

Növény–mikroba kölcsönhatások és néhány talajtulajdonság közötti összefüggés hazai szikeseken

Füzy Anna, Biró Borbála és Tóth Tibor

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Rhizobiológiai Kutatórészleg
1022 Budapest, Herman Ottó út 15. E-mail: biro@rissac.hu*

Összefoglaló: Két hazai szikes terület 4 mintavételi helyén (Hortobágy: Zám és Nyírólapos, Kiskunság: Apajpuszta és Szabadszállás: Zab-szék) jellemzően előforduló néhány domináns halofita növény (*Plantago maritima*, *Aster tripolium* és *Puccinellia limosa*) gyökérrendszerének mikrobiológiai tulajdonságait elemeztük a legfontosabb talajtulajdonságokkal, azaz a sóösszetétellel, pH-val, valamint a víztartalommal összefüggésben. A növényi rizoszféra hasznos szimbióta mikrobái (mikorrhiza gombák, növény-növekedés-serkentő fluoreszcens *Pseudomonas* baktériumok, szabadon élő nitrogénkötők) mellett az egyéb, legfontosabb mikrobacsoportok (összes csíraszám, gombák, oligotrófok) mennyiségi és esetenként minőségi meghatározását végeztük el laboratóriumi körülmények között.

A só-elem-analízisek adatai alapján a mintavételi területek jelentős eltéréseket mutattak (kloridos, szulfátos, karbonátos jellegű szikesek). A gyökérrendszer jellemző mikrobiológiai paraméterei a stresszkörülmények érzékeny indikátorai. A növény–mikroba kölcsönkapcsolatban a gyökérrendszer hasznos mikroszimbiontái az egymásrautaltság miatt általában stabilabb értékeket adtak. A fonalas gombák száma ugyanakkor a pH-érték emelkedésével szignifikánsan csökkent. Legnagyobb eltéréseket a mikorrhiza gombák működőképességét jelző arbuskuláris értékekben találtunk. A mikrobiológiai mutatókkal általában a vízháztartásban és a területhasználatban bekövetkezett változásokra is következtethetünk.

Kulcsszavak: só-stressz, halofiták, rizoszféra mikroorganizmusok, talajkörülmények

Bevezetés

A szikes területek növényvilága és a talajban, valamint a gyökérrendszerben megtalálható mikrobiota nagymértékben alkalmazkodott az ott fellépő stresszkörülményekhez (negatív ozmotikus nyomás, kedvezőtlen pH viszonyok, leromlott talajszerkezet, hirtelen bekövetkező víztartalom-változások stb.). A kedvezőtlen hatásokat az egymásrautaltság miatt általában tovább csökkentheti a gazdanövény (makrobiota) és a rizoszféra mikrobák (mikrobiota) között létrejövő szimbiotikus kapcsolat (Hasegawa *et al.* 1986). A gyökérrendszerben a növény számára számos hasznos mikrobacsoport megtalálható, és tevékenységük is közismert. A szabadon élő nitrogénkötő baktériumok (*Azotobacter* spp.) mellett a gyökér belső asszociatív és obligát nitrogénkötői fordulhatnak elő az egyszikű- vagy a pillangós növényeken. Az endomikorrhiza gombák ún. extraradikális hifái a gyökérrendszer

megnövelésével és enzimtermelésükkel passzív és aktív módon fokozzák a víz- és tápelemfelvételt, különösen a nehezen felvehető foszforét (Gerdemann 1968). A fluoreszcens-putida típusú *Pseudomonas* baktériumok jótékony hatása a növényi növekedéshormon-termelésükkel és a vaskelát (sziderofor) termelésükkel magyarázható, amelynek eredményeként képesek a talajeredetű patogén gombák távol tartására. Pozitív tulajdonságaik miatt eredményesen alkalmazhatók az ún. talajuntság szindróma csökkentésére is (Biró *et al.* 1998, Burr *et al.* 1978). A hasznos mikroszimbionták (nitrogénkötők, mikorrhiza gombák) egymás jótékony hatását fokozó ún. szinergista tulajdonságai is ismertek nem szikes, de más szélsőséges stresszkörülmények között (Biró *et al.* 1993, Tsimilli-Michael *et al.* 2000).

A stresszkörülményekhez való alkalmazkodás összetett jelenség, melynek során a növény fiziológiai állapota és ennek következtében a rizoszféra mikrobiótája is folyamatosan változik (Schwarz & Gale 1984), egymásra hatásuk egy összetettebb, a szélsőséges körülményeket jobban tűrő rendszert eredményez. A szoros egymás közötti kölcsönkapcsolat miatt a rizobiológiai paraméterek így módon alkalmasak lehetnek a környezeti stresszkörülmények és a talajtulajdonságok indikálására is. Szikes területeken ugyanakkor az ilyen jellegű vizsgálatokra meg lehetőségen kevés példa akad.

A fenti okok miatt néhány domináns sóterű növény gyökérrendszerének mikro(rizo)biológiai tulajdonságait vizsgáltuk, hogy a kolonizáltság, a mikrobás működőképesség és a szikes talajkörülmények közötti esetleges összefüggéseket feltárhassuk.

Anyag és módszer

Négy mintavételi szikes területet választottunk ki, kettőt a Hortobágyi, kettőt pedig a Kiskunsági Nemzeti Park területén. Ezek között a hortobágyi Zám kloridos (47°31,7'É, 21°2,4'K: *Artemisio-Festucetum pseudovinae* által dominált változatos juhlegelő), a nyírólaposi szulfátos (47°33,6'É, 21°18,3'K: *Artemisio-Festucetum pseudovinae* által dominált változatos juhlegelő), a kiskunsági területek (Apaj, 47°5,2'É, 19°5,8'K: *Artemisio-Festucetum pseudovinae* által dominált változatos juhlegelő, Zab-szék 46°50,6'É, 19°10,6'K: tóparti gyep *Puccinellia limosa* dominanciával) pedig karbonátos szikes jellegűek voltak. A négy helyszínen a vizsgált növényfajoknak megfelelően a szikes puszták komplex zonációrendszerének (Bodrogyózy 1965) megfelelően végeztük a mintavételezést. A zab-széki területről havi rendszerességgel, a többiről pedig évszakos gyakorisággal gyűjtöttünk talaj- és gyökérmintákat az ott élő jellegzetes halofita növények rizoszférájából (azaz *Plantago maritima*, *Aster tripolium* és *Puccinellia limosa* nö-

vényfajok gyökérrendszeréből). A talaj helyszíni elektromos vezetőképességét Martek SCT 12 típusú vezetőképesség-mérővel mértük. A négy elektród elrendezése rögzített konfiguráció szerint történt, 91 cm külső és 72 cm belső elektródtávolsággal. Ezzel az elrendezéssel maximálisan 40 cm mélységig lehet megbízhatóan meghatározni a talaj sótartalmát. Laboratóriumi *in vitro* körülmények között a jellegzetes, kitenyészthető talajmikroba-csoportok számszerű értékeit (abundanciáját) határoztuk meg egy általunk módosított, szelektív táptalajokat alkalmazó, talajhígítási módszerrel (Angerer *et al.* 1998). Meghatározásra került az össz-baktérium és gombaszám, a szabadon-élő nitrogénkötők, a fluoreszcens *Pseudomonas*-ok és az oligotróf baktériumok száma szelektív táplemezek felhasználásával (Horváth 1980, King *et al.* 1954, Martin 1950). A megfelelő talajhígítási foknál értékelt telepszámokat 1 g száraz talajra vonatkoztattuk és 10-es alapú logaritmusos skálán ábrázoltuk. Az arbuszkuláris mikorrhiza (AM) gombák kimutatásához a lemosott gyökérmintákat a vizsgálatokig 70%-os alkoholban tároltuk. Később a gyökérmintákat félórás 15%-os KOH-ban való főzés után anilinkék oldattal festettük, majd a felesleges festékoldatot tejsavas áztatással eltávolítottuk. A mikorrhizáltság mértékét fluoreszcens mikroszkóppal vizsgáltuk, majd a növényenként 30–30 gyökérszakasz adatait a Trouvelot-féle módszer alapján számoltuk (Trouvelot *et al.* 1986). Az infekciós gyakoriság mellett (M%), az adott gyökérszakaszra és az egész gyökérrendszerre kalkulált relatív és abszolút arbuszkulumszámot (a%, A%) is értékeltük.

Eredmények

A négy mintavételi terület mikrobiológiai tulajdonságai

A zab-széki terület összehasonlítva más szikes területekkel (Zám-hortobágyi kloridos, Nyírőlapos-hortobágyi szulfátos és Apajpuszta-kiskunsági karbonátos szikes) alacsony mikorrhizációs paraméterekkel jellemezhető. Hasonlóan alacsony értékeket csak a zámi mintavételi területen tapasztaltunk, ahol az elektromos vezetőképességi értékek igen magasnak (a négy hely közül a legmagasabbnak) bizonyultak.

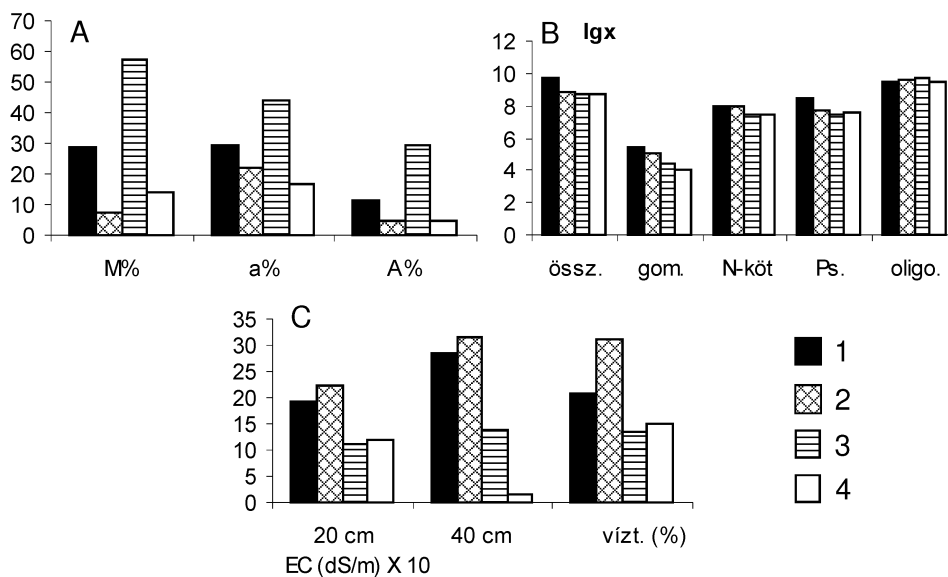
A szelektív táplemezekkel kitenyészthető különböző mikrobacsoportok abundanciája átlagosan nagy különbségeket nem mutat. Az 1 g száraz talajból kitenyészthető összes gombaszámban ugyanakkor a Nyírőlapos–Zám–Apajpuszta–Zab-szék sorrendnek megfelelően jelentős csökkenést tapasztaltunk (1. ábra).

A domináns növények rizoszférájának mikrobiológiai jellemzői

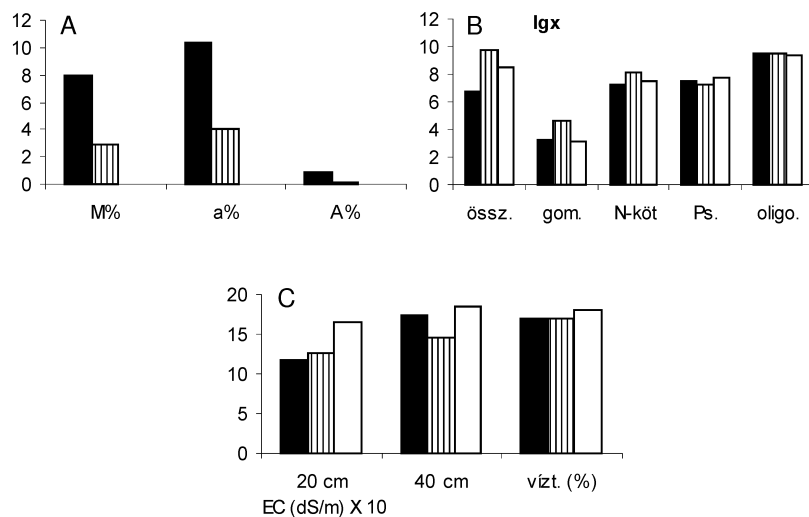
A zab-széki mintavételi területen három különböző, de egy társulást alkotó, helyileg egymás közelében előforduló gazdanövényt (*Plantago maritima*, *Aster tripolium* és *Puccinellia limosa*) mintáztunk meg. A mikorrhizáltsági mutatókat és a kitenyészthető egyéb mikrobák számát a víztartalmi, vezetőképességi adatokkal a 2. ábrán mutatjuk be.

A talajparaméterekben eltérés a 20 cm mélységben helyszíni elektromos vezetőképességi értékekben mutatkozott, mely tükrözi a tó vízszintjétől számított magassági eltéréseket. Ez a szekvencia megnyilvánul a mikorrhizációs paraméterekben is, mind a kolonizáció mértékében (M%) mind az arbuszkulumok relatív (a%) és abszolút (A%) mennyiségében. Ezek az értékek az elektromos vezetőképességgel fordítottan korrelálnak, azaz a sótartalom emelkedése az AM kolonizáció csökkenését eredményezte.

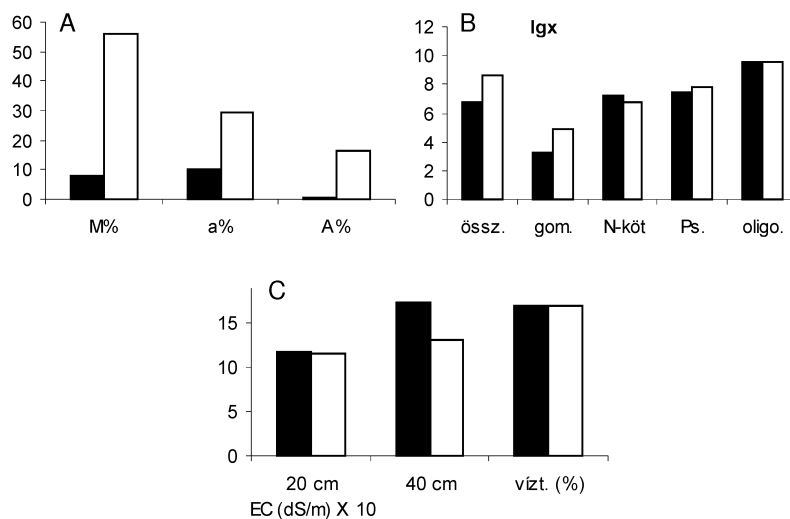
Hasonló összefüggés a kitenyészthető mikrobacsoportok abundanciaértékei-nél nem tapasztalható. Jelentősebb eltérést a gazdanövények rizoszférája között csak a baktériumok és a mikrogombák összcsíraszámában fedezhetünk fel.



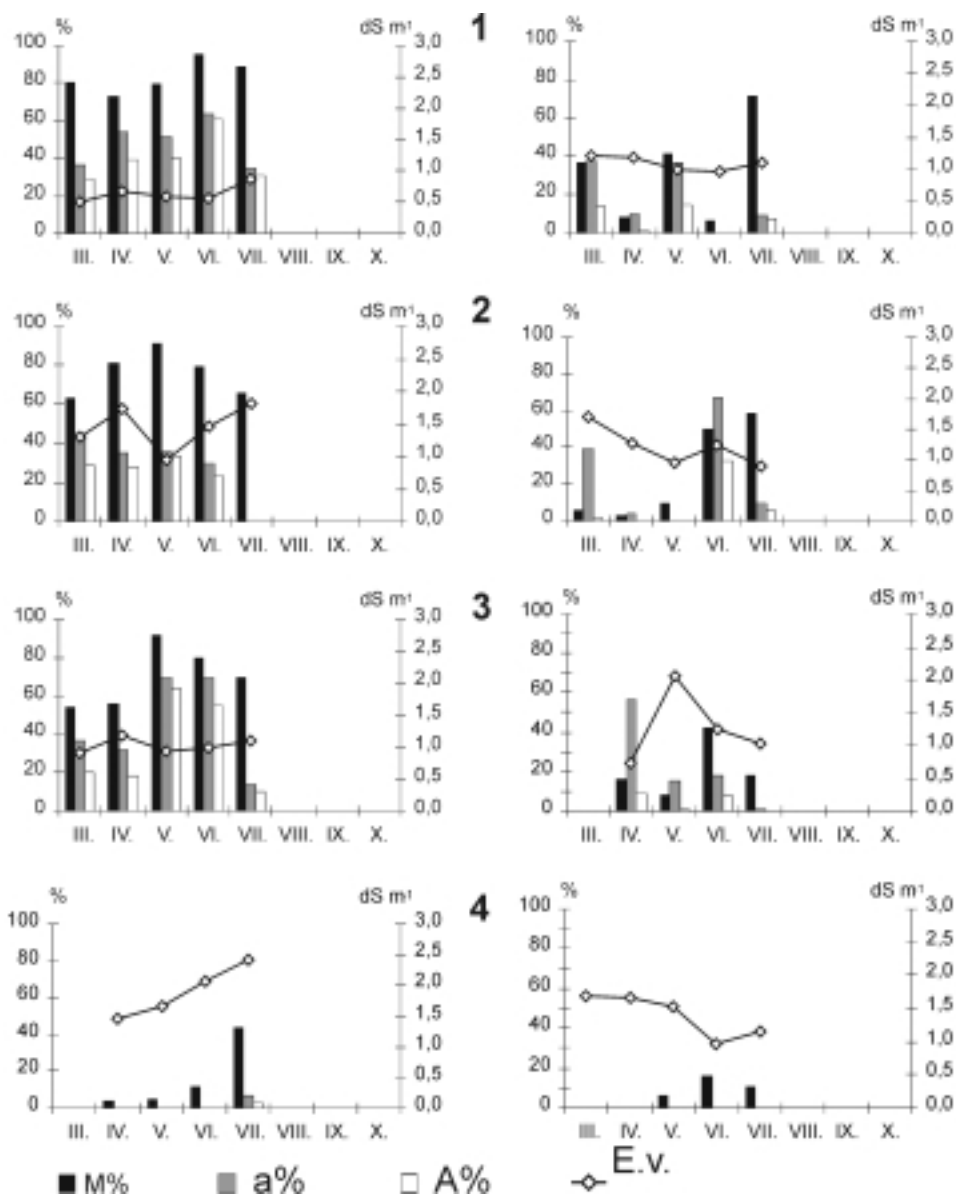
1. ábra. Négy szikes terület mikrobiológiai paramétereinek összehasonlítása. A = mikorrhizációs, B = mikrobiológiai paraméterek, C = vezetőképesség és víztartalom. Jelmagyarázat: 1 = Nyírőlapos, 2 = Zám, 3 = Apajpuszta, 4 = Zab-szék, össz. = összcsíraszám, gom. = összes gomba, N-köt. = nitrogénkötők, Ps. = fluoreszcens *Pseudomonas*ok, oligo. = oligotróf baktériumok száma 1 g száraz talajban, M% = infekció mértéke, a% = arbuszkulumok relatív mennyisége, A% = arbuszkulumok abszolút mennyisége



2. ábra. Három gazdanövény mikrobiológiai paramétereinek összehasonlítása A = mikorrhizációs, B = mikrobiológiai paraméterek, C = vezetőképesség és víztartalom. Fekete oszlop = *Plantago maritima*, függőleges sárfólyás = *Aster tripolium*, üres oszlop = *Puccinellia limosa*. Jelmagyarázat: össz. = összesírászám, gom. = összes gomba, N-köt. = nitrogénkötők, Ps. = fluoreszcens *Pseudomonas*ok, oligo. = oligotróf baktériumok száma 1 g száraz talajban, M% = infekció mértéke, a% = arbuszkulikumok relatív mennyisége, A% = arbuszkulikumok abszolút mennyisége



3. ábra. Két *Plantago maritima* gazdanövény mikrobiológiai paramétereinek összehasonlítása A = mikorrhizációs, B = mikrobiológiai paraméterek, C = vezetőképesség és víztartalom. Jelmagyarázat: össz. = összesírászám, gom. = összes gomba, N-köt. = nitrogénkötők, Ps. = fluoreszcens *Pseudomonas*ok, oligo. = oligotróf baktériumok száma 1 g száraz talajban, M% = infekció mértéke, a% = arbuszkulikumok relatív mennyisége, A% = arbuszkulikumok abszolút mennyisége



4. ábra. Két mintavételi hely mikorrizációs paramétereinek szezonális dinamikája. Jelmagyarázat: baloldali oszlop = Apajpuszta, jobboldali oszlop = Zab-szék, 1 = *Plantago maritima*, 2 = *Aster tripolium*, 3 = *Artemisia maritima*, 4 = *Puccinellia limosa*, M%: infekció mértéke, a%: arbuszkulumok relatív mennyisége, A%: arbuszkulumok abszolút mennyisége, E.v.: elektromos vezetőképesség)

Egyféle gazdanövény rizobiológiai jellemzése

A hasonló környezeti paraméterekkel jellemezhető egyazon mintavételi terület (Zab-szék) két jellegzetes pontján azonos gazdanövények (*Plantago maritima*) rizoszférájának az összehasonlító értékelését is elvégeztük. A két mintapontból származó növény mikrobiális paraméterei között jelentős eltérések adódtak (3. ábra). Viszonylag stabil értékeket ebben az esetben is (hasonlóan a három különböző gazdanövénynél a 2. ábrán kapott értékekhez) az oligotróf baktériumokra, valamint a hasznos mikrobákként ismert nitrogénkötőkre és *Pseudomonas*-okra kaptunk. Az összes gomba- és baktériumszámok a mikorrhizációs paraméterekkel pozitív, a 0–40 cm mélységben mért helyszíni elektromos vezetőképességi értékekkel pedig negatív összefüggést mutatnak.

A mikorrhizáltság szezonális dinamikája

A 4. ábrán négy halofita növény mikorrhizációs értékeinek időbeli változását tüntettük föl. Az értékek a 2001. év folyamán végzett havonkénti mintavételből származó eredményeket mutatják márciustól júliusig két mintavételi területen, Zab-széken és Apajpusztán (a két terület talajfizikai és -kémiai értékei hasonlóak, jelentős különbséget a zab-széki mintavételi terület közvetlen közelében elterülő szikes tó képez). A hasonló adottságok ellenére az évszakos változásokban mutatkozó eltérések szembetűnők. Míg az apajpusztai területen magas értékeket mutató, stabil szezonális dinamikát figyelhetünk meg, virágzás körüli maximummal (május–július), addig Zab-széken a lényegesen gyengébb mikorrhizációs paraméterek „ugrálnak”, a vegetációs periódussal párhuzamos változás nem tapasztalható.

Az eredmények értékelése

Négy mintavételi terület domináns halofita növényeinek rhizobiológiai tulajdonságait hasonlítottuk össze a szikesség mértéke (só-ion-vezetőképesség) és a talajminta víztartalma függvényében. Az eredmények a talajkörnyezeti körülmények és a mikrobás aktivitások közötti szoros összefüggéseket jelzik.

A zab-széki terület viszonylagosan alacsony mikorrhizációs értékeit valószínűsíthetően a szélsőséges vízviszonyok okozzák, a tó közelsége miatt ugyanis a vízborítástól a teljes kiszáradásig változhat a vízállapot. A mikrogombák alacsony számát a területen a többi mintavételi helyhez képest magasabb, 9 fölötti ($9,35 \pm 0,11$) pH érték indokolja. A mikroszkopikus, fonalas gombák száma ugyanis irodalmi adatok szerint jellegzetesen a savanyúság mértékével növekszik.

Az adott magassági és sókoncentrációjú területeket előnyben részesítő gazdanövények mikorrhizációs paraméterei jellegzetes eltéréseket mutatnak, gazdanövényre specifikusak. A kitenyészthető mikrobák közül az oligotróf baktériumok viszonylag stabil, állandó száma a „k” (konstans) stratégiájukkal magyarázható. Az oligotrófok ugyanis lassan növekedő, kevés tápanyagon megélő, hosszú ideig perzisztens mikrobacsoport, amely a környezet változásaira igénytelensége miatt nem reagál érzékenyen. A gyors szaporodású, ún. „r” (rapid) stratégista, nagy tápanyagigényű heterotróf baktériumokkal szemben a környezet, ökoszisztéma stabilitását jelzik. Újabb vizsgálatok szerint ezeket a mikrobacsoportokat eredményesen alkalmazzák egyéb stressz körülmények között is (pl. nehézfém-szennyezettség) a környezeti állapot indikálására.

A növényvel szorosabb kapcsolatban lévő nitrogénkötőkre és *Pseudomonas* baktériumokra kapott értékek is kisebb szórást mutatnak, utalván a gazdanövényvel alkotott kapcsolat stresszpufferoló képességére. Említett jelenséget korábbi, bioenergetikai vizsgálataink is igazolták (Köves-Péchy *et al.* 1998).

Az azonos környezeti feltételekkel jellemezhető egyazon fajba tartozó gazdanövények változó mikrobiális paramétereit a vízviszonyok szélsőséges változásaira (tópart) és az ökoszisztéma viszonylagos instabilitására (megművelt területek közelsége) vezethetjük vissza. Ezek mellett közrejátszhat a talajoknak, különösen a szikes területeken jelentkező heterogenitása is. Hasonló tényezők játszhatnak szerepet abban is, hogy a terület mikorrhizációs jellemzőinek időbeli változásai nem követhetőek nyomon, illetve nem mutatnak egyenletes tendenciát. Az egyazon területen (táblán) az elsősorban a domborzati és vízviszonyok miatt kialakuló jelentős különbségeket az ún. precíziós mezőgazdasági művelés is tapasztalta és figyelembe is veszi.

Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy a szikes területek szélsőséges talaj-, víz- és környezeti viszonyait csak az ahhoz nagymértékben alkalmazkodott speciális vegetáció képes elviselni. A domináns, jellegzetes sótűrő növényi vegetáció összetett rendszert alkot a rizoszféra-mikroorganizmusokkal. A gyökérrendszer specifikus hasznos mikroszervezetei növelik a gazdanövény stressztűrő- és a változó környezethez való alkalmazkodási képességét, és ennek következtében az ökoszisztéma stabilitását. A vizsgált mintavételi területek ugyanakkor érzékenyen reagálnak a környezet rövid és hosszú távú változásaira, a külső zavaró tényezőkre, bolygatásra stb. A növény–mikroba kapcsolatok, a rhizobiológiai paraméterek tehát eredményesen alkalmazhatók a környezeti körülmények indikálására.

*

Köszönetnyilvánítás – A folyamatosan megvalósuló kutatások anyagi kereteit az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA SZAM????) és az EU-KP-5 MYCOREM projektje támogatta.

Irodalomjegyzék

- Angerer, I. P., Biró, B., Köves-Péchy, K., Anton, A. & Kiss, E. (1998): Indicator microbes of chlor-sulphuron addition detected by a simplified soil dilution method. – *Agrokém. Talajt.* **47**: 297–305.
- Biró, B., Magyar, K., Várady, Gy. & Kecskés, M. (1998): Specific replant disease reduced by PGPR rhizo bacteria on apple seedlings. – *Acta Horticultur.* **477**: 75–81.
- Biró, B., Vörös, I., Köves-Péchy, K. & Szegi, J. (1993): Symbiont effect of Rhizobium bacteria and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi on *Pisum sativum* in recultivated mine soils. – *Geomicrobiology J.* **11**: 275–284.
- Bodrogekőzy, Gy. (1965): Ecology of the halophitic vegetation of the Pannonicum. II. Correlation between alkali (“szik”) plant communities and genetic soil classification in the Northern Hortobágy. – *Acta Bot. Hung.* **11**: 1–51.
- Burr, T. J., Schroth, M. N. & Suslow, T. (1978): Increased potato yields by treatment of seedpieces with specific strains of *Pseudomonas fluorescens* and *Pseudomonas putida*. – *Phytopathology* **68**: 1377–1383.
- Gerdemann, J. W. (1968): Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. – *Ann. Rev. Phytopathol.* **6**: 397–418.
- Hasegawa, P. M., Bressan, R. A. & Hanada, A. K. (1986): Cellular mechanisms of salinity tolerance. – *Hort. Sci.* **21**: 1317–1324.
- Horváth, S. (1980): *Mikrobiológiai praktikum*. – Tankönyvkiadó, Budapest, 590 pp.
- King, E. O., Ward, M. K. & Raney, D. E. (1954): Two simple media for the demonstration of pycocyanin and fluorescin. – *J. Lab. Clin. Med.* **44**: 301–306.
- Köves-Péchy, K., Biró, B., Vörös, I., Takács, T., Osztoics, E. & Strasser, R. J. (1998): Enhanced activity of microsymbiont-alfalfa system probed by the fast fluorescence rise OJIP. – *Photosynthesis: Mechanisms and Effects* **4**: 2765–2768.
- Martin, J. P. (1950): Use of eciol rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. – *Soil Sci.* **69**: 215–232.
- Schwarz, M. & Gale, J. (1984): Growth response to salinity at high levels of carbon dioxide. – *J. Exp. Bot.* **35**: 193–196.
- Trouvelot, A., Kough, J. L. & Gianinazzi-Pearson, V. (1986): Mesure du taux de mycorrhization VA d’un système racinaire. Recherche de méthodes d’estimation ayant une signification fonctionnelle. – In: *Ler Symposium Europeen sur les Mycorrhizes*. INRA, Paris, pp. 217–221.
- Tsimilli-Michael, M., Eggenberg, P., Biró, B., Köves-Péchy, K., Vörös, I. & Strasser, R. J. (2000): Synergistic and antagonistic effects of arbuscular mycorrhizal fungi and *Azospirillum* and *Rhizobium* nitrogen-fixers on the photosynthetic activity of alfalfa, probed by the polyphasic chlorophyll a fluorescence transient O-J-I-P. – *Applied Soil Ecology* **15**: 169–182.

Plant–microba interactions and the effect of some soil properties
on salt affected areas

Füzy, A., Biró, B. & Tóth, T.

Research Institute for the Soil Science and Agricultural Chemistry
Hungarian Academy of Sciences (RISSAC-MTA TAKI), Laboratory of Rhizobiology
H-1022 Budapest, Herman O. út 15, Hungary. E-mail: biro@rissac.hu

The interactions between the microbial and soil characteristics were analysed in the rhizosphere of dominant halophytes (*Plantago maritima*, *Aster tripolium* and *Puccinellia limosa*) at two salt affected regions in Hungary. Beside the quality and the concentration of salt specific anions, the pH values and some other soil physical parameters of soil were regularly determined on the sites. The abundance of the most important culturable microorganisms and the colonisation values of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) were also assessed in the mycorrhizosphere of the halophytes investigated.

Results have shown, that microbial parameters of the rhizosphere are rather sensitive indicators of the stress conditions. The abundance of beneficial microorganisms investigated in the rhizosphere of the halophytes was found to be more stable indicator, suggesting the high dependence of host plants among the stress conditions. Number of colony forming units of fungi on the other hand have decreased significantly with the higher pH values. Arbuscular richness of the mycorrhiza colonised root indicated the functioning of the plant–mycorrhiza–soil systems and was found a sensitive variable as a function of environmental stress factors. Water flooding and the permanent anthropogenic disturbance could have detectable influence on the soil–plant–microbe interactions at the salt affected areas.

Key words: ??????????????????????