

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**NÖVÉNYEK MOLIBDÉN KEZELÉSE ÉS HATÁSVIZSGÁLATA A
NÖVEKEDÉSI PARAMÉTEREKRE ÉS A TÁPELEMFELVÉTELRE**

Készítette:

Bacskainé Bódi Éva
doktorjelölt

Témavezető:

Dr. Kovács Béla
egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM
Hankóczy Jenő Doktori Iskola

Debrecen, 2017

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Doktori munkám keretében növekvő koncentrációjú molibdén kezelések hatását tanulmányoztam tápoldat-növény és talaj-növény rendszerben. A növények megfelelő mennyiségű molibdénnel történő ellátása ugyanis létfontosságú, hiszen a Mo egyike azon hét tápelemnek, amelyek a növényi anyagcsere folyamatokban esszenciális szerepet töltenek be.

Vizsgálataim tárgyát a tápoldatos, a rizoboxos, valamint tenyészedenyes kísérletek növény- és talajmintái képezték.

Talajvizsgálataim során célkitűzésem volt annak meghatározása, hogy a talaj összes molibdén tartalmának hány százaléka hasznosítható a növények számára (oldható Mo-tartalom), illetve annak megállapítása, hogy a kísérleti növények (zöldborsó) naponkénti öntözése okoz-e lemosódást a talajban, különböző talajtípusok esetén.

A növényminták vizsgálata során pedig az alábbi kérdések megválaszolását tűztem ki célul:

- Milyen hatással van a molibdénellátás az egyes növényi részek száraztömeg produktumára?
- Mennyi az a kijuttatott molibdén mennyiség, amely még kedvezően hat a növények terméshozamára?
- Van-e toxikus hatása a molibdénnek a vizsgált koncentráció tartományban?
- Milyen hatással van a molibdénellátás a kezdeti gyökérnövekedés intenzitására?
- A Mo-kezelések, hogyan hatnak az egyes növényi részek molibdén tartalmára és a molibdén mely növényi részben akkumulálódik leginkább?
- Megfigyelhető-e különbség az egyszikű és kétszikű növények molibdén felvételében?
- A kísérleti növények mennyi molibdént vonnak ki a növekvő koncentrációjú molibdént tartalmazó tápoldatokból és a talajokból, valamint a talajból kivont Mo mennyiség milyen arányban oszlik meg az egyes növényi részek között?
- Az alkalmazott Mo-kezelések, hogyan befolyásolják a növények makroelem, illetve mikroelem készletét?
- Kimutatható-e szinergista, vagy antagonistá kapcsolat a Mo és a vizsgált makro- és mikroelemek között?

- A növekvő koncentrációjú Mo-kezelések, hogyan befolyásolják a kísérleti növények egyes növényi részeinek $\text{NO}_3\text{-N}$ és $\text{NH}_4\text{-N}$ koncentrációját?
- A molibdén kezelések hozzájárulnak-e a termés $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációjának a csökkenéséhez, amely humánegészségügyi szempontból is egy kívánatos cél?

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A beállított kísérletek három fő csoportba sorolhatók: 1. tápoldatos kísérletek, 2. rizoboxos kísérletek, 3. tenyészedényes kísérletek.

A tápoldatos és rizoboxos kísérletekbe egy egyszikű (kukorica, *Zea mays* L. cv. Norma SC) és egy kétszikű növényt (napraforgó, *Helianthus annuus* L. cv. Arena PR) vontam be, amelyek közvetve vagy közvetetten, de jelentős szerepet játszanak a humánélelmezésben, ugyanakkor gazdasági szerepük is igen kiemelt. A növények nevelésére a Növénytudományi Intézet, Mezőgazdasági Növénytani és Növényélettani Tanszékcsoport Klímaszobájában került sor, ahol a környezeti tényezők szabályozottak voltak: a fényintenzitás $220 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$, a hőmérséklet periodicitása 25/20 °C (nappal/éjjel), a relatív páratartalom (RH) 65-75 %, a megvilágítás/sötét periódus 16 óra/8 óra.

A tápoldatos kísérletben az egyszikű növények nevelésére a következő összetételű tápoldatot alkalmaztuk: 2,0 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,7 mM K_2SO_4 , 0,5 mM MgSO_4 , 0,1 mM KH_2PO_4 , 0,1 mM KCl, 0,1 μM H_3BO_3 , 0,5 μM MnSO_4 , 0,5 μM ZnSO_4 , 0,2 μM CuSO_4 , 0,01 μM $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$. A kétszikű növények nevelésére pedig a következő összetételű tápoldat előállítására volt szükség: 2,0 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,7 mM K_2SO_4 , 0,5 mM MgSO_4 , 0,1 mM KH_2PO_4 , 0,1 mM KCl, 10 μM H_3BO_3 , 0,5 μM MnSO_4 , 0,5 μM ZnSO_4 , 0,2 μM CuSO_4 , 0,01 μM $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$. A tápoldatos kísérletben a kísérleti növények a vasat 10^{-4}M Fe-EDTA formában kapták. A molibdén kiegészítést a fenti tápoldathoz adtuk, a kezeléseknek megfelelően. A kezelések a következők voltak: 0; 0,07; 0,7 és 7 μM Mo koncentrációk. A tápoldatos kísérlet bontására az ültetést követő 9. napon került sor.

A rizoboxos kísérletekben speciálisan kialakított növénynevelő boxokat alkalmaztunk, ahol a növények gyökerének növekedése, a növekedés napi, napszaki ritmusa is nyomomonkövethető, valamint az is látható, hogy a növekvő Mo-koncentráció okoz-e fitotoxikus tüneteket a kísérleti növények gyökereinél. A kísérlethez a Debreceni Egyetem, Látóképi Kísérleti Telepéről származó mészlepedékes csernozjom talajt alkalmaztunk. A kontroll kezelésű talajhoz nem adtunk molibdént, a kezeléseknél pedig a hozzáadott molibdén koncentrációk a következők voltak: 30, 90 és 270 mg kg^{-1} . A molibdént $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ formájában adtuk a talajhoz. A rizoboxokat 45°-ban megdőntve helyeztük el egy speciális rizobox tartó keretben, így a gyökerek a rizobox átlátszó fala mentén növekedtek, amely biztosította a gyökerek növekedésének

nyomonkövetését. Naponta mértük a rizoboxok tömegét és a hiányzó vízmennyiséget (evaporáció, transpiráció) pótoltuk.

A tenyészedényes kísérletet 2015 tavaszán a Debreceni Egyetem, Agrokémiai és Talajtani Intézetének Tenyészházában állítottuk be. A kísérlethez tesztnövényként a zöldborsót (*Pisum sativum* L.) választottam, mivel molibdén igénye kiemelkedő és Magyarországon egyike a legnagyobb területen termesztett zöldségféléknek.

A kísérletben alkalmazott talajtípusok a következők voltak:

- 1.) mészlepedékes csernozjom talaj (pH=6,58) – DE MÉK Látóképi Kísérleti Telep
- 2.) humuszos homoktalaj (pH=7,14) – DE Pallagi Kertészeti Kísérleti Telep
- 3.) humuszos homoktalaj (pH=5,09) – Nyíregyházi Egyetem Ferenctanyai Tangazdaság

A kísérleti talajok legfontosabb paramétereit az 1. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat: Az alkalmazott talajtípusok legfontosabb paramétereit

	Látókép	Pallag	Nyíregyháza
Mélység (m)	0-0,3	0-0,3	0-0,3
pH (KCl)	5,71	6,35	3,95
pH (H₂O)	6,58	7,14	5,09
Arany-féle kötöttség (K_a)	43	30	-
CaCO₃ (%)	0,202	0,5	-
Humusz (%)	3,54	1,12	0,99
AL-oldható P₂O₅ (mg kg⁻¹)	199	235	21,1
AL-oldható K₂O (mg kg⁻¹)	451	287	67,9

A molibdént nátrium-molibdenát (Na₂MoO₄·2H₂O) formájában, desztillált vízben feloldva adtuk a talajhoz. Mészlepedékes csernozjom talaj (Látókép) esetében 0, 3, 30, 90 és 270 mg kg⁻¹ molibdén kezeléseket alkalmaztunk, a pallagi, illetve a nyíregyházi humuszos homoktalajok esetében pedig az alkalmazott kezelések a következők voltak: 0, 30 és 270 mg kg⁻¹. A kontroll talajhoz nem adtunk molibdént.

A borsó növények elemtartalmának meghatározását 4 különböző fejlődési stádiumban végeztük el, melyek a következők: négy nóduszos állapot, virágzás kezdete, zöldérés, teljesérés.

Kutatómunkám során a növényminták elemanalitikai vizsgálatát induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométerrel (ICP-OES) és induktív csatolású plazma tömegspektrométerrel (ICP-MS) végeztük el. A minták feltárásához HNO₃-H₂O₂-os nedves-roncsolásos mintaelőkészítési módszert alkalmaztunk. A növényminták nitrát-nitrogén, valamint ammónium-nitrogén koncentrációjának meghatározásához szükséges

mintaelőkészítés eltért a fent említett módszertől. A különböző nitrogén formákat az egyes növényi mintákból desztillált vizes kioldás és ultrahangos rázatást követően, folyadékáramlásos (CONTIFLOW) módszer alapján határoztuk meg, FIAstar Analizátor készülék segítségével.

A talajminták elemanalitikai vizsgálata két fő részre bontható, melyek a következők: 1. A minták összelem tartalmának meghatározása atmoszférikus nedves roncsolással, tömény salétromsav és hidrogén-peroxid felhasználásával. 2. A minták oldható, vagyis a növények számára hozzáférhető Mo-tartalmának meghatározása Lakanen-Erviö extrahálószer alkalmazásával. Ezt követően a megfelelően előkészített minták elemtartalmának mérését a fent említett ICP-OES készülék segítségével végeztük el.

Az eredmények statisztikai kiértékelésére SPSS v.22.0 statisztikai programot alkalmaztunk. A paraméterek és az egyes tényezők közötti összefüggés statisztikai vizsgálatához egytényezős varianciaanalízist és Duncan-féle tesztet használtunk $P < 0,05$ tekintve szignifikánsnak.

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1. Tápoldatos kísérlet eredményei

Tápoldaton nevelt kukorica csíranövények hajtásának és gyökerének száraz tömeg eredményeit kiértékelve megállapítottam, hogy sem a 0,07 μM , sem a 0,7 μM Mo-kezelés nem volt szignifikáns hatással a növény fejlődésére. Szignifikáns különbség csak az 7 μM Mo-kezelés esetében volt kimutatható (2. táblázat).

2. táblázat: Tápoldaton nevelt kukorica csíranövény hajtásának és gyökerének száraz tömege (g növény^{-1}) a molibdén kezelések (0; 0,07; 0,7; 7 μM) függvényében

Mo-kezelés (μM)	Kukorica száraz tömege (g növény^{-1})	
	Hajtás	Gyökér
0	0,2785 \pm 0,0102 ^a	0,1291 \pm 0,0068 ^a
0,07	0,2568 \pm 0,0279 ^{ab}	0,1120 \pm 0,0127 ^{ab}
0,7	0,2429 \pm 0,0169 ^{ab}	0,1238 \pm 0,0025 ^{ab}
7	0,2211 \pm 0,0200 ^b	0,1078 \pm 0,0096 ^b

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek egymástól. $n=3 \pm \text{s.e.}$

Napraforgó esetében viszont azt tapasztaltam, hogy a molibdén pozitív hatása a hajtás tömeggyarapodására már a legkisebb molibdén kezeléskor is megmutatkozott (3. táblázat).

3. táblázat: Tápoldaton nevelt napraforgó csíranövény hajtásának és gyökerének száraz tömege (g növény^{-1}) a molibdén kezelések (0; 0,07; 0,7; 7 μM) függvényében

Mo-kezelés (μM)	Napraforgó száraz tömege (g növény^{-1})	
	Hajtás	Gyökér
0	0,2032 \pm 0,0011 ^a	0,2097 \pm 0,0061 ^a
0,07	0,2621 \pm 0,0059 ^b	0,2120 \pm 0,0167 ^a
0,7	0,2799 \pm 0,0102 ^b	0,2208 \pm 0,0025 ^a
7	0,2619 \pm 0,0100 ^b	0,1707 \pm 0,0218 ^b

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek egymástól. $n=3 \pm \text{s.e.}$

A hajtás száraz tömege közel 30%-kal nőtt a kontrollhoz képest. A napraforgó gyökér esetében azonban a 0,07 és a 0,7 μM Mo-kezeléseknek nem volt szignifikánsan kimutatható hatása a gyökér száraz anyag tartalmára. Szignifikáns különbséget a kontrollhoz képest csak a legnagyobb kezelés eredményezett.

A kukorica csíranövények hajtásának és gyökerének Mo tartalmát elemezve megállapítottam, hogy a molibdént nem tartalmazó tápoldaton nevelt kukorica növények Mo koncentrációja viszonylag alacsony volt, a csíranövények eredeti molibdén készletét mutatva. A Mo-kezelések hatására azonban a növény molibdén felvétele fokozódott, szignifikáns különbséget csak a hajtásban, a kontroll és a 0,07 μM Mo-kezelések között nem tudtam kimutatni. A legnagyobb Mo akkumulációt a hajtásban és a gyökérben is az 7 μM Mo-kezelés eredményezte. A hajtásban ugyanis több mint nyolcszoros, a gyökérben több mint tizenegyszeres koncentráció növekedést jegyeztem fel a kontroll kezeléshez képest.

A napraforgó által akkumulált molibdén mindegyik kezelésnél meghaladta a kukoricánál megállapított koncentráció értékeket. Például az 7 μM Mo-kezelés esetében a napraforgó hajtásában és a gyökérben mért Mo-koncentráció több mint kétszerese volt a kukoricában mért értékeknek.

A tápoldatos kísérletben a növekvő koncentrációjú Mo-kezelések a mért makroelemek közül elsősorban a P és a S felvételét befolyásolták. A kijuttatott molibdén hatására a kukorica csíranövények foszfor koncentrációja kismértékben megemelkedett, szignifikáns növekedést a kontrollhoz képest azonban csak a gyökér esetében, a 0,7 μM Mo-kezelés alkalmazásakor jegyeztem fel. Napraforgó csíranövények esetében szintén a 0,7 μM Mo-kezelés eredményezett statisztikailag is bizonyítható növekedést a P koncentrációjában a kontrollhoz viszonyítva, azonban érdekes különbség a két vizsgálati növény között, hogy a napraforgó hajtásában a legkisebb Mo-kezelésnél a P koncentráció lecsökkent a kontrollhoz képest.

A növényminták kén tartalmának eredményeit elemezve megállapítottam, hogy a napraforgó hajtásában koncentrációja lecsökkent a Mo-kezelés hatására, a kukorica hajtásában azonban a 0,7 és az 7 μM Mo-kezelések hatására a S tartalom szignifikáns növekedést mutatott.

A teszt növények makroelem tartalmában bekövetkezett változáson kívül nyomon követtem azt is, hogy az egyes kezelések hogyan hatottak a kísérleti növények mikroelem felvételére. Az eredményeimet a 4-5. táblázatokban foglaltam össze.

Megállapítottam, hogy a Zn, a Mn és a B koncentrációjának változásában a két vizsgálati növény hasonlóságot mutat, ugyanis a kezelés hatására ezen elemek koncentrációja mindkét vizsgálati növény hajtásában megemelkedett a kontrollhoz képest.

4. táblázat: Tápoldaton nevelt kukorica csíranövény hajtásának és gyökerének mikroelem tartalma (mg kg^{-1}) a molibdén kezelések (0; 0,07; 0,7; 7 μM) függvényében

Mo-kezelés (μM)	Fe (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})	B (mg kg^{-1})
kukorica hajtás					
0	60,9±6,4 ^a	14,3±0,7 ^a	75,8±1,7 ^a	65,8±3,8 ^a	6,42±0,30 ^a
0,07	57,0±10,4 ^a	13,2±1,2 ^a	88,7±2,5 ^b	66,6±0,1 ^a	8,71±1,70 ^b
0,7	58,3±1,6 ^a	13,2±0,3 ^a	100±8 ^c	70,2±11,5 ^a	8,70±0,07 ^b
7	72,2±25,5 ^a	13,5±0,3 ^a	91,8±1,8 ^b	93,7±3,8 ^b	9,23±0,15 ^b
kukorica gyökér					
0	167±14 ^a	55,4±10,0 ^a	84,1±6,8 ^a	180±19 ^a	2,85±0,15 ^a
0,07	303±65 ^b	43,0±7,2 ^{ab}	128±1 ^b	173±18 ^a	4,41±0,58 ^b
0,7	331±38 ^b	41,4±1,1 ^b	127±7 ^b	176±5 ^a	3,96±0,69 ^b
7	187±26 ^a	25,5±5,4 ^c	119±6 ^b	151±28 ^a	5,62±0,59 ^c

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek egymástól. $n=3 \pm s.e.$

5. táblázat: Tápoldaton nevelt napraforgó csíranövény hajtásának és gyökerének mikroelem tartalma (mg kg^{-1}) a molibdén kezelések (0; 0,07; 0,7; 7 μM) függvényében

Mo-kezelés (μM)	Fe (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})	B (mg kg^{-1})
napraforgó hajtás					
0	240±16 ^a	18,9±6,8 ^a	48,1±1,6 ^a	36,0±10,6 ^a	15,7±4,2 ^a
0,07	80,1±15,0 ^b	11,9±0,4 ^{ab}	64,0±0,5 ^b	54,7±6,5 ^b	21,6±1,2 ^b
0,7	79,1±22,0 ^b	9,40±3,50 ^b	70,0±6,6 ^b	60,5±6,5 ^b	22,6±2,7 ^b
7	115±2 ^c	9,00±0,80 ^b	53,9±6,2 ^a	53,5±0,5 ^b	23,2±0,6 ^b
napraforgó gyökér					
0	284±76 ^{ab}	17,3±0,4 ^a	39,6±2,4 ^a	32,3±5,0 ^a	13,4±1,3 ^a
0,07	355±39 ^b	16,1±2,1 ^a	44,8±1,4 ^b	28,4±5,1 ^a	13,1±1,1 ^a
0,7	293±45 ^{ab}	24,1±0,2 ^b	67,8±0,3 ^c	31,7±16,9 ^a	13,5±0,1 ^a
7	238±14 ^a	19,6±0,9 ^c	55,1±3,7 ^d	22,2±3,0 ^a	12,6±0,2 ^a

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek egymástól. $n=3 \pm s.e.$

Különbséget figyeltem meg azonban a csíranövények Fe és Cu tartalmának változásában. Kukorica hajtás esetében például azt tapasztaltam, hogy a tápoldat Mo tartalma sem a Fe, sem a Cu koncentrációjára nem volt statisztikailag igazolható hatással, míg a napraforgó hajtás esetében mindkét mikroelemnél szignifikáns csökkenést mutattam ki a kontrollhoz viszonyítva. Ezenkívül megállapítottam, hogy a 0,07 és a 0,7 μM Mo-kezelések megemelték a Fe koncentrációját a kukorica gyökérben, míg a napraforgó gyökerének Fe tartalmában nem eredményeztek kimutatható eltérést. Továbbá a 0,7 és az 7 μM Mo-kezelések a kukorica gyökérben lecsökkentették, míg a napraforgó esetében megemelték a Cu koncentrációját.

Kutatómunkám keretében nyomon követtem azt is, hogy a növekvő koncentrációjú Mo-kezelések hogyan befolyásolják a kísérleti növények egyes növényi részeinek NO₃-N és NH₄-N koncentrációját (6-7. táblázat).

6. táblázat: Tápoldaton nevelt kukorica csíranövény hajtásának és gyökerének nitrát- (NO₃-N) és ammónium-nitrogén (NH₄-N) koncentrációja (mg kg⁻¹) a molibdén kezelések (0; 0,07; 0,7; 7 μM) függvényében

Mo-kezelés (μM)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	NH ₄ -N (mg kg ⁻¹)
kukorica hajtás		
0	2153±553 ^a	111 ^a ±55
0,07	1730±78 ^a	199 ^a ±142
0,7	3939±1427 ^b	160 ^a ±39
7	1772±1086 ^a	124 ^a ±2
kukorica gyökér		
0	4407±180 ^a	703±84 ^a
0,07	4611±221 ^a	914±23 ^b
0,7	4934±820 ^a	534±6 ^c
7	5055±1109 ^a	1075±125 ^d

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (P<0,05) különböznek egymástól. n=3±s.e.

7. táblázat: Tápoldaton nevelt napraforgó csíranövény hajtásának és gyökerének nitrát- (NO₃-N) és ammónium-nitrogén (NH₄-N) koncentrációja (mg kg⁻¹) a molibdén kezelések (0; 0,07; 0,7; 7 μM) függvényében

Mo-kezelés (μM)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	NH ₄ -N (mg kg ⁻¹)
napraforgó hajtás		
0	2146±123 ^a	433±28 ^a
0,07	996±263 ^b	507±37 ^a
0,7	1264±288 ^b	353±220 ^a
7	1324±365 ^b	134±45 ^b
napraforgó gyökér		
0	2575±175 ^a	424±117 ^a
0,07	3064±890 ^a	469±24 ^a
0,7	3161±1017 ^a	645±47 ^b
7	2651±874 ^a	42,6±6,7 ^c

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (P<0,05) különböznek egymástól. n=3±s.e.

A táblázatok alapján megállapítható, hogy a tápoldatos kísérletben egyetlen Mo-kezelés esetében sem lehetett kimutatni statisztikailag is igazolható csökkenést a kukorica csíranövények NO₃-N koncentrációjában a kontrollhoz képest, napraforgó esetében viszont a 0,07, 0,7 és 7 μM Mo-kezelések szignifikáns csökkenést eredményeztek a hajtás NO₃-N tartalmában a kontrollhoz viszonyítva.

3.2. Rizoboxos kísérlet eredményei

Növekvő koncentrációjú molibdénrel kezelt kukorica csíranövények hajtásainak és gyökereinek száraz tömegét eredményeit a 8. táblázatban foglaltam össze.

8. táblázat: Rizoboxban nevelt kukorica csíranövény hajtásának és gyökerének száraz tömege (g növény⁻¹) a molibdén kezelések (0, 30, 90, 270 mg kg⁻¹) függvényében

Mo-kezelés (mg kg ⁻¹)	Kukorica száraz tömege (g növény ⁻¹)	
	Hajtás	Gyökér
0	0,0238±0,0034 ^{ab}	0,0400±0,0098 ^a
30	0,0267±0,0046 ^{bc}	0,0394±0,0103 ^a
90	0,0308±0,0083 ^c	0,0374±0,0120 ^a
270	0,0210±0,0049 ^a	0,0305±0,0069 ^b

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (P<0,05) különböznek egymástól. n=3±s.e.

A táblázat eredményei alapján jól látható, hogy a 90 mg kg⁻¹ Mo-kezelés kedvezően hatott a hajtás szárazanyag produktumára, a gyökér száraz tömeg eredményeire azonban nem volt statisztikailag igazolható hatással. A legnagyobb Mo-kezelés azonban már gátolta a gyökér fejlődését. A gyökér száraz tömege 24%-kal csökkent a kontrollhoz viszonyítva.

A napraforgó csíranövények hajtásának és gyökerének száraz tömege eredményeit a 9. táblázat tartalmazza.

9. táblázat: Rizoboxban nevelt napraforgó csíranövény hajtásának és gyökerének száraz tömege (g növény⁻¹) a molibdén kezelések (0, 30, 90, 270 mg kg⁻¹) függvényében

Mo-kezelés (mg kg ⁻¹)	Napraforgó száraz tömege (g növény ⁻¹)	
	Hajtás	Gyökér
0	0,0531±0,0112 ^a	0,0201±0,0069 ^a
30	0,0608±0,0086 ^b	0,0255±0,0053 ^b
90	0,0379±0,0088 ^c	0,0156±0,0046 ^c
270	0,0347±0,0058 ^c	0,0115±0,0028 ^d

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (P<0,05) különböznek egymástól. n=3±s.e.

Azt tapasztaltam, hogy a 30 mg kg⁻¹ Mo-kezelés mind a hajtás mind a gyökér száraz anyag produktumára pozitívan hatott. A hajtás esetében 14,5%-os, a gyökérnél 26%-os növekedést mutattam ki a kontrollhoz képest. Ezzel ellentétben a 90 és 270 mg kg⁻¹ kezelések már gátolták a hajtás és a gyökér tömegének gyarapodását. A legnagyobb

kezelésnél hajtás esetében 35%-os, gyökér esetében 43%-os csökkenést jegyeztem fel a kontrollhoz viszonyítva.

A kukorica növények Mo koncentráció eredményeit elemezve megállapítottam, hogy a Mo-kezelések hatására szignifikánsan nőtt a hajtások és gyökerek Mo koncentrációja, azonban a gyökérben mindegyik kezelés esetében magasabb koncentráció értékeket mértem. A gyökér Mo koncentrációja a 30, illetve 90 mg kg⁻¹ Mo-kezelések esetében közel kétszerese, a 270 mg kg⁻¹ Mo-kezelés esetében megközelítőleg háromszorosa volt a hajtás Mo koncentrációjának. A napraforgó csíranövények, a kukoricától kissé eltérően reagáltak a Mo-kezelésekre. A hajtások és a gyökerek Mo koncentrációja nőtt a kezelések hatására, azonban a mért koncentrációk jelentősen meghaladták a kukoricánál mért értékeket. Továbbá azt is megállapítottam, hogy a 270 mg kg⁻¹ Mo-kezelés viszont már kismértékben gátolta a molibdén felvételét.

A kukorica csíranövények hajtásainak és gyökereinek makroelem tartalmát a 10. táblázatban foglaltam össze.

10. táblázat: Rizoboxban nevelt kukorica csíranövény hajtásának és gyökerének makroelem tartalma (mg kg⁻¹) a molibdén kezelések (0, 30, 90, 270 mg kg⁻¹) függvényében

Mo-kezelés (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	S (mg kg ⁻¹)
	kukorica hajtás	
0	9684±242 ^a	3567±38 ^a
30	12210±1025 ^b	3426±127 ^a
90	8619±108 ^{ac}	2830±75 ^b
270	7519±42 ^c	2814±16 ^b
	kukorica gyökér	
0	5543±900 ^a	1521±246 ^a
30	8856±247 ^b	2163±105 ^b
90	6045±451 ^a	2263±52 ^b
270	4341±140 ^c	2025±28 ^b

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (P<0,05) különböznek egymástól. n=3±s.e.

Kukorica esetében azt tapasztaltam, hogy a 30 mg kg⁻¹ Mo-kezelés szignifikáns növekedést eredményezett a hajtás és a gyökér foszfor koncentrációjában, azonban a legnagyobb kezelés már gátolta a P beépülését. A 10. táblázat alapján továbbá az is megállapítható, hogy a Mo hatással volt a S felvételére is: a kezelés hatására a hajtás S

koncentrációja lecsökkent, míg a gyökérben valamennyi Mo-kezelés esetében szignifikáns növekedést tudtam kimutatni a kontrollhoz képest.

A napraforgó csíranövények hajtásának és gyökerének makroelem tartalmát a 11. táblázat szemlélteti.

11. táblázat: Rizoboxban nevelt napraforgó csíranövény hajtásának és gyökerének makroelem tartalma (mg kg^{-1}) a molibdén kezelések (0, 30, 90, 270 mg kg^{-1}) függvényében

Mo-kezelés (mg kg^{-1})	P (mg kg^{-1})	S (mg kg^{-1})
napraforgó hajtás		
0	6862±810 ^a	3708±148 ^a
30	7486±693 ^a	4377±133 ^b
90	9196±302 ^b	4051±81 ^{ab}
270	8999±96 ^b	2975±88 ^c
napraforgó gyökér		
0	5811±101 ^a	2565±25 ^a
30	6023±653 ^a	2532±168 ^a
90	5583±31 ^a	1675±13 ^b
270	1765±282 ^b	1204±14 ^c

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek egymástól. $n=3 \pm \text{s.e.}$

A hajtásban a P koncentrációja megemelkedett a kontrollhoz képest, a gyökérben azonban a 270 mg kg^{-1} Mo-kezelés hatására már visszaesést tapasztaltam a P koncentrációjában, mely statisztikailag is igazolható volt.

A kén esetében szignifikáns növekedést mutattam ki a hajtásban a 30 mg kg^{-1} -os Mo-kezelés hatására, azonban a legnagyobb kezelés már mindkét növényi rész S tartalmában szignifikáns csökkenést eredményezett.

Rizoboxban nevelt kukorica és napraforgó csíranövények mikroelem tartalmát a 12-13. táblázatok tartalmazzák. A táblázatok alapján megállapítható, hogy a kezelések több esetben fokozták a Fe és Mn felvételét, a Cu és a Zn koncentrációjára azonban csekély hatással voltak. Továbbá az is látható, hogy a B koncentrációja a gyökérben a kezelések hatására lecsökkent.

12. táblázat: Rizoboxban nevelt kukorica csíranövény hajtásának és gyökerének mikroelem tartalma (mg kg^{-1}) a molibdén kezelések (0, 30, 90, 270 mg kg^{-1}) függvényében

Mo-kezelés (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})	B (mg kg^{-1})
kukorica hajtás					
0	66,3±4,3 ^a	5,82±0,33 ^a	78,4±3,5 ^a	47,7±1,7 ^a	11,1±0,6 ^a
30	121±19 ^b	5,93±0,57 ^a	82,7±4,4 ^{ab}	54,3±0,8 ^b	10,8±0,6 ^a
90	146±43 ^{bc}	5,33±0,06 ^a	67,3±2,7 ^c	49,4±0,3 ^a	11,2±0,1 ^a
270	179±22 ^c	5,08±0,08 ^a	87,9±4,9 ^b	42,8±0,2 ^c	11,9±0,5 ^a
kukorica gyökér					
0	1763±53 ^a	4,94±0,54 ^a	24,1±3,9 ^a	41,4±0,3 ^a	6,59±0,43 ^a
30	2143±197 ^b	5,61±0,39 ^a	33,0±1,2 ^a	52,7±0,2 ^b	6,27±1,64 ^a
90	2198±70 ^b	7,27±0,36 ^b	48,9±11,8 ^b	57,3±0,2 ^c	2,33±1,02 ^b
270	1959±146 ^{ab}	7,36±0,83 ^b	35,3±0,8 ^a	62,7±0,8 ^d	1,57±0,35 ^b

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek egymástól. $n=3 \pm s.e.$

13. táblázat: Rizoboxban nevelt napraforgó csíranövény hajtásának és gyökerének mikroelem tartalma (mg kg^{-1}) a molibdén kezelések (0, 30, 90, 270 mg kg^{-1}) függvényében

Mo-kezelés (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})	B (mg kg^{-1})
napraforgó hajtás					
0	31,9±1,1 ^a	26,4±1,5 ^{ab}	109±2 ^{ab}	94,1±0,8 ^a	23,0±0,2 ^a
30	56,3±0,2 ^b	24,0±1,5 ^a	117±5 ^b	100±3 ^b	20,7±0,8 ^a
90	63,1±8,3 ^b	27,8±1,3 ^{bc}	99,1±2,7 ^a	98,8±1,7 ^b	19,8±2,1 ^a
270	33,8±7,6 ^a	30,0±0,4 ^c	88,1±6,7 ^c	50,4±1,3 ^c	14,5±2,1 ^b
napraforgó gyökér					
0	5672±60 ^a	37,2±1,9 ^a	65,9±3,3 ^a	180±18 ^a	13,7±1,4 ^a
30	4917±26 ^a	37,4±3,4 ^a	57,0±3,0 ^{ab}	133±8 ^b	15,0±1,0 ^a
90	5351±105 ^a	35,5±1,9 ^a	52,3±0,6 ^a	158±5 ^{ab}	9,81±2,39 ^b
270	3193±56 ^b	29,1±3,1 ^b	114±9 ^c	83,0±12,0 ^c	10,1±1,0 ^b

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek egymástól. $n=3 \pm s.e.$

A 14-15. táblázatokban a csíranövények $\text{NO}_3\text{-N}$ és $\text{NH}_4\text{-N}$ koncentráció eredményeit foglaltam össze. Megállapítottam, hogy a kukorica hajtások esetében valamennyi Mo-kezelés, a gyökérben pedig a 30 és a 90 mg kg^{-1} Mo-kezelések statisztikailag is igazolhatóan csökkentették a $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációját, és növelték az $\text{NH}_4\text{-N}$ koncentrációját a kontrollhoz képest, azonban napraforgó esetében a Mo-kezelések nem eredményeztek szignifikáns csökkenést a hajtás és a gyökér $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációjában.

14. táblázat: Rizoboxban nevelt kukorica csíranövény hajtásának és gyökerének nitrát- (NO_3-N) és ammónium-nitrogén (NH_4-N) koncentrációja ($mg\ kg^{-1}$) a molibdén kezelések (0, 30, 90, 270 $mg\ kg^{-1}$) függvényében

Mo-kezelés ($mg\ kg^{-1}$)	NO_3-N ($mg\ kg^{-1}$)	NH_4-N ($mg\ kg^{-1}$)
kukorica hajtás		
0	146±1 ^a	456±2 ^a
30	44,7±1,2 ^b	595±5 ^b
90	74,8±0,8 ^c	490±1 ^c
270	133±2 ^d	539±13 ^d
kukorica gyökér		
0	163±3 ^a	205±0 ^a
30	41,7±1,2 ^b	213±1 ^b
90	76,6±0,7 ^c	245±1 ^c
270	185±3 ^d	206±4 ^a

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P<0,05$) különböznek egymástól. $n=3\pm s.e.$

15. táblázat: Rizoboxban nevelt napraforgó csíranövény hajtásának és gyökerének nitrát- (NO_3-N) és ammónium-nitrogén (NH_4-N) koncentrációja ($mg\ kg^{-1}$) a molibdén kezelések (0, 30, 90, 270 $mg\ kg^{-1}$) függvényében

Mo-kezelés ($mg\ kg^{-1}$)	NO_3-N ($mg\ kg^{-1}$)	NH_4-N ($mg\ kg^{-1}$)
napraforgó hajtás		
0	55,1±3,2 ^a	292±1 ^a
30	62,9±0,8 ^b	181±2 ^b
90	104±2 ^c	806±1 ^c
270	106±6 ^c	1262±4 ^d
napraforgó gyökér		
0	21,4±1,2 ^a	483±2 ^a
30	20,7±1,7 ^a	402±0 ^b
90	53,8±2,8 ^b	773±3 ^c
270	348±3 ^c	1008±13 ^d

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P<0,05$) különböznek egymástól. $n=3\pm s.e.$

3.3. Tenyészedényes kísérlet eredményei

Talajvizsgálati eredményeim során megállapítottam, hogy a növekvő koncentrációjú Mo-kezelések hatására a talajok összes és a növények által hasznosítható Mo koncentrációja is szignifikáns növekedést mutatott, azonban a különböző talajtípusok oldható Mo koncentrációjában eltérést tapasztaltam (16. táblázat).

16. táblázat: A látóképi, pallagi és nyíregyházi kontroll és kezelt talajok összes molibdén, valamint Lakanen-Erviö oldható molibdén tartalma (mg kg^{-1})

Mo-kezelés (mg kg^{-1})	Összes Mo (mg kg^{-1}) (A)	Lakanen-Erviö	B/A
		oldható Mo (mg kg^{-1}) (B)	
Látókép (pH=6,58)			
0	<k.h.	<k.h.	-
3	2,96±0,05 ^a	1,67±0,06 ^a	0,564
30	27,3±4,2 ^b	12,1±0,2 ^b	0,443
90	87,2±2,2 ^c	43,2±1,0 ^c	0,495
270	265±5 ^d	141±12 ^d	0,532
Pallag (pH=7,14)			
0	<k.h.	<k.h.	-
30	27,4±2,5 ^a	18,4±0,4 ^b	0,672
270	272±2 ^b	169±9 ^c	0,621
Nyíregyháza (pH=5,09)			
0	<k.h.	<k.h.	-
30	30,2±1,0 ^a	8,74±0,20 ^b	0,289
270	281±4 ^b	74,3±2,0 ^c	0,264

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P<0,05$) különböznek egymástól. Rövidítések: k.h.=kimutatási határ. $n=3\pm s.e.$

Nyíregyházi talaj esetében az összes molibdénnek 26-29%-a, látóképi talaj esetében 44-56%-a, a pallagi talaj esetében 62-67%-a volt hozzáférhető a növények számára.

Az egyes talajrétegek (1-1 cm) molibdén koncentráció értékeit elemezve kimutattam, hogy a növények rendszeres öntözése Mo lemosódást eredményezett a Pallagról és a Látóképről származó talajokban. A pallagi talaj Mo koncentrációja ugyanis 22,1 és 31,1 mg kg^{-1} , a látóképi talaj Mo koncentrációja 23,4 és 36,7 mg kg^{-1} értékek között ingadozott a 30 mg kg^{-1} Mo-kezelésű talajban, a talajmélység függvényében. A nyíregyházi talaj savanyú kémhatása azonban megakadályozta a Mo függőleges irányú mozgását.

A tenyészedényes kísérlet száraz tömeg eredményei arra mutattak rá, hogy a molibdénrel kezelt zöldborsók fejlődését jelentősen meghatározza a kísérletben felhasznált talaj típusa, kémhatása, és a talaj egyéb tulajdonságai. Látóképi és nyíregyházi talaj esetében a 30 mg kg^{-1} Mo-kezelés a legtöbb esetben szignifikáns mértékben fokozta a növény vegetatív részeinek száraz anyag termelését, a 270 mg kg^{-1} Mo kijuttatása azonban már gátolta a borsó fejlődését. A pallagi talajon termesztett zöldborsók esetében azonban egyetlen fenofázis esetében sem eredményezett a Mo-kezelés növekedést a száraz tömeg termelésében, amely véleményem szerint a talaj közel semleges pH értékéből adódó, extrém magas molibdén akkumuláció következménye. Továbbá azt tapasztaltam, hogy a 270 mg kg^{-1} Mo-dózis alkalmazása nemcsak gátolta a borsó fejlődését, hanem a négy

nóduszos fenofázist követően a növény pusztulását eredményezte.

Az elemanalitikai vizsgálataim során kimutattam, hogy a növekvő koncentrációjú Mo-kezelések fokozták a borsó Mo akkumulációját és a kezelés hatása a borsó valamennyi növényi részében statisztikailag is igazolható volt. Szignifikáns növekedést csak a vegetatív szervekben, a kontroll és a 3 mg kg⁻¹ kezelések között nem lehetett kimutatni. Továbbá összevetve a Látóképről, Pallagról és Nyíregyházáról származó talajokon nevelt növények Mo koncentráció értékeit, általánosságban elmondható, hogy a Mo-t a kezelt növények legnagyobb mennyiségben a pallagi talajból akkumulálták, legkisebb mennyiségben pedig a nyíregyházi talajból, vagyis az eredmények szoros összefüggést mutatnak a Lakanen-Erviö oldható Mo tartalom értékekkel.

Az 17-19. táblázatok a zöldborsó növények által kivont Mo mennyiségeket mutatja be a kezelések függvényében.

17. táblázat: Látóképi mészlepedékes csernozjom talajon termesztett, teljesérés fenofázisban lévő zöldborsó növények által felvett Mo mennyisége (µg növény⁻¹) a molibdén kezelések (0, 3, 30, 90, 270 mg kg⁻¹) függvényében

Zöldborsó által felvett Mo a teljesérés fenofázisban (µg növény ⁻¹)						
Mo-kezelés (mg kg ⁻¹)	Látóképi talajon nevelt zöldborsó növények					Összes Mo- mennyiség
	levél	szár	gyökér	borsóhévely	borsószem	
0	1,31±0,05 ^a (25)	1,53±0,16 ^a (30)	0,689±0,059 ^a (13)	0,607±0,033 ^a (12)	1,01±0,11 ^a (20)	5,15
3	3,62±0,87 ^a (25)	4,72±0,03 ^a (33)	0,885±0,023 ^a (6)	3,85±1,00 ^b (27)	1,19±0,08 ^a (8)	14,3
30	94,3±2,4 ^b (33)	140±12 ^b (48)	30,3±3,6 ^b (10)	15,7±1,9 ^c (5)	9,94±0,24 ^b (3)	290
90	251±17 ^c (42)	237±9 ^c (40)	50,0±1,4 ^c (8)	33,5±1,7 ^d (6)	24,9±0,5 ^c (4)	596
270	398±16 ^d (50)	256±1 ^d (32)	71,0±7,1 ^d (9)	39,2±2,1 ^e (5)	34,8±1,0 ^d (4)	799

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (P<0,05) különböznek egymástól. A zárójelben feltüntetett érték az adott növényi rész és a teljes növény által kivont Mo mennyiségének az arányát fejezi ki %-ban. n=3±s.e.

18. táblázat: Pallagi humuszos homoktalajon termesztett, teljesérés fenofázisban lévő zöldborsó növények által felvett Mo mennyisége (µg növény⁻¹) a molibdén kezelések (0, 30, 270 mg kg⁻¹) függvényében

Zöldborsó által felvett Mo a teljesérés fenofázisban (µg növény ⁻¹)						
Mo-kezelés (mg kg ⁻¹)	Pallagi talajon nevelt zöldborsó növények					Összes Mo- mennyiség
	levél	szár	gyökér	borsóhévely	borsószem	
0	0,786±0,007 ^a (8)	2,92±0,10 ^a (31)	2,11±0,30 ^a (22)	2,61±0,75 ^a (27)	1,17±0,12 ^a (12)	9,60
30	400±18 ^b (43)	281±14 ^b (30)	138±6 ^b (15)	72,0±1,2 ^b (8)	37,6±0,9 ^b (4)	928
270	-	-	-	-	-	-

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan (P<0,05) különböznek egymástól. A zárójelben feltüntetett érték az adott növényi rész és a teljes növény által kivont Mo mennyiségének az arányát fejezi ki %-ban. n=3±s.e.

19. táblázat: Nyíregyházi humuszos homoktalajon termesztett, teljesérés fenofázisban lévő zöldborsó növények által felvett Mo mennyisége ($\mu\text{g növény}^{-1}$) a molibdén kezelések (0, 30, 270 mg kg^{-1}) függvényében

Zöldborsó által felvett Mo a teljesérés fenofázisban ($\mu\text{g növény}^{-1}$)						
Mo-kezelés (mg kg^{-1})	Nyíregyházi talajon nevelt zöldborsó növények					Összes Mo-mennyiség
	levél	szár	gyökér	borsóhévely	borsószem	
0	0,346 \pm 0,007 ^a (11)	0,693 \pm 0,085 ^a (22)	0,230 \pm 0,024 ^a (7)	0,381 \pm 0,036 ^a (12)	1,46 \pm 0,22 ^a (47)	3,11
30	14,9 \pm 0,3 ^b (21)	24,1 \pm 1,4 ^b (34)	17,3 \pm 0,1 ^b (24)	6,39 \pm 1,51 ^b (9)	8,80 \pm 0,04 ^b (12)	71,5
270	118 \pm 2 ^c (29)	98,6 \pm 4,4 ^c (24)	123 \pm 1 ^c (30)	28,9 \pm 1,5 ^c (7)	40,6 \pm 1,2 ^c (10)	398

Az oszlopokon belül a különböző betűindexet kapott értékek szignifikánsan ($P < 0,05$) különböznek egymástól. A zárójelben feltüntetett érték az adott növényi rész és a teljes növény által kivont Mo mennyiségének az arányát fejezi ki %-ban. $n=3 \pm s.e.$

Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a Mo növényen belüli eloszlását jelentősen meghatározza a talaj Mo koncentrációja. Azt tapasztaltam, hogyha a Mo nagy koncentrációban van jelen a talajban (30-270 mg kg^{-1} Mo-kezelések), akkor elsősorban a zöldborsó vegetatív szerveiben dúsul fel.

A borsók mikro- és makroelem készletét tanulmányozva megállapítottam, hogy az eredményeim a legtöbb esetben alátámasztják a Mo és a P közötti szinergista, valamint a Mo és S közötti antagonista kapcsolatot. Azonban néhány esetben azt tapasztaltam, hogy a Mo-kezelés hatására egyes növényi részek S tartalma növekedést mutatott a kontrollhoz viszonyítva. Továbbá kimutattam, hogy a Mo terhelés hatására a Zn, Mn és B koncentrációja megemelkedett az egyes növényi részekben, a Fe és Cu koncentrációjában pedig a legtöbb esetben csökkenést figyeltem meg a kontrollhoz képest.

A Mo-kezelések hatottak a különböző N-formákra is. A kísérletek eredményei alapján egyértelmű bizonyítékot találtam arra vonatkozóan, hogy megfelelő molibdénellátással csökkenthető a növények egészségre káros magas nitrátszintje. A vegetatív részek $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentráció értékeit elemezve megállapítottam, hogy a látóképi talaj esetében a 30 mg kg^{-1} Mo-kezelés valamennyi növényi részben, a pallagi talaj esetében pedig a levélben és a gyökérben statisztikailag is igazolhatóan csökkentette a $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációját a kontrollhoz képest. A nyíregyházi talaj esetében azonban csak a 270 mg kg^{-1} kezelés eredményezett $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentráció csökkenést a levélben, valamint a gyökérben. A generatív részek $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációját vizsgálva ezenkívül kimutattam, hogy az alkalmazott Mo-kezelések a látóképi, pallagi és a nyíregyházi talaj esetében is statisztikailag igazolhatóan gátolták a $\text{NO}_3\text{-N}$ felhalmozódását a borsószemben a kontrollhoz képest. Továbbá megállapítottam, hogy a látóképi talaj felhasználása során a molibdénnek ez a kedvező hatása már a legkisebb kezelésnél, a 3 mg kg^{-1} Mo kijuttatásakor is kimutatható volt.

4. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A tápoldatos kísérletben igazoltam, hogy száraz tömeg eredményei szerint a napraforgó, mint kétszikű növény érzékenyebben reagál a Mo-hiányra mint a kukorica (egyszikű). A kukorica esetében ugyanis nem mutatható ki szignifikáns különbség a kontroll és a 0,07 μM (fiziológiai Mo-igény) Mo-t tartalmazó tápoldaton nevelt növények száraz tömeg produktumában, napraforgó esetében viszont a molibdénrel nem kezelt tápoldaton nevelt növény hajtásának száraz tömege több mint 20%-kal kevesebb, mint a 0,07 μM molibdénrel kezelt növényé.

2. A kukorica és a napraforgó száraz tömeg eredményei arra mutatnak rá, hogy a napraforgó, mint kétszikű növény érzékenyebben reagál a talaj magas Mo tartalmára. Napraforgó esetében már a 90 mg kg^{-1} Mo-kezelés is szignifikáns mértékben gátolja a száraz tömeg gyarapodást, a kukorica esetében azonban csak a 270 mg kg^{-1} kezelés hatására mutatható ki szignifikáns csökkenés a száraz tömeg produktumban.

3. Bizonyítottam, hogy a kukorica (egyszikű növény) és a napraforgó (kétszikű növény) Mo akkumulációs képességében jelentős különbség van. Ugyanolyan Mo terhelés mellett a napraforgó által felvett Mo mennyiség közel háromszorosa a kukorica által kivont mennyiségnek.

4. Igazoltam, hogy a különböző talajtípusok kémhatása és Lakanen-Erviö oldható molibdén tartalma között szoros kapcsolat van. A legkisebb pH értékkel (pH=5,09) rendelkező nyíregyházi talaj (humuszos homok) esetében az összes molibdénnek 26-29%-a, a látóképi talaj (mészlepedékes csernozjom) (pH=6,58) esetében 44-56%-a, a legnagyobb pH értékkel bíró (pH=7,14) pallagi talaj (humuszos homok) esetében az összes molibdénnek 62-67%-a volt hozzáférhető a növények számára.

5. Megállapítottam, hogy mészlepedékes csernozjom talajon nevelt teljesérésben lévő zöldborsók esetében a molibdén koncentráció nagysága nincs szignifikáns hatással a generatív szervek száraz tömeg produktumára. A teljesérésű zöldborsók vegetatív szerveinek esetében viszont a 30 mg kg^{-1} Mo-kezelés már statisztikailag igazolhatóan fokozza a száraz tömeg gyarapodását. A 30 mg kg^{-1} Mo-kezelés felett azonban a

vegetatív részek száraz tömegében csökkenés figyelhető meg, az értékek statisztikailag a kontroll eredményekkel mutatnak hasonlóságot.

6. A molibdén növényen belüli eloszlását jelentősen meghatározza a talaj Mo koncentrációja. Ha a molibdén nagyobb koncentrációban van jelen a talajban (30-270 mg kg⁻¹ Mo-kezelések), akkor inkább a növény vegetatív szerveiben dúsul fel.

7. Igazoltam, hogy a növekvő koncentrációjú Mo-kezelések statisztikailag igazolhatóan gátolják a NO₃-N felhalmozódását a borsószemben a kontroll kezeléshez képest. A pallagi talajon termesztett borsók esetében 27%-os, a látóképi talaj alkalmazása során 34-66%-os, a nyíregyházi talaj esetében 75-78%-os csökkenést mutattam ki a Mo-kezelések hatására a kontroll értékekhez viszonyítva.

5. GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottam, hogy a molibdén a vizsgált makroelemek közül a foszfor, a mikroelemek közül a cink, a mangán és a bór felvételét serkenheti. Tenyészedényes kísérletben a foszfor koncentrációja 2-97%-kal, a cink koncentrációja 4-95%-kal, a mangáné 9-191%-kal, a bóré 31-364%-kal emelkedett meg a molibdén kezelése hatására a kontrollhoz képest. Mivel ezen elemek esszenciális szerepet töltenek be a növények anyagcsere folyamataiban, így akkumulációjuk kedvezőnek tekinthető.

2. Tenyészedényes kísérleti eredményeim alapján megállapítottam, hogy a borsó vegetatív és generatív szerveinek $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációjában nagyságrendnyi eltérés van. A $\text{NO}_3\text{-N}$ jelentős része a zöldborsó vegetatív szerveiben akkumulálódott és a generatív szervek csak kis hányadát tartalmazták, amely humánélelmezési szempontból rendkívül kedvező.

3. Eredményeim bizonyították, hogy a molibdén kezelés hatására csökkenhet a borsó növények nitrát-tartalma. Ez az eredmény rámutat arra, hogy megfelelő Mo ellátással csökkenthetjük a borsó nitrát-tartalmát, amelynek humán egészségügyi vonatkozásai lényegesek.

4. Eredményeim rámutattak, hogy savanyú talajon a napraforgó (kétszikű) termesztésnél jobban oda kell figyelni a Mo ellátásra, mint a kukorica növény (egyszikű) esetén, mert a napraforgó érzékenyebb a Mo hiányára. Ugyanakkor az adagok megállapításánál figyelniük kell arra is, hogy a napraforgó érzékenyebb a Mo feleslegére is, mint a kukorica.



Nyilvántartási szám: DEENK/323/2016.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Bódi Éva
Neptun kód: CF1AVN
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10036557

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (6)

1. Várallyay, S., Veres, S., Soós, Á., **Bódi, É.**, Kovács, B.: Arzén kezelés hatása kukorica növény tápanyagfelvételére rhizoboxos nevelési körülmények között.
In: Georgikon Napok konferenciakötet [elektronikus dokumentum] : 2015-ös előadások, Pannon Egyetem, [Keszthely], 458-464, 2015. ISBN: 9789639639829
2. Kovács, B., András, D., **Bódi, É.**: Molibdén, valamint szelén kezelés hatása búza- és borsócsírák elemtartalmára.
In: A fenntartható növénytermesztés fejlesztési lehetőségei : Prof. Dr. Sárvári Mihály 70 éves. Szerk.: Pepó Péter, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 126-137, 2014. ISBN: 9789634737414
3. **Bódi, É.**, Peles, F., András, D., Fekete, I., Kovács, B.: Étkezési csírák beltartalmi értéknek növelése molibdén, illetve szelén dúsítással, valamint mikrobiológiai vizsgálatok.
In: Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban. Szerk.: Szabó A, [s.n.], [Debrecen], 142-148, 2012. ISBN: 9786155183171
4. **Bódi, É.**, Lévai, L., Tarsoly, M., Nagy, K., Gajdos, É., Bákonyi, N., Győri, Z., Kovács, B.: A molibdénellátás és a nitrátredukció közötti összefüggés vizsgálata tápoldatos és rhizoboxos kísérletben.
In: VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia. Szerk.: Szabó Béla, Tóth Csilla, Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza, 199-204, 2010. ISBN: 9789639909571
5. Tarsoly, M., Lévai, L., **Bódi, É.**, Nagy, K., András, D., Veres, S., Győri, Z., Kovács, B.: Arzén vegyületek hatása a laboratóriumi körülmények között nevelt kukorica és napraforgó növényekre.
In: VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia. Szerk.: Szabó Béla, Tóth Csilla, Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza, 205-210, 2010. ISBN: 9789639909571



6. Nagy, K., Lévai, L., **Bódi, É.**, Tarsoly, M., Tóth, B., Marozsán, M., Győri, Z., Kovács, B.: Kukorica és napraforgó növények vizsgálata szelénkezelés hatására.
In: VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia. Szerk.: Szabó Béla, Tóth Csilla, Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza, 211-216, 2010. ISBN: 9789639909571

Idegen nyelvű, hazai könyvrészletek (4)

7. Garousi, F., Veres, S., **Bódi, É.**, Várallyay, S., Kovács, B.: Changes of pH during uptaking of selenate and selenite by sunflower plants growing in nutrient solution.
In: XXXV. Óvári Tudományos Nap / Nyugat-magyarországi Egyetem, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Mosonmagyaróvár, 327-331, 2014. ISBN: 9789639941940
8. Várallyay, S., Kovács, B., Garousi, F., **Bódi, É.**, Veres, S.: Effect of different arsenic treatments on sunflower and maize plant production.
In: XXXV. Óvári Tudományos Nap / Nyugat-magyarországi Egyetem, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Mosonmagyaróvár, 415-419, 2014. ISBN: 9789639941940
9. **Bódi, É.**, Veres, S., Garousi, F., Várallyay, S., Kovács, B.: Growth of maize and sunflower seedlings by effect of molybdenum treatments.
In: XXXV. Óvári Tudományos Nap / Nyugat-magyarországi Egyetem, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Mosonmagyaróvár, 297-302, 2014. ISBN: 9789639941940
10. Kovács, B., Lévai, L., **Bódi, É.**, Puskás-Preszner, A., Hódi, K., Czipa, N., Győri, Z.: Effect of changing of molybdenum content in mineral solution and in rhizobox on element uptake by various plants.
In: Trace elements in the food chain. Eds.: Szilágyi Mihály, Szentmihályi Klára, HAS, Budapest, 362-366, 2009. ISBN: 9789637067198

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (6)

11. Várallyay, S., Veres, S., Garousi, F., **Bódi, É.**, Kovács, B.: Arzénkezelés hatása kukorica és napraforgó csiranövények fiziológiai paramétereire.
Agrártud. közl. 64, 81-84, 2015. ISSN: 1587-1282.
12. **Bódi, É.**, Veres, S., Andrási, D., Garousi, F., Várallyay, S., Kovács, B.: Molibdénrel kezelt kukorica és napraforgó növények vizsgálata rizoboxos kísérletben.
Agrártud. közl. 64, 11-14, 2015. ISSN: 1587-1282.
13. **Bódi, É.**, Peles, F., Andrási, D., Fekete, I., Kovács, B.: Funkcionális élelmiszerek előállítása étkezési csirákából molibdénrel, illetve szelén kezeléssel.
Növénytermelés. 61 (4), 5-34, 2012. ISSN: 0546-8191.
14. **Bódi, É.**, Lévai, L., Huzsvai, L., Kovács, B.: A molibdénellátás hatása kukorica csiranövényekre.
Növénytermelés. 60 (2), 5-29, 2011. ISSN: 0546-8191.



15. **Bódi, É.**, Peles, F., Kovács, B.: Búza- és borsócsírák molibdénnel, illetve szelénnel történő kezelése, valamint mikrobiológiai vizsgálatuk.
Tudományos Diákköri Közlemények 1, 31-42, 2011.
16. **Bódi, É.**, Lévai, L., Huzsvai, L., Kovács, B.: Növekvő molibdén-koncentráció hatása a különböző nitrogénformákra, valamint a molibdén nitrátasszimilációban betöltött szerepe.
Növénytermelés. 60 (3), 25-50, 2011. ISSN: 0546-8191.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (4)

17. Várallyay, S., **Bódi, É.**, Garousi, F., Veres, S., Kovács, B.: Effect of arsenic on dry weight and relative chlorophyll content in greeningmaize and sunflower tissues.
J. Microbiol. Biotech. Food Sci. 4 (3), 167-169, 2015. ISSN: 1338-5178.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15414/jmbfs.2015.4.special3.167-169>
18. Kovács, B., Puskás-Preszner, A., Huzsvai, L., Lévai, L., **Bódi, É.**: Effect of molybdenum treatment on molybdenum concentration and nitrate reduction in maize seedlings.
Plant Physiol. Bioch. 96, 38-44, 2015. ISSN: 0981-9428.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.07.013>
IF: 2.928
19. **Bódi, É.**, Veres, S., Garousi, F., Várallyay, S., Kovács, B.: Effects of molybdenum treatments on maize and sunflower seedlings.
World Academy of Science, Engineering and Technology : International Journal of Biological, Food, Veterinary and Agricultural Engineering. 5 (9), 375-378, 2015. ISSN: 2010-376X.
20. Kovács, B., **Bódi, É.**, Nagy, K., Tóth, B., Fekete, I., András, D.: Effect of selenium and molybdenum content in rhizoboxes on element uptake of maize and sunflower.
Univ. Agron. Sci. Vet. Med. Bucharest Sci. P. Ser. E. Land Reclam. Earth Observ. Surv. Environ. Eng. 2, 23-32, 2013. ISSN: 2285-6064.





További közlemények

Magyar nyelvű könyvek (1)

21. Szerk. **Bódi, É.**, Fekete, I., Kovács, B.: Fialat kutatók az egészséges élelmiszerért: tudományos ülés : Debrecen, 2013. február 19. DE AGTC MÉKK Hankóczy J. Doktori Isk., Debrecen, [7], 286 p., 2013. ISBN: 9789634736011

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

22. Fekete, I., Rakonczás, N., András, D., **Bódi, É.**, Kovács, B.: A különböző szőlőalanyfajták hatása a Csertszegi fűszeres mustjainak makroelem tartalmára.
In: Alap és alkalmazott kutatások eredményei a növénytudományokban. Szerk.: Szabó A, [s.n.], [Debrecen], 165-173, 2012. ISBN: 9786155183171

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (5)

23. Kovács, B., **Bódi, É.**, Soós, Á., András, D.: Application of ICP-MS in various fields of research.
In: 28th Indian Society for Mass Spectrometry Symposium cum Workshop on Mass Spectrometry. Ed.: Suresh K. Aggarwal, P. G. Jaison, Arnab Sarkar, Prudent Arts & FAB Private Limited, Mumbai, 69-80, 2014. ISBN: 9788190444262
24. **Bódi, É.**, András, D., Kovács, B.: Selenium speciation analysis of selenium-enriched wheat sprouts.
In: 28th Indian Society for Mass Spectrometry Symposium cum Workshop on Mass Spectrometry. Ed.: Suresh K. Aggarwal, P. G. Jaison, Arnab Sarkar, Prudent Arts & FAB Private Limited, Mumbai, 220-223, 2014. ISBN: 9788190444262
25. Gajdos, É., Veres, S., Lévai, L., Bákonyi, N., Tóth, B., **Bódi, É.**, Marozsán, M.: Effects of bacteria containing biofertilizer on Cd-tolerance of some crop plants.
In: 18th Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers, More Sustainability In Agriculture: New Fertilizers And Fertilization Management / by P. Sequi, D. Ferri, E. Rea, F. Montemurro, A. V. Vonella, F. Formnaro, Publishing House "Fertilitas Agrorum", Rome, 67-73, 2009, (ISSN 1971-0755)
26. Tóth, B., Bákonyi, N., Gajdos, É., **Bódi, É.**, Marozsán, M., Veres, S., Lévai, L.: Effects of cement and quicklimepowders on the growth of corn and sunflower seedlings.
In: 18th Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers, More Sustainability In Agriculture: New Fertilizers And Fertilization Management / by P. Sequi, D. Ferri, E. Rea, F. Montemurro, A. V. Vonella, F. Formnaro, Publishing House "Fertilitas Agrorum", Rome, 122-126, 2009, (ISSN 1971-0755) ISBN: 19710755



27. Bákonyi, N., Tóth, B., Gajdos, É., **Bódi, É.**, Marozsán, M., Veres, S., Lévai, L.: Role of biofertilizers in plant nutrition.
In: 18th Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers : More Sustainability In Agriculture: New Fertilizers And Fertilization Management / by P Sequi, D. Ferri, E. Rea, F. Montemurro, A. V. Vonella, F. Formnaro, Publishing House "Fertilitas Agrorum", Rome, 17-22, 2009, (ISSN 1971-0755) ISBN: 19710755

Magyar nyelvű közlemények hazai folyóiratban (4)

28. **Bódi, É.**, András, D., Kovács, B.: Szelénnel dúsított étkezési csírák szelénspeciációs vizsgálata.
Agrártud. közl. 56, 23-28, 2014. ISSN: 1587-1282.
29. Fekete, I., Rakonczás, N., András, D., **Bódi, É.**, Szilágyi, S., Kovács, B.: A különböző szőlő alanyfajták hatása a szőlőbogyó (must, mag) As, Cu, Co és Zn tartalmára.
Agrártud. közl. 52, 39-44, 2013. ISSN: 1587-1282.
30. **Bódi, É.**, Gálné Remenyik, J., Nemes, A., Homoki, J., Peles, F., Fekete, I., Kovács, B.: Szelénnel dúsított étkezési csírák antioxidáns aktivitásának meghatározása, valamint mikrobiológiai vizsgálatuk.
Agrártud. közl. 52, 25-30, 2013. ISSN: 1587-1282.
31. Fekete, I., Rakonczás, N., András, D., **Bódi, É.**, Kovács, B.: A különböző szőlőalanyfajták hatása a Cserszegi fűszeres mustjainak ásványi anyag tartalmára.
AGTC E-Journal. 1, 1-12, 2012. ISSN: 2063-6423.

Idegen nyelvű közlemények hazai folyóiratban (3)

32. Garousi, F., Veres, S., **Bódi, É.**, Várallyay, S., Kovács, B.: Assessment and comparison of selenium-enriched maize with sodium selenite and sodium selenate.
Agrártud. közl. 68, 11-15, 2016. ISSN: 1587-1282.
33. **Bódi, É.**, Fekete, I., András, D., Kovács, B.: The role of selenium-enriched food sprouts with respect to our daily selenium needs.
Eur. chem. bull. 2 (1), 46-48, 2013. ISSN: 2063-5346.
34. Fekete, I., Rakonczás, N., András, D., **Bódi, É.**, Kovács, B.: Effects of various grape rootstocks on macro and microelement uptake of 'Cserszegi Fűszeres' grape cultivar.
Eur. Chem. Bull. 12 (1), 524-527, 2012. ISSN: 2063-5346.

Idegen nyelvű közlemények külföldi folyóiratban (7)

35. Garousi, F., Veres, S., **Bódi, É.**, Várallyay, S., Kovács, B.: Effect of selenite and selenate uptake by maize plants on specific leaf area.
World Academy of Science, Engineering and Technology : International Journal of Biological, Food, Veterinary and Agricultural Engineering. 5 (9), 379-382, 2015. ISSN: 2010-376X.



36. Garousi, F., Kovács, B., **Bódi, É.**, Várallyay, S., Veres, S.: Physiological reactions of sunflower plants to different spices of selenium.
Bull. of Univ. of Agr. Sci. and Vet. Med. 72 (2), 403-408, 2015. ISSN: 1843-5246.
37. Garousi, F., Kovács, B., Várallyay, S., **Bódi, É.**, Veres, S.: Relative chlorophyll content changes during uptaking of selenite and selenate by maize plants grown in nutrient solution.
J. Microbiol. Biotech. Food Sci. 4 (3), 44-47, 2015. ISSN: 1338-5178.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15414/jmbfs.2015.4.special3.44-47>
38. Garousi, F., Veres, S., **Bódi, É.**, Várallyay, S., Kovács, B.: Role of selenite and selenate uptake by maize plants in chlorophyll A and B content.
World Academy of Science, Engineering and Technology : International Journal of Biological, Food, Veterinary and Agricultural Engineering. 9 (6), 549-552, 2015. ISSN: 2010-376X.
39. Fekete, I., Kovács, B., András, D., **Bódi, É.**, Rakonczás, N.: Effect of the different grape rootstocks on berry skin B, Cu, Fe, Mn and Zn contents of Cserszegi fűszeres cultivar.
Sci. P. Ser. B. Horticult. 57, 55-60, 2013. ISSN: 2285-5653.
40. **Bódi, É.**, Gálné Remenyik, J., Nemes, A., Homoki, J., Peles, F., Fekete, I., Kovács, B.: The determination of antioxidant activity of selenium-enriched wheat and pea sprouts, as well as their microbiological analysis.
Scientific papers. Series A., Agronomy. 56., 196-201, 2013. ISSN: 2285-5785.
41. Burján, Z., **Bódi, É.**, Kovács, B.: The effect of different regions and NPK fertilizer on protein and sulphur content of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grains.
Scientific papers. Series A., Agronomy. 56, 202-205, 2013. ISSN: 2285-5785.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (9)

42. Várallyay, S., Veres, S., Soós, Á., **Bódi, É.**, Kovács, B.: Arzén kezelés hatása kukorica növény tápanyagfelvételére rhizoboxos nevelési körülmények között.
In: LVII. Georgikon Napok = 57th Georgikon Scientific Conference : Kivonat-kötet : Programfüzet, valamint az elhangzó és poszter előadások rövid kivonatainak gyűjteménye : [agrárgazdaság a növekedéskor után] : [2015. október 1-2., Keszthely]. Szerk.: Nagy Zita Barabara, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 123, 2015. ISBN: 9789639639812
43. Várallyay, S., Veres, S., **Bódi, É.**, Garousi, F., Kovács, B.: Hidropónikus körülmények között nevelt napraforgó tápoldatának pH-érték változása különböző arzén kezelések hatására.
In: Tavasz Szél Absztraktkötet 2015 : Absztraktkötet. Szerk.: Keresztes Gábor, Publio Kiadó, Budapest, 44, 2015. ISBN: 9789633977026
44. **Bódi, É.**, Kovács, B.: Tartamkísérletben alkalmazott molibdén-kezelés hatása a spenót és a sóska molibdén felvételére.
In: XI. Jedlik Ányos Szakmai Napok Konferenciakötet / fel. szerk. Zsirka Balázs, Pannon Egyetem Jedlik Ányos Szakkollégium, Veszprém, 82, 2014.



45. Fekete, I., Rakonczás, N., András, D., **Bódi, É.**, Kovács, B.: A különböző szőlőalanyfajták hatása a 'Cserszegi Fűszeres' héj és mag makroelem tartalmára.
In: XIX. Ifjúsági Tudományos Fórum / Pannon Egyetem Georgikon Kar, Pannon Egyetem, Keszthely, 1-6, 2013. ISBN: 9789639639515
46. **Bódi, É.**, Gálné Remenyik, J., Nemes, A., Homoki, J., Fekete, I., Kovács, B.: A szelénkezelés és az antioxidáns aktivitás közötti kapcsolat vizsgálata étkezési csírák esetén.
In: XIX. Ifjúsági Tudományos Fórum, [s.n.], [Keszthely], 1-6, 2013.
47. **Bódi, É.**, András, D., Fekete, I., Kovács, B.: Különböző extrakciós módszerek összehasonlítása szelénrel dúsított étkezési csírák esetén.
In: XXXVI. Kémiai Előadói Napok : Program és előadás-összefoglalók. Szerk.: Endrődi Balázs, Laufer Noémi, Szegedi Akadémiai Bizottság Székháza, Szeged, 249, 2013. ISBN: 9789633151457
48. **Bódi, É.**: A molibdénellátás és a nitrátredukció közötti összefüggés vizsgálata.
In: XXX. Jubileumi Országos Tudományos Diákköri Konferencia : Agrártudományi Szekció : Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 2011. április 6-8. : konferencia-kötet : program és előadás összefoglalók. Szerk.: Pál László, Farkas Róbert, Kodrik László, PE Georgikon Kar, Keszthely, 135, 2011. ISBN: 9789639639416
49. **Bódi, É.**: A molibdénellátás és a nitrátredukció közötti összefüggés vizsgálata.
In: XII. Országos Felsőoktatási Környezettudományi Diákkonferencia Konferencia-kötet. Szerk.: Szarka László, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 236-237, 2010. ISBN: 9789639883505
50. **Bódi, É.**: A molibdénellátás és a nitrátredukció közötti összefüggés vizsgálata.
In: XXIX. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Agrártudományi Szekció : előadás kivonatok. Szerk.: Falusi Eszter, Staszny-Havas Enikő, Jung Ivett, Bodnár Ákos, Szent István Egyetem Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 143, 2009. ISBN: 9789632690957

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (22)

51. Várallyay, S., Veres, S., Soós, Á., **Bódi, É.**, Kovács, B.: Effect of Different Arsenic Treatments on The Uptake of Ca, K, S, P And Mg by Maize Seedlings.
In: 1st Meeting of Young Researchers from V4 Countries. Book of Abstract. Ed.: Monika Wesolowska, University of Rzeszow, Rzeszow, 90, 2016.
52. **Bódi, É.**, Várallyay, S., Soós, Á., Kovács, B.: Effect of molybdenum treatment on the element content of maize and green pea in a long-term field experiment.
In: 1st Meeting of Young Researchers from V4 Countries : Book of Abstract. Ed.: Monika Wesolowska, University of Rzeszow, Rzeszow, 17, 2016.



53. Várallyay, S., Veres, S., **Bódi, É.**, Garousi, F., Andrási, D., Kovács, B.: Effect of arsenic treatment on elements contents of sunflower growing on nutrient solution.
World Academy of Science Engineering and Technology. Agricultural and Biosystems Engineering 2 (5), 465, 2015.
54. Várallyay, S., Kovács, B., **Bódi, É.**, Garousi, F., Veres, S.: Effect of different arsenic treatments on root growth of sunflower seedlings in rhizobox experiment.
World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Nutrition and Food Engineering 2 (6), 1, 2015.
55. **Bódi, É.**, Veres, S., Garousi, F., Várallyay, S., Kovács, B.: Effects of molybdenum treatments on maize and sunflower seedlings.
World Academy of Science, Engineering and Technology. Agricultural and Biosystems Engineering 2 (5), 516, 2015.
56. Kovács, B., **Bódi, É.**, Garousi, F., Várallyay, S., Soós, Á., Vágó, X., Andrási, D.: Problems and solutions in the application of ICP-MS for analysis of trace elements in various samples.
World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Nutrition and Food Engineering 2 (6), 1, 2015.
57. Kovács, B., **Bódi, É.**, Garousi, F., Várallyay, S., Andrási, D.: What are the problems in the case of analysis of selenium by inductively coupled plasma mass spectrometry in food and food raw materials?
World Academy of Science, Engineering and Technology. Agricultural and Biosystems Engineering 2 (5), 1, 2015.
58. Garousi, F., Veres, S., **Bódi, É.**, Várallyay, S., Kovács, B.: Changes of pH during uptake of selenate and selenite by sunflower plants growing in nutrient solution.
In: XXXV. Óvári Tudományos Nap. A magyar és nemzetközi agrár- és élelmiszer-gazdaság lehetőségei. Szerk.: Schmidt Rezső, Bali Papp Ágnes, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Mosonmagyaróvár, 34, 2014. ISBN: 9789633341933
59. Várallyay, S., Kovács, B., Garousi, F., **Bódi, É.**, Veres, S.: Effect of different arsenic treatments on sunflower and maize plants production.
In: XXXV. Óvári Tudományos Nap. A magyar és nemzetközi agrár- és élelmiszer-gazdaság lehetőségei. Szerk.: Schmidt Rezső, Bali Papp Ágnes, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Mosonmagyaróvár, 21, 2014. ISBN: 9789633341933
60. **Bódi, É.**, Várallyay, S., Garousi, F., Kovács, B.: Effect of molybdenum treatment on the element uptake of spinach and garden sorrel in a long-term field experiment.
In: 14th International Nutrition and Diagnostics Conference : Book of Abstracts / A. Horna, Radanal Ltd., Prága, 167, 2014. ISBN: 9788073957766



61. **Bódi, É.**, Veres, S., Garousi, F., Várallyay, S., Kovács, B.: Growth of maize and sunflower seedlings by effect of molybdenum treatments.
In: XXXV. Óvári Tudományos Nap. A magyar és nemzetközi agrár- és élelmiszer-gazdaság lehetőségei. Szerk.: Schmidt Rezső, Bali Papp Ágnes, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Mosonmagyaróvár, 33, 2014. ISBN: 9789633341933
62. Várallyay, S., **Bódi, É.**, Garousi, F., Kovács, B.: Risk assessment of arsenic contamination.
In: 14th International Nutrition and Diagnostics Conference : Book of Abstracts. / A. Horna, Radanal Ltd., Prága, 166, 2014. ISBN: 9788073957766
63. Kovács, B., **Bódi, É.**, Peles, F., Andrási, D., Fekete, I., Borbélyné Varga, M.: Analyses of element contents and microbiological parameters of wheat- and pea-sprouts treated by molybdenum and selenium.
In: 9th International Symposium on Environmental Geochemistry, Aveiro, Portugal, July 15-21, 2012 : Book of Abstracts. Eds.: Eduardo Ferreira da Silva, Amélia Paula Reis, Carla Patinha, Eduarda Pereira, Sonia Rodrigues, PLM-Plural, S.A, Aveiro, 223, 2012. ISBN: 9789727893652
64. Fekete, I., Rakonczás, N., Andrási, D., Sipos, P., **Bódi, É.**, Kovács, B.: Analyses of potentially toxic elements in the different grape juices (musts) by inductively coupled plasma (ICP) techniques.
In: European Medical Students' Conference Abstract Book, University of Debrecen, Debrecen, 104, 2012.
65. Fekete, I., Rakonczás, N., Andrási, D., Sipos, P., **Bódi, É.**, Kovács, B.: Effects of the different grape rootstocks on the aluminum, copper, iron, manganese and zinc concentrations of the grape musts.
In: SESEH 2012 : 2012 Sino-European Symposium on Environment and Health : Book of Abstracts, Conference Programme / [ed. by National University of Ireland, National University of Ireland, Galway, Ireland, 78, 2012.
66. Fekete, I., Rakonczás, N., Andrási, D., **Bódi, É.**, Kovács, B.: Effects of various grape rootstocks on macro and micro element uptake of 'Cserszegi fűszeres' grape cultivar.
In: 4th International Symposium on Trace Elements in the Food Chain. Friends or Foes? TEFC 2012 15-17 November 2012 Hotel Visegrád, Visegrád, Hungary : Program : Abstracts, Szent István Egyetem, Visegrád, 57, 2012.
67. **Bódi, É.**, Peles, F., Fekete, I., Andrási, D., Kovács, B.: Improvement of nutritional value of food sprouts with enrichment of molybdenum and selenium, as well as their microbiological analysis.
In: SESEH 2012 : 2012 Sino-European Symposium on Environment and Health : Book of Abstracts, Conference Programme / [ed. by National University of Ireland, National University of Ireland, Galway, Ireland, 83, 2012.



68. **Bódi, É.**, Fekete, I., Andrási, D., Kovács, B.: The role of selenium-enriched food sprouts with respect to our daily selenium needs.
In: 4th International Symposium on Trace Elements in the Food Chain. Friends or Foes? TEFC 2012 15-17 November 2012 Hotel Visegrád, Visegrád, Hungary : Program : Abstracts, Szent István Egyetem, Visegrád, 58, 2012.
69. **Bódi, É.**, Peles, F., Fekete, I., Andrási, D., Kovács, B.: Uptake of selenite and selenate during germination of wheat and pea as well as the effect of treatments in their microbiological state.
In: EMESCO Abstract Book / publisher University of Debrecen, University of Debrecen, Debrecen, 78, 2012.
70. Kovács, B., **Bódi, É.**, Peles, F., Puskás-Preszner, A., Andrási, D., Győri, Z.: Effect of molybdenum and selenium treatment on element contents of wheat- and pea-sprouts, as well as their microbiological analyses.
In: 12th International Symposium on Soil and Plant Analysis : Abstract Book. Ed.: Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Crete, Greece, 109, 2011.
71. Kovács, B., Lévai, L., **Bódi, É.**, Puskás-Preszner, A., Hódi, K., Czipa, N., Győri, Z.: Effect of changing of molybdenum content in mineral solution and in rhizobox on element uptake by various plants.
In: Trace elements in the food chain : Deficiency or excess of trace elements in the environment as a risk of health : 3rd International Symposium on Trace Elements in the Food Chain. Eds.: Szilágyi Mihály, Szentmihályi Klára, HAS, Budapest, 56, 2009.
72. Kovács, B., Lévai, L., **Bódi, É.**, Puskás-Preszner, A., Hódi, K., Győri, Z.: Effect of molybdenum and selenium content in mineral solution and soil on element uptake by various plants.
In: 3rd International IUPAC Symposium on Trace Elements in Food : Abstract Book. Eds.: Francesco Cubadda, Federica Aureli, Silvia Ciardullo, Marina Patriarca, Istituto Superiore di Sanità, Roma, 135, 2009, (ISTISAN Congressi, ISSN 0393-5620 ; 09/C2)





Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (3)

73. **Bódi, É.**, Kovács, B.: Étkezési csírák az egészséges táplálkozásban.

Kulinárium. 11-12, 14-15, 2014. ISSN: 1786-4976.

74. **Bódi, É.**, Peles, F., Kovács, B.: Csírafogyasztás: a legegyszerűbb út az egészséges táplálkozáshoz.

Élelmezés. 3, 16-17, 2012. ISSN: 1785-3184.

75. **Bódi, É.**, Lévai, L., Kovács, B.: Milyen szerepet játszik a molibdén a növényeink nitráttartalmának csökkentésében?

Értékálló aranykorona. 10, 20, 2010. ISSN: 1586-9652.

A közlő folyóiratok összesített impact faktora: 2,928

A közlő folyóiratok összesített impact faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 2,928

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2016.12.16.



Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. □ Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 39. □ Tel.: (52) 410-443
E-mail: publikaciok@lib.unideb.hu □ Honlap: www.lib.unideb.hu



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA

AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT