagyon lassú volt, vagy egyáltalán be sem következett.

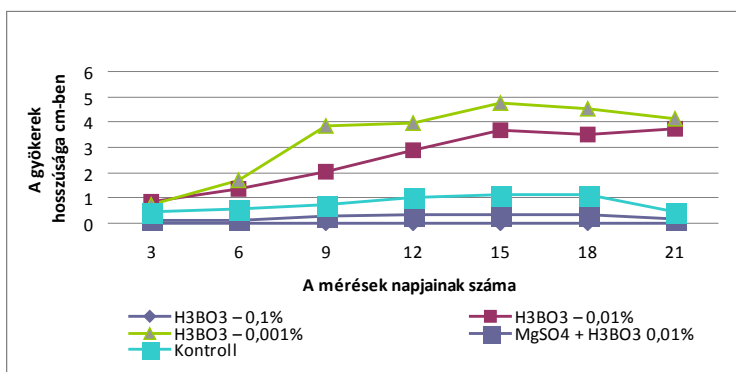
A kukorica csírázásának az intenzitása a kísérlet alatt alacsony volt. Feltehető ennek oka nemcsak a mikroelemekben keresendőek, hanem magában a vetőmag minőségében is. Még sokszor a kontroll esetében sem indult meg a magvak csírázása. Átlagosan a 0,01-0,001%-os mikroelemes kezelés a legmegfelelőbb. A 0,1%-os oldatokkal kezelt magvaink csírázása szabálytalan és lassú lefolyású volt, ami a kukorica esetében be sem következett.

A kísérlet során zavaró tényezők közé sorolhatjuk a szürkepenész megjelenését. Sok esetben szinte teljes egészében a micéliumfonatok finom nemezszerű borítottságára lettünk figyelmesek. Azoknál a magvaknál, amelyeknél megjelent a penész, nem indult meg a csírázás.

A eredményekből látható, hogy a 0,01%-os bórsavas oldat a kukorica gyökereinek a fejlődésére kifejezetten jó hatással van (2. táblázat és 2. diagram). A mikroelemes eleggyel locsolt magvak közül mindössze 3 mag indult csírázásnak, azaz a két mikroelem jelenléte már kevésbé kedvező. Ez azért érdekes, mivel a két elem nem antagonistája egymásnak (Debreczeni B. – Czech R. 1999).

## 2. táblázat. A bórsav hatása a kukorica gyökérnövekedésére (cm)

| Vizsgált oldatok            | A vizsgálat időpontjai (napok) |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                             | 3                              | 6    | 9    | 12   | 15   | 18   | 21   |
| $H_3BO_3 - 0,1\%$           | –                              | –    | –    | –    | –    | –    | –    |
| $H_3BO_3 - 0,01\%$          | 0,84                           | 1,35 | 2,04 | 2,86 | 3,66 | 3,52 | 3,74 |
| $H_3BO_3 - 0,001\%$         | 0,74                           | 1,72 | 3,84 | 3,94 | 4,78 | 4,52 | 4,12 |
| $MgSO_4 + H_3BO_3$<br>0,01% | 0,10                           | 0,12 | 0,26 | 0,32 | 0,34 | 0,34 | 0,16 |
| Kontroll                    | 0,44                           | 0,58 | 0,72 | 1,04 | 1,14 | 1,12 | 0,46 |



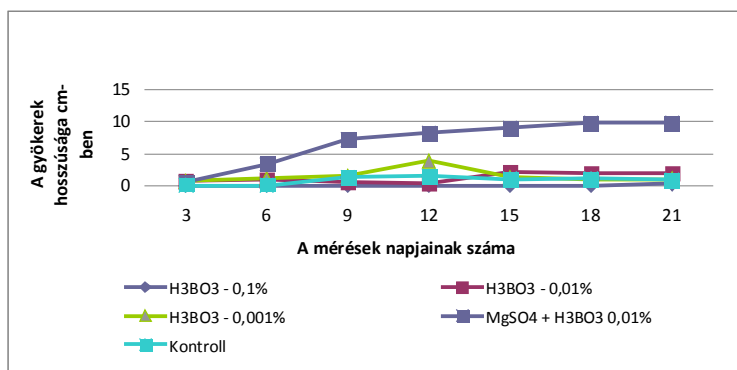
2. diagram. A kukorica bórsavas kezelésének gyökérnövekedése

### A borsavval kezelt őszi búza méréseinek az eredményei

A búza is, akárcsak az előző kultúrák, a 0,01-0,001%-os mikroelemes koncentrációkat részesítette előnyben. De a korábitól eltérően nagyon érdekes eredményeket kaptunk a mikroelemes eleggyel kezelt búzával kapcsolatban. Míg a borsó és a kukorica is csak jelentéktelen fejlődést eredményezett a magnézium+bór elegy hatására, addig a búza messze a legjobb csírázási mutatókat adta (3. diagram). Egyes esetekben a búza gyökerei meghaladták a 12 cm hosszúságot is.

### 3. táblázat. A borsav hatása az őszi búza gyökérnövekedésére (cm)

| Vizsgált oldatok  | A vizsgálat időpontjai (napok) |      |      |      |      |      |      |
|---|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|   | 3                              | 6    | 9    | 12   | 15   | 18   | 21   |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> - 0,1%                       | –                              | –    | –    | –    | –    | –    | 0,24 |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> - 0,01%                      | 0,72                           | 0,82 | 0,54 | 0,31 | 2,06 | 1,92 | 1,82 |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> - 0,001%                     | 0,64                           | 1,16 | 1,53 | 3,82 | 1,36 | 0,86 | 1,00 |
| MgSO <sub>4</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub><br>0,01% | 0,43                           | 3,32 | 7,18 | 8,24 | 9,02 | 9,86 | 9,78 |
| Kontroll  | –                              | –    | 1,31 | 1,48 | 1,02 | 1,12 | 0,94 |



### 3. diagram. Az őszi búza borsavas kezelésének gyökérnövekedése

Minden bizonnyal ez esetben már nemcsak a vetőmag minősége játszott fontos szerepet, hanem a mikroelemek koncentrációja is. Ezt az is bizonyítja, hogy a kontroll esetében mindössze 3 mag csírázott ki, amelyek fejlődése a kísérlet végére lelassult.

A kapott eredmények függvényében elmondhatjuk, hogy a búza csírázására pozitívan hat a két mikroelem 0,01%-os jelenléte.

### A $MgSO_4$ oldattal kezelt borsó méréseinek az eredményei

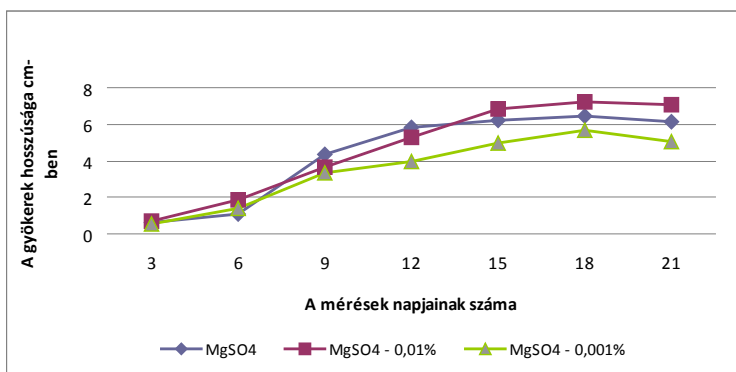


4. ábra. A  $MgSO_4$  oldattal kezelt borsó

A magnéziumoldattal kezelt borsó már az első napokban mérési lehetőséget biztosított számunkra (4. táblázat), igen intenzíven fejlődött egész idő alatt. Még azok a magvak is kicsíráztak, amelyek a 0,1%-os oldattal voltak locsolva (4. ábra és 4. diagram).

#### 4. táblázat. A $MgSO_4$ hatása a borsó gyökérnövekedésére (cm)

| Vizsgált oldatok  | A vizsgálat időpontjai (napok) |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                   | 3                              | 6    | 9    | 12   | 15   | 18   | 21   |
| $MgSO_4$ - 0,1%   | 0,66                           | 1,12 | 4,32 | 5,84 | 6,24 | 6,42 | 6,14 |
| $MgSO_4$ - 0,01%  | 0,71                           | 1,84 | 3,68 | 5,30 | 6,86 | 7,22 | 7,06 |
| $MgSO_4$ - 0,001% | 0,54                           | 1,36 | 3,32 | 3,94 | 4,94 | 5,64 | 5,04 |



4. diagram. A borsó gyökérnövekedésének az intenzitása

Az magnézium oldattal kezelt magvak gyökereinél feltűnt számunkra, hogy a főgyökér erőteljesebb és vastagabb növekedésű, de kevesebb oldalgyökeret fejlesztett, mint a bórsavval kezelt borsómagvak esetében.

#### ***A $MgSO_4$ oldattal kezelt kukorica méréseinek az eredménye***

A kukorica esetében a 0,01%-os magnéziumos oldat hatására a magvak igen jó csírázási eredményeket produkáltak (5. táblázat). Ezzel szemben a 0,1%-os oldattal kezelt magvak nem vagy csak alig indultak fejlődésnek. A kísérletben részt vevő kultúrák többségénél, ha nem is számottevően, de megindult a 0,001%-os oldatos kezelés során a gyökerek differenciációja. A kukorica esetében viszont egyáltalán nem fejlődtek a gyökerek, a magvak még a dehidratálási szakaszba sem mentek át.

Ellenben a másik két kultúránál jobban fejlődtek a kukorica gyökerei 0,01%-os magnéziumos kezelés során. A gyökerek hossza egyes magvaknál meghaladta a 15 cm-es nagyságot is (5. ábra).



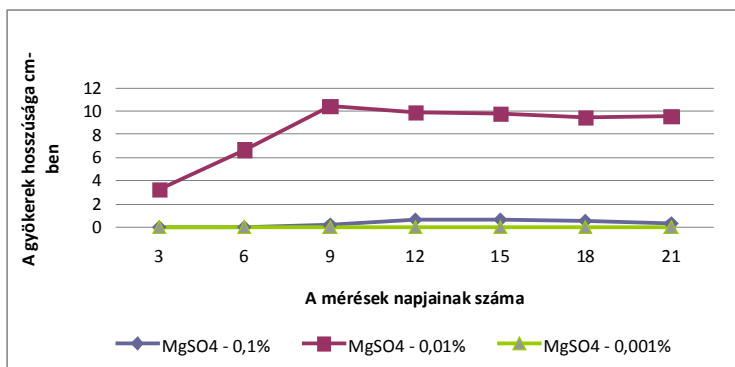
**5. ábra.** A kukorica gyökereinek fejlődése  $MgSO_4$  hatására

Ebből azt az előzetes következtetést vonhatjuk le, hogy a kukorica igényes a magnézium mint mikroelem iránt és annak kedvező koncentrációja esetén intenzív fejlődésnek indul. A legintenzívebb hajtás és gyökérnövekedési szakaszok a kísérlet felénél, vagyis a 6. és 12. napok között tapasztalhatók (5. diagram). Ezt követően több esetben kissé lassul a növekedés intenzitása.

#### **5. táblázat. A $MgSO_4$ hatása a kukorica gyökérnövekedésére (cm)**

| Vizsgált oldatok  | A vizsgálat időpontjai (napok) |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                   | 3                              | 6    | 9    | 12   | 15   | 18   | 21   |
| $MgSO_4$ - 0,1%   | –                              | –    | 0,16 | 0,64 | 0,64 | 0,52 | 0,32 |
| $MgSO_4$ - 0,01%  | 3,24                           | 6,68 | 10,4 | 9,88 | 9,80 | 9,46 | 9,60 |
| $MgSO_4$ - 0,001% | –                              | –    | –    | –    | –    | –    | –    |





5. diagram. A csemegekukorica gyökérnövekedésének az intenzitása

#### *A MgSO<sub>4</sub> oldattal kezelt őszi búza méréseinek az eredménye*

Az őszi búzával végzett kísérletek eredményeiről elmondhatjuk, hogy a gabonafélék közül elsősorban a búza közepesen igényes a vizsgált mikroelemek jelenlétére (6. táblázat). Mint látható az első mérések és a gyökerek megjelenése csak a 9. és 12. napokra tehetőek (6. ábra és 6. diagram).

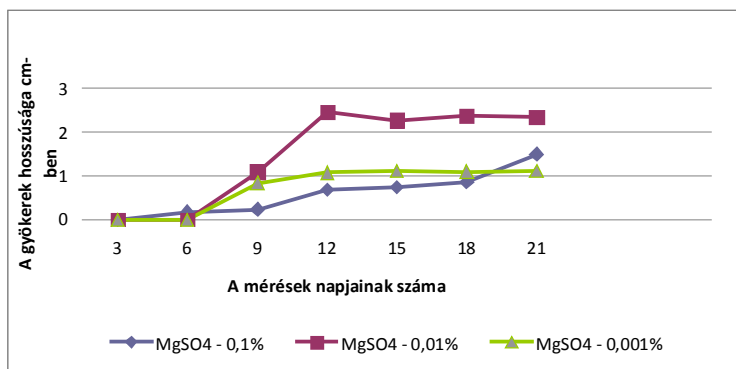
6. táblázat. A MgSO<sub>4</sub> hatása az őszi búza gyökérnövekedésére (cm)

| Vizsgált oldatok           | A vizsgálat időpontjai (napok) |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                            | 3                              | 6    | 9    | 12   | 15   | 18   | 21   |
| MgSO <sub>4</sub> - 0,1%   | –                              | 0,18 | 0,24 | 0,68 | 0,74 | 0,86 | 1,50 |
| MgSO <sub>4</sub> - 0,01%  | –                              | –    | 1,10 | 2,46 | 2,28 | 2,38 | 2,34 |
| MgSO <sub>4</sub> - 0,001% | –                              | –    | 0,84 | 1,08 | 1,12 | 1,10 | 1,12 |



6. ábra. Az őszi búza első gyökerei

A búza a legerőteljesebb fejlődést a mikroelemes eleggyel kezelt esetben adta, míg a bór és a magnézium külön-külön nem tudta azt a hatást kifejteni, mint a két mikroelem egy oldatba kerülve.



6. diagram. Az őszi búza gyökernövekedésének az intenzitása

### Konklúziók

A legjobb csírázási eredményeket a borsó esetében figyeltük meg, ezt követte a csemegekukorica és az őszi búza.

A legintenzívebb fejlődést a magvak a 0,01-0,001%-os mikroelemes oldatokkal való kezelése során kaptuk.

A 0,1%-os oldatokkal kezelt magvak nem vagy csak ritkán indultak fejlődésnek, fejlődésük gyengébb volt.

A 0,01-0,001% mikroelemes oldatok jelenlétében a borsó gyökernövekedésének az intenzitása erőteljes volt a kísérlet folyamán. A 0,1%-os bórsav jelenlétében a magvak későn indultak fejlődésnek, ellenben 0,1%-os MgSO<sub>4</sub>-gyel viszonylag jól csíráztak. A borsó a kontroll esetében is jól fejlődött. A mikroelemes elegy jelenléte már nem bizonyult kifejezetten hatásosnak a borsó csírázására.

A kukoricaszemek a MgSO<sub>4</sub> 0,01%-os oldat hatására fejlődtek a legjobban, a többi mikroelem jelenléte nem eredményezett kifejezett hatást. A kísérlet során a 0,1%-os MgSO<sub>4</sub>-gyel kezelt szemek későn indultak csírázásnak és gyengén fejlődtek. A mikroelemes elegy sem bizonyult eredményesnek, mivel a magvak csak gyengén csíráztak.

A búzaszemek a két előző kultúra számára eredményesnek bizonyuló 0,01-0,001%-os oldatok hatására sem mutattak intenzív fejlődést. Ellenben jól fejlődtek a mikroelemes elegyekkel való kezelés során, ami viszont nem volt jellemző a másik két növény esetében a kísérlet során.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- Buzás I. (szerk.) (1983): *A növénytáplálás zsebkönyve*. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.  
 Cseh E.–Zsoldos F. (1990): *A növények vízforgalma és ásványi táplálkozása*. Jate Kiadó, Szeged

- Debreczeni B.–Czech R. (1999): *A műtrágyázás hatása a talajok könnyen oldható mikroelemtartalmára*. Agrokémia és Talajtan, 40., No. 1–2.,
- Farkas G. (1968): *Növényi anyagcsere élettan*. Akadémia Kiadó, Bp.
- Фатеев А. И.–Захарова М. А. (2005): *Основы применения микроудобрений Харьков*. Изд. КП «Типография № 13»
- Patócs I. (szerk.) (1989): *A növények táplálkozási zavarai és betegségei*. Agroinform, Bp.
- Pethő M. (2002): *Mezőgazdasági növények élettana*. Akadémia Kiadó, Bp.



*Tanévzáró és diplomaátadó ünnepség*

*2011. 07. 08.*