

## A collembolák mint lehetséges terjesztői a mohákban élő gombáknak

VARGA JÁNOS & NAÁR ZOLTÁN

ABSTRACT: The authors have analysed the composition of mycobiota in *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limp. Then the mycobiota was determined occurring in the intestine content of *Tomocerus longicornis* (Müller) and *Orchesella cincta* (Linné) Collembola species which were collected from the bryophyte cushion. Comparing the mycobiota living in bryophytes and serving as a food source, and the mycobiota collected in the intestine content of Collembola species it was detected that the all the fungi living in bryophytes could be found in the intestinal content of Collembola species. During the examination of the intestinal content some fungi taxa was found which were not determined in the bryophyte species. The viability of mycobiota of the intestinal content was justified by growing experiments. These results support the assumption that Collembola species have an important role in the distribution of fungi living in bryophytes as well as in the distribution of the ones living in the soil.

### Bevezetés

A rovarok (Insecta) közül, RICHARDS és DAVIS (1977) közlései szerint, 21 rend fajai állnak, valamilyen szinten (mohalakóként, mohakedvelőként, mohákban időszakosan előfordulóként) mohákkal kapcsolatban. Ezek egyrésze a mohák illetve a mohákban előforduló gombák terjesztésében is részt vesz. A mohák fülbemászók (Lithobiidae) segítségével való zoochor diszperziójára STEBAEV (1963) hívta fel a figyelmet. Ismertek alapvetően trágyát kedvelő kétszárnyúak, amelyek azonban mohák spóratartó tokjait is felkeresik táplálkozás céljából (*Tabanidae*, *Sarcophagidae*, *Scatophagidae* fajok), és így ezek is szerepet játszhatnak a mohák spóráinak terjesztésében (GARJEANNE 1932, INGOLD 1965, KOPONEN és KOPONEN 1978).

Táplálkozásélettani vizsgálatokból ismeretes, hogy a collembollák a friss mohaleveleket a rajtuk megtelepedett mikroorganizmusok és gombafonalak miatt részesítik előnyben. A collembolák nagyobb fajai a mohákban és a talajban előforduló gombafonalakkal táplálkoznak, míg kisebb méretű fajaik közvetlenül a talajban lévő humuszt fogyasztják. Egy részük szaprotróf, mikorhízás, illetve fitopatogén gombákkal táplálkozik (LARTEY et al. 1989; WHITTAKER 1981; BENGSSON et al. 1991; HEDLUND et al. 1991; BAKONYI 1989; BAKONYI et al. 2002). Élesztőgombákat, epifiton algákat is gyakran elfogyasztanak táplálkozásuk közben (WILLETTS et al. 1989., BAUER 1979; CSUTAK 1974; MCMILLAN 1976). Kiterjedt táplálkozási vizsgálatokat végeztek pl. az *Onychiurus* fajokra vonatkozóan. Az *Onychiurus procampatus* Gisin. táplálkozását elemezve megállapították, hogy ez a faj viszonylag nagy mennyiségben fogyaszt *Mortierella isabellina*, *Trichoderma viride* és *Phoma* gombafajokat. CHRISTEN (1975.), PETERSEN és LUXTON (1982) vizsgálatai arra hívták fel a figyelmet, hogy a collembollák a gombák fogyasztása és mozgékonyaságuk révén, fontos szerepet tölthetnek be a mohákban lévő gombák diszperziójában.

Dolgozatunkban a collemboláknak a mohákban előforduló gombák fogyasztásában és terjesztésében betöltött szerepére vonatkozóan próbálunk további adatokat szolgáltatni.

## Anyag és módszer

Vizsgálataink során a Szarvaskő térségéből begyűjtött *Tortella tortuosa* mohafaj mikrobiotáját dolgoztuk fel. Ezt követően, az elemzett mohapárnákból feltárt collembolák közül két faj, a *Tomocerus longicornis* és az *Orchesella cincta* tápcsatornájának tartalmát elemeztük.

A feldolgozandó mohákból 5–5 kis részt (10 g) különítettünk el, melyet 100 ml desztillált vízben mostunk át. A felületi lemosással nyert inokulumból tenyésztettük ki a mohák felszínén, spóra vagy fonál formájában előforduló gombákat. A mohákban élő gombák kitenyésztéséhez a lemosott mohadarabokat használtuk fel. Az inokulumot a mohadarabok dörzsmozsárban való szuszpendálásával készítettük. Az így nyert kétféle inokulumban lévő gombákat Petri–csészékben lévő Martin–agaron és glükóz–pepton táptalajon, szélesztéssel és lemezöntéssel tenyésztettük ki. A növekedésükhöz szükséges optimális hőmérsékletet (27–28 °C) termosztátban biztosítottuk. A kifejlődő gombákból laktofenolos anilinkékkel megfestett preparátumokat készítettünk, majd fénymikroszkóppal, morfológiai jellemzőik alapján azonosítottuk őket. A tipikus telepekből izolálást végeztünk kémcsőben lévő ferde glükóz–pepton agarra az azonosítás ellenőrzése, és későbbi ökoфизиológiai vizsgálatok céljából.

A mintákat az EKF Növényélettani és Környezettudományi Tanszékének, valamint a Szent István Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar Mikrobiológiai Tanszékének laboratóriumaiban dolgoztuk fel.

A Collembola fajok tápcsatornájának feltárását (10–10 egyed/faj/gyűjtőhely) preparáló tűkkel végeztük. A béltartalmakat 5 ml desztillált vízben homogenizáltuk, tárgylemezre helyeztük, majd fedőlemezzel lefedve elemeztük. A homogenizált mintákat először festés nélkül, majd laktofenolos anilinkékkel megfestetve, 200x nagyítással tekintettük át.

Az egyes tápláléktípusok elkülönítéséhez a vizsgált moha sejtes szerkezetére és a gombák makro– és mikroszkópos morfológiai bélyegeire (hifák, konídiumok, konídiumtartók, stb.) támaszkodtunk. A béltartalom feldolgozásánál a béltartalom-elemzéséknél általánosan használt módszert (HODKINSON et al. 1994) alkalmaztuk: lineáris transekttek mentén számoltuk meg az átvizsgált felületre eső táplálékfragmentum darabokat (moha, gomba, gombaspóra, detritusz) elkülönítve (100/bél), százalékos értékben fejeztük ki.

A béltartalomban előforduló mikrobiota kitenyésztéséhez a tápcsatornát szteromikroszkóp alatt preparálótűk segítségével tártuk fel, majd a kiemelt béltartalmat homogenizálócsőbe helyeztük és steril csapvizet adva hozzá, homogenizáltuk. 5–5 egyed homogenizált béltartalmában lévő gombák visszatenyésztését, a moháknál is alkalmazott módon és táptalajokon (Martin–agaron és glükóz–pepton agaron, szélesztéssel és lemezöntéssel) végeztük.

## Eredmények és megvitatásuk

A collembolák tápcsatornájának változatos volt a mikrobiotája: összesen 19 taxonba tartozó gombát sikerült azonosítani, melyek köre a *Zygomycetes*-be tartozó *Mucor* sp.-től a *Moniliales* rend különböző családjaig terjedt (1. táblázat). Ezek közül mindössze 9-nek az előfordulását tudtuk kimutatni a vizsgált Collembola egyedek élőhelyeül szolgáló mohapárnában; egy taxon, a *Rhizopus* sp. volt az, mely a mohában ugyan előfordult, de a collembolákban nem találtuk meg (2. táblázat). Ezzel szemben 10 olyan taxonba tartozó gombát mutattunk ki a collembák tápcsatornájában, melyeket az alkalmazott módszerekkel nem találtunk meg a mohapárnában. Ennek két fő oka lehetett: az egyik magyarázat szerint e gombákat a mohapárnán kívül folytatott táplálkozásuk során fogyasztották el a collembolák, a másik szerint pedig e gombák csak olyan kis mennyiségben fordulnak elő a mohapárnában, mely a klasszikus izoláláson és azonosításon alapuló módszerekkel nem lehetséges kimutatni. Pl. a rovarpatogén gombák (amilyen az általunk is kimutatott *Isaria arachnophila*) nagy valószínűséggel igen egyenetlen eloszlásban találhatóak a mohapárnában, illetve közelében, ugyanis a spóráik csak a gazdaként szolgáló állati tetemek közelében szóródnak el, így a nagy mennyiségű gombapropagulumot adó mohapárnában az átlagos arányuk igen kicsi, noha egyes pontokon nagyobb mennyiségben fogyaszthatnak belőle a collembolák (DROMPH 2001). Mindkét lehetséges magyarázat a vizsgált Collembola fajok számottevően szelektív gombafogyasztását lát-

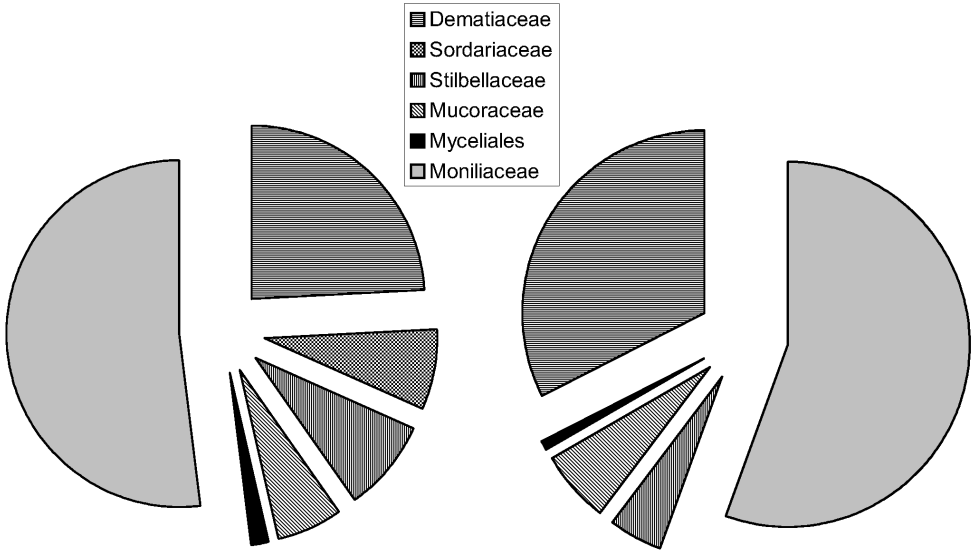
1. táblázat: A collembolák tápcsatornájából azonosított gombák megoszlása

Gombataxonok	<i>O. cincta</i> (%)	<i>T. longicornis</i> (%)
<i>Acrenomium</i> sp.	0,0	1,55
<i>Alternaria alternata</i>	0,0	6,98
<i>Aspergillus</i> sp.	7,21	4,65
<i>Cladosporium herbarum</i>	0,0	0,78
<i>Coniochaeta malacotricha</i>	0,0	7,75
<i>Gliocladium</i> sp.	0,9	4,65
<i>Gliocladium roseum</i>	5,41	3,88
<i>Fusarium</i> sp.	0,0	4,65
<i>Isaria arachnophila</i>	4,50	8,53
<i>Mucor</i> sp.	6,31	6,20
<i>Papulospora</i> sp.	0,90	1,55
<i>Penicillium</i> sp.	22,52	14,73
<i>Stachybotris alternans</i>	7,21	14,73
<i>Stachybotris lobulata</i>	24,32	0,0
<i>Trichoderma atroviride</i>	0,9	3,10
<i>Trichoderma harzianum</i>	2,7	5,43
<i>Trichoderma koningii</i>	6,31	0,0
<i>Trichoderma longipilis</i>	2,7	6,98
<i>Verticillium tenerum</i>	8,11	3,88

szik alátámasztani, összhangban más kutatók, pl. BAKONYI (1989) és VARGA et al. (2002) megfigyeléseivel. Az egyes Collembola fajok eltérő ízlésére utal a kitenyészthető mikrobiota jól láthatóan eltérő összetétele is. A gombataxonok család szintű összegzésénél viszont e különbség már nem érzékelhető: a táplálék mintegy 3/4-ét a Moniliaceae és a Dematiaceae családba

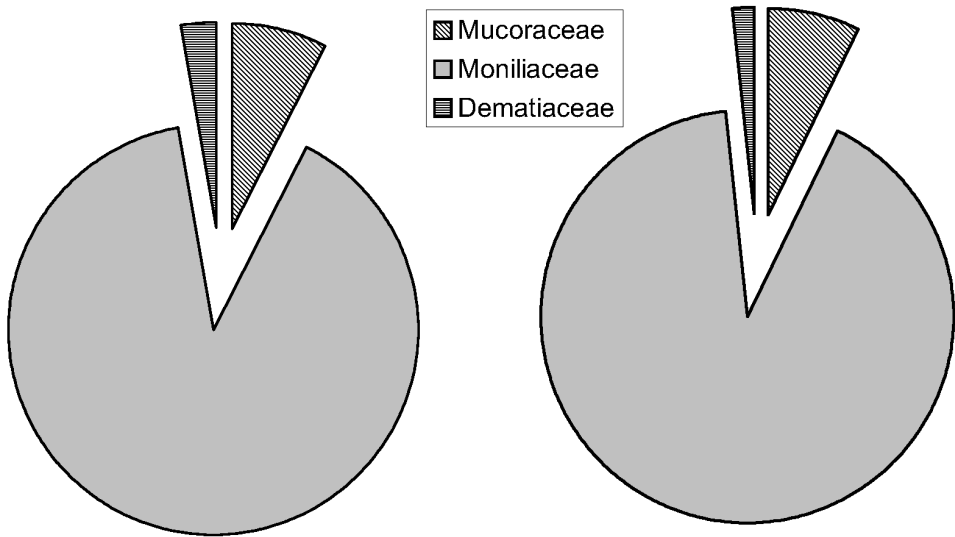
2. táblázat: Mohából azonosított gombák

Gombanemzetségek és -fajok	Lemosott szuszpenzióból (%)	Dörzs szuszpenzióból (%)
<i>Aspergillus</i> sp.	0,00	0,87
<i>Alternaria</i> sp.	2,69	1,74
<i>Gliocladium</i> sp.	14,81	22,96
<i>Gliocladium roseum</i>	27,27	21,57
<i>Fusarium</i> sp.	12,79	18,26
<i>Mucor</i> sp.	6,40	7,13
<i>Penicillium</i> sp.	12,12	14,09
<i>Rhizopus</i> sp.	1,01	0,00
<i>Trichoderma atroviride</i>	6,73	4,17
<i>Trichoderma harzianum</i>	16,16	9,22



1. ábra *A. T. longicornis* (balra) és az *O. cincta* (jobbra) bélmikrobiotájának taxonómiai összegzése

tartozó gombák adták (1. ábra). Összevetve a moha mikrobiotájának hasonló szintű összegzésével (2. ábra) azt lehet megfigyelni, hogy a mohán kimutatottnál kisebb arányban fogyasztják a Moniliaceae-be tartozó gombákat, míg a Dematiaceae családba tartozóakat gyakrabban, tehát e gombák inkább kedveltek a collembolák számára.



2. ábra A moha lemosással (balra) és szuszpendálással (jobbra) nyert mikrobiotájának taxonómiai összegzése

Vizsgálatunk során az is igazolódott, hogy az elfogyasztott gombapropagulumok csak lassan emésztődnek meg, és így azok egy része még életképesen kerül a szabadba a collembolák féceszében. DROMPH (2001) rovarpatogén gombák terjesztésének mechanizmusát vizsgálta három különböző *Collembola* fajnál (*Folsomia fimetaria*, *Hypogastrura assimilis* és *Proisotoma minuta*), és azt tapasztalta, hogy az elfogyasztott propagulumok életképessége jelentősen, mintegy 24-54 %-kal csökkent, de minden esetben kimutathatóak voltak az elfogyasztott gombák életképes képletei a féceszükben. Így e propagulumokat a táplálkozást követő mozgásuknak megfelelő távolságra szállítják az emésztőrendszerükben, majd azok ürítésével olyan helyen is megjelennek egyes gombák, ahol korábban nem fordultak elő (WILLIAMS et al. 1998). Ez a távolság általában kisebb, mint 10 cm egy óra alatt (JOHNSON és WELLINGTON 1983), de BENGTTSSON et al. (1994) 40 cm-es mozgást is mértek talajban. A mohapárnának a talajánál jóval lazább, a benne való mozgást kevésbé akadályozó szerkezetét, és az átlagosan legfeljebb néhány tíz centiméteres párnanagyságot tekintve feltételezhetjük, hogy egy kifejlett *Collembola* egy óra alatt akár a teljes mohapárnát is bejárhatja táplálékot keresve. Eközben pedig az ürülékével szétterítheti a korábban fogyasztott gomba képleteit a párnában. Amennyiben ez pl. a pókokban élősködő *Isaria arachnophila* gomba, azzal számottevően nőhet az esélye annak, hogy a mohapárnában élő, ott akár csak átmenetileg megforduló pókok megfertőződjenek e kórokozójukkal. Másik oldalról az elfogyasztott gombák ökológiájára is jelentős hatás fejthetnek ki a collembolák, mivel a közvetítésükkel jóval gyorsabban képesek terjedni azok a gombák, melyeket a collembolák ízletesnek találnak. E vizsgálati eredmények számos további kérdést vetnek fel, melyek megválaszolására a nemzetközi szakirodalomban is csak korlátozott próbálkozásokat találhatunk, mutatva a lehetséges módszerek korlátozott hatékonyságát.

Munkánkkal azt bizonyítottuk, hogy a mohapárna természetes körülményei közt is megvan a lehetősége annak, hogy a collembolák jelentős szerepet játszhassanak a gombák terjesztésében, amivel a moha, valamint közvetve más, a mohapárnában élő vagy ott megforduló állatok életére számottevő hatást fejtsenek ki.

## Irodalom

- BAKONYI, G. (1989): Effects of *Folsomia candida* (Collembola) on the microbial biomass in a grassland soil. – Biol. Fertil Soils 7: 138–141.
- BAUER, T. (1979): Die Feuchtigkeite als steuernder Faktor für das Kletterverhalten von Collembolen. – Pedobiologia 19: 165–175.
- BENGTTSSON, G. – GUNNARSSON, T. – RUNDGREN, S. (1983): Growth changes caused by metal uptake in a population of *Onychiurus armatus* (Collembola) feeding on metal polluted fungi. – Oikos 40: 216–225.
- BENGTTSSON, G. – HEDLUND, K. RUNDGREN, S. (1994): Food- and densitydependent dispersal: evidence from a soil collembolan. – Journal of Animal Ecology 63: 513–520.
- CHRISTEN, A. A. (1975): Some fungi associated with Collembola. – Rev. Ecol. du Sol. 12. 723–728.
- CSUTAK, J. (1974): Observations on the feeding biology of some Collembola under laboratory conditions. – Opusc. Zool., Budapest 14: 67–76.
- DROMPH, K. M. (2001): Dispersal of entomophagic fungi by collembolan. – Soil Biology & Biochemistry. 33. 2047–2051.
- GARJEANNE, A. J. M. (1932): Physiology. In: Manual of Bryology (Verdoon, F., ed.), 220–320, Nihoff, The Hague
- GERSON, U. (1982): Bryophytes and Invertebrates. In: Smith, A. J. E. Bryophyte Ecology. Chapman and Hall, London, New York, 291–332.
- HEDLUND, K. – BODDY, L. – PRESTON, C. M. (1991): Mycelial responses of the soil fungus *Mortiella isabellina* to grazing by *Onychiurus armatus* (Collembola). – Soil Biol Biochem 23: 361–366.

- HODKINSON, I. D. – COULSEN, S. – WEBB, N. R. – BLOCK, W. – STRATHDEE, A. T. – BALE, J. S. (1994): Feeding studies on *Onychiurus arcticus* (Tullberg) (Collembola: Onychiuridae) on West Spitsbergen – Polar. Biol. 14: 17–19.
- INGOLD, C. T. (1965): Spore liberation. Clarendon, Oxford.
- JOHNSTON D. L. – WELLINGTON, W. G. (1983): Dispersal of the collembolan, *Folsomia candida* Willem, as a function of age. – Canadian Journal of Zoology 61: 2534–2538.
- KOPONEN, A. – KOPONEN, T. (1978): Bryophytorum Bibliotheca, 13, 569–577.
- LARTEY, R. T. – CURL, E. A. – PETERSON, C. M. – HARPER, J. D. (1989): Mycophagous grazing and food preference of *Proistoma minuta* (Collembola: Isotomidae) and *Onychiurus encarpatus* (Collembola: Onychiuridae). – Environ Ent. 18: 334–337.
- PETERSEN, H. – LUXTON M. (1982): A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition process. – Oikos 39: 287–388.
- STREBEL, O. (1928): *Z. wiss. Insekt. Biol.* 23: 135–143
- RICHARDS, O. W. – DAVIES, R. G. (1977): Imm, s General Textbook of Entomology, 10th ed., Chapman and Hall, London.
- VARGA, J. – NAÁR, Z. – DOBOLYI, Cs. (2002): An evidence for selective feeding of Collembolan species *Tomocerus longicornis* and *Orchesella cincta* living in soil covering *Tortella tortuosa*. – Pedobiologia, in press.
- WALSH, M. I. – BOLGER T. (1993): Effects of diet on the interactions between *Hypogastrura denticulata* Bagnall and *Onychiurus furcifer* Börner in laboratory cultures. – Eur. J. Soil Biol. 29: (3-4), 155–160.
- WILLIETS, H. M. – THOMSON, A. R. – MORRIS, G. (1989): Laboratory studies on the selection of *Pythium ultimum*, plant-pathogenic fungus by *Onychiurus auranticus* (Collembola). – Aspects Appl. Biol. 23: 373–378.

VARGA János  
 Eszterházy Károly Főiskola  
 Állattani Tanszék  
 H-3300 EGER, Leányka u. 6.

NAÁR Zoltán  
 Eszterházy Károly Főiskola  
 Állattani Tanszék  
 H-3300 EGER, Leányka u. 6.