

B 3771

**Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Kar**  
Környezettudományi doktori iskola, Természetvédelmi ökológia program  
Programvezető: Prof. Dr. Gallé László

**Kovács M. Gábor**

**Mikorrhiza vizsgálatok alföldi területeken**

Ph.D. értekezés tézisei



Témavezetők:

Dr. Jakucs Erzsébet, Dr. Bagi István, Dr. Mihalik Erzsébet

**SZTE Növénytani Tanszék**  
**Szeged**  
**2002**

## BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A szárazföldi edényes növények legnagyobb része valamilyen gombával él gyökérszimbiózisban, ezt a mutualista együttélést mikorrhizának nevezzük. Magát a mikorrhiza elnevezést Frank 1885-ben írta le először, német erdőkkel kapcsolatos munkájában. A mikorrhizák főbb típusai az arbuszkuláris, ekto- és ektendomikorrhizák, továbbá elkülönítették a gazdanövények alapján az arbutoid-, erikoid- és orchid-mikorrhizákat. Az egyes típusokra jellemző, hogy milyen gomba taxon és növénycsoport képi őket.

A szárazföldi edényes növények döntő többsége mikorrhizált, és ennek a mutualista kapcsolatnak a hatása mind a növények tápanyagfelvételére, mind a növénytársulások szerkezetére, általánosan ismert és bizonyított. Ennek ellenére, sajnos sok növénytani kutatásban máig ignorálják a mikorrhizákat, erről a jelenségről írta találóan Allen, hogy "out of sight, out of mind".

A különböző mikorrhizákat különböző aspektusokból és különböző szerveződési szinteken vizsgálhatjuk. A főbb irányok a leíró, taxonómiai, az élettani és a gén-expressziós kutatási területek, és külön lehet kezelni az alkalmazott mikorrhiza kutatásokat is.

Nagyon sok növényről vannak mikorrhizáltságukra vonatkozó adatok, de annak a tulajdonságnak, hogy egy növény képez-e mikorrhizát, és ha igen, milyen típusút, mind az egyed, mind az egyed feletti szinteken megnyilvánuló magas variabilitása miatt sok információra lenne még szükség, hogy alaposabban megismerjük különböző típusainak gyakoriságát.

Annak ellenére, hogy a magyarországi növény- és gombavilág erősen kutatott, nagyon keveset tudunk a hazánkban előforduló mikorrhizákról. Az alapos botanikai feldolgozottsággal ellentétben, az Alföld speciális élőhelyeinek növényzete mikorrhizák szempontjából alig kutatott, és nagyon kevés publikált adat származik például a homokgyepek társulásaiból. Három homokgyep néhány növényfaját vizsgálták mikorrhizáltságukra vonatkozóan, míg a kutatások másik része a *Fumana procumbens* (Dun.) Gr. Godr. (Cistaceae) törpecserje faj ektomikorrhizáival foglalkozik. Alföldi

erdős területekről. mikorrhiza adatok pedig kizárólag csak erdészeti szempontból érdekes fajok ektomikorrhizáira vonatkozóak vannak.

Doktori dolgozatomban azon munkáimat mutatom be, melyek során különböző módszerekkel vizsgáltam alföldi területeken található mikorrhizákat és az azokat létrehozó fajok jellemzőit. Egyes élőhelyeken célul tűztem ki, hogy az ott élő növények és gombák részletes mikorrhiza vizsgálatai mellett, adatokat gyűjtsék az adott növénytársulás lehető legtöbb fajának a mikorrhizáltságáról.

A kunfehértói erdő a virginiai holdruta (*Botrychium virginianum* (L.) Sw.) vörös listás páfrányfaj unikális magyarországi élőhelye. és ezért régóta folynak a területen komplex növényökológiai vizsgálatok. Ezekhez kapcsolódva, mikorrhiza vizsgálatokat kezdtünk. célul tűzve ki, hogy az egyik erdőtag növényeinek mikorrhizáltsági státusát jellemezzük kvalitatív és kvantitatív módon, figyelmet fordítva nem mikorrhizás gyökér-endogén gombstruktúrákra is.

A területen nagy gyakorisággal találtuk meg a homoki szarvasgomba (*Terfezia terfezioides* (Matt.) Trappe) termőtesteit. Ennek a gombafajnak a növénykapcsolatairól nagyon keveset tudunk, partnernövényeként korábban csak a fehér akácot (*Robinia pseudo-acacia* L.) jelölték meg. A területen végzett státus vizsgálatok során szerettük volna a gomba potenciális partnerfajait megtalálni, a *Terfezia* nemzetség endogén struktúráinak általános jellemzői alapján.

Korábbi vizsgálatok más *Terfezia* fajoknál a magi rDNS ITS régiójának érdekes variabilitását állapították meg. A *Terfezia terfezioides* molekuláris vizsgálatával tisztázni szerettük volna a faj ITS régiójának variabilitását. Ehhez a kunfehértói területről származó termőtestek ITS szakaszának RFLP és szekvencia vizsgálataival kívántunk megtenni. bevonva a vizsgálatokba olaszországi mintát is. Kíváncsiak voltunk, hogy erre a *Terfezia* fajra is jellemző-e az intraspecifikus heterogenitása az ITS régióknak.

A területen végzett mikorrhiza vizsgálatok egyik legfontosabb célja a *Botrychium virginianum* sporofiton endomikorrhizájának részletes anatómiai vizsgálata volt. Mivel a sporofitonok mikorrhizájának részletes vizsgálatát a nemzetség egyik faján sem végezték el korábban, tisztázni szerettük volna, hogy a genusz valóban

arbuskuláris mikorrhizával rendelkeznek-e, továbbá azt, hogy megtalálhatóak-e benne azok a speciális struktúrák, melyeket a kígyónyelv páfrányok családjának más fajaiban találtak.

A fülöpházi homokbuckás terület, mint a *Terfezia* génusz egyes fajainak fontos mikorrhiza partnereit adó *Helianthemum* nemzetség egyik fájának élőhelye került a vizsgált területek közé. Ezt a homokgyepet azért is választottuk státus vizsgálatokhoz, mert sok botanikai, viszont minimális mikorrhizákra vonatkozó adat áll rendelkezésre róla, pedig a terület speciális viszonyai miatt érdekesnek ígérkezett a mikorrhizáltságokra vonatkozó vizsgálat.

A fülöpházi területen azt is vizsgálni szeretnénk volna a növények gyökereiben és gyökerein található gombastruktúrák részletes tanulmányozása mellett, hogy van-e valamilyen összefüggés az egyes növényfajok mikorrhizáltsága és az adott társulásban rá jellemző cönológiai, ökológiai tulajdonságai közt.

A fülöpházi területen élő ékes napvirág (*Helianthemum ovatum* (Viv.) Dun.) ektomikorrhizáinak részletes anatómiai és molekuláris taxonómiai vizsgálatát szeretnénk volna elvégezni, többek között arra keresve a választ, hogy milyen természetes ektomikorrhizái vannak, és ezek hasonlóak-e azokhoz az ektomikorrhizákhoz, melyeket a területen élő, azonos családba tartozó másik törpecserje, a *Fumana procumbens* képez.

A kunféhértói területen talált *Terfezia terfezioides* termőtestekből izolált steril kultúráival végzett *in vitro* kísérletekkel és ezek részletes anatómiai vizsgálataival pontosabb képet szeretnénk volna kapni a gomba stratégiájáról, növénykapcsolatairól. Ezekhez a kísérletekhez két növényt választottunk:

A korábban partnerként leírt *Robinia pseudo-acacia* esetében pontos adatokat kívántunk szerezni ennek az érdekes kapcsolatnak jellemzőiről.

A másik növényfaj a *Helianthemum ovatum* volt, ahol vizsgálni szeretnénk volna, hogy egyáltalán képes-e a homoki szarvasgomba ezzel a növényvel kapcsolatba lépni. A gombát soha nem találták még olyan élőhelyeken, ahol ez a növény él. A kísérlethez használt növénymagok a fülöpházi területről származtak, mely emlékeztet azokra a félsivatagos élőhelyekre, ahol több, más *Terfezia* faj él. Ennek a növénynemzetségnek a

kiválasztása azért is indokolt volt, mert más *Terfezia* fajok gyakran képeznek mikorrhizát a *Helianthemum* nemzetség fajaival, és ezekről a kapcsolatokról rendelkezésünkre állnak – igaz sokszor félrevezető – anatómiai adataink, és így lehetővé vált a korábban publikált eredményekkel való összevetés.

Mindkét növény esetében a kísérletek során különböző foszfátkoncentrációjú táptalajokat használtunk, hogy vizsgáljuk, ebben az esetben is lesz-e a foszfátkoncentrációnak annyira karakterisztikus hatása az interakcióra, mint azt más *Terfezia* fajoknál találták.

Az alföldi erdők természetes ektomikorrhizáira irányuló kutatások során gyűjtött, a mintaterületeken talált termőtestek alapján feltételezhetően *Tuber rapaeodorum* Tul. et Tul. szarvasgomba által képzett ektomikorrhiza pontos anatómiai jellemzését és ITS alapú molekuláris azonosítását szeretnénk volna elvégezni.

Ugyanezen vizsgálatok során gyűjtött mintáknál vizsgálni szeretnénk volna, hogy a morfológia alapján feltételezeten a Thelephoraceae családba tartozó gombák által képzett mikorrhizák molekuláris módszerrel azonosíthatóak-e.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Mikorrhizák anatómiai vizsgálatai

#### *Státuszvizsgálatok*

A mikorrhizáltsági státuszvizsgálatokhoz a kunfehértói és a fülöpházi területen növényfajonként 2-3 egyedről gyűjtöttünk gyökérmintát, ezeket KOH-os szintelenítés után anilin-kékkel festettük. Vizsgáltuk az arbuskuláris mikorrhizák jellemző képleteinek (arbuszkulum, vezikulum, hifa-hurkok) jelenlétét, amennyiben egyértelműen endomikorrhizás volt a gyökér (arbuszkulum vagy hifa-hurok előfordult a sejtekben), a kolonizáció kiterjedtségét és intenzitását is becsültük. Vizsgáltuk az ektomikorrhizák jelenlétét is, továbbá egyéb, nem mikorrhizás endogén és exogén gomba-struktúrákat is. A kunfehértói vizsgálatok során a *Terfezia terfezioides* potenciális partnerfajának tekintettük azt a növényt, melynek gyökerében előfordultak *Terfezia* nemzetségre jellemző endogén struktúrák.

### *Ektomikorrhizák jellemzése*

Az ektomikorrhizák részletes jellemzését Agerer módszereit követve végeztük. A minták begyűjtése után a friss anyagon vizsgáltuk a köpeny színreakcióit a fontosabb reagensekkel. A részletes morfológiai jellemzés mellett az anatómiai vizsgálatokhoz köpenypreparátumokat készítettünk és a köpeny szerkezetét rajzokkal dokumentáltuk. akárcsak a többi fontos anatómiai bélyeget (cisztídiumok, rhizomorfák). A további jellemzőket félvékony hossz- és keresztmetszeteken vizsgáltuk.

### *Gyökérkapcsolatok részletes fény- és elektron-mikroszkópos vizsgálatai*

A *Botrychium virginianum* sporofitonokról és a *Terfezia terfezioides in vitro* kísérleteiből származó gyökérmintákat 2 %-os glutáraldehidben fixáltuk, majd ozmium-tetroxidos utófixálás után ERL-be ágyaztuk be. A félvékony hosszmetseteket neofuxin-kristályibolyával festettük, majd fáziskontraszt mikroszkóppal vizsgáltuk. Az ultravékony metszeteket uranil-acetátos és ólom-citrátos kezelés után transelektron-mikroszkóppal vizsgáltuk. Mindkét esetben az eredményeket fényképekkel dokumentáltuk.

### *In vitro kísérletek*

A kísérletekben használt *Terfezia terfezioides* törzset a kunfehértói területről gyűjtött termőtestből izoláltuk. A *Helianthemum ovatum* és *Robinia pseudo-acacia* magokat felszín sterilizálás után aszeptikus körülmények között csíráztattuk, majd micéliummal beoltott táptalajra helyeztük. A kísérlethez agaros módosított MMN táptalajt használtunk, öt különböző foszfát koncentrációval, melyek az eredeti foszfátmennyiség 12.5, 25, 50, 100 és 200 %-át tartalmazták. A növényeket tartalmazó Petri csészéket fénykamrában tartottuk 28-32 napig.

### *Molekuláris vizsgálatok*

Az ektomikorrhizákból és a szárított termőtestekből CTAB pufferes feltárással, kloroformos tisztítással és alkoholos kicsapással nyertük ki a DNS-t. A PCR

reakciókhoz ITS1F-ITS4 primerpárt használtunk. Az RFLP vizsgálatokhoz *CfoI*, *EcoRI* *HinfI* és *XhoI* restrikciós enzimeket használtunk, követve a gyártó útmutatását. A DNS szekvenáláshoz a mintákat gélből visszaizolálva tisztítottuk, ezután a „cycle” szekvenáláshoz ABI PRISM BigDye Terminator Kit-et használtuk a fent említett primerpárral, a szekvenálás ABI PRISM 310 szekvenáló segítségével történt.

A szekvenciákkal végzett elemzésekhez a Blast keresőprogram használata után kiválasztott génbanki szekvenciákat is használtunk. A szekvenciák illesztését ClustalX programmal végeztük, míg az elemzésekhez és számításokhoz (Maximum-likelihood, Neighbor-Joining, parsimony) a Phylip 3.57c programcsomagot használtuk. A számításokat bootstrap analízissel teszteltük.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Dolgozatomban az alföldi területek mikorrhizáira irányuló a munkáimat mutattam be. A vizsgálatok során két különböző növénytársulás, összesen 138 növényfajának mikorrhizáltságát és gyökérendogén gombastruktúráit jellemeztük. Vizsgáltuk az egyik területen élő gombafaj ITS szakaszának variabilitását, részletes anatómiai jellemzését adtuk egy páfrányfaj arbuskuláris és egy törpecserje faj két ektomikorrhizájának, egy gombafajnak *in vitro* körülmények között két növényel alkotott gyökérkapcsolatának részletes anatómiai vizsgálatát végeztük el, és alföldi erdőkből származó ektomikorrhizákat jellemeztünk és azonosítottunk anatómiai és molekuláris módszerekkel.

- A kunfehértói erdőben végzett mikorrhizáltsági státuszvizsgálatok során 49 növényfaj mikorrhizáltságának kvalitatív és kvantitatív jellemezése készült el, melyek közül több faj esetében ezek voltak az első mikorrhizáltsági adatok. A területen relative magas volt a nem-mikorrhizált növényfajok aránya, de figyelembe véve a társulások cönológiai viszonyait, egyértelműen mikorrhizált növények dominálnak az élőhelyen.

- A státuszvizsgálatok során 12 növényfajt jelöltünk meg a gyökérendogén struktúrák alapján, mint a *Terfezia terfezioides* hipotetikus partnernövényét.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy a módszerek miatt a gazdanövények biztos azonosításához további molekuláris módszerekkel végzett vizsgálatok szükségesek.

- A területről gyűjtött 19 és egy Olaszországból származó *Terfezia terfezioides* termőtest ITS szakaszának RFLP és szekvencia szintű vizsgálatai, ellentétben más *Terfezia* fajok ugyanezen génszakaszának intraspecifikus variációjával, az ITS régió teljes homogenitását mutatták, nagy földrajzi távolságok esetén is. Ez a tulajdonság lehetővé teszi a szakasz megbízható molekuláris markerként való használatát és faj specifikus PCR primerek tervezésével a természetes gazdanövények azonosítását.

- A kunfehértói erdőben élő szigorúan védett virginiai holdruta (*Botrychium virginianum*) sporofiton mikorrhizáinak részletes fény- és elektron-mikroszkópos tanulmányozása egyértelműen igazolta, hogy a faj arbuskuláris mikorrhizát képez. Az arbuszkulum morfológiája eltér a korábban az Ophioglossaceae családból leírt speciális formáktól. robusztus. lebeny-szerű megjelenése fosszilis arbuszkulumokra emlékeztet. A mikorrhiza típusa egyedi, nem illeszthető a két fő forma (*Arum*- és *Paris*-típus) egyikébe sem.

- Az ultrastruktúra vizsgálatok egyértelműen igazolják *Botrychium virginianum* sporofiton gyökerében lévő arbuszkulumok széntranszportban játszott fontos szerepét, mely elmélet szintjén nem általánosan elfogadott. Ez az első, a *Botrychium* nemzetség valamely fajának sporofitonjára vonatkozó részletes, ultrastruktúrára is vonatkozó eredményeket bemutató mikorrhiza vizsgálat.

- A fülöpházi homokbuckás területen végzett státuszvizsgálatok során 89 növényfaj részletes mikorrhizáltsági vizsgálatát végeztük el, szintén figyelve az egyéb – elsősorban a DS gombák által képzett – gyökérendogén struktúrákra. Hasonlóan a kunfehértói területhez, ezen növények esetében is becstültük a kolonizáció intenzitását és kiterjedtségét. A nem-mikorrhizált növényfajok időbeli és bizonyos térbeli elkülönülésére lehetett következtetni a cönológiai, növényökológiai adatok alapján.

- Mindkét területen nagy gyakorisággal kolonizálták a gyökereket a „sötét. szeptált” (DS) hifájú gombák struktúrái. Ez a tény megerősíti azt a hipotézist, hogy a gombacsoport gyakorisága, jelentősége összefügg a stresszel.

- A fülöpházi gyepekben élő ékes napvirág (*Helianthemum ovatum*) két természetes azonosítatlan ektomikorrhizáját jellemeztük részletesen. A gombapartner



mind a „*Helianthemirhiza hirsuta*”, mind a „*Helianthemirhiza latihypha*” esetében aszkuszos gomba (ezt a molekuláris eredmények is alátámasztják). Ezen eredmények az első részletes jellemzései egy *Helianthemum* faj ektomikorrhizájának.

- A kunfehértói területéről izolált *Terfezia terfezioides* szövettenyészetekkel *in vitro* kísérletekben vizsgáltuk a gomba interakcióját *Robinia pseudo-acacia* és a fülöpházi területéről származó *Helianthemum ovatum* növényekkel. A gyökerek kolonizációjának erőssége pozitív összefüggésben volt a tápközeg foszfátkoncentrációjával. A gomba intracelluláris hurkokat képző jellegzetes hifái minden esetben halott gazdasejtekben fordultak elő. Egyes struktúrák a növény védekező reakcióit is mutatták. Hartig-háló szerű struktúrák megfigyelhetőek voltak a *Helianthemum ovatum* esetében – az akácnál az intercelluláris hifák egyszerű lefutásúak voltak. Az eredmények alapján megkérdőjelezhető a *Terfezia terfezioides* tisztán mikorrhizás viselkedése.

- Az alföldi erdők ektomikorrhizáinak vizsgálata során gyűjtött *Tuber rapaeodorum* ektomikorrhizája anatómiai jellemzők alapján nem különíthető el a *Tuber borchii* ektomikorrhizájától, viszont az elvégzett ITS szekvencia vizsgálatok kiértékelése során a két vizsgált mikorrhiza ITS szekvenciája a *Tuber rapaeodorum* ITS szekvenciájával került egy csoportba és egyértelműen elkülönült a *Tuber borchii* ITS szekvenciáktól.

- Az alföldi erdőkben gyűjtött négy tomentelloid mikorrhiza ITS szekvenciáján alapuló molekuláris vizsgálata lehetővé tette a mikorrhizák azonosítását, és ezek alapján feltételezhető, hogy a mikorrhizákat a *Tomentella stuposa* faj képezte. A különböző minták szekvenciái területek illetve gazdanövények alapján rendeződtek csoportokba.

- Ezek, és a fentebb említett eredmények Magyarországon az első olyan vizsgálatok, melyekben DNS szekvencián alapuló módszerekkel történt meg ektomikorrhizákat képző gombák azonosítása.

## AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK\*

### Lektorált folyóiratokban megjelent publikációk

Diez J, Manjón J.L., Kovács M. G., Celestino C., Toribio M. 2000. Mycorrhization of vitroplants raised from somatic embryos of cork oak (*Quercus suber* L.). *Applied Soil Ecology* 15: 119-123.

Kovács M. G. 2000. A *Botrychium virginianum* (L.) Sw. sporofiton endomikorrhizáinak anatómiai vizsgálatai. *Mikológiai Közlemények* 39: 7-14.

Kovács. G. M., E. Jakucs 2001. „*Helianthemirhiza hirsuta*” + *Helianthemum ovatum* (Viv.) Dun. *Descriptions of Ectomycorrhizae* 5: 49-53.

Kovács. G. M., I. Bagi 2001. Mycorrhizal status of a mixed deciduous forest from the Great Hungarian Plain with special emphasis on the potential mycorrhizal partners of *Terfezia terfezioides* (Matt.) Trappe. *Phyton – Annales Rei Botanici* 41: 161-168.

Kovács. G. M., Rudnóy. Sz., Vágvölgyi. Cs., Lásztity, D., Rácz, I., Bratek, Z. 2001. Intraspecific invariability of the internal transcribed spacer region of rDNA of the truffle *Terfezia terfezioides* in Europe. *Folia Microbiologica* 46: 423-426.

Kovács. G. M., Jakucs, E., Manjón, J. L., Esteve-Raventós, F., Diez, J. 2002. *Cortinarius himmuleus* Fr. + *Betula celtiberica* Rothm. et Vasc. *Descriptions of Ectomycorrhizae* [in press]

### Egyéb publikációk

Kovács G., J. Diez, J. L. Manjón, Jakucs E. 1999. *Scloderma polyrhizum* Gmel in vitro szintetizált ektomikorrhizája *Quercus suber* L.-en. *X. Magyar Növényanatómiai Szimpózium*. Debrecen, Abstracts, pp. 96-97. [poszter]

Diez, J., J. L. Manjón, G. Kovács, C. Celestino, M. Toribio 1999. In vitro synthesis of *Scloderma polyrhizum* Gmel. and *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizae on *Quercus suber* L. plantlets raised from somatic embryos. *XIII. Congress of European Mycologists*. Abstracts. Alcalá de Henares (Madrid) Spain, p. 33. [előadás]

Kovács M. G. 2000. A virginiai holdruta (*Botrychium virginianum*) gombakapcsolatainak és az élőhelyét – a kunfehértói erdőt – alkotó fásszárú növények mikorrhizáltsági státuszának vizsgálata. Kutatási jelentés. *Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága*. 19 p.

Kovács M. G. 2001. A virginiai holdruta (*Botrychium virginianum*) gombakapcsolatainak és az élőhelyét – a kunfehértói erdőt – alkotó fásszárú mikorrhizáltsági státuszának vizsgálata. Kutatási jelentés. *Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága*, 21 p.

Kovács M. G., Jakucs E., J. L. Manjón, F. Esteve-Raventós, J. Diez 2001. *Cortinarius himmuleus* ektomikorrhizájának anatómiai jellemzése. *XI. Magyar Növényanatómiai Szimpózium*. Keszthely, Abstracts, pp. 56-57. [poszter]

\* Publikációimat 2000-től Kovács M. Gábor név alatt közlöm

## AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ NEM KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Kovács G. 1997. A spóraméret és alak variabilitásának és az érés közbeni változásának vizsgálata a gypjas tintagomba (*Coprinus comatus* /Müll.:Fr./ S. F. Gray) esetében. *Mikológiai Közlemények* 36: 5-12.

Kovács G. 1998: A kerti tintagomba (*Coprinus micaceus* /Bull.:Fr./ Fr.) spóraméretének statisztikai vizsgálata. *Mikológiai Közlemények* 37: 29-40.

Bagi I., Kovács G., Székely Á. 1998. A *Crocus reticulatus* Stev. előfordulása a kunfehértói holdrutás erdőben. *Kitaibelia* 3: 231-233.

Bagi. I., Kovács G. 1998. Distribution of plant nutrients in the seeds and shoots of *Chenopodium rubrum* L. var. *pusillum* Hausskn. along an environmental gradient. *Acta Biologica Szegediensis* 43: 49-61.

Précsényi I., Kovács G., Bagi I. 1999-2000. Vegetációtérképek információelméleti vizsgálata. I. Kérdésselvetés és illusztráció. *Botanikai Közlemények* 86-87: 51-56.

Bagi I., Kovács G. 1997. Trait-analízis és self-thinning folyamatok *Chenopodium rubrum* populációkban. *IV. Magyar Ökológus Kongresszus*, Pécs. Abstracts. p. 18. [előadás]

Kovács G. 1997. A Tisza-tó területén végzett növényökológiai kutatások összefoglalása a publikált tanulmányok alapján. *SZTE Növényzeti Tanszék*, 16 p. [kézirat]

Kovács G. 1997. A gypjas tintagomba (*Coprinus comatus* /Müll.:Fr./ S. F. Gray) spóraméret-analízise. IX. Magyar Növényanatómiai Szimpózium, Szeged, Abstracts. pp. 80-81. [poszter]