

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**ADATOK A BÜKKI „ŐSERDŐ”
EKTOMIKORRHIZA-KÖZÖSSÉGÉRŐL**

ERŐS-HONTI ZSOLT

Biológia Doktori Iskola

Iskolavezető: Dr. Erdei Anna, egyetemi tanár, az MTA levelező tagja

Kísérletes Növénybiológia Program

Programvezető: Dr. Szigeti Zoltán, egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezető: Dr. Jakucs Erzsébet, egyetemi docens, CSc

Készült az ELTE Növény szerkezettani Tanszékén

Budapest

2009

I. Bevezetés és célkitűzések

Valamennyi klimatikus öv erdeinek állományalkotó fafajai különböző gombákkal élnek ektomikorrhiza-kapcsolatban. Ezek a mikorrhizák nélkülözhetetlen szerepet töltenek be az életközösségekben. Bár az egyedi kapcsolatok élettani alapját a partnerek közt zajló kölcsönös anyagátadás teremti meg (Smith és Read 1997), az ektomikorrhizák szerepe közösségi szinten ennél sokkal szerteágazóbb: mind a növénnel, mind a gombával kölcsönhatásban álló egyéb populációk ökológiai viszonyait befolyásolja (van der Putten és mts. 2001), és egy közös élettani egységgé kapcsolja össze az életközösségek tagjait (Selosse és mts. 2006).

Az ektomikorrhizák intenzív kutatása – bár létük a 19. század vége óta ismert – a múlt század második felében kezdődött. A nemzetközi kutatások nyomán, az 1990-es évektől megindult a hazai élőhelyek ektomikorrhiza-közösségeinek vizsgálata is. Néhány specifikus faji kapcsolat jellemzésére irányuló munka mellett egyes alföldi növénytársulások mikorrhizáinak átfogó értékelésére is sor került (Kovács és Bagi 2001, Jakucs 2002, Kovács és Szigetvári 2002).

Az ELTE Növényiszervezettani Tanszékén egy OTKA-pályázat keretében 2002-től megkezdődött az erdészeti szempontból hosszabb ideje érintetlen „Őserdő” rezervátumterületének (Bükki Nemzeti Park) vizsgálata is, melyhez doktori munkám is kapcsolódik. A terület mikrobiótája termőtesteken alapuló vizsgálatoknak köszönhetően (Siller 2004) már ismert. Mivel a bükkösök – elterjedtségüknek köszönhetően – a lombos erdők övének egyik kiemelkedő fontosságú társulás-csoportját jelentik, több szerző is vizsgálta egyéb európai területek bükkös állományainak ektomikorrhiza-közösségeit, ami lehetőséget adott ezek fajösszetételének összehasonlítására a hazánkban elsőként vizsgált, közép-európai, szárazabb (kontinentális) bükkös állomány ektomikorrhizáival.

A disszertáció témája a terület ektomikorrhiza-közösségének morfológia-anatómia és DNS-alapú módszerekkel történő vizsgálata volt. Ennek során négy fő célt tűztem ki.

- I. A meghatározott mikorrhizák közül kiemeltem a legfontosabb, kevésbé ismert, de a területen gyakori tömlős és bazídiumos ektomikorrhiza-típusokat (*Genea*, *Humaria*, *Pachyphloeus*, *Tomentella* nemzetségek), amelyeknek részletes mikroszkópos anatómiai és molekuláris taxonómiai vizsgálatát is elvégeztem, mellyel a következő, konkrét kérdésekre kerestem a választ:
 - a) Az említett nemzetségeket mely fajok képviselik az ektomikorrhiza-közösségben?
 - b) A nemzetségek egyes képviselői milyen filogenetikai kapcsolatban állnak egymással?
 - c) Melyek azok a konkrét morfológiai-anatómiai bélyegek, melyek alapján a mintaterületen talált típusok elkülöníthetők egymástól valamint a nemzetség egyéb hazai, illetve az irodalomban szereplő, korábban már leírt ektomikorrhizáitól?
- II. A molekuláris alapon sikeresen meghatározott, kisebb gyakoriságban előforduló ektomikorrhiza-típusok (*Clavulina*, *Entoloma*, *Inocybe*, *Sebacina*, *Tricholoma*, *Tuber*) esetében célom rövid morfológiai-anatómiai jellemzésük és filogenetikai kapcsolataik vizsgálata volt.
- III. A mintaterület egyik domináns *Lactarius*-ektomikorrhizája esetében, amelynek rendszeresen tapasztaltuk idegen hifákkal történő másodlagos kolonizációját, az alábbi kérdésekre kerestem a választ:
 - a) Milyen morfológiai-anatómiai bélyegek jellemzik az ektomikorrhizát, és mely fajhoz tartozik a mikobionta?
 - b) Milyen fény- és elektronmikroszkóppal megfigyelhető bélyegek jellemzik az ektomikorrhizával borított gyökérszakaszok növényi sejtjeit másodlagosan kolonizáló idegen hifákat?
- IV. Az eddig rendelkezésünkre álló adatok alapján átfogó képet szerettem volna adni az ektomikorrhiza-közösség faji összetételéről és gyakorisági viszonyairól, összehasonlítva egyéb hazai lombos erdők illetve az irodalomból ismert bükkösök hasonló vizsgálatainak eredményeivel.

II. Anyag és módszer

A **mintavétel** során az „Őserdő” rezervátumterületének montán bükkös állományából 2002 és 2008 között gyűjtöttünk 20 cm élhosszúságú talajkockákat, véletlenszerűen választott pontokról, különböző korú állományrészekből. A talajmintákat a további feldolgozásig (legfeljebb két hétig) 4 °C-on tartottuk.

A **mintafeldolgozást** Agerer (1991) módszere szerint végeztük el. Sztereomikroszkóp alatt szétválogattuk a különböző morfológiájú ektomikorrhizákat, melyeket a morfológiai-anatómiai vizsgálatokhoz FEA-oldatban, a molekuláris vizsgálatokhoz CTAB-pufferben fixáltunk. A mintákban szemikvantitatív módszerrel (Jakucs 2002) becsültük az egyes morfortípusok abundanciáját is: az egyes mikorrhizákkal borított gyökérvégek számát az összes mikorrhizált gyökérvégek százalékában fejeztük ki. A százalékos értékek alapján abundancia kategóriákat állítottunk fel.

Mikroszkópos vizsgálatok

A **morfológiai és anatómiai bélyegek vizsgálata** során egyrészt fénymikroszkópos módszereket alkalmaztunk (sztereomikroszkópia, Nomarski-DIC mikroszkópia, fáziskontraszt mikroszkópia). Vizsgáltuk a gyökérről eltávolított teljes köpenyt (köpenypreparátumot) valamint a mikorrhizákból fagyasztó mikrotómmal készült, anilinkékkel festett félvékony (10 µm vastagságú) metszeteket és Historesin műgyantába ágyazott, festetlen, 1 µm vastagságú hossz- és keresztmetszeteket is. A jellemzést egyes esetekben hisztokémiai reakciókkal is kiegészítettük (FeSO₄-, guajak-, szulfo-vanillin-, KOH-oldat, tejsav, Melzer-reagens). Az idegen hifával kolonizált *Lactarius*-ektomikorrhiza esetében transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatokat is végeztünk. Ennek során a mintákat glutáraldehidben ill. OsO₄-oldatban fixáltuk, Durcupan műgyantába ágyaztuk be, majd uranil-acetáttal és ólom-citráttal kontrasztosítottuk.

A *Humaria* és *Genea* ektomikorrhizák esetében **morfometriai** vizsgálatokat is végeztünk, melynek során a mikorrhizák különböző kvantitatív jellemzőit mértük, majd a mért adatokat ANOVA-val ill. Welch-féle d-teszttel értékeltük statisztikailag. Az összehasonlításba a gyűjtött minták mellett azt a *G. verrucosa*-ektomikorrhizát is bevontuk, melyről a faj első irodalmi leírása is készült (Jakucs és mts. 1998).

Molekuláris filogenetikai vizsgálatok

A **DNS-kivonást** Gardes és Bruns (1991) CTAB-módszerének módosított változatával végeztük. Az örökítőanyagot idegen hifáktól és spóráktól a lehető legjobban megtisztított mikorrhiza-végekből nyertük ki. A **polimeráz láncreakció (PCR)** során a riboszomális génkomplex (rDNS) különböző szakaszait szaporítottuk fel gomba- ill. régióspecifikus primerpárokkal: minden minta esetében a belső, átíródó elválasztó régiót (ITS), a *Humaria*-ektomikorrhizák esetében a 18S rRNS génjét (SSU), a *Pachyphloeus*-minták esetében a 28 rRNS génjét (LSU) is. A felszaporított DNS-szakaszokat a PCR-hez használt primerek alkalmazásával **szekvenáltuk**. A szerkesztett szekvenciákhoz hasonló szekvenciákat molekuláris adatbázisokból (GenBank, UNITE) kerestük ki, majd ClustalW szoftverrel illesztettük azokat a minták szekvenciáival.

A **filogenetikai elemzéseket** minden meghatározandó szekvencia esetében elvégeztük a szomszéd-összevonás (Neighbor-joining, NJ) módszerével illetve Bayes-analízissel. A *Pachyphloeus*-leszármazási vonalba tartozó és a *Humaria* ill. *Genea* nemzetségek mikobiontáinak azonosításához maximális parszimónia (MP) és legnagyobb valószínűségi (maximum likelihood, ML) módszerrel, a *Lactarius* ektomikorrhizák mikobiontái esetében MP módszerrel szerkesztettünk törzsfákat. A NJ és a MP vizsgálatokat a PAUP* program 4.0 beta verziójával (Swofford 2003), a ML analízist PhyML szoftverrel (Guindon és Gascuel 2003), a Bayes-módszer alapú rekonstrukciót a MrBayes 3.1.1. programmal (Huelsenbeck és Ronquist 2001, Ronquist és Huelsenbeck 2003) hajtottuk végre. A NJ, MP és ML vizsgálatok esetében a törzsfák statisztikai próbáját bootstrap-analízissel végeztük.

A *Humaria*-, *Genea*- és a *Lactarius*-ektomikorrhizák esetében az azonosításhoz **herbáriumi termőtestekből** is kinyertük a megfelelő génszakaszokat, és ezek szekvenciáit is bevontuk a filogenetikai vizsgálatokba.

III. Új tudományos eredmények és értékelésük

A mintaterületről 10 alkalommal, összesen 30 talajmintát gyűjtöttünk, melyek feldolgozásával 325 ektomikorrhizát különítettünk el. Ezek közül 186-ot határoztunk meg legalább nemzetség szintjén, ebből 66-ot molekuláris filogenetikai elemzésekkel, a többit jellemző morfológiai-anatómiai bélyegeik alapján. Ezzel elsőként jellemeztünk egy hazai

ektomikorrhiza-közösséget morfológiai-anatómiai és molekuláris megközelítések segítségével.

A *Humaria* és *Genea* nemzetségek ektomikorrhizái

A hazai élőhelyekről gyűjtött és DNS-alapon azonosított 12 minta felhasználásával elsőként dokumentáltuk és jellemeztük részletesen a *H. hemisphaerica* ektomikorrhizáját. Ezzel igazoltuk azt is, hogy a faj mikorrhizájáról az irodalomban szereplő leírás nem a nemzetség képviselőjének ektomikorrhizájáról készült, ami megkérdőjelezi e korábbi leíráson alapuló munkák eredményeinek helytállóságát.

A *Humaria*-ektomikorrhiza mellett molekuláris módszerekkel igazoltuk egy *Genea*-faj jelenlétét is a közösségben, ami alkalmat adott arra, hogy összevessük a két nemzetség ektomikorrhizáinak anatómiáját. Ennek eredményeként igazoltuk, hogy az epigéikus *Humaria* és a hipogéikus *Genea* nemzetségek ektomikorrhizáinak anatómiai bélyegei minőségileg nem, csak morfológiai értékeik tekintetében különböznek egymástól. A kvantitatív bélyegek értékelése hívta fel a figyelmet arra is, hogy a *G. verrucosa* faj ektomikorrhizájának meghatározása is megkérdőjelezhető.

A *Pachyphloeus*-*Amylascus* leszármazási vonalhoz tartozó fajok ektomikorrhizái

Az „Öserdő” területén a leszármazási vonalhoz tartozó három különböző morfortípus képviselőjét azonosítottuk. Részletesen leírtuk és dokumentáltuk az ektomikorrhizákat, megjelölve a három típus közti különbségeket.

Molekuláris módszerekkel vizsgáltuk a három morfortípus mikobiontáinak helyzetét a leszármazási vonalon belül. Az rDNS két szakaszának vizsgálata alapján a három típust három különböző gombafaj hozta létre. Az egyik morfortípust *Pachyphloeus melanoxanthus*-ként határoztuk meg, a második morfortípus mikobiontájáról csak annyi biztosat állíthatunk, hogy a *Pachyphloeus* nemzetség tagja. A harmadik típusnak csak a leszármazási vonalhoz tartozását állapíthatjuk meg, még nemzetségi hovatartozása is kérdéses. Egyik faj ektomikorrhiza-képzését sem mutatták ki korábban.

A területen talált tomentelloid ektomikorrhizák

A mintaterületen hat tomentelloid bélyegeket mutató morfortípust különítettünk el (összesen tíz ektomikorrhizát). A molekuláris vizsgálatok igazolták, hogy ezeket valóban hat különböző gombafaj hozta létre. A hazánkban talált, összesen 15 különböző morfortípusba sorolható tomentelloid ektomikorrhizából nyert szekvenciák elemzése alapján az „Őserdő” területén talált morfortípusok közül ötöt hazánkban csak itt találtunk meg eddig.

A hat morfortípus közül kettő esetében a gombapartner faji szinten meghatározható (*T. stuposa*, *T. ramosissima*), egy feltételesen meghatározottnak vehető (*T. cf. sublilacina*), míg háromnak csak távolabbi rokonsági kapcsolatait tudjuk megállapítani a nemzetségen belül.

Az anatómiai összehasonlítások alapján megadtuk azokat a konkrét bélyegeket, melyek alapján az egyes morfortípusok elkülöníthetők egymástól, valamint a korábban már leírt tomentelloid ektomikorrhizáktól.

Az ektomikorrhiza-közösség további, azonosított tagjai

A mintaterület ektomikorrhiza-közösségének további 16 tagját határoztuk meg DNS-szekvenciaanalízis segítségével. A filogenetikai vizsgálatok alapján ezeket a mikorrhizákat 13 különböző gombafaj alakította ki.

Két morfortípust a *Clavulina* nemzetség tagjai hoztak létre, melyek közül egyet *C. cristata*-ként azonosíthatunk. Egy morfortípus mikobiontája az *Entoloma sinuatum* faj rokonsági körébe tartozik. Négy morfortípust *Inocybe* fajok hoztak létre, melyek közül hármat faji szinten is azonosítottunk (*I. asterospora*, *I. fuscidula* és *I. petiginosa*), egynek csak a nemzetségi hovatartozását tudjuk megmondani. A három azonosított faj közül az *I. asterospora* és az *I. fuscidula* fajoknak az ektomikorrhizájáról nem szerepel leírás az irodalomban.

Három ektomikorrhiza-típus mikobiontái a bazídiumos gombák törzsfáján alapi helyzetben elhelyezkedő, fragmobazídiumos *Sebacina* nemzetségbe tartoznak. A három morfortípus konkrét anatómiai bélyegek tekintetében eltér egymástól. Mivel a molekuláris adatbázisok nem tartalmazzak elegendő, faji szinten azonosított szekvenciát a nemzetségből, pontosan nem tudjuk meghatározni ezeket a mikorrhizákat.

A mintaterületen megtaláltuk még a *Tricholoma lascivum* ill. a *T. bufonium* – *T. sulphureum* fajcsoport egy-egy ektomikorrhizáját is. Az előbbi fajnak nem szerepel még ektomikorrhizája az irodalomban.

Azonosítottuk a *Tuber puberulum* mikorrhizáját is a területen, ami azonban nem tekinthető új eredménynek, mivel e faj jelenlétét Kovács és Jakucs (2006) korábban már igazolták a terület ektomikorrhiza-közösségében.

A dolgozatban minden egyes morfortípus esetében külön értékeltük azok morfológiai és anatómiai hasonlóságát a nemzetség korábban már leírt ektomikorrhizáihoz, és párhuzamba állítottuk azt a molekuláris filogenetikai eredményekkel is.

Az idegen hifával kolonizált *Lactarius* ektomikorrhiza jellemzése

A mintaterületen rendszeresen megtaláltuk a jellegzetes morfológiájú és anatómiájú, idegen hifákkal kolonizált *Lactarius*-ektomikorrhizát, többnyire kiugróan magas gyakoriságban. Sok esetben ez volt a talajminták domináns ektomikorrhizája. A mintaterületről gyűjtött termőtestekből származó, valamint molekuláris adatbázisokból letöltött szekvenciák és kilenc, a mintaterületen talált ektomikorrhizából nyert szekvencia filogenetikai elemzése alapján a mikorrhiza mikobiontája a *Russularia* alnemzetségbe tartozó *L. subdulcis* fajnak adódott. Az ektomikorrhiza morfológiáját és anatómiáját részletesen jellemeztük és dokumentáltuk. A megfigyelt bélyegek többnyire megegyeztek a Brand (1991) által a faj ektomikorrhizájáról leírt jellemzőkkel, de találtunk a mintaterületen gyűjtött ektomikorrhizákon minden esetben jelentkező eltéréseket is. A mikorrhiza anatómiáját részletesen összevetettük az alnemzetség egyéb képviselőinek ektomikorrhizáiról készült leírásokkal.

Minden gyűjtött minta esetében megfigyeltük, hogy az ektomikorrhizával fedett gyökérrészek kéregsejtjeit intracellulárisan idegen hifák kolonizálják. A hármas együttélést részletesen vizsgáltuk és dokumentáltuk fény- és elektronmikroszkópos módszerekkel. A hifák az irodalomban szereplő, *Lactarius*-ektomikorrhizákban talált endogén hifakolonizációk közül leginkább a Pargney és Prévost (1996) által *L. subdulcis* ektomikorrhizában megfigyelt tömlősgomba-hifákhoz hasonlóak.

A mintaterület ektomikorrhiza-közösségének összehasonlító értékelése

A bükki „Öserdő” ektomikorrhiza-közösségére – hasonlóan az irodalomban szereplő többi közösségi vizsgálat eredményeihez (Horton és Bruns 2001) – néhány nagy gyakoriságban jelen levő típus mellett számos ritkább típus előfordulása jellemző. Bár a közösség összetételének feltárása még nem zárult le, néhány általános megállapítást az eddig összegyűjtött eredményeink alapján is tehetünk.

A nagyon gyakori világos ektomikorrhiza típusok (*Lactarius*, *Russula* nemzetségek ill. boletoid fajok) mellett szubdomináns helyzetben vannak a sötét színű köpennyel rendelkező csoportok (tomentelloid ektomikorrhizák, *Cenococcum geophilum*, *Genea*, *Humaria*). Ez ellentétes a hazai alföldi területek lomberdeiben megfigyelt arányokkal, ahol a tomentelloid fajok túlsúlya jellemző (Jakucs 2002).

Összevetve az „Őserdő” és az egyéb európai bükkösök ektomikorrhiza-közösségeit, megállapítható, hogy zömmel azonos nemzetségek alkotják azokat, de a dominancia-viszonyok állományonként változnak.

IV. A dolgozat témájában megjelent publikációk

Folyóiratcikkek:

- Erős-Honti¹ Zs., Jakucs E. (2009): Characterization of beech ectomycorrhizae formed by species of the *Pachyphloeus–Amylascus* lineage. *Mycorrhiza* (jelenleg on-line formában érhető el a cikk) DOI 10.1007/s00572-009-0236-3
- Jakucs E., Ganyec Sz., Erős-Honti Zs. (2008): “*Fagirhiza asteromustrata*”+ *Fagus sylvatica* L. *Descr Ectomyc* 9/10:31-35.
- Jakucs E., Erős-Honti Zs. (2008): Morphological-anatomical characterization and identification of *Tomentella* ectomycorrhizas. *Mycorrhiza* 18(6-7):277-285.
- Erős-Honti Zs., Kovács G. M., Szedlay Gy., Jakucs E. (2008): Morphological and molecular characterization of *Humaria* and *Genea* ectomycorrhizae from Hungarian deciduous forests. *Mycorrhiza* 18: 133-143.
- Jakucs E., Kovács, G. M., Szedlay, Gy., Erős-Honti Zs. (2005): Morphological and molecular diversity and abundance of tomentelloid ectomycorrhizae in broad-leaved forests of the Hungarian Plain. *Mycorrhiza* 15: 459-70.
- Jakucs E., Kovács G. M., Agerer R., Romsics Cs., Erős Zs. (2005): Morphological-anatomical characterization and molecular identification of *Tomentella stuposa* ectomycorrhizae and related anatomotypes. *Mycorrhiza* 15: 247-258.

Poszterek:

- Jakucs E., Kovács G. M., Erős-Honti Zs. (2008): Study of species composition of the ectomycorrhizal community of beech forests in Hungary. IV. Magyar Mikológiai Konferencia, Debrecen. (Abstract: *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 55: 201 p.)
- Erős-Honti Zs., Jakucs E., Kovács G. M. (2006): Ectomycorrhizae of *Genea* and related genera from Hungarian broad-leaved forests. 5th International Conference on Mycorrhiza, Granada. p. 122.
- Jakucs E., Kovács G. M., Erős-Honti Zs. (2006): Morphological characteristics and molecular diversity of *Tomentella* ectomycorrhizae in deciduous forests. 5th International Conference on Mycorrhiza, Granada. p. 128.
- Jakucs E., Erős-Honti Zs., Szedlay Gy. (2005): *Genea*-ektomikorrhizák hazai erdőtársulásokból. III. Magyar Mikológiai Konferencia, Mátraháza. (Abstract: *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 52: 230 p.)
- Erős Zs., Kovács M.G., Jakucs E., Keresztes Á. (2003): Hármasszimbiózis a bükk (*Fagus sylvatica*) egy *Lactarius* fajjal képzett ektomikorrhizája és egy intracelluláris kolonizáló tömlősgomba között. VI. Magyar Ökológus Kongresszus, Gödöllő – p. 82.
- Jakucs E., Kovács M.G., Erős Zs., Király I. (2003): Anatomical and molecular characterization of the ectomycorrhizae of *Tomentella stuposa* (Thelephoraceae, Basidiomycetes). 14th International Congress of the Hungarian Society for Microbiology, Balatonfüred.

¹ Publikációim 2005 óta születési nevem (Erős Zsolt) helyett házassági nevem (Erős-Honti Zsolt) alatt jelennek meg.

Előadások:

- Erős-Honti Zs., Kovács G. M., Szedlay Gy., Jakucs E. (2008): A *Humaria* és *Genea* nemzetségek ektomikorrhizái magyarországi lombhullató erdőkben. (Abstract: *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 55: 187 p.)
- Erős-Honti Zs., Jakucs E. (2006): Adatok a bükki Óserdő ektomikorrhiza-közösségéről. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest. p. 58.
- Erős-Honti Zs., Jakucs E., Szedlay Gy., Kovács M.G. (2005): A bükki Óserdő ektomikorrhiza-közösségének vizsgálata. III. Magyar Mikológiai Konferencia, mátraháza. (Abstract: *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 52: 201 p.)

V. A dolgozat témájához kapcsolódó egyéb publikációk

Folyóiratcikkek:

- Vasas G., Erős-Honti Zs. (2009): Két Magyarország területéről leírt *Agaricus* faj összehasonlító morfológiai és molekuláris biológiai vizsgálata. *Mikol Közl.* (közlésre elfogadva)
- Erős-Honti Zs., Jakucs E., Kovács M.G. (2008): “*Helianthemirhiza ochraceo-brunnescens*” + *Helianthemum canum* (L.) Baumg. *Descr Ectomyc.* 11/12:71-75.
- Erős Zs. (2003): Ektomikorrhiza-kapcsolatok a törpecserjéket magába foglaló szuharfélék (*Cistaceae*) családjában. *Mikol. Közl.* 42: 35-44.

Poszterek:

- Kutszegi G., Dima B., Erős-Honti Zs., Jakucs E. (2008): Distribution and characterization of Bankeraceae (Basidiomycota) species in Hungary. IV. Magyar Mikológiai Konferencia, Debrecen. (Abstract: *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 55: 213 p.)
- Erős-Honti Zs., Jakucs E. (2004): A Thelephorales rend molekuláris taxonómiai vizsgálata. A Magyar Mikrobiológiai Társaság 2004. Évi Nagygyűlése, Keszthely
- Erős Zs., Jakucs E., Kovács M.G. (2004): Ektomikorrhizák leírása a szürke napvirágról (*Helianthemum canum* (L.) Baumg.) Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében VI. Előadások és poszterek. Keszthely – p.44.
- Erős, Zs., Jakucs, E., Kovács, M. G. (2003): Ectomycorrhizal status of the hoary rockrose (*Helianthemum canum* (L.) Baumg.) 14th International Congress of the Hungarian Society for Microbiology, Balatonfüred.

Előadás:

- Jakucs E., Kovács M. G., Erős-Honti Zs. (2006): A mikorrhizák ökológiai jelentősége. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest. p. 10.