

AZ ŐRSÉGI FEKETE-TÓ ÚSZÓLÁPI NÖVÉNYEINEK MIKORRHIZA - KAPCSOLATAI

ZÖLD-BALOGH ÁGNES¹, PARÁDI ISTVÁN², BRATEK ZOLTÁN²

¹ *Paluster Bt., 1214 Budapest, Völgy u. 21.*

² *Eötvös Loránd Tudományegyetem, Növényélettani Tanszék, 1117 Budapest,
Pázmány Péter sétány. 1/c.*

Abstract

Mycorrhizal relations of the floating mat plants on the Lake Fekete Őrség (Hungary). - Kanitzia 10: 217-224.

Mycorrhizal associations of plants living on the floating mat of Lake Fekete in Őrség were studied in spring and autumn. The developed new preparation method contains two basic steps: washing and fixation of roots in field-side immediately after digging up, adjust the root cooking time according to different properties of roots of different plant species. Roots of herbs growing in floating mats needed just few minutes of cooking time which is mentionably shorter than the optimal, approximately one hour cooking time of terrestrial herbs. Both arbuscular and ectomycorrhiza formations were detected and almost all species studied were mycorrhizal. Except *Frangula alnus*, all of the woody species studied were highly colonized by ectomycorrhizal fungi in spring. However, in autumn, ectomycorrhizal colonization was less intense and more varied. Average arbuscular mycorrhizal (AM) colonization frequencies, intensities and arbuscule-contents was higher in spring and all parameters in parallel were decreased in autumn. Among woody species, *Frangula alnus* was highly colonized by AM fungi in both season and *Quercus* sp. in a smaller extent in autumn. Seasonal variation of colonization, however, can be typical to the plant species, as it is inferred from the mycorrhizal parameters of the three herbs studied in both season. There was an increase in the autumn colonization in case of *Lysimachia vulgaris*, but a decrease was detected for *Peucedanum palustre*. As regards *Molinia arundinacea*, arbuscule content decreased in autumn but colonization intensity remained in the same level. Therefore, colonization dynamics of the different species can be varied.

Keywords: arbuscular mycorrhiza, ectomycorrhiza, floating mat, seasonality

Bevezetés

Az úszólápok (vízen úszó nádas-, gyékény-, harmatkása állományok, magassásrétek, tőzegmohaszőnyegek) különleges geomorfológiai alakzatok, tőzegtalajú álszárzsföldek. Bármely láptípus kialakulhat rajtuk és erdősülhetnek is bokor- és szálerdővel (BALOGH 1983, 2000, 2001). Kialakulásukat és szukcessziójukat

BALOGH (1983, 2000, 2001) írta le. Ismert az úszólápok vízminőségre gyakorolt hatása is (BALOGH 1983); tápanyagsapdként védik természetes vizeinket az eutrofizációtól és javítják a biológiai vízminőség többi tulajdonságcsoportját is (halobitás, szaprobitás, toxicitás).

Az úszólápok szulfurétum jellegű ökoszisztémák jelentős térszínei az elemek biogeokémiai ciklusainak. Az úszólápokra jellemző a szélsőségesen reduktív környezet, valamint az alacsony biodegradációs aktivitás (az alternatív elektron-akceptorok limitáló mennyiségű jelenléte miatt) (ZÖLD-BALOGH 1999).

Az Őrség egyetlen tudományosan feltárt úszólápjá a Farkasfa melletti Fekete-tó (BALOGH 1989). Vize a láp alatt igen savanyú: a tó különböző részein 4,1-4,9 közötti pH értékek váltakoznak. A lápalkotó növény itt a nádképző kékperje (*Molinia arundinacea*) és néhány sásfaj. A láp teljesen benötte a tavat, sőt tőzegmohaszőnyege domboldali dagadólápot alkotva több méter szélességben a szárazföldet is meghódította (BALOGH és ZÖLD-BALOGH 2002). A többi Őrségi úszóláphoz hasonlóan a Fekete-tó a fűz- és nyárfajok mellett erdei fenyővel, nyírral és tölgyvel is erdősül.

Az úszólápok ökológiai egyensúlyának megértéséhez és ezen egyensúly fennmaradásának biztosításához feltétlenül szükség van az úszólápalakotó növényzet és mikorrhizagombáik vizsgálatára. A korábban elterjedt, túlzottan növénycentrikus tápanyagforgalmi szemléletet egyre határozottabban módosítják a mikorrhizagombák és a növények közös tápanyagforgalmát mind szélesebb körben feltáró bizonyítékok. Jelenlegi ismereteink szerint a legtöbb növény rendelkezik szimbióta gombapartnerrel.

A mikorrhiza-kutatás kezdetei az 1880-as évekre nyúlnak vissza. A 20. század elején sikerült izolálni az orchidea-mikorrhizagombákat. Az utóbbi évtizedekben ismét az érdeklődés középpontjába került a mikorrhizák kutatása. A téma aktualitását többek között az adja, hogy a technokrata ember által elszegényített talajéletű talajkörnyezetet újra élővé, termővé célszerű tenni e parányi élőlények irányított felhasználásával.

Az úszólápi növények mikorrhiza-kutatásának témakörében eddig csak néhány munka látott napvilágot. STENLUND és CHARVAT (1994) három *Typha*-fajon végzett AM-kolonizációs vizsgálatokat. Hazánkban úszólápi növények mikorrhiza-kapcsolatait első ízben RÉPÁS és mtsai (1998) vizsgálták az Őrségi Fekete-tavon. ZÖLD-BALOGH és mtsai (2000) hazánk több úszólápján végeztek hasonló felméréseket. A Velencei-tó úszólápi növényeinek AM-kapcsolatairól tájékoztatnak ZÖLD-BALOGH (2001a, 2001b) valamint ZÖLD-BALOGH és mtsai (2002) kutatási eredményei.

Az Őrségi Nemzeti Park egyik legjelentősebb természeti értéke a Fekete-tó. E szinte háborítatlan állapotú láp megőrzése közös érdekünk. Ennek tudatában kezdtük el 2000-ben a tó úszólápi növényeinek az eddigieknél átfogóbb, rendszeres mikorrhiza-kolonizációs vizsgálatát. Mivel az úszólápot alkotó növények AM- és ektomikorrhiza-kapcsolatait feltáró alapos munkák ez idáig nem születtek, vizsgálataink első két évében célként tűztük ki a mikorrhiza-kapcsolatok átfogó feltérképezését (gyakoriság, intenzitás, szezonális), egy jól használható módszer

kialakítását (mintavétel, festés, preparálás) és modellfajok kijelölését további összehasonlító vizsgálatokhoz.

Reméljük, hogy a kutatási eredményeinkkel is tovább bővülő ökológiai ismeretanyag alapján egy hatékonyabb természetvédelmi területkezelésre tehetünk javaslatot.

Alapfogalmak

A mikorrhiza fogalma: a mikorrhiza a mutualista szimbiózis igen elterjedt formája; a növények gyökerei és gombák közötti szoros morfológiai kapcsolat, melynek fő szerepe a partnerek közötti kétirányú tápanyagátadás.

A mikorrhiza szerepe: a gombás gyökerek átszövik a talajt és exoenzimjeikkel feltárják annak tápanyagtartalmát. A mikorrhizált növény gyökerének megnövekedett felszínén keresztül megemelkedett tápanyag (szerves és szervetlen anyagok) és vízfelvétel zajlik, a gomba a növénytől pedig kész szerves anyagokat (főleg szénhidrátokat) kap cserébe.

A Fekete-tó úszólápján eddig az alábbi két mikorrhizatípust találtuk meg.

Ektomikorrhiza: főként a nehezen hozzáférhető tápanyagforrásokat tartalmazó talajokban fordul elő, elsősorban fás szárú növények gyökerein. Jellemző morfológiai képletei a gyökérvégeken található gombaköpeny, valamint a Hartig-háló, amely a gyökér kéregsejtjeit szorosan körülfonó hifákból áll és a két szimbionta fél anyagtranszportjának színtere.

Arbuskuláris mikorrhiza (AM): jelentős mértékben mineralizálódott talajú élőhelyeken jellemzőbb, elsősorban a lágyszárú növények gyökereiben. Amorf hifáik behatolnak a gyökér kéregsejtjeibe, ahol létrehozzák az arbuskulumokat, melyek szőlőfürtszerű vagy tüdőfácska alakú képletek és akár százszorosára növelhetik a növény és a gomba egymásba tekeredett membránjainak felületét. Jellemző morfológiai képletei még a hólyagszerű, tartalék tápanyagokat tartalmazó vezikulumok és a coilok (megtekeredett hifák), valamint a gomba által a talajban létrehozott ún. extramatrikális micélium.

Anyag és módszer

2000 őszén, valamint 2001 tavaszán és nyarán a kiválasztott, gyakori úszólápjalkotó növényfajok 5-5 egyedének teljes gyökérzetét begyűjtöttük, majd a tisztára mosást és az 50%-os etilalkoholos fixálást követően hűtőkamrában (+3°C - +5°C-on) tároltuk. Az ektomikorrhizas gyökérvégek vizsgálatát sztereomikroszkóp segítségével végeztük. Az AM vizsgálatokra kijelölt gyökérmintákat KRJUEGER és mtsai (1968) módszere alapján anilinkékkel megfestettük, majd TROUVELOT és mtsai (1986) elve szerint megbecsültük a mikorrhiza-kolonizáció paramétereit. A féltartós preparátumok kiértékelése Nikon Optiphot-2 típusú mikroszkóppal történt.

A következő AM-kolonizációs paramétereket becsültük: A mikorrhizáltság gyakorisága (F%): a vizsgált gyökérdarabok közül a mikorrhizát tartalmazók aránya.

A mikorrhizáltság intenzitása (M%): a vizsgált gyökérdarabok mikorrhizakolonizációjának térbeli kiterjedtsége.

A mikorrhizált területek (a%), illetve a teljes gyökér (A%) arbuszkulum tartalma: az arbuszkulumok sűrűségének becsült értékei.

Az ektomikorrhiza kolonizáltság mértékét a gombaköpennyel fedett gyökérvégek százalékos arányával jellemeztük.

Eredmények és értékelésük

Egyes fás szárú növényfajok esetében az ektomikorrhizas gombaköpennyel borított gyökérvégek százalékos aránya évszakos megoszlást mutatnak (1. táblázat). Míg a tavaszi becslések a *Frangula alnus* (0%) kivételével a többi fásszárú növényfaj esetében egyöntetűen 100%-os borítottságot mutatnak, addig az őszi kolonizációs értékek kevésbé egységesek. A *Frangula alnus* gyökérvégeit ebben az évszakban sem borítja gombaköpeny, a *Pinus sylvestris* és a *Qercus* sp. azonban 100%-os borítottságot mutat. A *Salix aurita* gyökerei kb. felerészben, a *Betula pubescens* egyedei mintegy 4/5 részben kolonizáltak. A gyökérvégeket tavasszal friss, feszes gombaköpeny borította, míg az őszi minták erősen szinehagyott, töredezett, mállott jellegűt mutattak, újabb – az őszi időszakban történt – ektomikorrhiza-képzésre utaló képletek nem voltak találhatóak. Feltételezhető, hogy az ektomikorrhizas gyökérvégek egyes fajokra jellemző őszi megfogyatkozása a lehülő lúp növényeinek csökkenő anyagcseréjével áll kapcsolatban.

Az úszólápi lágyszárú növények AM-kolonizációjának dinamikája az eddig vizsgált két évszak függvényében, évszakonként átlagolva, viszonylag egyöntetű képet mutat (1.-2. táblázat, 1. ábra). A mikorrhizáltság gyakorisága (F%), intenzitása (M%), a mikorrhizált területek arbuszkulum-tartalma (a%) és a teljes gyökér arbuszkulum-tartalma (A%) egyaránt tavasszal mutat magasabb értékeket. A tavaszi megújulás fokozott anyagcserét, anyagtranszportot igényel, amely együtt jár az AM-kolonizáció mértékének növekedésével; ősszel pedig a csökkenő anyagforgalom - a becsült értékek alapján - alacsonyabb gomba-kolonizációs szinttel jár együtt.

Az egyes lágyszárú fajok esetén a kolonizációs paraméterek évszakonkénti alakulása az átlagostól persze jelentősen eltérhet, ahogyan ezt a mindkét évszakban egyaránt vizsgált három növényfaj esetében is tapasztaltuk (1-2. táblázat). *Lysimachia vulgaris* esetén magasabb, míg *Peucedanum palustre* esetén alacsonyabb volt az őszi kolonizációs intenzitás (M%) és az arbuszkulum-tartalmak (a% és A%). A *Molinia arundinacea* a% és A% értékei szintén csökkentek ősszel, ám M%-értékei nem változtak lényegesen, ami egy némileg másfajta kolonizációs dinamikát feltételez e faj esetén.

A fás szárú úszólápi növények közül a *Qercus* sp. esetében csak az őszi példányokban találtunk AM-gombapartner - arbuszkulum képződés nélkül - ezzel szemben a *Frangula alnus* őszi és tavaszi vizsgálati eredményei egyaránt igen magas AM-kolonizációt mutatnak.

Az AM gombapartnert tartalmazó úszólápi növényfajok egyedeinek becsült kolonizációs paramétereit összehasonlítva jelentős szóródás nem mutatkozott.

Mivel az arbuskuláris mikorrhizagombákat obligát aerob élőlényeknek tartják, nedves élőhelyeken a növényi gyökér oxigén-forrásul is szolgálhat számukra, például *Typha*-fajokban az aerenchima révén. Ennek ellenére STENLUND és CHARVAT (1994) három úszólápi *Typha* fajban alacsony kolonizációt találtak. Jelen munkában – bár *Typha* fajok nem fordulnak elő az úszólápon – a vizsgált fajok többségére az erősen reduktív lápi tőzegtalaj ellenére magas AM kolonizáltság volt a jellemző.

Az úszólápi lágyszárú növények őszi AM-kolonizációjának eredményei (2. táblázat) szinte kivétel nélkül ellentmondanak RÉPÁS és mtsai (1998) őszi adatainak, ahol a lágyszárú növények többsége nem képzett mikorrhizát, kivéve a *Molinia arundinacea*-t. Valószínűleg a módszertani különbségek vezettek eltérő eredményekhez. Saját tapasztalataink szerint az úszólápi lágyszárú növények gyökereit a becslési vizsgálatra előkészítve csak 1-2, legfeljebb 4-5 percig szabad főzni a sejtfalakat feltáró KOH oldatban. Ezen növényi gyökerek sejtfalai ugyanis sokkal vékonyabbak, nagyobb víztartalmúak, mint a szárazföldi növényekéi, így már pár perccel hosszabb főzési idő jelentősen roncsolhatja a mikorrhiza struktúráját. Szakirodalomból ismert, hogy a szárazföldi lágyszárú növények AM vizsgálatainál általában 1 órás főzési időt alkalmaznak a festés előkészítéséhez. RÉPÁS és mtsai (1998) eszerint jártak el, s feltehetően ezért nem találták meg többi úszólápi lágyszárú növényfaj egyedeinek gyökerében a gombákat.

A gyökerek tényleges AM vagy ektomikorrhiza kolonizációs szintjeinek realisabb felmérését segíti elő mintavételkor a talajból kiemelt gyökérzetek helyszíni mosása (lápvízben) és helyszíni fixálása is. A korábbi gyakorlattal ellentétben (amikor a mintavétel akár többszáz kilométeres utazás követte a laboratóriumba érkezésig) ilyen módon jobban rögzíthető a mikorrhiza-gombával kolonizált gyökérzetek eredeti állapota, s ez a tény a becslési értékek pontosságában is megmutatkozik.

Összefoglalásul megállapítható, hogy a Fekete-tó úszólápi növényeiben – a Velencei-tó és a Ráckeve-Soroksári Dunaág úszólápjaihoz hasonlóan – szinte minden faj esetén markáns arbuskuláris vagy ektomikorrhiza kolonizációt sikerült kimutatni. A Fekete-tó nyári aszpektusának folyamatban lévő vizsgálatával, valamint a többi úszóláppal történő összehasonlítással és a gombafajok diverzitásának molekuláris módszerekkel történő meghatározásával az úszólápok mikorrhiza-kolonizációjának dinamikájáról kialakulóban lévő kép még teljesebbé válhat.

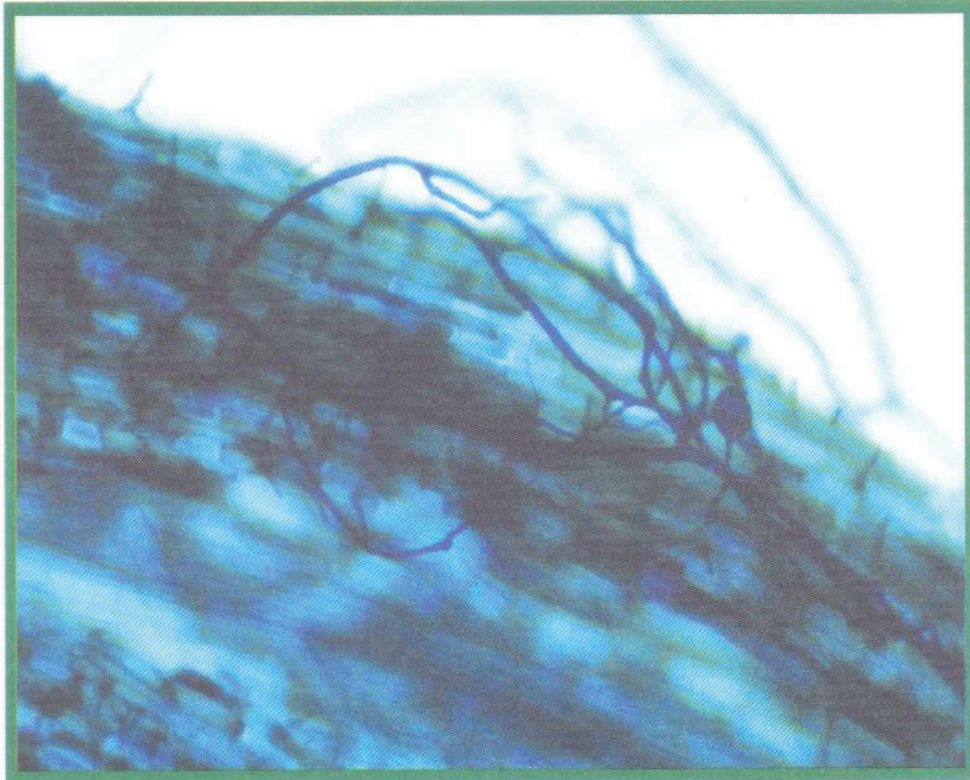
IRODALOM

- BALOGH M. (1983): A Velencei-tó nyugati medencéjének úszólápjai, és hatásuk a tó vízminőségére. – Kand. ért. MTA Budapest.
- BALOGH M. (1989): Magyarország úszólápkatasztere III. Kutatási jelentés (kézirat) pp. 19-20. – Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Minisztérium, Budapest.

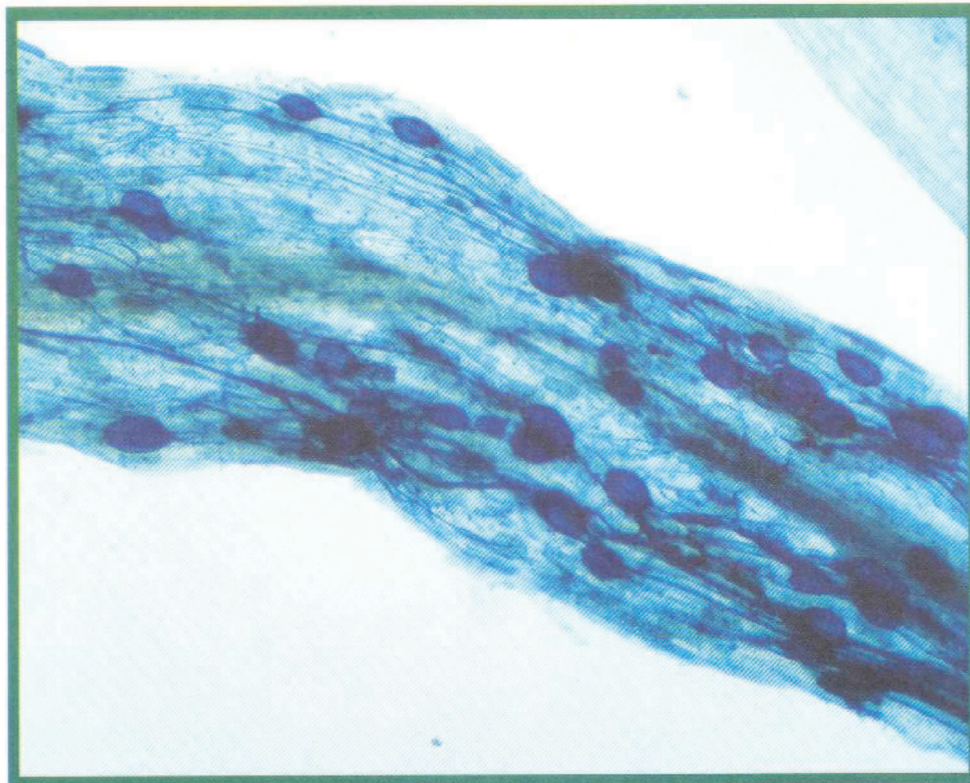
- BALOGH M. (2000): Az úszóláp-szukcesszió kérdései I. – *Kitaibelia* 5 (1): 9-16.
- BALOGH M. (2001): Az úszóláp-szukcesszió kérdései II. Az úszólápok növényzetének sukcesziója. – *Kitaibelia* 6 (2.): 291-297.
- BALOGH M., ZÖLD-BALOGH Á. (2002): Domboldali dagadóláp hazánkban. – *Kanitzia* 10: 211-216.
- KRUEGER L. (1968): Ucsenic zapiszki Permszkogo Pedagogiceszkogo Insztituta. Perm: 69-70.
- RÉPÁS L., BRATEK Z., KOVÁCS G., BALOGH M. (1998): A növények mikorrhizáltságának vizsgálata az őrségi Fekete-tavon. – *Bot. Közlem.* 85: 89-93.
- STENLUND D. L., CHARVAT I. (1994): Vesicular arbuscular mycorrhizae in floating wetland mat communities dominated by *Typha*. *Mycorrhiza* 4: 131-137.
- TROUVELOT A., KOUHII 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: *Mycorrhizae: physiology and genetics-Les mycorrhizes: physiologie et génétique*. Proceedings of the 1st ESM/1er SEM, Dijon, 1-5 July 1985.-INRA, Paris, pp. 217-221.
- ZÖLD-BALOGH Á. (1999): Szulfát-redukáló baktériumok vizsgálata a Ráckeve-Soroksári Dunaág szigetecsképi holtágának úszólápjain. – Szakdolgozat, ELTE Mikrobiológiai Tanszék.
- ZÖLD-BALOGH Á., BRATEK Z., RÉPÁS L., ALBERT L., BABOS L., PARÁDI I., BALOGH M. (2000): Magyarországi úszólápok mikorrhizaviszonyai. V. Magyar Ökológiai Kongresszus, Debrecen. Előadások és poszterek gyűjteménye: *Acta Biologica Debrecina Occologica Hungarica suppl.* 11(1): 178.
- ZÖLD-BALOGH Á. (2001a): Úszólápi növények mikorrhiza-kapcsolatainak feltárása a Velencei-tavon. – Kutatási jelentés (kézirat) Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp. 1-9.
- ZÖLD-BALOGH Á. (2001b): A Velencei-tó úszólápjainak mikrobiológiai állapotjellemzői. – Kutatási jelentés (kézirat) Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp. 8-15.
- ZÖLD-BALOGH Á., PARÁDI I., BALOGH M., BRATEK Z. (2002): Seasonal variation in the arbuscular mycorrhizal colonization of plants in Lake Velencei's floating mats. II. Magyar Mikológiai Konferencia, Szeged. Előadások és poszterek gyűjteménye: *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 49: 391.

Növényfajok	Tavaszi (2001)	Ősz (2000)
<i>Betula pubescens</i>	100%	89%
<i>Calluna vulgaris</i>	-	0%
<i>Frangula alnus</i>	0%	0%
<i>Pinus sylvestris</i>	100%	100%
<i>Quercus</i> sp.	100%	100%
<i>Salix aurita</i>	100%	57%

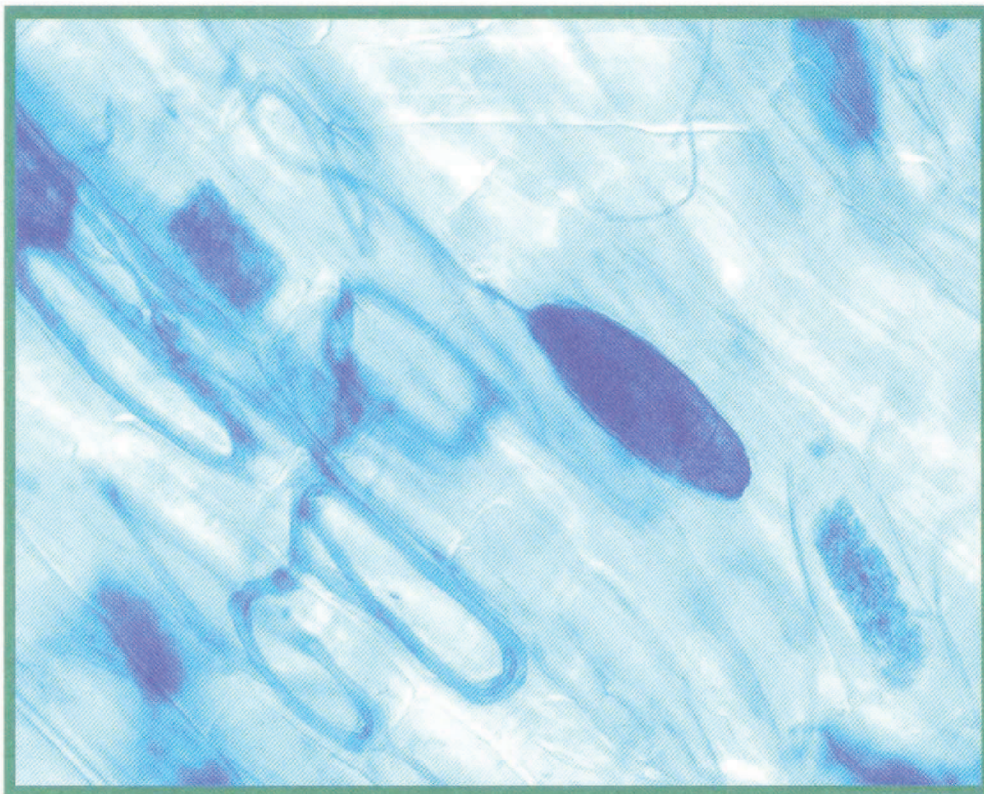
1. táblázat *Fásszerű növényfajok ektomikorrhiza kolonizációjának átlagos értékei a Fekete-tavon.*



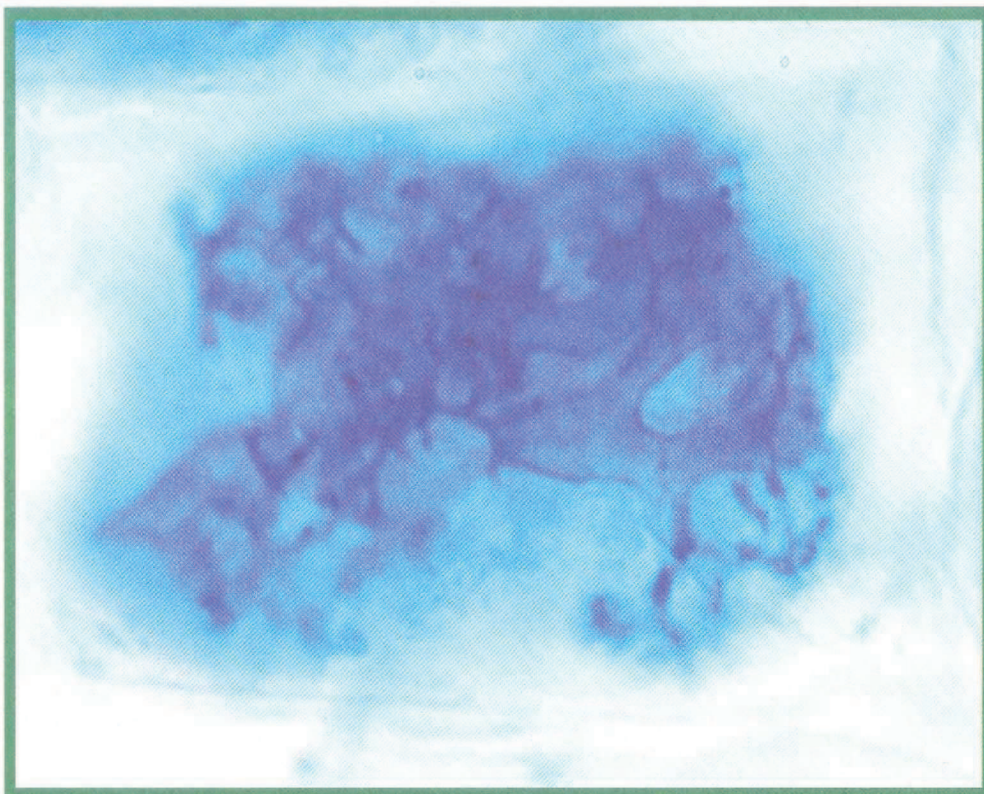
1. kép Extramitrikális hifaköteg spórával a gyökér felszínén.



2. kép Gyökérrészlet intercelluláris hifákkal és vezikulumokkal.



3. kép Gyökérrészlet arbuskulummal (jobbra fent és balra lent), vezikulummal (középen) és coilok (középen-lent).



4. kép Arbuszkulum egy gyökérsejtben.

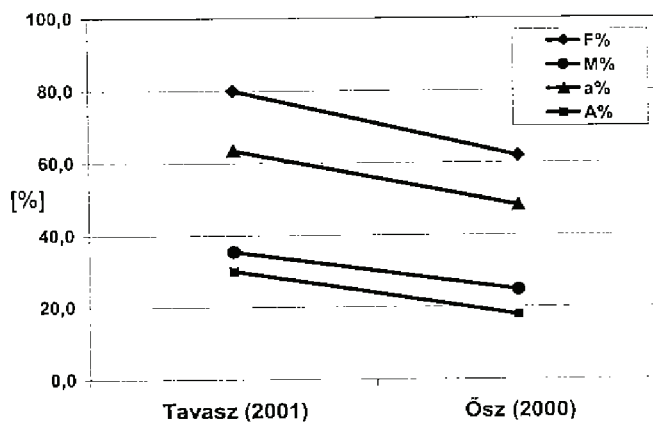
Növényfajok	F%	M%	a%	A%
<i>Betula pubescens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Carex sp.</i>	28,3	0,6	12,5	0,1
<i>Frangula alnus</i>	96,7	87,3	98,7	86,2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	96,7	25,3	77,2	19,7
<i>Molinia arundinacea</i>	98,3	36,7	69,6	25,7
<i>Peucedanum palustre</i>	96,7	79,4	94,6	75,1
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Quercus sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Salix aurita</i>	0,0	0,0	0,0	0,0

2. táblázat *Arbuskuláris mikorrhiza kolonizáció átlagos tavaszi értékei a Fekete-tavon. A mindkét évszakban vizsgált fajok vastagon kiemelve.*

Növényfajok	F%	M%	a%	A%
<i>Betula pubescens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Calluna vulgaris</i>	10,0	0,1	0,0	0,0
<i>Carex echinata</i>	80,0	30,1	79,0	23,8
<i>Eryophorum angustifolium</i>	6,7	0,1	0,0	0,0
<i>Frangula alnus</i>	95,0	86,0	96,6	83,2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	80,0	34,8	82,8	28,8
<i>Molinia arundinacea</i>	100,0	38,4	45,9	17,6
<i>Peucedanum palustre</i>	95,0	45,2	81,7	36,9
<i>Pinus sylvestris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Quercus sp.</i>	33,3	0,3	0,0	0,0
<i>Salix aurita</i>	0,0	0,0	0,0	0,0

3. táblázat *Arbuskuláris mikorrhiza kolonizáció átlagos őszi értékei a Fekete-tavon. A mindkét évszakban vizsgált fajok vastagon kiemelve.*

1. ábra
Átlagos kolonizációs paraméterek lágyszárúaknál évszakonként a Fekete-tavon.





Menyanthes trifoliata L., hánnaslevelü vidrafü