

***Elymus elongatus* cv. Szarvasi-1 energiafű talajfüggő biomassza produkcója és néhány rhizobiológiai tulajdonsága**

Czakó-Vér Klára¹ – Biró Borbála²

¹Pécsi Tudományegyetem, TTK, Környezettudományi Intézet
7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

²MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Rhizobiológiai Kutatórészleg,
1022 Budapest, Hermann Ottó u. 15.
E-mail: czako@ttk.pte.hu

Összefoglalás

Energianövények szabadföldi parcellakísérletben végzett termesztése során *Elymus elongatus* (*Agropyron elongatum*) cv. Szarvasi-1 biomassza-produkcióját és néhány mikro(rhizo)biológiai tulajdonságát tanulmányoztuk a talajtulajdonságokkal összefüggésben. Három jellemző baranyai talajon (réti talaj – Bf-18, agyagbemosódásos barna erdőtalaj – M-16 és Ramann-féle barna erdőtalaj – M-9). Az arbuskuláris mikorrhiza gombák (AMF) kolonizációjának a mértékét a gyökérrendszerben, valamint az összes, heterotróf mikrobaszám és a dehidrogenáz enzim aktivitását (DHA) mértük a talajmélységgel arányosan (0-30 és 30-60cm). A vizsgált mikro(rhizo)biológiai tulajdonságok jelezték a talajok közötti lényeges különbségeket a biomassza produkcióra. Az AMF gombák kolonizációja a kísérlet kezdetekor gyér volt mindegyik talajon. Legnagyobb értékeket az agyagbemosódásos barna erdőtalajon kaptunk ($F\%=16,1$; $a\%=7,6$), de a gomba intenzitása és működőképessége az idővel is javult. Az AMF kolonizáció és a mért enzim-aktivitás vagy a kitenyészhető csíraszámok között negatív összefüggés adódott, jelezvén a gombák elsődleges szükségességét a növény-növekedés során.

Summary

Three representative Hungarian soil-types, meadow soil (Bf-18), Ramann-type of brown forest soil (M-9), and loamy brown forest soil (M-16) were studied for the growth and biomass-production of *Elymus elongatus* (*Agropyron elongatum*) cv. Szarvasi-1, as energy-plant in Pécs, Hungary. The effect of green compost-product was monitored twice a year (spring and autumn) in the rhizosphere of the grass *E. elongatus* in a field experiment. Beside the soil and rhizosphere sampling for the microbiological part the common soil-physical, and soil-chemical properties was also assessed. The colonization values of the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) were investigated by the method of Trouvelot et al. (1986), and also the enzymatic, dehydrogenase (DHA) activity in two soil layers (0-30, 30-60 cm). The abundance of AMF at the beginning of experiments was found to be quite low, with greatest values on M-16 ($F\%=16,1$; $a\%=7,6$). There was an opposite tendency found between the AMF colonization intensity (M%) or more particularly the function (arbusculum richness, A%) and the value of DHA, showing the inevitable importance of mycorrhizal fungi in the successful plant (energy-grass) cultivation.

Bevezetés

A világ energia-helyzetének 2006-os értékelése szerint (www.IEA.org, WORLD ENERGY OUTLOOK, 2006) az energiahiány mellett egyre inkább számolni kell a környezetvédelmi kockázatokkal is. A fosszilis tüzelőanyagok fogyása miatt a növényi biomassza felértékelődik és egyúttal az elhagyatott, kevésbé termékeny területek is hasznosíthatókká válnak. Így növekszik az esélye a klímaváltozást követő sivatagosodás, talajleromlás kezelhetőségének is.

A talajtulajdonságok a növény-mikroba kölcsönhatásokat erősen befolyásolják (SZILI-KOVÁCS et al., 2008). Gyenge termékenységű, ún. marginális területeken, vagy ipari tevékenység során degradálódott talajokon, esetleg külszíni fejtésű szénbányák terméketlen, kis humusztartalmú talajain a talajok szervesanyag-kiegészítésével arányosan a növényi biomassza, de a mikorrhizás kolonizáció is egyenes arányban növekszik (BIRÓ et al., 1993). A növény-mikroba kölcsönhatásnak a növény-növekedésre és a stressztoleranciára kifejtett kedvező hatását már korábban is bemutattuk (SIMON és BIRÓ, 2005; SIPEKY és CZAKÓ-VÉR, 2006, CZAKÓ-VÉR et al., 2007). Az arbuskuláris mikorrhiza gomba (AMF) nemcsak a növény tápanyag-ellátottságánál igen hasznos, hanem közvetett élettani folyamatok sorozata révén is többszörösen kedvező hatású lehet. Befolyásolni képes a növényi anyagcsere-folyamatok mellett a rhizoszféra egyéb mikrobiológiai folyamatait is, azáltal, hogy ha valamelyik funkció (pl. a foszforfelvétel) a gyökérrendszerben megvalósul, akkor a hasonló bakteriális tevékenység pl. a foszformobilizálók számának csökkenése következik be. A kis tápanyag-ellátottságú, gyenge termőképességű talajokban, ahol az energianövények termesztésének felfutása várható, a növény gombapartnerre való utaltsága sokkal kifejezettebb, így a legkisebb abundanciával jellemezhető populáció is felfokozott aktivitást mutathat. Munkánk során a fentiek figyelembevételével tanulmányoztuk a „Szarvasi-1” energianövény néhány talaj- és rhizobiológiai tulajdonságát.

Vizsgálati anyag és módszer

Az *Elymus elongatus* cv. Szarvasi-1 energiafű termesztésére korábban csak sós, szikes talajon voltak adatok (JANOWSZKY és JANOWSZKY, 2007). A Pécsi Tudományegyetem vezette Biomassza Konzorcium NKFP pályázat keretében 2005-ben kezdett szabadföldi termesztéstechnológiai kísérleteket Baranya megyei gyengébb termőképességű, jellemző talajtípusokon (M-9: Ramann-féle barna erdőtalaj, M-16: agyagbemosódásos barna erdőtalaj, Bf-18: réti talaj), melyek legfontosabb tulajdonságait az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat. A vizsgált talajok legfontosabb fizikai-kémiai tulajdonságai. A talajok jelölései a szövegben.

Talaj-típus	pH _{KCl}	pH _{H₂O}	CaCO ₃ (%)	Humusz (%)	NO ₂ +NO ₃ (mg.kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg.kg ⁻¹)	K ₂ O (mg.kg ⁻¹)
M-9	7,0	6,0	0,8	1,7	40,0	240,0	270,0
M-16	7,0	6,0	0,5	1,5	13,0	280,0	280,0
Bf-18	8,0	7,1	1,7	2,5	8,1	290,0	410,0

Az összes kitenyészhető csíraszámokat, az arbuszkuláris mikorrhiza gombák (AMF) kolonizációjának mértékét (infekciós intenzitását–M%, arbuszkulárságát–A%), valamint a talajok dehidrogenáz enzim aktivitását (DHA) tanulmányoztuk az *Elymus elongatus* cv. Szarvasi-1 energiafű (*Agropyron elongatum*) gyökérrendszerében (TROUVELOT et al., 1985; MSZ 08-1721/3-86), illetve két talajmélységben (0-30, 30-60 cm). Mintavételre a vegetációs időszak során kétszer, nyáron és ősszel (2005. jún. 28-án és nov. 16-án) került sor. A talajok rendelkezésünkre bocsátott fizikai-kémiai analízisének adataival összevetve eredményeinket meghatároztuk a talajtulajdonságok szerepét a természetes (bennszülött) mikorrhizáltság alakulására. Az adatokat szóráshomogenitás-vizsgálat után variancia-analízissel értékeltük.

Eredmények és értékelésük

Kolonizáció és talajféleség

A mikorrhiza gombák kolonizációja kezdetben a gyér termőképességű talajokon igen alacsonynak adódott, a korábban, a külszíni fejtésű meddőhányókon tapasztaltakhoz hasonlóan (BIRÓ et al., 1993). A kolonizáció mértékét ezen túl elsősorban a talaj-féleség, illetve az adott talaj fizikai-kémiai tulajdonságainak alakulása határozta meg. Legnagyobb gomba-kolonizációt az agyagbemosódásos barna erdőtalajon, M16, tudtunk kimutatni (M%=16,1; A%=7,6), ahol a humusz-tartalom a legkisebbnek adódott és a növény gombára való utaltságát jobban feltételezhattük. A réti talaj, Bf-18 és a Ramann-féle barna erdőtalaj, M-9 értékei ettől lényegesen kisebbek voltak (F%=5,7; a%=2,6) és egymástól szignifikánsan nem különböztek (1. ábra).

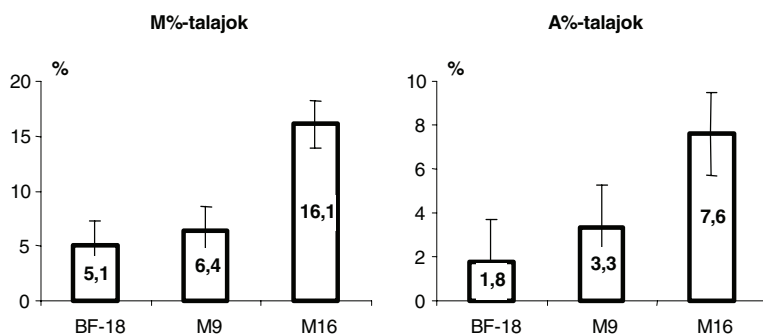
Kolonizáció és növénynövekedés

A 2005-ös telepítésű energiafű mikorrhiza gombákkal kialakított kolonizációja a vegetációs időszak során egyenletesen nőtt. Az őszi, novemberi mintavételkor ennek megfelelően a kolonizáció jelentős javulása tapasztalható. A gombahifák mennyisége a gyökérrendszerben az átlagos 2,5-ről 15,6%-ra nőtt, az arbuszkulák mennyisége pedig, 0,8-ről 7,7%-ra. Ez a növekedés jelzi a növény élettani igényét a gombapartner segítségére. A mikorrhiza gombák kolonizációja a harmadik éves növényállomány alatt még nagyobb értékeket

érhet el. A 2003-as telepítésű, Keresztes-pusztai terület további 5 mintájának vizsgálatával megállapíthattuk, hogy a gombák mennyisége a harmadik évre számos esetben elérheti a maximális, 100%-os értékeket is. Ennek megfelelően átlagosan a mikorrhiza gombák intenzitása $M\% = 85\pm 15$ -nek, az arbuszkulum gazdagság pedig $A\% = 45\pm 13$ -nak adódott.

Kolonizáció és talajállapot

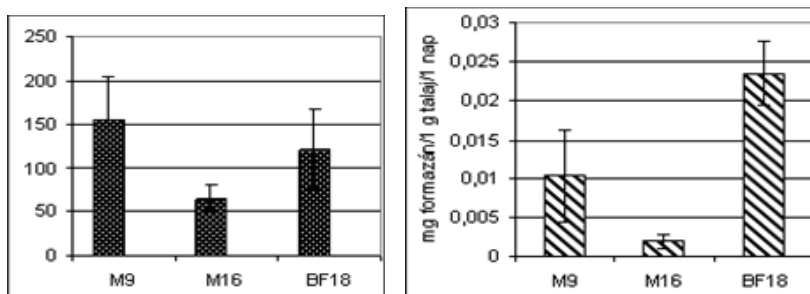
A gombakolonizáció mértéke, és a kitenyészthető mikrobaszám (2a. ábra), és a talajok bizonyos (itt nem jelölt) szerves adalékanyagokkal megnövelt humusztartalma között pozitív összefüggés adódott. Az energianövény mikorrhiza kolonizációját tehát a talaj növekvő humusztartalma serkentette. A mikorrhizációval párhuzamosan a humusztartalom a réti talajnál magasabbnak (Bf-18=2,4%), az erdőtalajoknál pedig alacsonyabbnak (M-9=1,8%; M-16=1,5%) adódott. A növekvő humusztartalommal a talajok felvehető foszfor és nitrogén-tartalma nem volt arányban és nagy szórást mutatott. A talajok értékei az előbbi sorrend szerint ennek megfelelően a következőképpen alakultak foszforra: Bf-18=8,7 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), M-9=45,9 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), M-16=10,8 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$); nitrogénre (nitrit+nitrát) pedig hasonló tendencia szerint: Bf-18=8,1 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), M-9=40,1 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), M-16=13 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). A felvehető makroelemek ilyen nagy ingadozása kihatott a mikrobiális tevékenységre is, különösen a kezdeti körülmények között, ahol a talajok felvehető tápelem-tartalmának szélsőséges ingadozása volt a jellemző. Ez a jelenség a restaurációs talajjavítási, vagy rekultivációs kísérleteknél is ismert, amit a kezelések gyakoriságával párhuzamosan lehet fokozatosan stabilizálni, befolyásolni (SZILI-KOVÁCS et al., 2008).



1. ábra. A különböző a talajok hatása az arbuszkuláris mikorrhiza gombák mennyiségére (M%) és működőképességüket jelző arbuszkulum-szám alakulására (A%) az új telepítésű *Agropyron elongatum* Szarvasi-1 energiafű gyökérrendszerében. (Pécs, 2005; a talajok jelölése az 1. táblázatban). $SzD_{5\%}=4,3$ és $3,8$.

Kolonizáció és enzimaktivitás

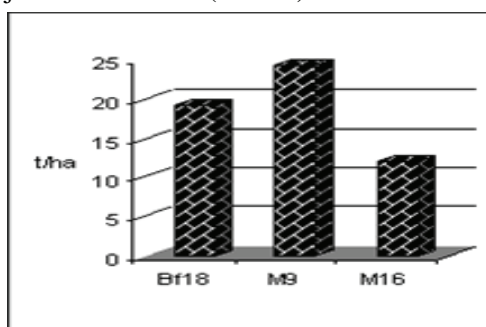
A mikorrhiza gombák kolonizációja és a talaj dehidrogenáz enzim (DHA) mért mikrobiális aktivitása között negatív összefüggés adódott. A réti talaj (Bf-18) oxidáz-enzim aktivitása bizonyult a legmagasabbnak, a további talajok ennél jelentősen kisebb mennyiséget mutattak (2b. ábra). A mikorrhizációs kolonizáció és az enzimaktivitás közötti negatív összefüggést az 1. és a 2. ábrák összehasonlítása alapján is megállapíthatjuk. Az enzim mennyisége nemcsak a talajokkal, hanem egy-egy talajon belül a mélység függvényében is változik. Általában, az agyagbemosódásos barna erdőtalaj (M-16) kivételével, kisebb mértékű aktivitást kaptunk az alsóbb talajrégióban (nem közölt adatok).



2a. és 2b. ábra. Az aerob heterotróf összcsírás $\times 10^5/\text{g}$ száraz talaj (balra) és a dehidrogenáz enzimaktivitás (DHA, jobbra) alakulása 2006 őszén a 3 talajtípus (M-9, M-16 és Bf-18) kontroll parcelláin. A talajok jelölése az 1. táblázatban.

Kolonizáció és biomassza-produkció

A vizsgált időszakban a 3 talajtípuson végzett biomassza zöldtömeg és száraztömeg mérések eredményei szerint a legjobb eredmény az (M-9) rozsdabarna erdőtalajon volt mérhető (3. ábra).



3. ábra. Szarvasi-1 energifű száraz biomassza (DM) tömege különböző talajtípusokon, 2006-ban (bólyi mintaterület). A talajok tulajdonságait az 1. táblázatban közöltük.

Ez a talaj eredeti tulajdonságai szerint a legrosszabb talajfizikai- és kémiai tulajdonságokkal rendelkezett, így a különböző, itt nem jelölt szerves és szervesetlen adalékanyagokkal megvalósított kezelések hatása a leginkább tudott jelentkezni a növényi biomassza-produkció alakulására. A 2. és a 3. ábrák összehasonlítása alapján a legnagyobb pozitív korreláció az M-16-os jelű agyagbemosódásos barna erdőtalajon adódott a talajtulajdonságok és a mikro(rhizo)biológiai jellemzők között, bár a rövid idejű tápanyag-kiegészítés egyértelmű hatása a biomassza-produkció tartós alakulására még nem tudott kialakulni.

Következtetések

A szimbionta (AM) gombáknak szerepe van az *Agropyron elongatum* növekedésében. Az AM kolonizáció mértékét az adott talaj fizikai félesége határozta meg, ami pozitív összefüggést mutatott a talaj humusz-tartalmával, negatív pedig az egyéb mikrobiális aktivitásokkal. A talajtulajdonságok variabilitása jelzi a további, elsősorban szerves anyagokkal megvalósított kezelések szükségességét a biomassza-produkció stabilitása érdekében.

A vizsgálatok NKTH és OTKA támogatással valósultak meg.

Irodalomjegyzék

- BIRÓ B, VÖRÖS I, KÖVES-PÉCHY K, SZEGI J (1993): Symbiont effect of *Rhizobium* bacteria and VAM fungi on *Pisum sativum* in recultivated mine spoils. *Geomicrobiol. J.* **11**. 275-284.
- CZAKÓ-VÉR, K., RÉVÉSZ, S., SIPEKY, Cs., MÁRIALIGETI, K. (2007): Bacterial diversity of the rhizosphere of the *Elymus elongatus* grown in three different soils, treated with fertilisers and wood ashes. *Acta Microbiol. et Immunol. Hung.*, **54**, Suppl. 19.
- JANOWSKY J, JANOWSKY ZS. (2007): A „Szarvasi-1” energiafű-fajta egy új növénye a mezőgazdaságnak és az iparnak. In: A magyar gyepgazdálkodás 50 éve. (Szerk.: Tasi J.) 89-92. SZIE MKK, Gödöllő.
- SIMON L, BIRÓ B (2005): Adalékanyagok, vörös csenkesz és Zn-toleráns arbuskuláris mikorrhiza gombák szerepe a nehézfémekkel szennyezett gyöngyösoroszi bányameddő remediációjában. *Agrokémia Talajtan* **54**. 163-177.
- SIPEKY, Cs., CZAKÓ-VÉR, K. (2006): Energiacélú ültetvények talajának molekuláris-mikrobiológiai monitoringja. *Proc. 2nd Conf. Environment. Sci. of the Carpathian Basin*, Pécs, pp. 217-224.
- SZILI-KOVÁCS T, SZABÓ R, HALASSY M, TÖRÖK K. (2008): Homokpusztagyeppek természetvédelmi restaurációja a talaj N-mobilizációjával. 3. mikrobiális biomassza C és N, ásványi N értékek alakulása 2000-2002 évek között. *Agrokémia Talajtan*, **57**. 133-146.
- TROUVELOT A, KOUGH JL, GIANINAZZI-PEARSON V (1985): Measure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. In: *Symp. Europ. Sur les Mycorrhizes*, INRA, Paris, p. 217-221.
- WORLD ENERGY OUTLOOK 2006 (www.IEA.org)