



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
**TALAJTANI ÉS AGROKÉMIAI KUTATÓ
INTÉZETE**

BUDAPEST II., HERMAN OTTÓ ÚT 15.
Telefon: 35-64-644, 212-2265 Levélcím: 1525 Budapest, Postafiók 35.
Fax: 214-9007/5

NEMZETI KUTATÁSI és FEJLESZTÉSI PROGRAMOK (NKFP) - 2001

**Komplex és Hatékony Bioremediációs Technológiák
Kifejlesztése Szennyezett Talajok Kármentesítésére**

Szakmai részjelentés

1E. részfeladat

A projekt szakmai vezetője: Prof. Dr. Szejtli József
(Cyclolab R&D Lab. Ltd.)

ügyvezető igazgató

Projektvezető az MTA TAKI részéről: Dr. Anton Attila

ált. igazgató h.

Közreműködők: Máthéné Dr. Gáspár Gabriella
Dr. Takács Tünde
Dr. Vörös Ibolya

Budapest, 2002. január 22.

Dr. Anton Attila
általános igazgatóhelyettes

1. Feladat megnevezése

A kísérletekbe vont növényfajok kiválasztása (figyelembe véve az akkumulációs és mikorrhizációs tulajdonságokat) és a kiválasztott növényfajok szaporítóanyagának beszerzése, a vadon élő fajok begyűjtése. AM-gombák izolálása.

2. Eredmények összefoglalása

A projekt első évében a tervek szerint a megfelelő növény és gombapartnerek kiválasztása és a tenyészedény kísérletekhez szükséges növényi magvak beszerzése, valamint AM-gomba oltóanyagok előállítása volt a cél. Az AM-gomba a növényekkel obligát szimbiózisban él. A vizsgálatainkban használandó növényfajokat, amelyek különböző növény családok képviselői, mikorrhiza képzési és fémmakkumulációs tulajdonságaik alapján három nagy csoportba soroltuk. A növényfajok kiválasztásakor figyelembe vettük, hogy a növények közt vadon termő, valamint termesztett és lehetőleg nagy mennyiségű biomasszát produkáló fajok legyenek. A fémmakkumuláló fajok kiválasztása során fontos szempont volt, hogy a fémmakkumuláció általában egy-egy fémre specifikus így olyan növény családok fajai szerepeljenek, amelyek esetleges együttes alkalmazása esetén a fémek szélesebb spektruma vonható ki a talajból.

Az AM-gombákkal kapcsolatos munka első fázisában a nehézfém szennyezéshez feltételezhetően már adaptálódott, több évi szennyezésnek kitett AM-gombaspórákat izoláltunk fémtoleráns AM-gombatörzsek tenyészetének előállítása céljából. A gombaspórák gyűjtése az MTA TAKI nagyhorcsöki kísérleti telepen történt, ahol kezelésként kadmium-, nikkell-, ólom- és cinkszennyezés közepes és magas dózisosokban fordult elő.

A kadmiummal, nikkellel, ólommal és cinkkel szennyezett területekről izolált és meghatározott négy arbuszkuláris mikorrhiza gombafaj (*Glomus geosporum*, *G. claroideum*, *G. mosseae*, *Sclerocystis sinuosa*) tisztatenyészetének felszaporítása folyamatban van.

Felvételezéseket, növény- és talajmintavételezéseket végeztünk szennyezett (Gyöngyösorszi meddőhányó) és kontroll helyszíneken (Fótfürdő, Kompolt). A nehézfémekkel szennyezett területen a növényekkel ritkán fedett (max. 30 %) vagy üres foltokat vizsgáltuk és mintáztuk. A talaj- és növényminták kémiai analízisei alapján a heterogén területen többféle szennyezéssel kell számolnunk. A talajoldatban jellemzően nagyon magas a SO_4^{2-} -koncentráció, a talaj és növényminták vizsgálata alapján elsősorban a magas Mn-, Al-, Zn-, Cd-, Co- és Cu-tartalom, esetenként a Pb-, As-, Hg-, Ni-tartalom érdemel figyelmet.

A vizsgálatok és tanulmányok alapján kiválasztott növényfajokat terepi begyűjtéssel, vásárlással, és botanikus kertekből magkéréssel szereztük be. A vizsgálatra szánt növényfajokat a következő családok képviselik: *Amaranthaceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Cucurbitaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Gramineae*, *Liliaceae*, *Papaveraceae*, *Poligonaceae*, *Scrophulariaceae*.

A tervezett kísérletekhez megvizsgáltuk a begyűjtött magok csírázását. Az elővizsgálatok célja a csírázási igények és a csírázás egyöntetűségének megismerése volt.

3. Részletes beszámoló

3.1. AM-gomba oltóanyagok előállítása, potenciális növényi partnerek

A fémtoleráns AM-gombákkal történő inokuláció alkalmas lehet szennyezett talajok javítására mivel az AM-gombák jelenléte erősen befolyásolja a gazdanövények fémfelvételének mértékét és a fémek okozta stresszel szembeni ellenállóképességét.

Az egyes nem mikorrhizálódó, de fémakkumuláló növények és fémekkel szemben mikorrhizáció révén toleráns növények között számtalan olyan átmeneti forma, növény-gomba kapcsolat létezik, melyekben a növénypartner fémfelvételének mértéke az irányított mikorrhizáció során eltérően befolyásolható. Az arbuszkuláris mikorrhiza gombák növelhetik vagy csökkenthetik az akkumuláló vagy nem akkumuláló növények fémfelvételét, biomassza termelését, vitalitását stb. A pályázat keretén belül olyan fitoremediációs módszerek (módszer-együttesek) kidolgozását céloztuk meg, amelyek a célnak megfelelő (*fémakkumuláció, fémfelvétel növelése vagy csökkentése irányított mikorrhizációval, biomassza termelés növelése irányított mikorrhizációval*) kompatibilis AM-gomba növény párok megválasztásával a mintaterületek nehézfém-szennyezettségének csökkentése megoldható.

A projekt első évében a tervek szerint a megfelelő növény és gombapartnerek kiválasztása és a tenyészedény kísérletekhez szükséges növényi magvak beszerzése, valamint AM-gomba oltóanyagok előállítása volt a cél. A vizsgálatainkban használandó növényfajokat, amelyek különböző növény családok képviselői, mikorrhiza képzési és fémakkumulációs tulajdonságaik alapján három nagy csoportba soroltuk (**1. sz. Melléklet.**). A növényfajok kiválasztásakor figyelembe vettük, hogy a növények közt vadon termő, valamint termesztett és lehetőleg nagy mennyiségű biomasszát produkáló fajok legyenek. A fémakkumuláló fajok kiválasztása során fontos szempont volt, hogy a fémakkumuláció általában egy-egy fémre specifikus így olyan növény családok fajtái szerepeljenek, amelyek esetleges együttes alkalmazása esetén a fémek szélesebb spektruma vonható ki a talajból.

Az AM-gombákkal kapcsolatos munka első fázisában a nehézfém-szennyezéshez feltételezhetően már adaptálódott, több évi szennyezésnek kitett AM-gombaspórákat izoláltunk fémtoleráns AM-gombatorzsek tenyészeteinek előállítása céljából. A gombaspórák gyűjtése az MTA TAKI nagyhorcsöki kísérleti telepén történt, ahol kezelésként kadmium-, nikkell-, ólom- és cinkszennyezés közepes és magas dózisosokban fordult elő (Kádár 1995). A fémszennyezés mindegyik esetben, parcellánként egy fémmel, a vizsgált nehézfém szulfát sójával ($\text{CdSO}_4 \cdot 8/3 \text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, PbSO_4), 0 (= kontroll-1), 90 mg kg^{-1} (= 270 kg ha^{-1}) és 270 mg kg^{-1} (= 810 kg ha^{-1}) terhelési szinteken, variánsokként két ismétlésben történt. Az alaptrágyázást évente, azonos NPK adagok mellett (100-100 kg N (ammónium-nitrát), P_2O_5 (szuperfoszfát) és K_2O (60%-os kálisó) ha^{-1} formában végezték. A parcellák talajművelése az üzemekben szokásos módon történik, talajfertőtlenítést és vegyszeres gyomirtást a parcellák művelésénél nem alkalmaznak.

A nagyhorcsöki mészlepedékes csernozjom talaj legfontosabb fizikai és kémiai tulajdonságai a következők: $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$: 7,5; $\text{pH}_{(\text{KCl})}$: 7,2; CaCO_3 tartalom: 5-6,5%; humusz tartalom: 3 %; agyag frakció (< 0,002 mm): 20%; iszap frakció (0,02-0,05 mm): 40%; homok frakció (>0,05): 40%.

Az AM-gombák spóráinak izolálása céljából, a tartamkísérletből származó talajminták gyűjtése minden egyes helyszínen különböző növényborítottságú helyekről, gyökérrégióból (kb. 10-20 cm mélység), több pontból történt.

Az AM-gombák kitartó képleteinek, spóráinak izolálása céljából Gerdemann és Nicolson (1963) módszerét, a nedves szitálásos frakcionálást alkalmaztunk (**2. sz. Melléklet**). Az AM-gombafajok határozása az International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular Mycorrhizal Fungi INVAM (Schenck és Pérez 1987) határozókulcsok, valamint a rendelkezésre álló fajleírások alapján, hagyományos módon, spóramorfológia alapján történt (Takács és Bratek, 1997).

A fent említett fémekkel szennyezett területekről származó AM-gombafajok tisztatenyészeteinek felszaporítása folyamatban van.

A kadmiummal, nikkellel, ólommal és cinkkel szennyezett területekről izolált és meghatározott arbuszkuláris mikorrhiza gombafajok a következők:

Szennyező fém és koncentrációja mg kg ⁻¹	Gombafaj megnevezése
Kontroll-0	<i>Glomus geosporum</i>
Zn -90	<i>Glomus claroideum</i>
Zn-270	<i>Glomus claroideum</i>
Cd-90	<i>Glomus mosseae</i>
Ni-90	<i>Glomus claroideum</i>
Ni-270	<i>Glomus claroideum</i>
Pb-90	<i>Glomus claroideum</i>
Pb-270	<i>Sclerocystis sinuosa</i>

3.2. Állapotfelvétel, növény- és talajmintavétel szennyezett, valamint kontroll területeken

A felvételezéseket és mintavételezéseket 2001 nyarán végeztük szennyezett (Gyöngyösorszi meddőhányó) és kontroll helyszíneken (Fótfürdő, Kompolt). A nehézfémekkel szennyezett területen elsődlegesen a növényvel ritkán fedett (max. 30 %) vagy üres foltokat vizsgáltuk és mintáztuk. Meghatároztuk és megmintáztuk a domináns fajokat (borítottsági %, növények fejlettségi állapota) (Soó 1964-73), s a növények közvetlen közelében levő talajt (0-30 cm – es rétegben) (**3.sz. Melléklet**).

3.3. Talaj- és növényminták kémiai analízisének eredményei

Célunk a talaj és a növények szervesen toxikus szennyezőinek vizsgálata volt. Az eredmények a **4. sz. Mellékletben** kerülnek bemutatásra.

Talajminták

Általános talajkémiai vizsgálatok

A meddőhányón gyűjtött mintáknak eredetük, a bányászott szulfidtartalmú érc (kalkopirit, galenit, szfalerit) miatt, egyetlen kivétellel (T6), nagyon savas a pH_{H2O}-értékük (2,44-3,49), nem tartalmaznak CaCO₃-at és nagyon alacsony a szerves –C tartalmuk, közepesen magas vagy nagyon magas a sótartalmuk (0,09-0,40 %).

Összes és vízben oldható elemtartalmak

A kontroll talajokhoz viszonyítva a meddőhányó talajmintáiban az *összes elemtartalom* adatsora alapján gyakran volt jóval magasabb az As, Hg, Mo, Zn, Pb, Cd, Cu, –tartalom, változó irányban különbözött a Ni-tartalom, többnyire kevésbé tért el a Cr- és Sn-tartalom. A 10/2000.(VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes miniszteri rendeletben rögzített, a földtani közegre vonatkozó szennyezettségi, ún. „B”-határértéket a Gyönyösoroszi meddőhányó talajmintáinak (11db)

- minden esetben meghaladta a Zn-, Cd-tartalma, s ha kimutatható volt, a Hg-tartalma
- 8db mintában meghaladta a Co-, Cu-tartalma
- 3db mintában meghaladta a Ni-, Pb-tartalma

A makroelemek közül a Ca- és P-tartalom a kontroll talajokhoz viszonyítva néhány kivétellel alacsonyabb volt. Jellemzően nagyon magas volt a meddőhányón a S-tartalom (akár 100-szoros), magas volt a kontroll értékekhez viszonyítva a Mn- (25-300-szoros) és az Al-tartalom.

A meddőhányó minták *vízben oldható elemtartalma* a talajfoltok látható heterogenitását igazolva egymástól is igen jelentősen eltért. A kontroll értékeket minden esetben meghaladta valamennyi meddőhányó minta Mn-, Zn- és Co-tartalma, és egyetlen kivétellel (T6) az Al- és Cu-tartalma.

Kimutatási határ alatti volt valamennyi talajmintában a Sn-tartalom, néhány meddőhányó minta kivételével többnyire az As-, Hg-, Se-, Mo-tartalom, sőt ritkán a Cd-, Ni-, Cr-, Pb-, egy esetben pedig a Fe-tartalom is. (T6).

Főbb kationok- és anionok mennyisége

Anionok: CO_3^{--} egyik talajmintában se volt kimutatható, HCO_3^- a három, semleges pH-értékű talajban volt (T6, T12, T13). Cl^- -ot 5 talajminta tartalmazott (T7-T11). Valamennyi meddőhányó mintának igen magas, 100-1000-szoros volt a kontroll talajokhoz viszonyított SO_4^{--} -tartalma.

Kationok: Általánosan megállapítható volt a meddőhányó talajmintákban a kationok nagy koncentrációja. A kontrollhoz viszonyított 5-28-szoros volt Ca^{++} -ion-, 2-40-szoros Mg^{++} -ion tartalom, 1,-3-szoros a Na^+ - és K^+ -ionok mennyisége.

Tápanyag- és Ca-tartalom

Az AL-oldható P_2O_5 és K_2O –tartalom a meddőhányó mintákban általában (egyetlen kivétellel:T6) nagyon alacsony, esetenként mennyiségük a kimutatási határérték alatti volt, jellemző volt a kontroll talajokhoz viszonyítottan tág NH_4^+ - és NO_3^- - arány (kontroll talajok: 0,64 -1,79, meddő talajok: 3,74-14,6). Az AL-oldható Ca-tartalom három meddőhányó mintában a főtüdői (T13) kontrollhoz hasonlóan magas (T2, T6, T10), a többi mintában alacsony, vagy nagyon alacsony volt.

Növényminták

Általános vonások: A toxikus elemek közül csupán a meddőhányón nőtt növények mintáiban volt kimutatási határ, sőt többnyire a kritikusnak nevezhető koncentráció fölött az As, Cd- és Pb- koncentrációja, esetenként a Hg-tartalom is. A Zn, Fe, Mn, Al-tartalom értékei a kontrollt gyakran 100-szorosán meghaladták.

A növényfajok akkumulációját jellemző eredmények:

- Kiemelkedő volt a nyár és a fűzfa levelének elemkoncentrációja (As, Hg, Se, Zn, Cd, Mn).
- Az akác elemtartalma alacsony volt, kivéve a Ni- és semleges pH-n a Mo-tartalmat.
- A siska nádtíppan gyökerének kiemelkedő volt a Cu-, Fe- és Al-tartalma.

Időbeli változások a szennyezett területen

- Az 1980-as évek mintáihoz képest (pl.Turcsányi 1990) - a valószínűsíthetően számos mintavételi eltérés ellenére - említést érdemel az a tény, hogy - valószínűleg a pH-érték, s az oldhatósági viszonyok változása miatt (Ulrich 1983, Mengel 1984, König et al. 1986).
- növekvő koncentrációt mutatott a növényekben a Hg, As, Cd és a Mn mennyisége.

3.4. Vizsgálatok és tanulmányok alapján kiválasztott növényfajok beszerzése, a magok elővizsgálata

A magok beszerzésének módjai voltak: terepi begyűjtés, vásárlás, megkérés botanikus kertekből. A vizsgálatra szánt növényfajokat az elővizsgálatok és a szakirodalmi adatok alapján a következő családok képviselik: Boraginaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Gramineae, Liliaceae, Papaveracea, Poligonaceae, Scrophulariaceae (részletezve mellékletben).

A magok elővizsgálata

A vizsgálati cél a növényfajok csírázási tulajdonságainak pontos megismerése volt, különösen a begyűjtött vad flóra tagjaira és a vontatottan csírázó fajokra vonatkozóan (**5. sz. Melléklet**).

Hivatkozott irodalom

- GERDEMANN, J.W. and NICOLSON, T.H. 1963: Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, **46**: 235-244.
- KÁDÁR, I. 1995: A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon, Akaprint Budapest, p. 174-178.
- KÖNIG, N, BACCINI,P., ULRICH, B. 1986. Der Einfluss der natürlichen organischen Substanzen auf die Metallverteilung zwischen Boden und Bodenlösung in saueren Waldboden. *Z. Pflanzenernaehrung und Bodenkunde*, 149:68-82.
- MENGEL, K. 1984. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 466
- SCHENCK, N.C. and PÉREZ, Y. 1987: Manual for the Identification of VA Mycorrhizal Fungi. 3rd Ed. Synergistic Publ., Gainesville, Florida.
- SOÓ R.1964-1973. A magyar flóra és vegetáció rendszertani, növényföldrajzi kézikönyve, I-VI. Akadémiai Kiadó, Budapest
- TAKÁCS, T., BRATEK, B. 1997: Az arbuskuláris mikorrhiza gombák rendszertana. *Mikológiai Közlemények*, 36(1):47-87.
- TURCSÁNYI G. 1990.:Ipari és bányászati eredetű meddőhányók növényeinek elemakkumulációja. Kandidátusi disszertáció, ATE, Növénytani és Növényélettani Tanszék, Gödöllő
- ULRICH, B. 1983. Effects of acid deposition 31-41. In: Beilke,S., Elshont,A.J. (eds) :Acid deposition. Proc. Of CEC Workshop Org. As part of the Concerted Action Physio-Chemical Behavior of the Atmospheric Pollutants. Berlin, September 9, 1982.

4. Mellékletek

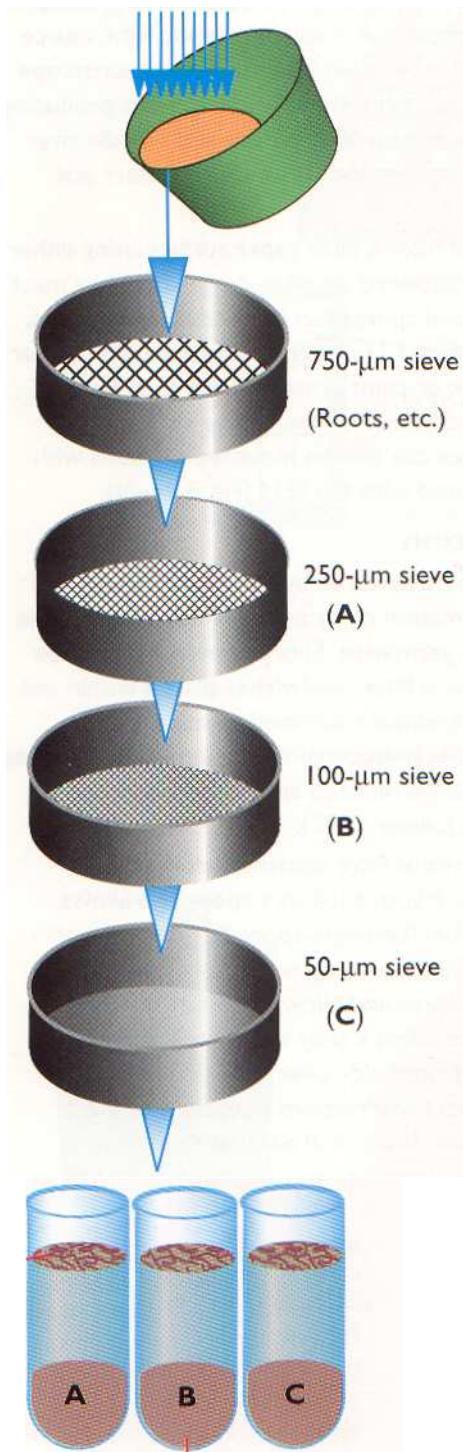
1. sz. Melléklet. A kísérletekben használni kívánt növények mikorrhizálódási és fémakkumulációs képességük szerint

Növény	Latin név	Növénycsalád	
Repce		Brassicaceae (Keresztesvirágúak)	Hiperakkumulálók, de nem mikorrhizálódnak
Spenót	<i>Spinacia oleracea</i>	Chenopodiaceae (libatopfélék családja)	
Kerti laboda	<i>Atriplex hortensis</i>		
Sóska	<i>Rumex sp.</i>	Poligonaceae (Keserűfűfélék családja)	
Kerti oroszlánszál	<i>Antirrhinum majus</i>	Scrophulariaceae (Tátogatófélék családja)	
Disznóparéj	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	Amaranthaceae (Amarantfélék családja)	
Árpa	<i>Hordeum vulgare</i>	Poaceae (Fűfélék családja)	
Ricinus	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae (Kutyatejfélék családja)	Akkumulálók és mikorrhizálódnak
Mák	<i>Papaver somniferum</i>	Papaveraceae (Mákfélék családja)	
Pipacs	<i>Papaver orientale</i>		
Vérehulló Fecskefű	<i>Chelidonium majus</i>		
Kerti zsálya	<i>Salvia officinalis</i>	Labiatae (Ajakosok családja)	
Uborka	<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae (Tököfélék családja)	
Kukorica	<i>Zea mays</i>	Poaceae (Fűfélék családja)	Rhizofiltrátorok és mikorrhizálódnak
Napraforgó	<i>Helianthus annuus</i>	Compositae (Fészkesek családja)	

Növény	Latin név	Növénycsalád	
Körömvirág	<i>Calendula officinalis</i>	Compositae (Fészkesek családja)	Nem akkumulálók jól mikorrhizálódnak
Bársonyvirág	<i>Tagetes sp.</i>		
Kamilla	<i>Matricaria recutita</i>		
Napraforgó	<i>Helianthus annuus</i>		
Kerti saláta	<i>Lactuca sativa</i>		
Vörös here	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae (Pillangósok)	
Veteményborsó	<i>Pisum sativum</i>		
Takarmány lucerna	<i>Medicago sativa</i>		
Szója	<i>Glycine max</i>		
Kukorica	<i>Zea mays</i>	Poaceae (Fűfélék családja)	
Szudáni fű	<i>Sorghum sudanense</i>		
Cirok	<i>Sorghum sp.</i>		

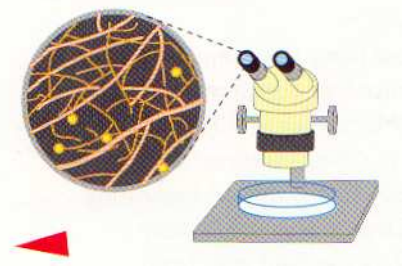
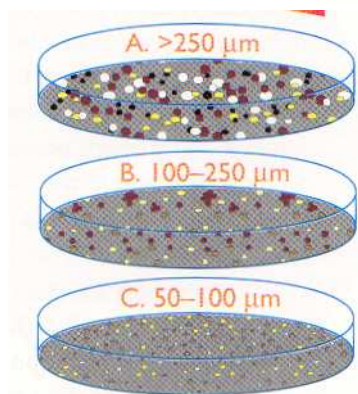
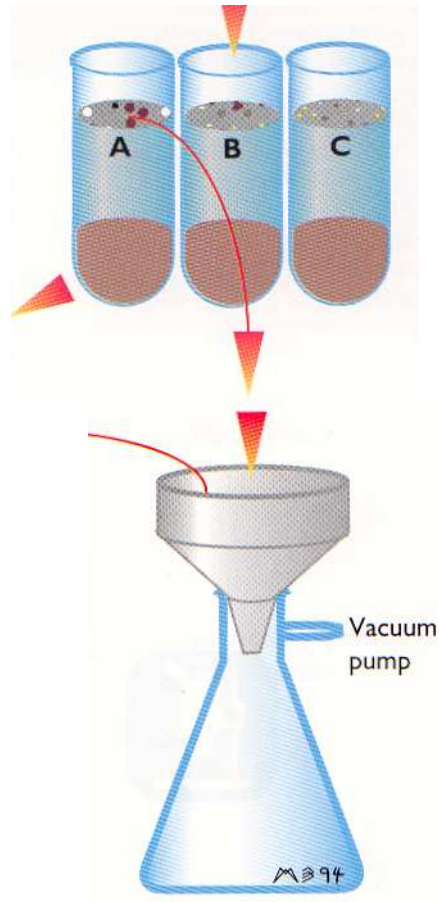
2. sz. Melléklet. Az AMF-spórák izolálásának menete, nedves szitálásos frakcionálás (Brundrett, 1996)

Talajszuszpenzió



Szűrlet

50%-os cukor oldat, felülúszóban spórák



Mikroszkópos vizsgálat, AMF-spórák tipizálása

3. sz. Melléklet. Vizsgálati helyszínek, mintavételezés

A kijelölt területekről, annak méretétől vagy szemmel látható egységességétől függően (növények színeződése, fejlettsége valamint hányóföld vizuális jellemzői alapján) vettünk talaj – és növénymintát. A talajmintákat a növények gyökerezettségét követve általánosan 30 cm mélységig vettük, a szemmel láthatóan különböző rétegeket elkülönítettük. A domináns fajokból – lehetőség szerint mindig több (10-20), hasonló fejlettségű növényegyedről- egyesített növénymintát gyűjtöttünk. A talajmintavétel a növények közelében, 1 m-enként történt a kijelölt foltokon, a kémiai vizsgálatok előtt az azonos folton belüli mintákból átlagmintát képeztünk.

Általános benyomások:

A meddőhányó növényi borítottsága az elmúlt években jelentősen nőtt. Gyakoriak a 80-100%-osan borított területek, s kisebb-nagyobb foltokban tűnnek elő a teljesen kopár, vagy a növényvel alig fedett, 10-30%-osan borított területek. A dús és általában fejlett növényállomány az idei nyár (főként július hónap) jó csapadékelátottságának is valószínű következménye. A munka szempontjából elsődlegesen a kopár, növényvel kevésbé fedett területek talaj és növényállománya volt a hangsúlyos.

Szennyezett terület

Gyakori növényfajok a max. 30 %-os borítottságú terület foltokon, Gyöngyösorszi, 2001. július

-lágyszárúak:

Domináns fajok :Calamagrostis epigeios L., Hieracium laevigatum Willd., Phragmites communis Trin.

Egyéb fajok: Achillea distans W. et K. és A. millefolium L., Astragalus glycyphyllos L., Carex flava L., Carthamus lanatus L., Coronilla emerus L., Echium vulgare L., Euphorbia salicifolia Host., Festuca rupicola Heuff., Geum urbanum L., Hypericum perforatum L., Nardus stricta L., Poa nemoralis L., Rumex patientia L., Scabiosa ochroleuca L., Trifolium rubens L., Tussilago farfara L., Veronica spicta L.

-fásszárú növények:

Domináns fajok: Populus alba L., Robinia pseudo-acacia L., Rubus fruticosus L., Salix caprea L.

Egyéb fajok: Acer pseudocarpus L., Rosa arvensis L.

Kontroll terület: Fótfürdő: talaj- és növényminták . A Gyöngyösorszin megmintázott növényfajok közül megtaláltuk a Calamagrostis epigeios L., a Phragmites communis Trin. Populus alba L. és Robinia pseudo-acacia L. fajt, míg a nemzetség másik fajtát találtuk meg a Hypericum és a Salix nemzetségből (H. perforatum L. helyett a H. bupleroides Gmel.-t, a Salix caprea L. faj helyett a S. triandra L.-t).

Kontroll terület: Kompolt : talajminta (SZIE Mezőgazdasági Kutató Intézet szántó területe)

Minták kémiai analízishez:

Talajminta:

Gyöngyösorosziból 11 db (Jele: T1- T11),
Kontroll területekről 1-1 db (Jele: T12-Kompolt és T13-Fótfürdő)

Növénytinta:

Gyöngyösorosziból 16 db (Jele: 1-16)
Kontroll területekről 10 db (Jele: 17-26)

Vizsgált minták:

Talajminták

Gyöngyösoroszi meddőhányó talajmintái

- T1 mintaterület 1 (0-10 cm)
- T2 mintaterület 1 (10-30 cm)
- T3 mintaterület 2 (0-30 cm)
- T4 mintaterület 3 (0-30 cm)
- T5 mintaterület 4 (0-30 cm)
- T6 mintaterület 5 (0-30 cm)
- T7 mintaterület 6 (0-30 cm)
- T8 mintaterület 7 (0-10 cm)
- T9 mintaterület 7 (10-30 cm)
- T10 mintaterület 8 (0-30 cm)
- T11 mintaterület 9 (0-30 cm)

Kontroll területek talajmintái

- T12 Kompolti csernozjom barna erdőtalaj (0-30 cm)
- T13 Fótfürdői homoktalaj (0-30 cm)

Növénytinták

Gyöngyösoroszi meddőhányó növénytintái

1. Robinia pseudo-acacia L., mintaterület 1(T1, T2) szár (faszövet)
2. Robinia pseudo-acacia L., mintaterület 1(T1, T2) levél
3. Robinia pseudo-acacia L., mintaterület 3 (T4), szár (faszövet)
4. Robinia pseudo-acacia L., mintaterület 3 (T4), levél
5. Populus alba L. mintaterület 1 (T1, T2), szár (faszövet)
6. Populus alba L. mintaterület 1 (T1, T2), levél
7. Populus alba L. mintaterület 3 (T4), szár (faszövet)
8. Populus alba L. mintaterület 3 (T4), levél
9. Salix caprea mintaterület 2 (T3), szár (faszövet)
10. Salix caprea mintaterület 2 (T3), levél
11. Calamagrostis epigeios L., mintaterület 1(T1, T2) ,hajtás
12. Calamagrostis epigeios L., mintaterület 3 (T4), hajtás
13. Calamagrostis epigeios L. mintaterület 1 (T1, T2), gyökér
14. Calamagrostis epigeios L. mintaterület 3 (T4), gyökér
15. Phragmites communis Trin. mintaterület 9 (T11), hajtás
16. Hieracium laevigatum Willd. mintaterület 9 (T11), hajtás

Kontroll terület növénymintái, Fótfürdő:

17. Robinia pseudo-acacia L., szár (faszövet)
18. Robinia pseudo-acacia L., levél
19. Salix sp., szár (faszövet)
20. Salix sp., levél
21. Populus alba L., szár (faszövet)
22. Populus alba L., levél
23. Hieracium bupleroides Gmel., hajtás
24. Phragmites communis Trin., hajtás
25. Calamagrostis epigeios L., hajtás
26. Calamagrostis epigeios L., gyökér

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
TALAJTANI ÉS AGROKÉMIAI KUTATÓ INTÉZETE
 BUDAPEST II. HERMAN OTTÓ ÚT 15.
 telefon:3564-644; 212-2265
 fax: 214-9007/5; 214-4816

4. sz. Melléklet. VIZSGÁLATI EREDMÉNYKÖZLÉS

Vizsgálati módszer:

Összes P, K: ICP plazmaemissziós spektrometriás elemanalízis MSZ 21470-50:1998;

Összes-N: MSZ-08-0012-10:1987

Összes Ca: MSZ-21470/50

NH₄-N; NO₃-N: MSZ 20135:1999, majd vízgőzdesztilláció

Felvehető P, K: MSZ 20135:1999

Toxikus szervesetlen szennyezők vizsgálata: ICP plazmaemissziós spektrometriás elemanalízisek salétromsavas, vizes kivonatból: MSZ 21978-9:1985.

Általános talajkémiai vizsgálatok:

- **mintaelőkészítés, pH:** MSZ 21470/2-81;
- **Arany-féle kötöttség (K_A):** MSZ 21470/51-83;
- **CaCO₃%, só%:** MSZ-08-0206-2/78;
- **H%:** Tyurin-módszer

Vizsgálati eredmények

Labor szám	Mintakód	AL-oldható elemek, mg/kg			KCl-oldható elemek, mg/kg	
		P ₂ O ₅	Ca	K ₂ O	NH ₄ -N	NO ₃ -N
1075	T1	9,39	1960	104	16,3	2,13
1076	T2	<KH	15500	58,3	9,86	0,55
1077	T3	0,97	4310	146	3,77	0,63
1078	T4	<KH	3760	105	9,58	2,56
1079	T5	2,39	2260	66,4	12,3	2,47
1080	T6	6,20	39500	284	7,27	1,32
1081	T7	29,30	2950	61,8	14,6	Ø
1082	T8	3,51	2970	41,5	14,2	2,84
1083	T9	12,30	5490	74,8	14,2	Ø
1084	T10	<KH	17700	54,8	1,55	Ø
1085	T11	<KH	4430	77,4	14,1	1,13
1086	T12	649	7110	586	7,33	11,3
1087	T13	45,8	27500	111	4,42	2,46

Labor szám	Mintakód	Összes elemtartalom, mg/kg				
		P	Ca	N	K	S
1075	T1	87,6	1580	1100	15260	4310
1076	T2	176	14800	100	5520	18800
1077	T3	425	8090	400	8650	14400*
1078	T4	598	5120	500	6950	11200
1079	T5	610	2900	700	8730	8810
1080	T6	347	41900	100	6160	52100*
1081	T7	97,4	3550	1300	12260	5510
1082	T8	104	4020	700	15420	12300
1083	T9	148	6790	1100	11020	18700
1084	T10	434	16800	70	5440	31800
1085	T11	647	6060	700	5850	12900
1086	T12	987	8960	1700	8360	419
1087	T13	504	40400	500	2540	112

*Valamilyen komponens állás közben kivált a roncsolmányból. Elemi kénre gyanakszom.

Labor szám	Mintakód	Általános talajkémiai vizsgálatok					
		pH(H ₂ O)	K _A	só, %	CaCO ₃ , %	H, %	Szerves C, %
1075	T1	3,01	63	0,17	∅	0,20	0,116
1076	T2	3,22	34	0,09	∅	0,10	0,058
1077	T3	3,33	46	0,16	∅	0,37	0,215
1078	T4	3,49	44	0,15	∅	0,87	0,505
1079	T5	3,27	47	0,16	∅	0,79	0,458
1080	T6	7,28	58	0,23	13,8	5,08	2,95
1081	T7	2,62	67	0,27	∅	0,13	0,075
1082	T8	2,48	60	0,30	∅	0,34	0,197
1083	T9	2,58	60	0,29	∅	0,18	0,104
1084	T10	2,44	34	0,40	∅	0,32	0,186
1085	T11	3,33	40	0,15	∅	1,05	0,609
1086	T12	7,07	41	0,05	1,1	2,98	1,73
1087	T13	7,57	26	<0,02	12,9	1,05	0,609

Labor szám	Mintakód	Vizes kivonat (1:5) kationjai, mg/kg							
		Ca	Mg	Na	K	CO ²⁻ ₃	HCO ⁻ ₃	Cl ⁻	SO ²⁻ ₄
1075	T1	419	25,3	51,8	79,3	∅	∅	∅	1398
1076	T2	3153	39,7	50,8	58,6	∅	∅	∅	7560
1077	T3	2871	253	43,8	79,1	∅	∅	∅	8100
1078	T4	1919	147	40,0	65,2	∅	∅	∅	5974
1079	T5	1058	76,2	35,6	55,0	∅	∅	∅	3749
1080	T6	3100	247	339	117	∅	134	∅	9409
1081	T7	1647	112	109	155	∅	∅	68,9	7296
1082	T8	3292	144	71,9	107	∅	∅	68,9	8453
1083	T9	3115	94,8	57,8	82,8	∅	∅	138	10140
1084	T10	2963	444	47,2	54,4	∅	∅	34,5	13630
1085	T11	2753	141	45,1	61,4	∅	∅	103	9451
1086	T12	145	12,6	30,9	48,8	∅	401	∅	68,9
1087	T13	273	6,32	24,9	34,3	∅	334	∅	19,2

Labor szám	Minta- kód	Összes elemtartalom, mg/kg												
		As	Hg	Mo	Zn	Pb	Co	Cd	Ni	Cr	Cu	Sn	Ba	Se
1075	T1	21,7	<KH	0,860	74,2	117	1,60	0,43	0,466	21,8	20,4	3,01	473	7,19
1076	T2	61,8	<KH	0,662	67,9	726	0,678	0,56	0,401	11,2	69,2	3,38	84,3	1,61
1077	T3	188	<KH	0,763	154	317	8,58	2,06	3,42	18,8	59,9	6,18	114	7,17
1078	T4	126	<KH	0,975	598	2070	16,0	3,31	8,06	24,4	109	7,81	261	7,25
1079	T5	102	<KH	0,611	590	227	7,43	2,95	4,48	15,9	141	6,17	204	0,938
1080	T6	745	4,48	2,26	5016	2897	13,3	30,5	7,86	17,6	1200	6,77	63,2	3,65
1081	T7	2,97	<KH	1,27	47,2	19,9	1,92	0,221	0,534	9,6	10,8	3,17	427	7,01
1082	T8	95,3	6,68	0,669	106	337	1,57	0,946	2,22	15,9	30,9	2,37	68,7	3,58
1083	T9	76,9	<KH	0,43	88,6	356	1,25	0,712	0,158	15,2	23,2	4,13	219	2,84
1084	T10	1,64	1,02	1,70	199	726	3,19	3,94	2,20	12,2	282	6,68	50,3	12,5
1085	T11	149	<KH	0,98	630	431	13,6	3,38	6,86	20,1	125	7,03	187	0,261
1086	T12	9,83	<KH	<KH	94,7	18,5	15,6	0,167	35,1	52,1	19,0	2,91	235	<KH
1087	T13	2,65	<KH	<KH	35,1	8,33	6,59	0,107	14,2	19,0	7,8	0,632	42,1	<KH
	KH		0,5	0,025										0,15

Labor- szám	Minta- kód	Szervetlen toxikus elemek, 1 : 10 vizes kivonat, µg/L															
		Fe	Mn	Al	As	Hg	Mo	Zn	Pb	Co	Cd	Ni	Cr	Cu	Sn	Ba	Se
1075	T1	20	545	1070	<KH	<KH	9,5	607	<KH	14,3	<KH	3,9	2,2	53,2	<KH	35,5	<KH
1076	T2	51	613	6940	<KH	<KH	<KH	476	40,0	13,7	4,4	11,7	4,7	136	<KH	14,1	<KH
1077	T3	2	5600	4190	<KH	<KH	4,0	975	10,0	89,5	8,2	31,1	<KH	92,8	<KH	145	<KH
1078	T4	17	8050	10600	<KH	<KH	<KH	7100	20,1	145	44,0	44,1	10,0	294	<KH	78,4	<KH
1079	T5	18	3500	13300	<KH	<KH	<KH	5180	19,8	84,4	27,4	32,2	3,9	274	<KH	94,4	<KH
1080	T6	<KH	1330	16	7,0	5,9	7,5	317	<KH	10,3	16,4	<KH	10,9	4,4	<KH	21,4	12,0
1081	T7	944	2750	20800	<KH	<KH	<KH	1330	<KH	82,7	4,0	32,1	14,2	279	<KH	28,1	7,5
1082	T8	3170	1650	22000	6,0	<KH	7,2	4300	385	77,0	14,2	34,0	21,6	607	<KH	20,8	8,6
1083	T9	3340	1670	34100	<KH	<KH	<KH	3000	148	58,4	11,2	29,9	15,1	490	<KH	16,7	<KH
1084	T10	10700	6510	70000	<KH	14,8	<KH	6650	<KH	155	28,7	69,1	33,4	1550	<KH	9,4	9,6
1085	T11	19	7300	18900	<KH	<KH	<KH	9360	109	161	54,4	43,9	7,1	449	<KH	60,3	<KH
1086	T12	49	18	73	<KH	<KH	<KH	7,3	<KH	2,4	<KH	5,2	9,7	20,1	<KH	13,4	<KH
1087	T13	28	23	47	<KH	<KH	<KH	3,9	<KH	2,9	<KH	<KH	7,2	8,5	<KH	16,1	<KH
	KH	0,3			1,1	10	0,5		2,0		0,2	1,0	0,4		1,7		3,0

Növényminták

Labor- szám	Minta- kód	Szervetlen toxikus elemek, mg/kg szárazanyag														
		Fe	Mn	Al	As	Hg	Mo	Zn	Pb	Co	Cd	Ni	Cr	Cu	Ba	Se
1091	1	29,9	92,6	15,3	<KH	<KH	0,502	53,9	1,15	0,131	0,439	3,0	0,261	5,25	3,9	<KH
1092	2	252	450	56,4	<KH	<KH	<KH	139	1,32	0,676	0,312	1,27	0,348	5,99	5,88	<KH
1093	3	83,7	158	63,2	<KH	<KH	<KH	51	0,175	0,447	0,334	4,16	1,12	7,13	9,54	<KH
1094	4	149	967	90,0	<KH	<KH	<KH	178	0,633	1,96	0,859	4,47	0,308	20,6	9,98	<KH
1095	5	65,3	81,4	43,2	<KH	<KH	<KH	298	2,17	1,33	1,80	1,4	0,415	10,5	0,478	<KH
1096	6	544	413	374	1,67	<KH	0,128	1160	8,86	11,8	3,71	3,94	0,663	15,4	1,95	0,282
1097	7	122	69,3	71,9	0,397	<KH	<KH	303	2,90	0,836	1,61	0,927	0,717	9,81	1,07	<KH
1098	8	239	324	284	0,844	0,569	0,14	1240	4,39	6,38	2,92	2,42	0,531	16,3	1,41	<KH
1099	9	55,8	2250	33,3	<KH	<KH	<KH	409	1,31	0,707	9,58	0,355	0,428	16,8	2,97	0,485
1100	10	102	11100	57,4	<KH	0,907	<KH	1660	1,86	7,03	15,1	2,78	0,825	12,3	2,97	3,59
1101	11	311	503	111	0,254	<KH	<KH	69,2	1,91	0,244	1,45	0,473	2,07	3,88	8,92	<KH
1102	12	159	411	118	<KH	<KH	<KH	31,5	0,72	0,236	0,562	1,15	2,1	2,99	4,81	<KH
1103	13	4510	547	2690	2,49	1,05	0,17	598	10,9	4,15	2,57	2,69	13,5	37,6	32,4	<KH
1104	14	3430	527	1990	1,93	<KH	<KH	377	24,0	5,48	1,57	2,2	4,79	68,7	22,3	<KH
1105	15	89,5	71,9	29,9	<KH	<KH	0,221	34,5	1,13	0,019	0,022	0,345	1,35	4,55	0,703	<KH
1106	16	216	1160	306	<KH	<KH	<KH	193	1,1	2,59	2,83	1,61	0,96	8,0	29,4	<KH
	KH				0,055	0,5	0,025									0,15

Növényminták

Labor szám	Minta- kód	Szervetlen toxikus elemek, mg/kg szárazanyag														
		Fe	Mn	Al	As	Hg	Mo	Zn	Pb	Co	Cd	Ni	Cr	Cu	Ba	Se
1107	17	44,5	11,2	12,9	<KH	<KH	3,09	29,7	0,203	<KH	0,008	0,914	0,579	6,27	11,7	<KH
1108	18	68,1	57,5	18,1	<KH	<KH	0,44	25,5	0,624	<KH	0,039	0,672	0,432	5,15	38,0	<KH
1109	19	66,7	15,4	41,2	<KH	<KH	<KH	54,1	0,37	<KH	0,518	0,567	0,968	7,3	2,84	<KH
1110	20	137	45,2	50,7	<KH	1,73	0,277	105	1,92	0,231	0,86	1,37	0,34	12,3	5,07	<KH
1111	21	36,9	20,1	36,0	<KH	<KH	<KH	74,1	0,378	<KH	0,906	0,8	0,744	5,61	4,91	<KH
1112	22	64,7	79,3	27,3	<KH	<KH	0,121	259	0,5	0,457	1,5	0,065	0,44	7,29	6,41	<KH
1113	23	310	23,6	209	<KH	<KH	0,774	45,5	0,831	0,157	0,175	3,81	5,4	11,7	9,2	<KH
1114	24	79,2	8,64	15,5	<KH	<KH	0,25	21,8	0,551	<KH	<KH	1,17	2,16	4,33	11,4	<KH
1115	25	91,8	65,7	52,5	<KH	0,6	1,35	16,5	0,434	<KH	0,04	1,69	2,62	2,42	14,1	<KH
1116	26	491	157	294	<KH	<KH	0,635	81,2	0,806	0,245	0,161	1,66	3,43	21,7	7,13	<KH
	KH				0,055	0,5	0,025			0,1						0,15

Az eredmények a vizsgált mintákra vonatkoznak.

Budapest, 2001. november 20.

5. sz. Melléklet. Vizsgálatok és tanulmányok alapján kiválasztott növényfajok listája, a magok elővizsgálati eredményei

A magok beszerzésének módjai voltak: begyűjtés, vásárlás, megkérés botanikus kertekből.
Saját maggyűjtés

Gyöngyösorosziból:

Calamagrostis epigeios L.(siska nádtippán), Gramineae

Hieracium laevigatum Willd.(élesfogú hölgymál), Compositae

Egyéb helyekről (Kompolt, Váchartyán) 7 db

Anthriscum majus L.,(kerti oroszlánszáj) , Scrophulariaceae

Atriplex hortensis L. (kerti laboda), Chenopodiaceae

Calendula officinalis L. (körömvirág), Compositae

Chelidonium majus L. (vérehulló fecskefü) Papaveraceae

Cheiranthus cheirii L.(sárga viola), Brassicaceae

Diplotaxis tenuifolia (Just.)DC. (szabdalt kányazsázsza), Brassicaceae

Erysimum cheiranthoides L. (violás repcsény), Brassicaceae

Vásárlás

Allium porrum (póréhagyma) cv. Elephant, Liliaceae

Allium schoenoprasum L.(metélő hagyma), Liliaceae

Cucumis sativus L.(uborka), cv.Zita F1, Cucurbitaceae

Lactuca sativa L. convar. capitata Alef.(fejes saláta), cv.Kobak, Compositae

Helianthus annuus L. (napraforgó), cv. Marica-2, Compositae

Raphanus sativus L. (retek), cv. Müncheneri sörretek, Brassicaceae

Raphanus sativus L. (retek), cv. Jégcsapretek, Brassicaceae

Ricinus communis L. (ricinus), Euphorbiaceae

Rumex rugosus Campd.(kerti sóska), cv. Pallagi nagylevelű, Polygonaceae

Zea mays L.(kukorica), SzeTc 277, Gramineae

Botanikuskeri anyag

Echium plantagineum, Boraginaceae

Glaucium flavum, Papaveraceae

Silene gallica L., Caryophyllaceae

A magok elővizsgálata

Kontroll talajon magkezeléssel (beállítás előtt hidegkezelés, szárítás, és a kettő együttese)

szárítás: 28-30 °C-on, 1 hétig

hidegkezelés: 4-5 °C-on, 4 napig (enyhén benedvesített papír között)

csíráztatás: 25 °C-on

Kezelések: meleg+sötét (MS), meleg+fény (MF), hideg+sötét (HS), hideg+ fény (HF)

1. Calamagrostis epigeios L., siska nádtippán (Gyöngyösorosziban gyűjtött, vad), Gramineae
2. Hieracium laevigatum Willd., élesfogú hölgymál (Gyo.-ban gyűjtött, vad), Compositae
3. Chelidonium majus L., vérehulló fecskefű (gyűjtött, vad), Papaveraceae
4. Erysimum cheiranthoides L. , violás repcsény (gyűjtött, vad), Brassicaceae
5. Diplotaxis tenuifolia (Just.) DC. , szabdalt kányazsázsa (gyűjtött, vad), Brassicaceae
6. Calendula officinalis L. , körömvirág (gyűjtött, kerti) Compositae
7. Anthyrrinum majus L., kerti oroszlánszáj (gyűjtött, kerti), Scrophulariaceae
8. Atriplex hortensis L., kerti laboda (gyűjtött, kerti), Chenopodiaceae

Begyűjtött magok kelése különböző kezelésekben

Faj	Kezelések							
	MS		MF		HS		HF	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
<i>Erysimum cheiranthoides L.</i>	40,0	14,7	35,2	22,1	36,0	18,4	25,6	17,7
<i>Calendula officinalis L.</i>	13,3	10,41	25,0	12,4	45,0	12,2	42,5	12,8
<i>Anthyrrinum majus L.</i>	5,6	3,2	42,4	24,4	4,9	2,8	40,0	11,2
<i>Atriplex hortensis L.</i>	7,5	5,0	6,8	4,3	12,5	4,1	7,4	4,2

A táblázatban nem közölt fajok csírázási eredményei 10% alattiak voltak.