



XXXI. OTDK Biológia Szekció



Dendrotelma gombaközösségének és gerinctelen faunájának hosszútávú monitorozása

Szerző:

Vass Máté

Környezettan BSc. - 3. évfolyam

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Limnológia Intézeti Tanszék

Témavezetők:

Dr. Magyar Donát

Országos Környezetegészségügyi Intézet, Aerobiológiai Monitorozási Osztály, Budapest

Dr. Padisák Judit

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Limnológia Intézeti Tanszék, Veszprém

Szeged

2013. április 2-4.

Tartalomjegyzék

I. BEVEZETÉS	3
II. ANYAG ÉS MÓDSZER	5
III. EREDMÉNYEK	6
IV. ÉRTÉKELÉS	9
1. Dendrotelma fizikai-kémiai, limnológiai karakterisztikája	9
2. Kolonizációs folyamatok, környezeti hatások	10
3. Gombaközösség	10
4. Gerinctelen fauna	13
5. Táplálékhálózat, szabályozási útvonalak	14
V. ÖSSZEFOGLALÁS	16
VI. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	17
VII. IRODALOMJEGYZÉK	17
VIII. MELLÉKLETEK	20

I. Bevezetés

A vizes élőhelyeket mind kialakulásuk módja (természetes v. mesterséges), mind tipológiájuk szerint osztályozni lehet. Utóbbi esetében két fő kategóriát különböztetünk meg: álló- és áramló vizeket. Az állóvizeken belül több alkategóriára sorolhatók a víztestek. Egyik ilyen típust képezik a telmák, melyek rendkívül csekély, legfeljebb néhány liter vízmennyiségű alkalmi vízgyülemlek. E vízi mikro-ökoszisztémák kiemelt figyelmet érdemelnek érzékenyséjük, valamint magas biodiverzitási értékeik miatt. Felosztásuk a vizet tartalmazó mederanyag szerint történik (PADISÁK, 2005). A fitotelma egy időszakos, kis méretű víztest, mely a növény valamely részén alakul ki (pl. szárölelő leveleknél, faodvakban). Általános tapasztalat szerint a telmák mérete nem fejt ki lényeges hatást az abban rendszeresen előforduló fajok számára, azonban az élőhely heterogenitásának fokozódása növelheti azt (MAGUIRE, 1971). A fitotelma és a vele analóg módon kezelhető egyéb telmatípusok hasznos eszközei lehetnek számos ökológiai folyamat megismerését célzó kutatásoknak, elsősorban azoknak, melyek a fajok terjedését, kolonizációs képességét és a fajok közti interakciók részletesebb megismerését célozzák. E jelenségek együttesen létrehozzák a telmák biotikus közösségének struktúráját, végül az egyensúlyi fajsza-
mát is kialakítva (MAGUIRE, 1971). Időszakos jellegéből adódóan leginkább gyors kolonizációs képességű (fugitív) fajokkal találkozhatunk a telmák kutatásakor. A fitotelmák célzott, széles aspektusú vizsgálata a hidrobiológia egyik legintenzívebb kutatási területét képezi az elmúlt években. Tanulmányozásukat leggyakrabban broméliákon végzik (LOPEZ és mtsai., 2002, 2009; JOCQUE és mtsai., 2010; CAMPOS, 2010; MARINO és mtsai., 2011), de az elmúlt években faodúkra specializálódott kutatások eredményeivel is találkozhatunk (FASHING, 1998; KAUFMAN és mtsai., 2008; VERDONSCHOT és mtsai., 2008; PELZ-STELINSKI és mtsai., 2011). További publikációk az odú élőhely-vektor szerepére is fókuszálnak (WALKER, 1992; WILLIAMS, és mtsai., 2007; MÜLLER és mtsai., 2012).

A dendrotelma a fitotelma egy speciális típusa, mely természetes úton, faodvakban, ágelágazásoknál alakul ki. A telma elhalt szerves anyaggal és esővízzel telítődhet. A nedves vagy vízzel telt faodúban általában a baktérium, alga, protozoa, lapos-, fonál-, kerekeshé-
reg, rák és rovar taxonok széles spektrumát figyelhetjük meg (MAGUIRE, 1971). Számos taxonómiai, ökológiai és kísérletes tanulmányt végeztek el az elmúlt évtizedekben ezen organizmusokon, de leginkább a gerinctelen fauna tagjai kerültek górcső alá (LACKEY, 1940; MAGUIRE, 1971; PARADISE, 1998, 1999).

A mikológia területén sokáig *terra incognita*-ként tarthattuk számon a telmákat. Első mikológiai vizsgálatuk GÖNCZÖL JÁNOS (1976) nevéhez fűződik. Vizsgálatában megállapította, hogy a faodúk egyedülálló vízi mikrohabitatok, váltakozó akvatikus és aero-akvatikus hyphomycetes dominanciával. A későbbi kutatásokban (GÖNCZÖL & RÉVAY, 2003; KARAMCHAND & SRIDHAR, 2008) továbbra is csak a hyphomycetes fajokat vizsgálták, így a teresztris és egyéb gombák odúban való jelenlétéről, változásairól és ökológiájáról nem találunk szakirodalmi adatokat se hazai, se külföldi viszonylatban. Az előbbi gombaközösség tanulmányozásával számos új hyphomycetes faj került leírásra (RÉVAY, 1987; GÖNCZÖL & RÉVAY, 1996). Azonban a gombák ökológiai szerepét a dendrotelmákban mindezekig nem vizsgálták.

A vízi hyphomyceták jelenléte faodvakban számos kérdést vet fel. Ugyan ismertek közöttük olyan fajok is, amelyek a valódi vízi élőhelyeken (főleg oxigénben gazdag patakok) kívül is megtalálhatók, de ezeken az élőhelyeken való elterjedésükről igen korlátozottak az ismereteink. Feltételezhető, hogy néhány faj a fák lombozatában epifitaként él, esetleg elhalt növényi részekben nő és a spórák a lecsorgó esővízzel kerülnek be az odúba. Ugyancsak feltételezhető, hogy a patakok partmenti vegetációját alkotó fák leveleiről, ágairól számos olyan gombafaj spórája, konídiuma jut be a patakvízbe, melyek igazi élőhelye a fák lombozata, de életmódjuk és szerepük a lombkorona szintben és az erdei ökoszisztémákban még nem ismert. A különféle időszakosan vizes élőhelyek - pl. időszakos vízfolyások, faodúk, fáról csorgó esővíz, nedves avar - további vizsgálata elengedhetetlen az eltérő vízigényű és ennek következtében elkülönült gombacsoportok jobb megismeréséhez és azok helyes definiálásához. Mindezen kérdések részletesebb kutatása hozzájárulhat e fajok terjedési stratégiája körül régóta zajló tudományos vita eldöntéséhez. A vízi életmódhoz kötött gomba-propagulumok aktív transzport-folyamatairól nem sok adat áll rendelkezésre a szakirodalomban. Az aero-akvatikus gombák között nagy számban előforduló helicospórás gombák hordóalakot kialakítva légbuborékot fognak körül, melynek hatására a konídiumaik a víz felszíne felé törve elérhetik a víz-levegő határfelületet, további terjedésük céljából. Ez az elmélet hasonlít a vízi hyphomycetes terjedéséről alkotott hipotézishez, viszont ahhoz hasonlóan teljesen nélkülözi az aerobiológiai vizsgálatokra alapozott eredményeket (MAGYAR D., szóbeli közlés).

A telmákon keresztül egy komplex, de mégis viszonylag kevés komponensű ökoszisztéma működését lehet vizsgálni. Dolgozatomban ennek a vizsgálatnak az alapvetését

tettem meg a korábban gyűjtött minták faunisztikai adatainak elemzésével, illetve az eukarióta mikroszervezetek, elsősorban a gombák feltárásával. Egy adott dendrotelma hosszútávon történő vizsgálata során választ kerestem a benne zajló ökológiai folyamatok (gombák esetén pl. egyensúlyi fajsúly kialakulása) részletesebb megismerése céljából, valamint, hogy képet kapjak a szabad gombaspórák odúvízben betöltött ökológiai szerepéről.

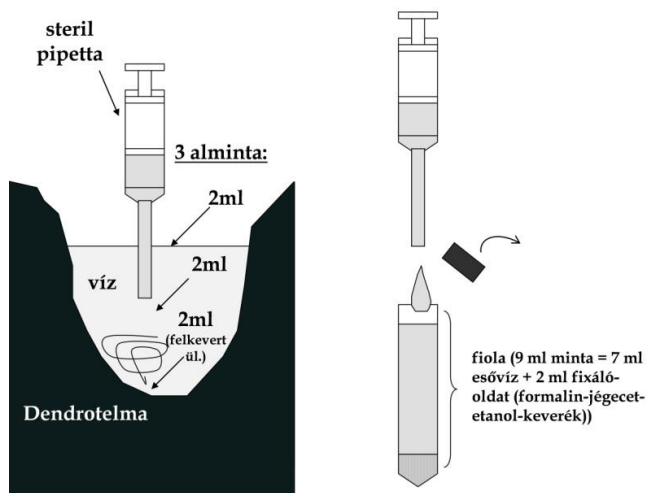
II. Anyag és módszer

Egy budapesti parkban található (N:47°30'49,5" E:19°0'43,6"E; tszf.: 168 m) korai juharon (*Acer platanoides* L.) képződött ágvilla odúból (1. melléklet) 2003-2008 között gyűjtött vízmintákat elemeztem. Az 1. ábrán látható módon történtek a mintavételezések, melyek során a 9-9 ml-es minták a 3 almintá (vízfelszínközlelől, középnyéllyéből, felkevert aljzatlól vett) egységeiből tevődtek össze, azokban az esetekben, mikor elegendő vízmennyiség ezt lehetővé tette. Alacsony/kevés vízmennyiség esetén nem volt lehetőség elkülönülő részekből pipettázni a telma vizét, de ilyen esetekben is az adott minta mennyisége 9 ml-nyit tett ki. Fagyott állapotban történő mintavételeknél a jég feltörése után a még nem fagyott vízből, a fentebb taglalt módon történt a mintavétel.

A kutatás során összesen 90 alkalommal történt mintavétel fecskendővel, random időközönként. A vízmintákat F.A.A-oldattal (formalin-jégecet-etanol-elegy) tartósították. Az ülepített mintából 1-1 cseppet a mikroszkópi tárgylemez két végére cseppentettem, mely mintákat külön-külön metilénkékes laktófenol-oldattal megfestve, fénymikroszkóppal (Olympus BX-51) értékeltem ki (400-600X). A monitorozás során az odúban található gerinctelen fajokat külön fiolában tárolták (Magyar Donát, Országos Környezetegészségügyi Intézet) a későbbi határozás céljából (Pelyhe Tibor). Az első mintavételi időszakban a mintavétel gyakorisága nagyjából duplája volt, mint a második, hosszabb időszak alattinak. A két mintavételi periódust egy kb. 9 hónapos szünet szakította félbe - antropogén hatás miatt (ismeretlen anyagot halmoztak fel a faodúban). Utóbbi eset miatt a monitoring időbeli ütemezése nem tekinthető teljesen megfelelőnek, ugyanakkor így is elég minta állt rendelkezésre, hogy átfogó képet kapjak a dendrotelma közösségéről.

Vízhőmérsékletet és pH-t minden alkalomnál rögzítettek, valamint feljegyezték az odúvíz korát a mintavételt megelőző *n*-edik napi csapadék (Pd-*n*) alapján (a csapadék ebben az

esetben azt jelenti, ami a teljesen kiszáradt odút ismét feltöltötte esővízzel). Az adatok Pearson-féle korreláció-analízisét STATISTICA 6.0, a khi-négyzet próbát R (ver. 2.15.2) programcsomaggal végeztem.



1. ábra: A mintavételezés folyamata.

III. Eredmények

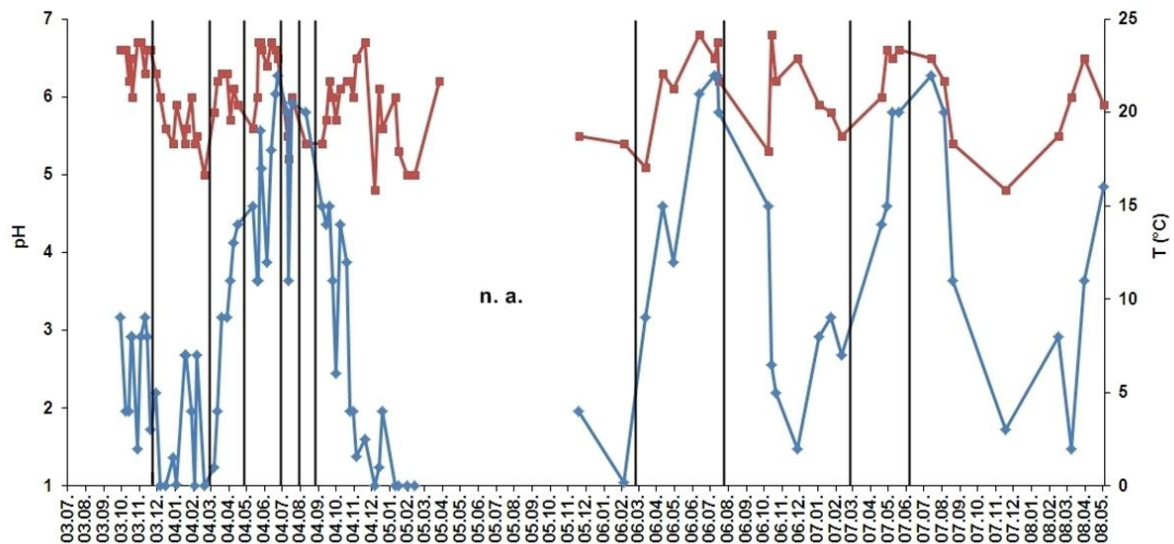
A dendrotelma morfológiai paramétereit az 1. táblázat tartalmazza. Az évek során az odú mélysége kismértékű növekedést mutatott, de emellett az üledékhalmozódás kompenzálja ezt a változást, így az odúban maximálisan található víz mennyisége közel stagnálónak mondható.

<i>Átlagos átmérő (cm)</i>	6,5 - 11
<i>Átlagos max. mélység (cm)</i>	21
<i>Üledék átlagos vastagsága (cm)</i>	7 - 9
<i>Átlagos víztérfogat (ml)</i>	300

1. táblázat: A vizsgált odú morfológiai paramétereit.

Az odúvíz jellemző fizikai, kémiai paramétereit a következő értékek között változtak: vízhőmérséklet: 0-22 °C, pH: 4,8-6,8, maximális víztartalom: 300 ml, DO: 2,15 mg l⁻¹, O₂

telítettség: 22,9%, vezetőképesség: 495 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (az utóbbi három érték mérésére csak egy alkalommal került sor). A vízhőmérséklet és a pH változásai a 2. ábrán láthatóak.



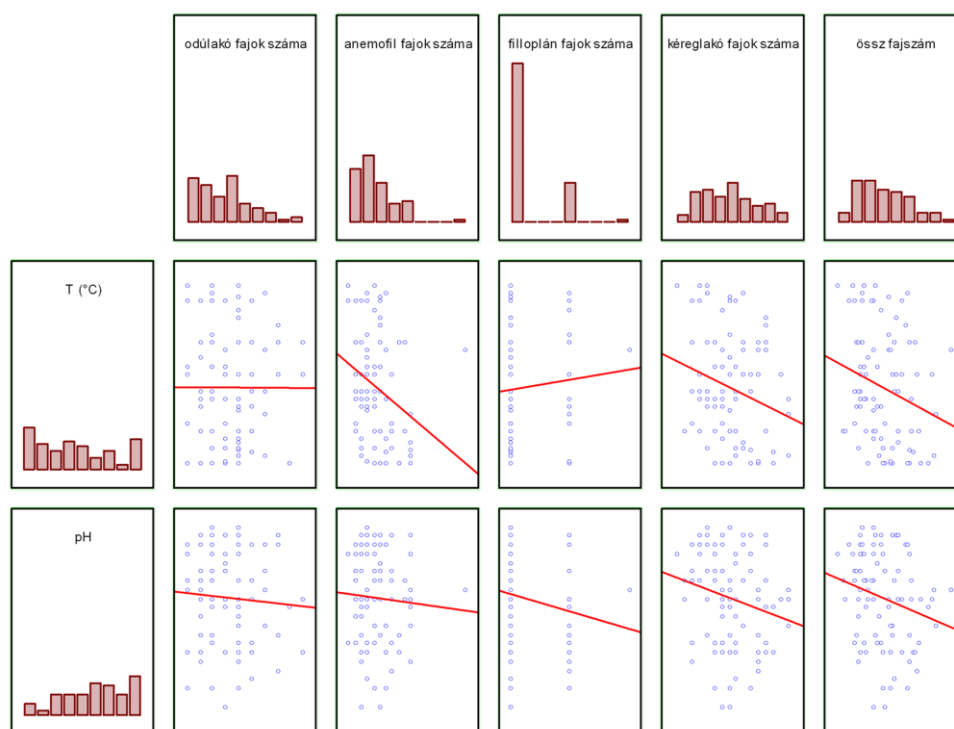
2. ábra: Az odúvíz hőmérsékleti (°C - kék görbe) és pH-értékeinek (piros görbe) változása a monitoring ideje alatt. (A függőleges vonalak az odú kiszáradásának időpontját jelölik.)

A mikroszkópos elemzések során összesen 140 gombataxont detektáltam, melyek a következő arányban fordultak elő: hyphomycetes 67,4%, Ascomycetes 14,2%, Basidiomycetes 6,4%, coelomycetes 5,0%, ismeretlen 7,1%. Az adott mintavételi időpontban talált fajok listáját a 3. melléklet tartalmazza. A fellelt gombafajok származási helyük szerint 4 csoportba sorolhatók: odúlakó (2/1. melléklet), anemofil (2/2. melléklet), filloszféra és kéreglakó (2/3. melléklet) gombák. Az egyes csoportokra jellemző fajok mikroszkopikus fényképeit a 2. melléklet tartalmazza.

A monitorozás során talált gerinctelen fauna tagjait házasamőbák (*Arcella*, *Assulina*, *Nebela* spp.), egyéb Protozoa (csillósok, ostorosok), Diptera lárvák (*Eristalomya tenax*, *Psychoda* sp., Chironomideae), Nematoda, Rotifera (Notommatidae) egyedek alkották, változó gyakorisággal.

A statisztikai vizsgálatok során megállapítottam (3. ábra), hogy a pH-érték emelkedése az egész gombaközösség fajszerkezetével negatívan korrelál, viszont szignifikáns eltérés csak a

kéreglakó gombáknál adódott ($p = -0,22$). A vízhőmérséklet növekedése szignifikáns, negatív korrelációt mutatott az anemofil ($p = -0,29$) és a kéreglakó gombák ($p = -0,24$) fajszámával.



3. ábra: Az egyes gombacsoportok (odúlakó, anemofil, filloplán, kéreglakó) és az összgombafajszám Pearson-féle korrelációja az odúvíz hőmérsékletével (°C) és kémhatásával.

Az esőzések során az odúba került víz kora jelentős hatást gyakorolt a gombafajok számára (4. ábra). A friss ill. 1 napos vízben a fajszám magas (eléri a 100-at is), majd ezt követően egy gyors csökkenés tapasztalható, majd a fajszám enyhén emelkedik.

A gerinctelen fauna egyes csoportjaira khi-négyzet próbát alkalmazva szignifikáns hatás csak egy esetben adódott (2. táblázat). Marginálisan szignifikáns, negatív érték ($p = 0,0807$) figyelhető meg a Diptera és Protozoa csoport között. A további csoportok között szignifikancia nem mutatható ki a teszttel. A protozoák és Rotifera között $p = 0,5728$; Diptera és Rotifera között $p = 0,4795$ értékek adódtak.

Diptera~Protozoa		Diptera~Rotifera		Protozoa~Rotifera	
X=	15,3925	X=	2,4767	X=	1,9982
p=	0,0807	p=	0,4795	p=	0,5728
df=	9	df=	3	df=	3

2. táblázat: Khi-négyzet próbával tesztelt összefüggések az egyes gerinctelen szervezetek között.

IV. Értékelés

1. *Dendrotelma* fizikai-kémiai, limnológiai karakterisztikája

Az odúvíz fizikai-kémiai paraméterei a korábbi hazai kutatás eredményeihez hasonlóak (RÉVAY & GÖNCZÖL, 2003). Az eredményeknél felsorolt paramétereken kívül egyéb kémiai anyagok mennyiségi és minőségi meghatározását nem végeztem el, mivel a méréshez szükséges vízmennyiség kivétele kimerítené az odú vizének kapacitását, veszélyeztetve a rendkívül értékes biodiverzitását is. Szakirodalom alapján azonban megállapítható, hogy az odúvíz kémiai összetételét a növény szekréció útján termelt vegyületei jelentős mértékben meghatározhatják, főleg újonnan kialakult odú esetén (MORRISSEY, 1955; NEMCEK és mtsai., 1966; STECKELBERG és mtsai., 1967). Ezen oldott anyagok tápanyagforrásként szolgálhatnak a lebontó mikroorganizmusoknak (baktériumoknak, az egyes gombafajoknak és a szűrő szervezetek számára is). Az odúvíz savasságát elsősorban az esővíz természetes savassága (pH=5-6), továbbá az elhalt szervesanyag-tartalom bomlása során keletkezett anyagok, illetve a kéregből kioldódó savas jellegű vegyületek (pl. csersav) okozhatják (MAGUIRE, 1971). Esetünkben ezen elhalt szerves anyagokat a juharfa és a szomszédságában lévő *Fraxinus* levelei, kéreg- és ágdarabjai, *Acer* és *Sophora* termések, továbbá *Acer*, *Populus*, *Fraxinus* fajok virágai és a szezonálisan magas koncentrációban megjelenő pollenek, de még az elhalt gombák konídiumai/spórái is alkották. A víz hőmérsékletét az időjárási viszonyok szabják meg, de minden esetben alacsonyabb értékek adódtak a léghőmérséklethez képest. Az oldott oxigén-koncentráció és telítettség alacsony értékei mind a dekompozíció során végbemenő oxigén-fogyasztó folyamatok, mind az árnyékoltság miatt gyér algaközösség, s így az oxigén-termelő folyamatok hiánya miatt alakulhatott ki az odú vízében.

2. Kolonizációs folyamatok, környezeti hatások

A vizsgálat során 10 esetben figyeltem meg az odú kiszáradását. Azonban ezekben az időszakokban sem tekinthető az odú egy teljesen „halott” élőhelynek, ugyanis számos aerovaterum gombafaj, protozoák vegetatív képletei továbbra is jelen maradnak az odúban, átvészelve a száraz időszakokat. Ennek értelmében a telma „életete” során több alkalommal ismétlődő kolonizációs fajszám-görbéje nem követi a fitotelmákra alkotott kolonizációs modell logaritmikus görbéit (MAGUIRE, 1971). Így az egyes kiszáradások közötti periódusokban ún. részleges kolonizációról beszélhetünk.

Az odú vizében specifikus *Acrogenospora sphaerocephala* vastag, erősen pigmentált konídiumai a kiszáradáskor esetlegesen fellépő UV-sugárzás ellen védhet, csakúgy, mint az anemofil és a filloszférában előforduló gombaspórák esetében. Telmákat kolonizáló fajoknál jelentősebb a passzív terjedés: az egyes fajok megjelenését leginkább a környezeti paraméterek, az időjárás határozza meg. További példákat találhatunk a passzív transzport eseteire korábbi kutatások eredményei között is, azonban ezen folyamatok megléte az általam vizsgált odúban nem bizonyított a most közölt vizsgálat alapján. Több kutató foglalkozott például a vízi szervezeteknek a vízi rovarok (Coleoptera, Hemiptera, Odonata és Trichoptera fajok), mint transzportvektorok által előidézett terjedésével (PARSONS és mtsai., 1966; STEWART és mtsai., 1970; MILLIGER és mtsai., 1971), valamint azzal, hogy a szárazföldi csigafajok (a vizsgálatukban: *Caraculus caracolla*) is számos Protozoa (köztük pl. *Paramecium*), Rotifera, Nematoda és Ostracoda faj terjedéséhez járultak hozzá (MAGUIRE & BELK, 1967).

3. Gombaközösség

A gombataxonok száma messze felülmúlja a várt eredményeket. Az odúlakó gombafajok vízi élőhelyhez adaptálódott fajok. Számos, az Ingold-féle gombákhoz hasonló alakú és felépítésű konídiumot (ún. stauro- és scolecokonídium) találtam, amelyeket korábban patakvízből vagy patakok felszínén kialakuló habból közöltek (*Tetracladium marchalianum*, *Anguillospora* sp., *Tricladium* sp.). E három faj tipikusan vízfolyásokban (dombvidéki patakokban) gyakoriak. A vizsgálat során domináns fajként a *Tricladium castaneicola* került elő. Az anemofil fajok száraz ill. nedves üledékes folyamatok révén jutnak a légkörből az

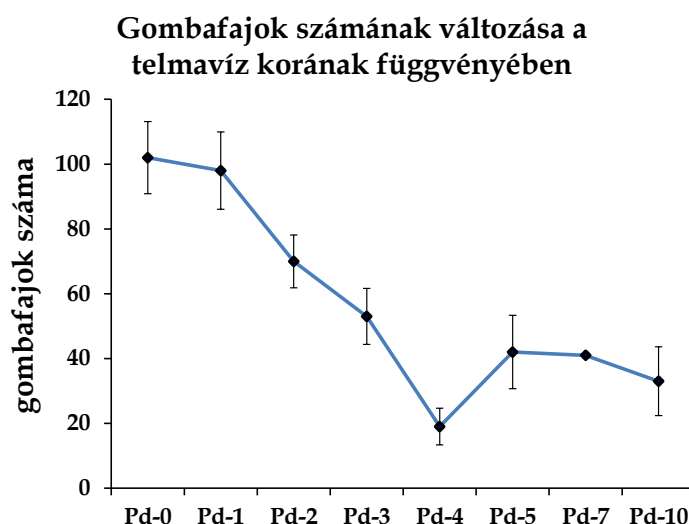
odúba. Az ide sorolható fajok a légkörben magas spórakoncentrációban fordulhatnak elő. A csoport domináns képviselőit *Alternaria* fajok alkották. A filloszféra fajai (*Polystigmina/Phomopsis* sp.) főként a lombon áthulló esővízzel (through-fall), míg a kéreglakó gombák a fatörzsön végigcsorgó esővízzel (stem-flow, SUDHEEP & SRIDHAR, 2010) mosódnak az odúba. Utóbbi csoport esetében az *Excipularia fusispora* konídiumai 86 esetben jelen voltak a vizsgált (90) mintákban. Ezzel ellentétben GÖNCZÖL J. (1976) úttörő vizsgálatában gyakori fajokként a következőket találta a Zala megyében vizsgált faodúkból: *Alatospora acuminata*, *Articulospora tetracladia*, *Camposporium pellucidum*, *Colispora cavincola* (mint *Dactylella submersa*), *Helicodendron paradoxum*, *Helicodendron westerdykiae*, *Tricladium castaneicola* (mint *Tricladium* sp.). Későbbi vizsgálatánál (GÖNCZÖL & RÉVAY, 2003) szintén domináns fajként az *Alatospora acuminata* (az odúk 80%-ában) került elő, míg a *Tricladium castaneicola* 62%-át alkotta a detektált gombafajoknak. Előbbi faj az általam vizsgált odúban nem került elő. Ezt okozhatta az, hogy különböző fafajok telméiben eltérő gombaközösségek alakulnak ki (GÖNCZÖL & RÉVAY, 2003). De a két listát nem célszerű összehasonlítani, hiszen a vizsgálatom mintavételi módszere különbözik a korábbi kutatások módszereivel, ahol egyszeri mintavétel történt az egyes faodúkból (15), valamint a gombakonídiumok inkubálása és párhuzamosan az odú vizének membránfilteres szűrése is történt (ami 30 fajt eredményezett a talált, összesen 45 hyphomycetes fajból). KARAMCHAND & SRIDHAR (2008) vizsgálataikat Indiában végezték, ahol az eltérő növénycönológia és klimatikus viszonyok miatt nem helytálló összevetni a kapott fajlistákat, még akkor sem, ha néhány faj (*Alatospora acuminata*, *Anguillospora* sp., *Cylindrocarpon* sp., *Tricladium angulatum*, *Tripospermum myrti*, *Varicosporium elodeae*, *Ypsilina graminea*) mindkét térségben előfordulhat.

A statisztikai elemzések során megállapítottam, hogy a víz hőmérséklet és az anemofil ill. a kéreglakó gombafajok között negatív korreláció áll fenn. Ennek magyarázata az lehet, hogy ezen fajok esőzések során kerülnek be a dendrotelmába, melynek folyamata pedig általában hideg légkörrel és az odúvíz lehűlésével párosul.

Az odúvíz kora jelentős hatással bír az élőhely gombaközösségére (4. ábra). Az esőzések növelik a fajszámot, egyrészt a légkörbe szóródó és onnan kimosódó spórák (MAGYAR és mtsai., 2009), valamint ágakon lecsorgó és a lombzaton áthulló csapadékkal (through-fall és stem-flow) érkező spórák révén magas fajszámértékek (~100) jellemzik a friss telmavizet. E fajszámok azonban az odúvíz korának növekedtével hirtelen csökkennek, majd egy kisebb

ugrás tapasztalható a 4-5 napos odúvíznél, melyet a szukcessziós folyamatnak megfelelő újabb fajok (vízi és odúspecifikus gombák) megjelenése eredményezhet.

A köztes diszturbancia elmélet értelmében egy adott élőhelyen tartósan magas fajdiverzitás (esetemben gombadiverzitás) csak abban az esetben fordulhat elő, ha a rendszeresen fellépő környezeti változások okozta nagymértékű zavaró hatások következtében az életközösség nem kerül egyensúlyi állapotba. Ezzel magyarázható, hogy egyensúlyi gombafajszám hosszútávon nem tud kialakulni a dendrotelmában. Rövid távon azonban lehetséges megállapítani ilyen értéket, viszont csakis azzal a kikötéssel tehetjük mindezt, hogy az egyensúlyi fajszámot rövid, maximum 10 napos időtartam alatt végbemenő folyamat eredményeként kapott értéknek kezeljük. Ez esetben a vizsgált dendrotelma eléri az átlagosan 25-35 gombafajból álló egyensúlyi fajszámot.



4. ábra: A gombafajszámok változása az esőzéseket követő napokban.

A gombafajok számának hirtelen csökkenésére több lehetséges magyarázatot is adhatunk. Kiválthatja egyes gombafajok spóráinak gyors lebomlása, és/vagy okozhatja a gerinctelen fauna különféle tagjainak spórafogyasztása is. Ezen kívül a gombák között kialakulhatnak kompetíciós kölcsönhatások is, viszont ezen folyamatok megismerésére a vizsgálat itt alkalmazott módszerei nem alkalmasak. Mindezt csak az egyes gombafajok tiszta tenyészeinek összeoltásával lehetne értékelni.

4. Gerinctelen fauna

A kutatás során a gerinctelen fauna feltérképezése csakis az odú táplálékhálózatának felépítése végett vált szükségessé. A minták feldolgozása során többféle vízi atkacsoport előfordulását, továbbá, Copepoda, Ostracoda, Tardigrada és Culicidae taxonok jelenlétét feltételeztem, azonban ezen csoportok taxonjai egy mintában sem kerültek elő.

KURIHARA (1954, 1957, 1958) publikációiban leírta, hogy a Diptera lárvák nagyfokú, negatív hatással vannak a nyári Protozoa populációra 3 hónapos bambusz fitotelmákban. Ez a hatás (ugyanazon csoportokra) a vizsgálatom során ugyan megfigyelhető volt, de csak kis mértékben, hiszen a khi-négyzet teszt csak marginálisan szignifikáns hatást mutatott ki ($p=0,0807$). A Protozoa fajok eltérő gyakorisággal és fajcsoportokkal kerültek elő a mintáimban. A 2. ábrán jól látszik, hogy jelentősen ingadozik az odúvíz kémhatása, ez pedig hatással lehet a Protozoon előfordulási arányára, szukcessziójára, ahogy azt KURIHARA (1959) eredményeinél említi is. (A pH-t az esővíz mellett a telmát kialakító növényfaj (esetünkben a korai juhar) által kiválasztott anyagok is befolyásolhatják). A Diptera lárvák és a Rotifera fajok között a statisztikai elemzések során nem volt szignifikáns hatás ($p=0,4795$). Hasonló eredmény volt megfigyelhető a protozoák és a kerekessérgek között is ($p=0,5728$).

A teszt eredményéből - ha KURIHARA (1954, 1957, 1958) eredményeire támaszkodunk -, arra következtethetnénk, hogy a mintavételi módszer hatékonysága megkérdőjelezhető a teljes gerinctelen fauna sikeres feltérképezésére vonatkozóan egy dendrotelma esetében. Ezzel ellentétben JOCQUE és mtsai. (2010) megállapították, hogy a pipettázással történő mintavétel a legeredményesebb módszer a gerinctelenek mintázására fitotelmákon (pontosabban: broméliákon). Így lehetséges, hogy a dendrotelmáknál más hatások alakulnak ki az egyes gerinctelen és protozoa csoportok között, mint a fitotelmák közösségeiben(?), és ez okozhatja az anomáliákat a korábbi kutatások és a vizsgálatom során kapott eredmények közt. Ennek alátámasztásához mélyebb, részletesebb megfigyelések lennének szükségesek, melyek elvégzése a jelenlegi vizsgálat során nem állt módomban, és nem is volt elsődleges célom.

5. Táplálékhálózat, szabályozási útvonalak

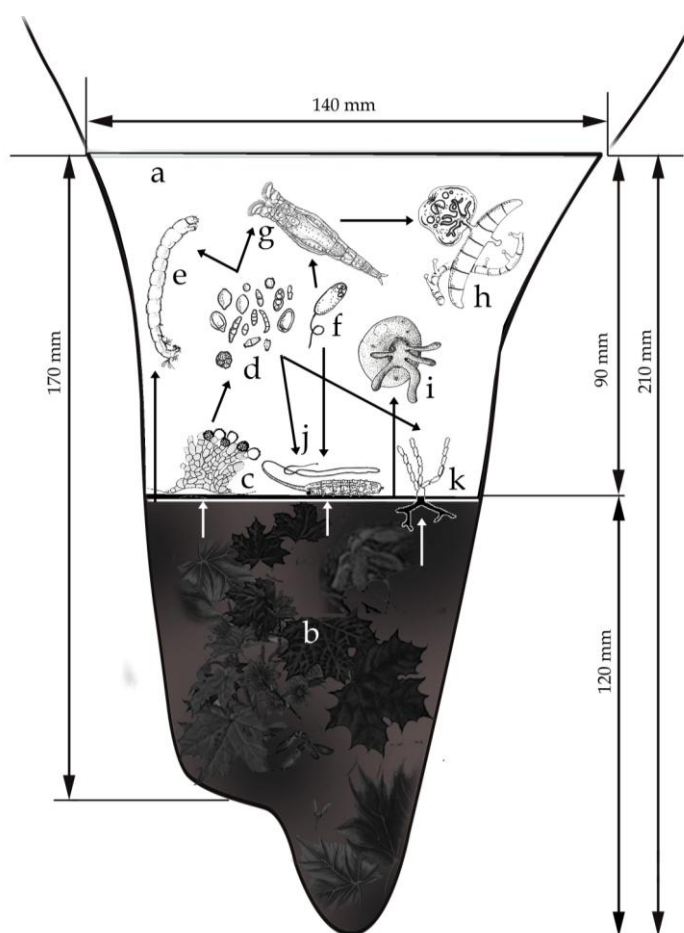
Az odúban jól nyomonkövethető, sajátos tápláléklánc-hálózat alakul ki (6. ábra), melyben az egyes guildek közötti szoros kapcsolat, különböző szabályozási útvonalak figyelhetők meg. Top-down rendszer lévén, érdemes az alsóbb szintek irányából kiindulni, és haladni a magasabb szerveződést mutató csoportok irányába. Az algák nem domináns részesedéséből adódóan a primer energiaanyagforrást az allokton szerves anyagok biztosítják, melyek mineralizálását a lebontó szervezetek végzik. Itt megemlíthetjük az aktinobaktériumok, szaprotróf gombák és funkcionális csoportját tekintve a gerinctelen fauna aprító tagjait. A gombák intenzív sporulációja rengeteg gombaspórával telíti az odú vizét, melynek következtében a szűrő Rotifera fajok olyan egyedeit lehetett megfigyelni, melyek emésztőtraktusai javarészt gombaspórával voltak telítve (5. ábra). Felmerül a kérdés, hogy ezen gerinctelenek képesek-e tápanyagot kinyerni a gombaspórákból vagy csupán ballasztanyagként kerül szervezetükbe, esetleg ez a jelenség a gombaspórák terjedését szolgálja? További vizsgálataim során igyekszem választ kapni e kérdésekre a Rotifera egyedekben fellelt gombaspórák csíráképességének vizsgálataival.

Az odúban talált parazita gombák a Rotifera és Nematoda fajok nagymértékű elszaporodását csökkenti, gátolhatja. Így e fajok abundanciáját a gerinctelen faunában a *Cephalophora muscicola* (6. ábra), valamint egy másik, nematofág *Cephalophora* faj szabályozza (MAGYAR, 2006), mely faj kitenyésztése és parazitoid stratégiájának részletesebb vizsgálata fontos momentumát képezi majd a későbbi vizsgálataimnak is.

Észrevehető, hogy az odú mindezen tulajdonságai a víz korával nagymértékű összefüggést mutatnak. Komplexitásából adódóan számos nem ismert folyamatot ismerhetek meg az eddigi adatok többváltozós analízise, valamint a tervezett, későbbiekben több fafajon kialakult telmák monitorozása során is.



5. ábra: Gombaspórák a Rotifera-egyedek emésztőtraktusaiban



6. ábra: Az odú táplálékhálózata (a: szabad víztér, b: detritusz, c: szaprotróf gombák, d: gombaspórák, e: Chironomideae, f: ostorosok, g: Rotifera, h: *Cephalophora muscicola* (Rotifera-fogó gomba), i: házas amőbák, j: *E. tenax* lárva, k: aktinobaktériumok).

V. Összefoglalás

A fitotelma egy időszakos, kis méretű víztest, mely a növény valamely részén alakul ki (pl. szárölelő leveleknél). A dendrotelma a fitotelma egy speciális típusa, mely természetes úton faodvakban, ágelágazásoknál alakul ki, melyben esővíz és nagy mennyiségű elhalt szerves anyag halmozódhat fel. A gombák ökológiai szerepét a dendrotelmákban mindeztáig nem vizsgálták. Vizsgálatom során egy dendrotelma (*Acer platanoides*) hosszútávú (2003-2008) monitorozása volt a cél, ezzel szélesebb körű ismeretekhez jutni a faodúk mikro-ökoszisztémájáról.

Az odúvízben található gombák eredete különböző: a levegőből (anemofil) és a lombkoronából (filloszféra) számos gombaspóra jut be, az ágakon lefolyó csurgalékvízzel pedig a kéreglakó gombák kerülnek az odúba. A körülmények a vízi gombák (főleg hyphomycetes) kolonizációjának is kedveznek. Kutatásom során 140 gombataxont detektáltam, melyek között számos ismeretlen és specifikusan odúlakó gombafajt is megfigyeltem.

A vizsgálat rámutatott, hogy a gombaspórák milyen jelentős részarányt képviselhetnek a telmákat is magába foglaló teresztris ökoszisztémában, fontos részét képezik az odúvízben kialakult táplálékhálózatnak, melyben az egyes guildek közötti szoros kapcsolat, különböző szabályozási útvonalak figyelhetők meg. A szervesanyag (avar, pollen) lebontásában a gombák mellett a gerinctelen fauna (kerekesférgek, ill. rovarlárvák) szerepe is megfigyelhető. Az egész faunát 11 taxon alkotta. A Diptera lárvák kolonizációja és elszaporodása negatív, marginálisan szignifikáns hatást gyakorol a Protozoa denzitására. A Protozoa és kerekesféreg-fajok, valamint a Diptera és Rotifera együttesek között viszont nem találtam jelentős kölcsönhatásokat.

A dendrotelma igen dinamikus, biodiverz ökológiai rendszer. Az éghajlati viszonyok és az adott időjárás változásai nagy mértékben befolyásolhatják a dendrotelma mikro-ökoszisztémáját.

VI. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek Dr. Magyar Donátnak, hogy az általa gyűjtött mintákat a rendelkezésemre bocsátotta, és önzetlenül segített az elemzésük folyamán. Köszönöm a hasznos tanácsokat, valamint a további témavezetését Dr. Padisák Juditnak. Köszönöm Dr. Révay Ágnes szakmai, továbbá Bobvos János statisztikai elemzések során nyújtott segítségét.

VII. Irodalomjegyzék

Campos, R. E. (2010): *Eryngium* (Apiaceae) phytotelmata and their macroinvertebrate communities, including a review and bibliography.- *Hydrobiologia* **652**: 311–328.

Fashing, N. J. (1998): Functional morphology as an aid in determining trophic behaviour: the placement of astigmatic mites in food webs of waterfilled tree-hole communities.- *Experimental & Applied Acarology*. **22**: 435–453.

Gönczöl, J. & Révay, Á. (1996): A new *Colispora* (Hyphomycetes) from tree hollow.- *Mycotaxon* **59**: 237-244.

Gönczöl, J. & Révay, Á. (2003): Treehole fungal communities: aquatic, aero-aquatic and dematiaceous hyphomycetes.- *Fungal Diversity* **12**: 19–24.

Gönczöl, J. (1976): Ecological observations on the aquatic Hyphomycetes of Hungary II.- *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* **22**: 51-60.

Jocque, M., Kernahan, A., Nobes, C. & Field, W. R. (2010): How effective are non-destructive sampling methods to assess aquatic invertebrate diversity in bromeliads? - *Hydrobiologia* **649**: 293–300.

Karamchand, K. S. & Sridhar, K. R. (2008): Water-borne conidial fungi inhabiting tree holes of the west coast and Western Ghats of India.- *Czech Mycology* **60**: 63–74.

Kaufman, M. G., Chen, S & Walker, E. D. (2008): Leaf-associated bacterial and fungal taxa shifts in response to larvae of the tree hole mosquito, *Ochlerotatus triseriatus*.- *Microbial Ecology* **55**: 673–684.

Kurihara, Y. (1954): Synecological study on the relationship between the benthonic microorganism community and dipterous insect larvae in the bamboo container.- *Scientific Reports of the Tohoku University, Series 4*, **20**: 130-38.

Kurihara, Y. (1957): Synecological analysis of the biotic community in microcosm. I. The effect of mosquito larvae upon the succession of Protozoa in bamboo containers.- *Scientific Reports of the Tohoku University, Series 4*, **23**: 131-37.

KURIHARA, Y. (1958): Synecological analysis of the biotic community in microcosm. III. Studies on the relations of Diptera larvae to Protozoa in the containers made of bamboos of different ages.- *Scientific Reports of the Tohoku University, Series 4*, **24**: 15-21.

KURIHARA, Y. (1959): Synecological analysis of the biotic community in microcosm. IV. Studies on the relations of Diptera larvae to pH in bamboo containers.- *Scientific Reports of the Tohoku University, Series 4*, **25**: 165-71.

LACKEY, J. B. (1940): The microscopic flora and fauna of tree holes.- *Ohio Journal of Science* **40**: 186-192.

LOPEZ, L. C. S., ALVES, R. R. DA N. & RIOS, R. I. (2009): Micro-environmental factors and the endemism of bromeliad aquatic fauna.- *Hydrobiologia* **625**: 151-156.

LOPEZ, L. C. S., GONÇALVES, D. A., MANTOVANI, A. & RIOS, R. I. (2002): Bromeliad ostracods pass through amphibian (*Scinaxax perpusillus*) and mammalian guts alive.- *Hydrobiologia* **485**: 209–211.

MAGUIRE, B. JR. (1971): Phytotelmata: Biota and community structure determination in plant-held waters.- *Annual Review of Ecology and Systematics* **2**: 439-464.

MAGUIRE, B., JR. & BELK, D. (1967): *Paramecium* transported by land snails.- *Journal of Protozoology* **14**: 445-47.

MAGUIRE, B., JR. (1971): Community structure of protozoans and algae with particular emphasis on recently colonized bodies of water.- *In: Structure and Function of Freshwater Microbial Communities*, ed. John Cairns, 1971. *University Press of Virginia, Charlottesville*. 301 pp.

MAGYAR, D. (2006): New or interesting Hyphomycetes from Hungary.- *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* **41**: 69-77.

MAGYAR, D., FRENGUELLI, G., BRICCHI, E., TEDESCHIN, I. E., CSONTOS, P., LI, D.W. & BOBVOS, J. (2009): The biodiversity of air spora in an Italian vineyard.- *Aerobiologia* **25**: 99-109.

MARINO, N. A. C., GUARIENTO, R. D., DIB, V., AZEVEDO, F. D., FARJALLA, V. F. (2011): Habitat size determine algae biomass in tank-bromeliads.- *Hydrobiologia* **678**: 191–199.

MILLIGER, L. E., STEWART, K. W. & SILVEY, J. K. G. (1971): The passive dispersal of viable algae, protozoans, and fungi by aquatic and terrestrial Coleoptera.- *Annales of the Entomological Society of America* **64**: 36-45.

MORRISSEY, S. (1955): Chloride ions in the secretion of the pitcher plant.- *Nature* **176**: 1220.

MÜLLER, G. C., KRAVCHENKO, V. D., JUNNILA, A., SCHLEIN, Y. (2012): Tree-hole breeding mosquitoes in Israel.- *Journal of Vector Ecology* **37**: 102-9.

NEMCEK, O., SIGLER, K. & KLEINZELLER, A. (1966): Ion transport in the pitcher of *Nepenthes henryana*.- *Biochem. Biophys. Acta* **126**: 73-80.

PADISÁK, J. (2005): Általános limnológia.- ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.

PARADISE, C. J. (1998): Colonization and development of insects in simulated treehole habitats with distinct resource and pH regimes.- *Ecoscience* **5**: 39-45.

PARADISE, C. J. (1999): Interactive effects of resources and a processing chain interaction in treehole habitats.- *Oikos* **85**: 529-535.

PARSONS, M. W., SCHLICHTING, H. E., JR. & STEWART, K. W. (1966): Dispersal of microorganisms by selected odonates in Colorado.- *Transactions of the American Microscopical Society* **85**: 520-27.

PELZ-STELINSKI, K., KAUFMAN, M. G., & WALKER, E. D. (2011): Beetle (Coleoptera: Scirtidae) facilitation of larval mosquito growth in tree hole habitats is linked to multitrophic microbial interactions.- *Microbial Ecology* **62**: 690–703.

RÉVAY, Á. (1987): New or interesting Hyphomycetes on forest litter from Hungary.- *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* **33**: 67-73.

STECKELBERG, R., LUTTGE, U. & WEIGL, J. (1967): Reinigung der Proteinase aus *Nepenthes*-Kannensaft.- *Planita* **76**: 238-41.

STEWART, K. W., MILLIGER, L. E. & SOLON, B. M. (1970): The dispersal of algae, protozoans, and fungi by aquatic Hemiptera, Trichoptera, and other aquatic insects.- *Annales of the Entomological Society of America* **63**: 139-44.

SUDHEEP N. M. & SRIDHAR K. R. (2010): Water-borne hyphomycetes in tree canopies of Kaiga (Western Ghats), India.- *Acta Mycology* **45**: 185–195

VERDONSCHOT, R. C. M., FEBRIA, C. M. & DUDLEY, W. D. (2008): Fluxes of dissolved organic carbon, other nutrients and microbial communities in a water-filled treehole ecosystem.- *Hydrobiologia*. **596**: 17–30.

WALKER, N. (1992): The eastern treehole mosquito, *Aedes triseriatus*.- *Wing Beats of the Florida Mosquito Control Association* **3**: 17.

WILLIAMS, D. D., MACKAY, S. E., VERDONSCHOT, R. C.M. & TACCHINO, P. J. P. (2007): Natural and manipulated populations of the treehole mosquito, *Ochlerotatus triseriatus*, at its northernmost range limit in southern Ontario, Canada.- *Journal of Vector Ecology* **32**: 328-335.

VIII. Mellékletek

1. melléklet

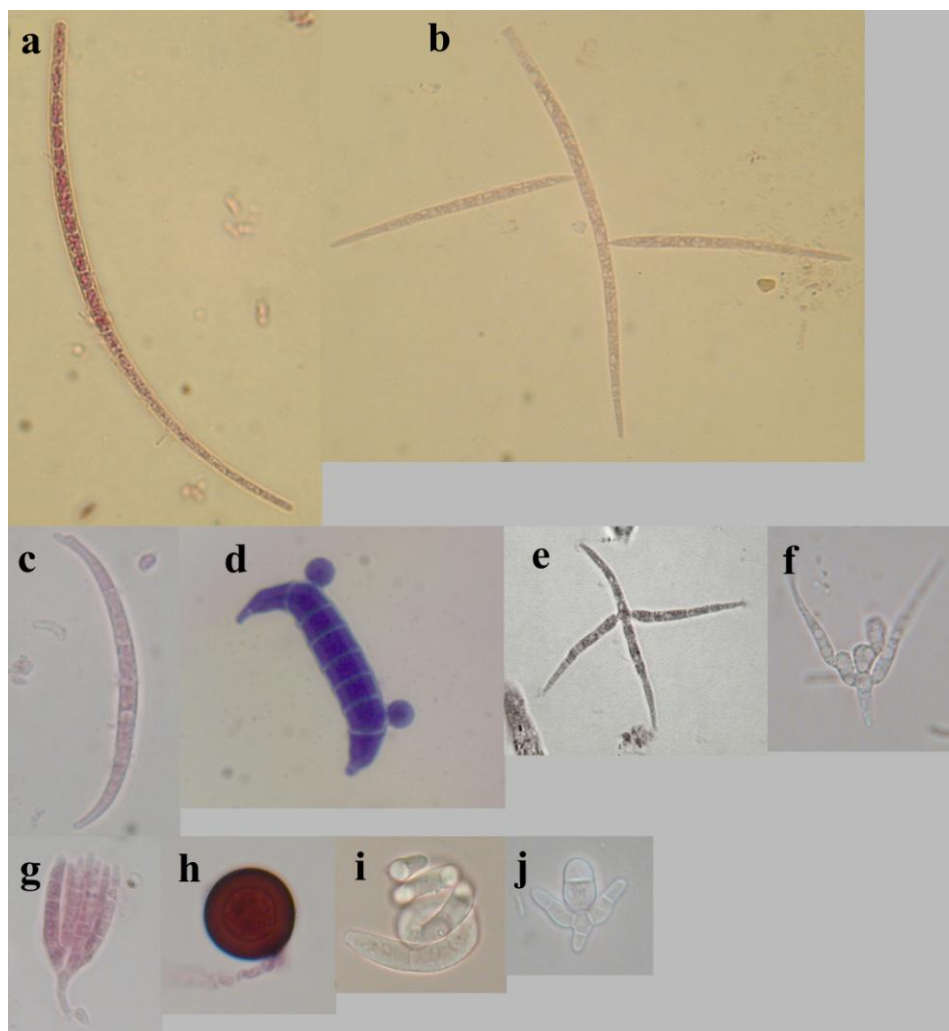


Acer platanoides ágvillájánál kialakult dendrotelma (ősz, tavasz és nyári felvételek).

2. melléklet

A telmavízben gyakori gombafajok spórái. Csak közelítőleg méretarányos fényképek.

2/1. melléklet



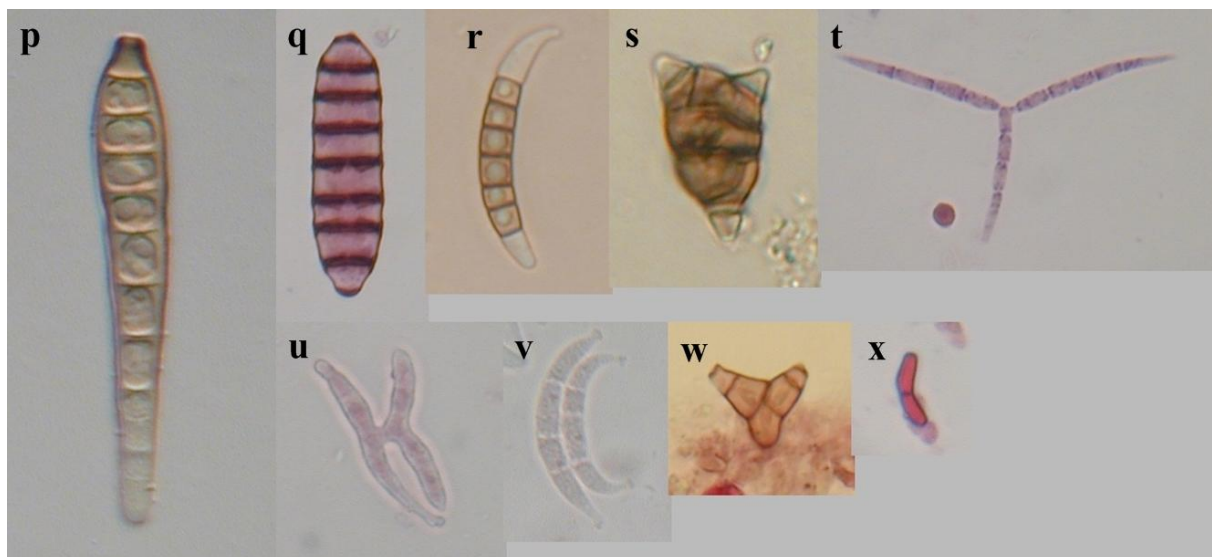
Odúlakó gombafajok: a: *scolecosporae* sp., b: *Tricladium castaneicola*, c: *Fusarium* sp., d: *Cephalophora* sp. (nematofág), e: *Arborispora paupera*, f: *Tetracladium* sp. 1., g: *staurosporae* sp., h: *Acrogenospora sphaerocephala*, i: *Helicodendron triglitzense*, j: *Tetracladium* sp.

2/2. melléklet



Anemofil gombafajok: k: *Alternaria* sp., l: *Ascomycetes* sp., m: *phaeophragmosporae*, n: *Trematosphaeria pertusa*., o: *Epicoccum nigrum*

2/3. melléklet



Kéreglakó gombafajok: p: *Ellisembia leptospora*, q: *Camposporium ontariense*, r: *Excipularia fusispora*, s: *Oncopodiella trigonella*, t: *Retiarius bovicornutus*, u-v: *staurosporae* sp., w: *Diplocladiella scalaroides*, x: *hyalodidymosporae* sp.

3. melléklet: Az odú gombafajegyüttese. A pozitív mintákat fekete négyszög jelzi.

[illegible]

[illegible]

[illegible]