

HOLTFA MIKROÉLŐHELYEK UGRÓVILLÁS-KÖZÖSSÉGEINEK VIZSGÁLATA

Sélei Dániel¹, Tóth Viktória² és Winkler Dániel³

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar

²Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-Gazdálkodási Intézet

³Soproni Egyetem, Vadgazdálkodási és Vadbiológiai Intézet

Kivonat

Kutatásunk célja a holtfa mikrohabitatokhoz kötődő ugróvillás-közösségek vizsgálata volt. Kutatási területként a Répce menti maradvány ligeterdőt (Csáfordi-erdő, Győr-Moson-Sopron vármegye) választottuk, amelyben nagy mennyiségű álló és fekvő holtfa jelenléte jellemző. A felmérésekhez és mintavételekhez összesen 11 mikrohabitatot választottunk ki, amelyek között fekvő holtfák, dendrotelmák, kéreglevélások, tőkorhadat odvak korhanya is szerepelt. A vizsgálat során összesen 1309 ugróvillás egyedet válogattunk le és határoztunk meg faj szinten. Összesen 40 fajt mutattunk ki a vizsgált mikrohabitatokból. A fajok közül három, a magyar faunára nézve új faj (*Anurida granaria*, *Folsomia martynovae*, *F. cf. similis*) is előkerült. A legnagyobb fajszám szerinti részarányal (25%) az Entomobryidae család képviseltette magát. A fajszám a vizsgált mikroélőhelyeken 1 és 21 között változott. A nagyobb fajszámú közösségek a fekvő holtfákhoz kötődtek, ezen belül pedig az előrehaladottabb stádiumban lévő, magasabb korhadási fokú holtfákhoz. Kevesebb faj kötődött a tőkorhadat fák odvainak korhanyához, míg a speciális mikroélőhelyek (élő fák leváló kérge, vízzel telt dendrotelma) csupán egy-két fajnak nyújtottak megfelelő élőhelyet.

Kulcsszavak: Collembola, diverzitás, dendrotelma, fekvő holtfa, korhadási fok, ártéri erdő

STUDY ON SPRINGTAIL COMMUNITIES OF DEAD WOOD MICROHABITATS

Abstract

Our study aimed to investigate the Collembola communities inhabiting dead wood-related microhabitats. The study was carried out in the old remnant floodplain forest (Csáfordi-forest, Northwest Hungary) owing to the massive amount of dead wood in its area. For the survey, we selected 11 microhabitats, including lying dead wood of different stages of decay, dendrotelmata, peeling moss and bark, decaying wood material taken from tree hollows etc. A total of 1309 Collembola individuals belonging to 40 species were collected, three of them (*Anurida granaria*, *Folsomia martynovae*, *F. cf. similis*) are new to the Hungarian fauna. The most diverse microhabitats were the lying dead trees in a more advanced stadium of decay. The family Entomobryidae represented the largest proportion of species (25%). The number of species varied between 1 and 21 in the microhabitats studied. The communities with higher species numbers were associated with lying dead wood, including dead wood at a more advanced stage of decay. Fewer species were found in the dry wood decay of the tree's base hole, while special microhabitats (detached bark of living trees, dendrotelmata) provided suitable habitats for only one or two species.

Keywords: Collembola, dendrotelmata, lying dead wood, stage of decay, floodplain forest



BEVEZETÉS

Erdei ökoszisztémákban a leggyakrabban vizsgált mikrohabitatok a holtfához köthetőek (Bütler et al. 2020, Kraus et al. 2016, Regnery et al. 2013). A holtfák különböző megjelenési formái fontos szerepet töltenek be az erdők életében. Elhelyezkedése és a környezetének mikroklimatikus viszonyai jelentősen befolyásolják a lebomlási folyamat végbemenetelét és, hogy annak eredményeként milyen mikrohabitatok alakulnak ki, illetve mennyi ideig maradnak fenn (Csóka & Lakatos 2014).

Mivel a holtfához számos állatfaj kötődik, szerepük az erdei biodiverzitás fenntartásában nélkülözhetetlen (Csóka 2000, Stokland et al. 2012, Ónodi & Winkler 2014). Bizonyos korhadtsági fokú holtfák sok állatfaj szempontjából kiemelkedő jelentőségűek. Néhány faj számára nélkülözhetetlenek, ugyanis pihenő-, szaporodó-, táplálkozó- vagy búvóhelyül szolgálhatnak. Az álló, a fekvő, illetve a föld feletti, más fákon pihenő fák más-más funkcióval szolgálhatnak az állatok egyes élettevékenységei során. A korhadó és holt fákban lévő odvak védelmet nyújthatnak a ragadozóktól és az időjárási viszontagságoktól, valamint bizonyos faodvakban összegyűlhet a csapadék (ezek a dendrotelmák), amely egyes fajoknak ivóvízforrást is jelenthet, és amelyben számos gerinces és gerinctelen faj fejlődhet (Gibbons & Lindenmayer 2002, Stokland et al. 2012).

A szervesanyag-lebontásért a – gombák mellett – gerinctelen szervezetek a felelősek. Ezek között több taxon holtfához való kötődését – pl. ászkarák (Andringa et al. 2019), ikerszelvényesek (Zuo et al. 2014), lábaspotrohúak (Richards & Davies 1977) szövőcsévések (Ulyshen 2014), atkák (Błoszyk et al. 2021) – dokumentálták.

A lebontók egyik legszámosabb csoportját jelentő ugróvillások holtfához való kötődése ismert jelenség (Hopkin 1997), azonban leggyakrabban csak egyes fajok leírása, előfordulása kapcsán emelik ki azt (pl. Smolis & Kadej 2014, Mateos & Winkler 2018). A holtfához (ezen belül holtfa mikroélelőhelyekhez) kötődő ugróvillás-közösségekről szóló tanulmányok egy-két lengyel munkától (Skubala & Marzec 2013, Skarzyński et al. 2016) eltekintve gyakorlatilag hiányoznak. Jelen kutatásunkkal – melynek fő célkitűzése a Csáfordi-erdő jellegzetes holtfa-mikroélelőhelyeinek ugróvillás-faunisztikai és közösségi-ökológiai vizsgálata volt – kicsit ezt a hiányt is szeretnénk pótolni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálati terület

A holtfa mikroélelőhelyekhez kötődő ugróvillások vizsgálatához a kevés, máig is fennmaradt keményfás ligeterdő egyikét, a Répce folyó mentén elterülő Csáfordi-erdőt (Győr-Moson-Sopron vármegye) választottuk helyszínül (1. ábra). Az idős, 250–300 éves fáknak, valamint ritka növényfajoknak is otthont adó ártéri tölgy-kőris-szil ligeterdő (*Fraxino pannonicae-Ulmetum*) a hártevét a fák alatt virító, több millió védett tavaszi tőzikeknek (*Leucojum vernum*) köszönheti (Keszei 2012).

Az erdő lombkoronaszintje zárt, kétszintes és fajgazdag. Felső lombkoronaszintjében uralkodó a kocsányos tölgy (*Quercus robur*) és a magas kőris (*Fraxinus excelsior*), míg a második lombkoronaszintben megtaláljuk a mézgas éget (*Alnus glutinosa*), a mezei juhart (*Acer campestre*), a gyertyánt (*Carpinus betulus*) és a vénic szilt (*Ulmus laevis*). Cserjeszintjében főként veresgyűrű som (*Cornus*

sanguinea), cseregalagonya (*Crataegus laevigata*), kökény (*Prunus spinosa*) található. A gyepszint fajgazdag, üde lomberdei fajokkal benépesített, legjellemzőbb a tavaszi tőzike, odvas keltike (*Corydalis cava*), salátaboglárka (*Ficaria verna*) és a ragadós galaj (*Galium aparine*).



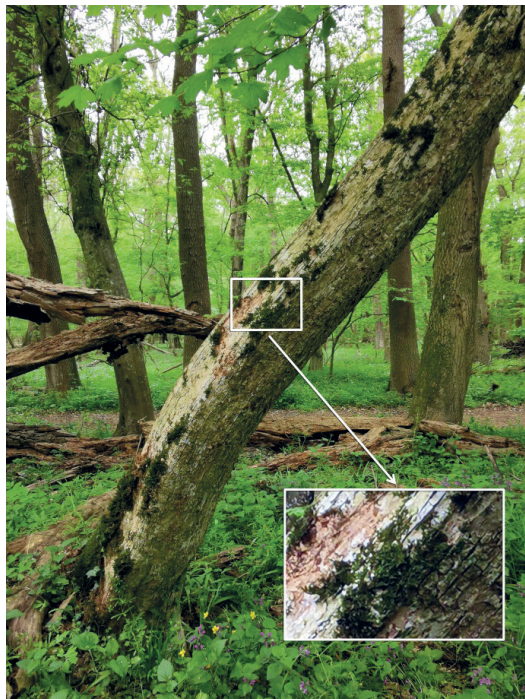
1. ábra: A vizsgálati terület: a Csáfordi-erdő madártávlatból (Forrás: Google Earth)
Figure 1: Study area (Csáford-forest) (Google Earth)

A Csáfordi-erdőben nem folyik erdőgazdálkodás, az erdőben található nagy mennyiségű holtfaanyag pedig az erdei élőlények sokasága számára létfontosságú táplálkozó- és élőhely. Az elpusztuló fásszárúak lebomlása (többek közt az ugróvillások által) pedig hozzájárul a talajképződéshez.

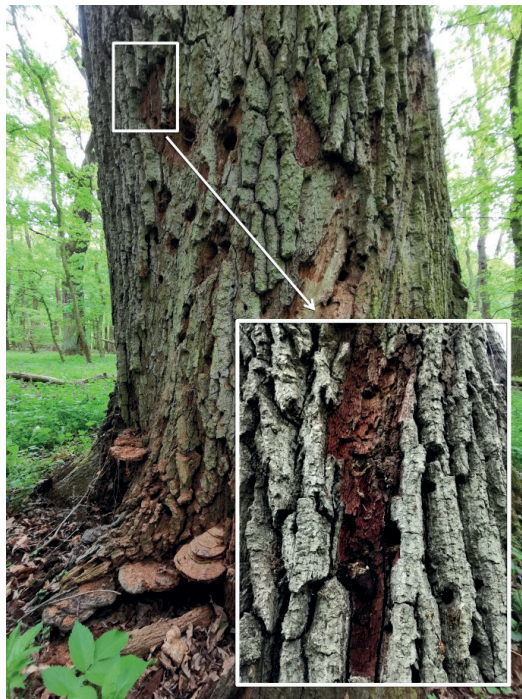
Az ugróvillások szempontjából megpróbáltunk potenciális mikrohabitatokat elkülöníteni. Mivel kisméretű élőlények, és meglehetősen jól alkalmazkodtak a talaj különböző paramétereire, akár néhány tíz centiméteren belül jelentős változás állhat be a fajösszetételük és dominancia-viszonyaik vonatkozásában, például az aljzat minőségének, vastagságának, és nedvességtartalmának változásával. Potenciális mikrohabitatjaink részben megfeleltethetők a Kraus et al. (2016) által alkalmazott kategóriáknak, melyeket tovább finomítottunk, és ezért az egyes élőhelytípusokat bővebb szöveges jellemzéssel láttuk el. Fekvő holtfák esetén az átmérőt durvább átmérő osztályokban adtuk meg (kis: 5-25 cm, közepes: 26-45, nagy: >46); és feljegyeztük a fekvő holtfa korhadási fokát. A korhadási fázisokra 6 fokú skálát használtunk (Ódor 2005). A mintavételi helyeket a Kraus et al. (2016) által alkalmazott kategóriákba soroltuk be. A fekvő holtfára csak DE jelölést használtunk.

Mikroélőhely 1 (MH1): Közepes méretű, még élő fa (mezei juhar) kérge és mohabevonata (2. ábra). Mikrohabitat kategória: EP31

Mikroélőhely 2 (**MH2**): Nagy méretű (kocsányos tölgy; $\varnothing > 80$ cm), még élő fa elhalt részei: har-
kály vésetek és rovar járatok (3. ábra). Mikrohabitat kategória: CV14; CV5



2. ábra: Mikroélőhely 1 (**MH1**)
Figure 2: Microhabitat 1 (**MH1**)



3. ábra: Mikroélőhely 2 (**MH2**)
Figure 3: Microhabitat 2 (**MH2**)

Mikroélőhely 3 (**MH3**): Élőfa (vénic szil) tövében lévő dendrotelma (4a. ábra). A mintavételezés a telma széléről történt. Mikrohabitat kategória: CV41

Mikroélőhely 4 (**MH4**): Élőfa (vénic szil) tövében lévő nyirkos, kisméretű odúban összegyűlt korhadék (az előző telmától (MH3) kissé feljebb) (4b. ábra). Mikrohabitat kategória: CV41

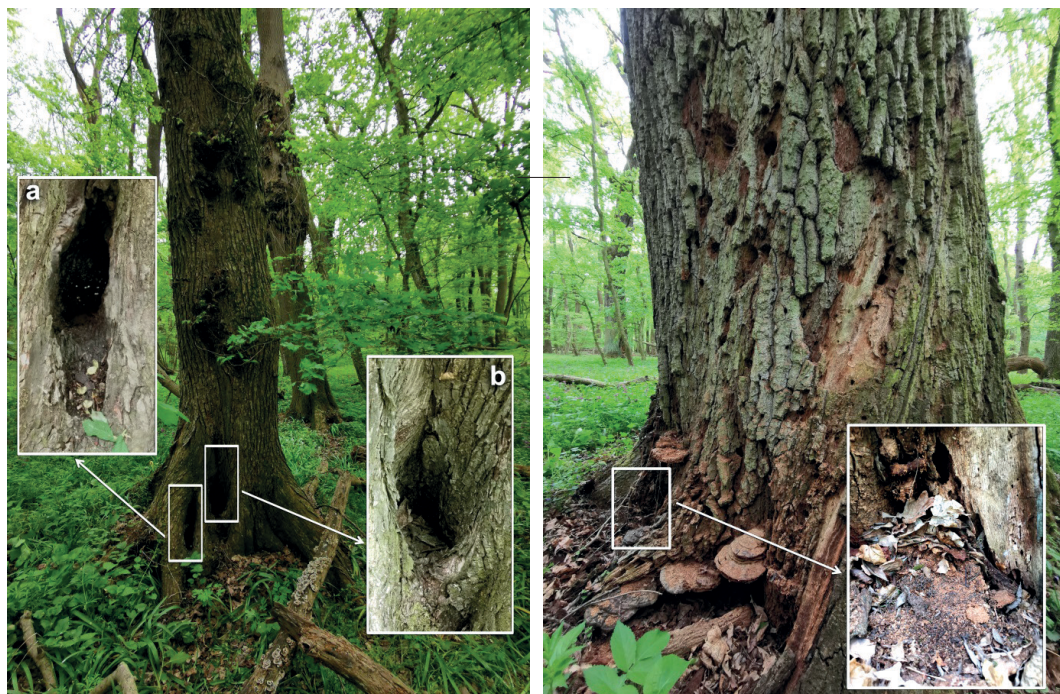
Mikroélőhely 5 (**MH5**): Nagy méretű, még élő fa tövében (kocsányos tölgy; $\varnothing > 80$ cm) elhelyezkedő odú aljában összegyűlt szárazabb korhadék (5. ábra). Mikrohabitat kategória: CV21

Mikroélőhely 6 (**MH6**): Nagy méretű, még élő fa (kocsányos tölgy) tőkorrhadt nagy méretű odva vastag, nyirkos korhadékkal (6. ábra). Mikrohabitat kategória: CV21

Mikroélőhely 7 (**MH7**): Nagy méretű (kocsányos tölgy; $\varnothing > 80$ cm) fekvő holtfa 3-as korhadási fázisban. Holtfán történő felújulás (vénic szil, magas kőris, csíkos kecskerágó) (7. ábra). A mintavételezés a méretes fekvő holtfa tetejéről, az újulat közül történt. Mikrohabitat kategória: DE

Mikroélőhely 8 (**MH8**): Közepes méretű ($\varnothing \sim 29$ cm) fekvő holtfa 4-es korhadási stádiumban, vastag mohaborítással (8. ábra). Mikrohabitat kategória: EP31; DE

Mikroélőhely 9 (**MH9**): Közepes vastagságú (ismeretlen fafajú; $\varnothing \sim 25$ cm) 5-ös korhadási fokú fekvő holtfa (9. ábra). Mikrohabitat kategória: DE



4. ábra: a. Mikroélelőhely 3 (MH3); b. Mikroélelőhely 4 (MH4)
 Figure 4: a. Microhabitat 3 (MH3); b. Microhabitat 4 (MH4)

5. ábra: Mikroélelőhely 5 (MH5)
 Figure 5: Microhabitat 5 (MH5)



6. ábra: Mikroélelőhely 6 (MH6)
 Figure 6: Microhabitat 6 (MH6)



7. ábra: Mikroélelőhely 7 (MH7)
 Figure 7: Microhabitat 7 (MH7)



8. ábra: Mikroélőhely 8 (MH8)
Figure 8: Microhabitat 8 (MH8)



9. ábra: Mikroélőhely 9 (MH9)
Figure 9: Microhabitat 9 (MH9)

Mikroélőhely 10 (MH10): Nagy méretű fekvő holtfa (ismeretlen faj) 6-os korhadási fázisban (10. ábra). A mintavételezés talajmintavevővel történt a talajszintben levő korhadékból. Mikrohabitat kategória: DE

Mikroélőhely 11 (MH11): Nagyméretű fekvő holtfa 6-os korhadási fázisban (11. ábra). A mintavétel a fatörmelekből talajmintavevővel és rovarszívóval történt. Mikrohabitat kategória: DE



10. ábra: Mikroélőhely 10 (MH10)
Figure 10: Microhabitat 10 (MH10)



11. ábra: Mikroélőhely 11 (MH11)
Figure 11: Microhabitat 11 (MH11)

A terepi gyűjtés módszere

Az előzőekben ismertetett mikrohabitatok ugróvillás-közösségeinek mintázásához egyrészt a talajmintavételezéseknél is alkalmazott kisméretű ásót használtunk (mikroélőhelyek: MH3, MH4, MH5, MH6, MH7, MH8, MH9, MH10, MH11), valamint emellett rovarszívó módszerrel is végeztünk gyűjtést (mikroélőhelyek: (MH1, MH2, MH5, MH7, MH8, MH9, MH11). Utóbbi gyűjtési módszert egy kéziporszívó segítségével sikerült megvalósítani, használatakor a korhadék az ugróvillásokkal együtt annak műanyag gyűjtőjébe került. A készülék szívóereje viszonylag alacsony, így az ugróvillásokban ez a gyűjtési mód nem tett kárt. A gyűjtött mintákat a terepen zacskóba, majd gyűjtődobozokba tettük, feltüntetve rajta a gyűjtés helyét, idejét és a mikroélőhely számát. A mintavételek 2022. 04. 26-án történtek.

A gyűjtött anyag feldolgozása

Az ugróvillások kinyerése a gyűjtött mintákból Berlese-Tullgren elven (Tullgren 1918) működő vödörfuttatóval történt, szobahőmérsékleten, 14 napos várakozási idővel. Minden mikroélőhelyről ~250 cm³ mennyiségű mintát helyeztünk a futtatóra. A lefutott mintákból az ugróvillás egyedeket sztereomikroszkóp segítségével leválogattuk. Az egyedek leválogatása és számolása az élőhelynek megfelelő névvel ellátott, felcímkézett, 70%-os etanolt tartalmazó fiolákba történt.

Az ugróvillás taxonok (Collembola) család és genus-szintű elkülönítéséhez Gisin (1960) és Jordana et al. (1990) munkáit vettük alapul. A fajszintű határozást a főbb taxonómiai kulcsok (Deharveng 1982, Fjellberg 1980, 1998, Babenko et al. 1994, Zimdars & Dunger 1994, Weiner 1996, Jordana et al. 1997, Pomorski 1998, Bretfeld 1999, Potapov 2001, Thibaud et al. 2004, Jordana 2012) használatával végeztük. A fajok áttekintésénél Bellinger et al (1996–2023) rendszerét alkalmaztuk, a magyarországi ugróvillás faunával való összevetéshez Dányi & Traser (2008) névjegyzékét vettük alapul.

Az adatfeldolgozás és kiértékelés módszerei

A közösségi-ökológiai elemzést és a vizsgált állományok összehasonlító értékelését a fontosabb közösségi mérőszámok – fajszám, abundancia, Shannon diverzitás, kiegyenlítettség – segítségével végeztük el. A vizsgált holtfa mikroélőhelyek Collembola-közösségeinek hasonlóságát a Jaccard-féle fajazonossági index alapján végzett hierarchikus cluster analízis segítségével vizsgáltuk. Az elemzéseket a Past programcsomag 4.09 verziójával végeztük el (Hammer et al 2001).

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Faunisztikai eredmények

A Csáfordi-erdő mintázott holtfa mikroélőhelyein összesen 1309 ugróvillás egyed került elő. Összesen 13 család 40 fajtát azonosítottuk (1. táblázat), ez majdnem egy tizede a hazánkban eddig kimutatott fajoknak (Dányi & Traser 2008).



Az ugróvillás fajok családok szerinti megoszlását tekintve nem meglepő eredmény, hogy a legnagyobb fajszám szerinti részarányal (25%) az Entomobryidae család képviselt, mivel az ide tartozó ugróvillások nagy része ún. epedafikus, talajfelszíni faj, amelyek közül több faj a fák törzsére (*Entomobrya* spp., *Willowsia* spp.) is felmászik. A *Lepidocyrtus* és *Pseudosinella* fajok ugyan többségükben hemiedafikus talajlakók (Hopkin 1997), köztük is találunk szép számmal felszínen mozgó fajokat, amelyek a vizsgálati területünkön rendre meg is jelentek a holtfák mohával, kéreggel borított felszínén, vagy a bomló korhanyban. Magas részarányal volt jelen az Isotomidae család is (20%), melynek fajai között ugyan nem igazán találunk felszínen mozgó fajokat, viszont több kolonizáló fajuk (*Parisotoma notabilis*, *Folsomia* spp.) is könnyen benépesíti az előrehaladottabb korhadási stádiumban lévő földön fekvő holtfákat. Az euedafikus (a talaj mélyebb rétegeiben élő) fajokat tömörítő családok (Onychiuridae, Tullbergiidae) kis fajszámmal voltak jelen a mintákban. Ezek a többnyire fehér, vak ugróvillások csak a magasabb korhadási fokú fekvő holtfákban jelentek meg, meglehetősen alacsony egyedszámmal. A Hypogastruridae család fajai közül – Skarzyński et al (2016) holtfás vizsgálataihoz hasonlóan – előfordult a fakéreghez, szárazabb korhadékhoz kötődő szaproxilofág *Friesea claviseta*, míg a tókorhadt odvak korhanyában a *Ceratophysella denticulata* volt tömeges. Általában kis egyedszámmal, több esetben érdekes fajjal további családok is reprezentáltak voltak a mintákban (ilyenek a Neanuridae, Tomoceridae, Orchesellidae családok fajai, valamint a Neelidae, Bourletiellidae, Katiannidae, Sminthurididae és Sminthuridae gömböc ugróvillásai).

1. táblázat: Az előfordult *Collembola* fajok egyedszáma (250 cm³ mintára vonatkoztatva) a vizsgált holtfa mikroélelőhelyeken (a mikroélelőhely kódokat lásd az Anyag és módszer fejezetben)

Table 1. *Collembola* species spectrum and number of individuals (in 250 cm³ sample) in the studied dead-wood microhabitats (for microhabitat codes see the Materials and methods section)

	MH1 (EP31)	MH2 (CV14; CV5)	MH3 (CV41)	MH4 (CV41)	MH5 (CV21)	MH6 (CV21)	MH7 (DE)	MH8 (EP31; DE)	MH9 (DE)	MH10 (DE)	MH11 (DE)
Hypogastruridae											
<i>Ceratophysella denticulata</i>	0	0	3	9	16	192	0	1	0	0	30
<i>Choreutinula inermis</i>	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0
<i>Anurida</i> cf. <i>granaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Neanuridae											
<i>Bilobella aurantiaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Deutonura conjuncta</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0	4
<i>Neanura muscorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Friesea claviseta</i>	3	9	0	6	8	12	6	6	8	1	0
<i>Superodontella lamellifera</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0
Onychiuridae											
<i>Protaphorura armata</i>	0	0	0	0	1	0	55	0	0	19	0
<i>Deuteraphorura silesiaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	5	16	5
Tullbergiidae											
<i>Mesaphorura betschi</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Oncopoduridae											
<i>Oncopodura crassicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Az 1. táblázat folytatása / Table 1 continued.

	MH1 (EP31)	MH2 (CV14; CV5)	MH3 (CV41)	MH4 (CV41)	MH5 (CV21)	MH6 (CV21)	MH7 (DE)	MH8 (EP31; DE)	MH9 (DE)	MH10 (DE)	MH11 (DE)
Tomoceridae											
<i>Tomocerus vulgaris</i>	0	0	0	3	0	0	15	12	9	17	36
<i>Pogonognathellus flavescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	5
Isotomidae											
<i>Folsomia penicula</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Folsomia martynovae</i>	0	0	11	2	0	0	0	12	14	0	0
<i>Folsomia cf. similis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Folsomia quadrioculata</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Isotomiella minor</i>	0	0	0	0	0	0	94	0	0	14	28
<i>Isotomurus sp. juv</i>	0	0	0	7	0	0	2	0	0	0	4
<i>Parisotoma notabilis</i>	0	0	0	0	0	0	15	7	3	12	19
<i>Tetracanthella pericarpatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Orcheselliidae											
<i>Heteromurus nitidus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Orchesella spectabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Entomobryidae											
<i>Entomobrya corticalis</i>	2	0	0	0	3	0	0	18	21	0	0
<i>Entomobrya muscorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lepidocyrtus florum</i>	0	0	0	0	0	0	0	22	27	0	0
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Lepidocyrtus peisonis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Lepidocyrtus violaceus</i>	0	0	0	5	7	0	19	43	35	0	22
<i>Pseudosinella wahlgreni</i>	0	0	0	2	0	0	0	21	16	4	31
<i>Willowsia nigromaculata</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neelidae											
<i>Megalothorax minimus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Bourletiellidae											
<i>Deuterosminthurus bicinctus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ptenothrix atra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Katiannidae											
<i>Sminthurinus aureus</i>	0	0	0	0	0	0	22	5	14	0	0
<i>Sminthurinus elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
Sminthuridae											
<i>Sphaeridia pumilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Sminthuridae											
<i>Capraínea marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
<i>Lipothrix lubbocki</i>	0	0	0	2	0	0	18	32	24	19	0



Az előfordult fajokat Bellinger et al (1996–2023) rendszere alapján az alábbiakban tekintjük át.

Rend: PODUROMORPHA Börner, 1913

Család: Hypogastruridae Börner, 1906

Ceratophysella denticulata (Bagnall, 1941)

Gyakori, tipikus detritofil ugróvillás faj. A vizsgált mikroélőhelyek közül hatban is előfordult (MH3, MH4, MH5, MH6, MH8, MH11). Legnagyobb egyedszámmal (192) a tőkorhadt kocsányos tölgy nyirkos korhadékából (MH6) került elő.

Choreutinula inermis (Tullberg, 1871)

Hazánkban gyakori, hemiedafikus erdőlakó ugróvillás faj, avarban, korhadékban sokszor találhatóunk vele. A vizsgált mikroélőhelyek közül csak a tőkorhadt fa odvában (MH6) találtuk.

Anurida granaria (Nicolet, 1847)

Ezt az apró ugróvillás fajt a környező országokból már kimutatták, hazánkban ez az első előfordulása. Magas korhadási fokú fekvő holtfában (MH10) találtuk egyetlen egyedét.

Család: Neanuridae Börner, 1901

Bilobella aurantiaca (Caroli, 1910)

Hazánkban főleg középhegységi- és ártéri erdők nyirkos talajából ismert ez a dekoratív, piros színű ugróvillás. A 6-os korhadási fázisban lévő fekvő holtfából (MH11) került elő hat példánya.

Deutonura conjuncta (Stach, 1926)

Gyakori faj hazánkban, középhegységeink és ártéri erdeink talajában általánosan elterjedt. A vizsgált mikroélőhelyeket tekintve a 4–6-os korhadási fokú fekvő holtfákban (MH8, MH9, MH11) gyűjtöttük néhány egyedét.

Neanura muscorum (Stach, 1926)

Gyakori, kozmopolita ugróvillás. Hemiedafikus, a talajok felső, humuszos rétegében, avarban, korhadékban is gyakran előfordul. 6-os korhadási fokú fekvő holtfában (MH10) gyűjtöttük.

Friesea claviseta Axelson, 1900

Európa-szerte gyakori ugróvillás faj, korhadékban, fakéreg alatt él. A Csáfordi-erdő holtfás mikroélőhelyeinek egyik karakterfaja, kettő kivételével mindegyik mintában (MH1, MH2, MH4, MH5, MH6, MH7, MH8, MH9, MH10) megtaláltuk.

Superodontella lamellifera (Axelson, 1903)

Kozmopolita ugróvillás faj, hazánkban középhegységi- és ártéri erdőkből került eddig elő. Három mikroélőhelyen (MH5, MH8, MH9) gyűjtöttük néhány egyedét.

Család: Onychiuridae Lubbock in Börner, 1913

Protaphorura armata (Tullberg, 1869)

Kozmopolita faj, hazánkban is elterjedt, változatos élőhelyeken. Euedafikus, a talaj mélyebb rétegeiben is előfordul. Gyűjtöttük fa tövében összegyűlt korhadékból (MH5), valamint nagyobb egyed-számban különböző korhadási fokú (3–6) fekvő holtfából (MH7, MH10) is.

Deuteraphorura silesiaca (Dunger, 1977)

Ezt a meglehetősen ritka, elsősorban hegyvidéki erdőkre jellemző ugróvillás fajt hazánkban eddig csak a Soproni-hegységben (Traser 1994), valamint a Vas–Soproni-síkságon (Traser & Thibaud 1999) gyűjtötték. Utóbbi lelőhelytől a Csáfordi-erdő mindössze 20 km-re található, így nem véletlen a megkerülése. Kizárólag fekvő holtfából gyűjtöttük (MH8, MH9, MH10, MH11).

Család: Tullbergiidae Bagnall, 1935

Mesaphorura betschi Rusek, 1979

Ez a parányi, euedafikus faj hazánkban eddig csak a Szigetközből került elő (Traser 1997). Fa tövében összegyűlt korhadékból (MH5), valamint 6-os korhadási fokú fekvő holtfából (MH10, MH11) is gyűjtöttük egy-egy egyedét.

Rend: ENTOMOBRYOMORPHA Börner, 1913

Család: Oncopoduridae Carl & Lebedinsky, 1905

Oncopodura crassicornis Shoebottom, 1911

Hazánkban általánosan elterjedt edafikus, illetve troglófil faj. Elsősorban középhegységi erdeinkből vannak adatai (Dányi & Traser 2008). Egyetlen egyedét fekvő holtfán gyűjtöttük (MH8).

Család: Tomoceridae Schäffer, 1896

Tomocerus vulgaris (Tullberg, 1871)

Holarktikus elterjedésű, hazánkban általánosan elterjedt faj. Leggyakrabban az erdei avarban került szem elé, de fekvő holtfán, különösen annak tövében az egyik legdominánsabb ugróvillás. Nem véletlen, hogy a vizsgált mikroélőhelyek közül is a fekvő holtfához (MH4, MH7, MH8, MH9, MH10, MH11) kötődött az előfordulása.

Pogonognathellus flavescens (Tullberg, 1871)

Holarktikus elterjedésű, hazánkban is gyakori, az üde élőhelyeket előnyben részesítő higrofil faj. Az előző fajhoz hasonlóan fekvő holtfához kötődött (MH8, MH9, MH11).

Család: Isotomidae Schäffer, 1896

Folsomia penicula Bagnall, 1939

Palearktikus elterjedésű, hazánkban is általánosan elterjedt, mezofil erdei faj. A vizsgált élőhelyek közül a 4-es korhadási fokú fekvő holtfa kéreg-moha borítása (MH8) alól gyűjtöttük két egyedét.

*Folsomia martynovae* Potapov 2001

A vizsgálat során előkerült egy érdekes, 6+6 pontszemmel rendelkező *Folsomia* faj is, amelyet az Ukrajnából leírt *Folsomia martynovae* fajjal azonosítottunk, s amelyet hazánkban még nem észleltek. A vizsgált mikroélőhelyek közül fekvő holtfárol (MH8, MH9), valamint mind a vízzel telt (MH3), mind pedig a kiszáradt telmából (MH4) is gyűjtöttük.

Folsomia cf. *similis* Bagnall, 1939

Ezt a gyűjtés során előkerült másik, hazánkra valószínűleg új *Folsomia* fajt a már erősen korhadó (6-os korhadási fokú) holtfában (MH10) találtuk.

Folsomia quadrioculata (Tullberg 1871)

Holarktikus elterjedésű, eurytopikus faj. Változatos élőhelyeken is nagy abundanciával van jelen, kolonizáló képessége jól ismert (Dunger et al 2004). A vizsgálat során tőkorhadat kocsányos tölgy nyirkos korhadékából (MH6) került elő.

Isotomiella minor (Schäffer, 1896)

Kozmopolita, eurytopikus ugróvillás faj, kedveli az üde élőhelyeket. A vizsgálati területen különböző korhadási fokú (3-6) fekvő holtfából (MH7, MH10, MH11) gyűjtöttük, nagy egyedszámban.

Isotomurus sp. juv

Egy *Isotomurus* faj fiatal egyedei szintén fekvő holtfából (MH7, MH11), valamint a beszáradt telmából (MH4) kerültek elő. A pontos határozáshoz adult példányok gyűjtése szükséges.

Parisotoma notabilis (Schäffer, 1896)

Kozmopolita, eurytopikus ugróvillás faj, a szántóföldektől a középhegységi erdeinkig számos élőhelytípusban előfordul. A vizsgálati területen különböző korhadási fokú (3-6) fekvő holtfából (MH7, MH8, MH9, MH10, MH11) gyűjtöttük.

Tetracanthella pericarpatica Kaprus & Tsalan, 2009

A *Tetracanthella* génusz fajai leginkább a magashegységekre jellemzőek. Ezért is különleges a *Tetracanthella pericarpatica* előfordulása, amit korábban Winkler et al (2011) is megtaláltak a Csörnöc-patak mentén, Vasvár közelében. Egyetlen egyedét találtuk a magas korhadási fokú (6) holtfa (MH11) korhanyában.

Család: Orchesellidae Börner, 1906

Heteromurus nitidus (Templeton, 1835)

Ez az eredetileg barlangból leírt, holarktikus elterjedésű ugróvillás kedveli a sötétebb, nyirkos élőhelyeket, így a talajban, kövek vagy fekvő holtfa alatt is találkozhatunk vele. Fa tövében összegyűlt korhadékban (MH5), valamint magasabb korhadási fokú fekvő holtfában (MH11) gyűjtöttük néhány egyedét.

Orchesella flavescens (Bourlet, 1839)

Palearktikus elterjedésű, általánosan elterjed talajfelszíni epedafikus ugróvillás faj. Erdei élőhelyeken a leggyakoribb *Orchesella* faj. 4-5-ös korhadási fokú fekvő holtfán (MH8, MH9) gyűjtöttük egy-egy egyedét.

Család: Entomobryidae Tömösváry, 1882

Entomobrya corticalis (Nicolet, 1842)

Az általánosan elterjedt, hazánkban is gyakori ugróvillás nevében szereplő „corticalis” szó utal a faj egyik kedvelt mikroélőhelyére, mégpedig a fák kérgére. Különböző korhadási fokú (4-5) fekvő holtfán (MH8, MH9), fa tövében összegyűlt korhadékban (MH5), valamint még élő fa mohabevonatos kérgén (MH1) is gyűjtöttük.

Entomobrya muscorum (Nicolet, 1842)

Leginkább erdőkhöz kötődő, a sűrűbb növényzetben előforduló faj. 6-os korhadási fokú, földön fekvő holtfa korhadékán (MH11) gyűjtöttük egyetlen egyedét.

Lepidocyrtus florum Winkler & Mateos, 2018

Ezt a mindössze 1 mm nagyságú *Lepidocyrtus* fajt néhány éve írták le a Hanságból, a Csíkos-éger maradvány láperdőből, ahol az égerfákat borító mohában, valamint leváló kéreg alatt fordult elő nagy számban (Mateos & Winkler 2018). A Csáfordi-erdőben is hasonló mikroélőhelyen gyűjtöttük, mohabevonatos fekvő holtfán (MH8, MH9).

Lepidocyrtus lanuginosus (Gmelin, 1788)

Holarktikus elterjedésű, változatos élőhelyeken előforduló faj. Ugyanakkor a legutóbbi genetikai vizsgálatok kimutatták, hogy a markánsan eltérő habitatokban élő *L. lanuginosus*-ként azonosított ugróvillások minden bizonnyal eltérő fajokat takarnak (Zhang et al 2018). Magas korhadási fokú (6) fekvő holtfán (MH11) gyűjtöttük néhány egyedét.

Lepidocyrtus peisonis Traser & Christian, 1992

Ezt a sárga alapszínű *Lepidocyrtus* fajt a Fertő nádasából írta le Traser & Christian (1992). Azóta több helyről és élőhelyről is előkerült, részletesebb újrleírását és élőhelyi vonatkozásait Winkler & Mateos (2018b) közzölték. A Csáfordi-erdő időnként vízzel borított, üde talajában minden bizonnyal nagyobb gyakorisággal fordul elő, a vizsgált holtfa mikroélőhelyek közül mindössze egyben, 6-os korhadási fokú fekvő holtfában (MH11) sikerült gyűjtenünk két egyedét.

Lepidocyrtus violaceus (Geoffroy, 1762)

Az egyik legrégebben leírt ugróvillás faj. Üde erdei élőhelyeken gyakori, hazánkban leginkább a közephegységi- és ártéri erdőkből mutatták ki. A vizsgált mikroélőhelyek közül a fekvő holtfában meglehetősen gyakori (MH7, MH8, MH9, MH11), de előkerült fa tövében összegyűlt korhadékban (MH5), valamint kiszáradt dendrotelmából (MH4) is.



Pseudosinella gr. wahlgreni (Börner, 1907)

A *Pseudosinella wahlgreni* taxonómiai helyzete a mai napig nem tisztázott, minden bizonnyal nem egy, hanem több fajt takar (Stomp 1972). A Csáfordi-erdőben előforduló, a bélyegei alapján a *wahlgreni* csoportba tartozó faj különböző korhadási stádiumban (4-6) lévő fekvő holtfán (MH8, MH9, MH10, MH11), valamint kiszáradt telmában (MH4) egyaránt előfordult, esetenként nagyobb egyedszámmal is.

Willowsia nigromaculata (Lubbock, 1873)

A fák kérgéhez erősen kötődő faj. Éppen ezért nem véletlen, hogy a mikroélőhelyek közül a még élő, de már kissé korhadó, mohával borított kérgű juharfán fordult elő (MH1) néhány egyede.

Rend: NEELIPLEONA Massoud, 1971

Család: Neelidae Folsom, 1896

Megalothorax minimus Willem, 1900

Ez a mindössze 0,2 mm nagyságú, fehér gömböc ugróvillás általában euedafikus életmódot folytat (a talaj mélyebb rétegeiben fordul elő). A vizsgált mikroélőhelyek közül a magas korhadási fokú (6) fekvő holtfából (MH11) került elő néhány egyede.

Rend: SYMPHYPLEONA Börner, 1901

Család: Bourletiellidae Börner, 1913

Deuterostminthurus bicinctus Koch, 1840

Palearktikus elterjedésű, elsősorban erdőkhöz kötődő faj. Hazánkban közephegységeinkből, az Őrségből, Nyírségből és a Szigetközéből ismert (Dányi & Traser 2008). Egyetlen juvenilis egyedét fekvő holtfa (MH10) korhanyában találtuk.

Ptenothrix atra (Linnaeus, 1758)

Erdei faj, hazánkból kevés helyről ismert (Aggtelek, Mátra, Nyírség, Hanság). Érdekes párhuzam vonható a *Lepidocyrtus florae* fajjal, ugyanis mindkét ritka ugróvillás a hansági Csikos-égeresben is előkerült (Traser 2003). A Csáfordi-erdőben egyetlen egyedét gyűjtöttük magas korhadási fokú (6) fekvő holtfában (MH11).

Család: Katiannidae Börner, 1913

Sminthurinus aureus (Lubbock, 1862)

Palearktikus elterjedésű, eurytopikus gömböc ugróvillás. Hazánkban is többféle élőhelyről előkerült, olykor magas abundanciával. A Csáfordi-erdőben fekvő holtfáról (MH7, MH8, MH9) gyűjtöttük.

Sminthurinus aureus (Lubbock, 1862)

Holarktikus elterjedésű, az előző fajhoz hasonlóan eurytopikus ugróvillás faj. A vizsgálati területen néhány egyedét gyűjtöttük fekvő holtfáról (MH8, MH9).

Család: Sminthurididae Börner, 1906

Sphaeridia pumilis (Krausbauer, 1898)

Ez az apró termetű gömböc ugróvillás többféle élőhelyen is előfordul, ellenáll az éghajlati szélsőségeknek és a szennyezésnek is (Gillet & Ponge 2003). Vizsgálati területünkön az egyik, magas korhadási fokú (6) holtfa korhanyából (MH11) került elő.

Család: Sminthuridae Lubbock, 1862

Caprainea marginata (Schött, 1893)

Dányi & Traser (2008) mint xerotermofil fajt említik, ugyanakkor közephegységi bükkösök (Loksa & Rubio 1966), valamint ártéri erdők talajában is előfordul. A vizsgálati területen 4-5-ös korhadási fokú fekvő holtfából (MH9, MH11) gyűjtöttük néhány egyedét.

Lipothrix lubbocki (Tullberg, 1872)

Európában és Észak-Afrikában él, hazánkban leggyakrabban a közephegységi erdőkből kerül elő ez a faj. A vizsgálati területünkön különböző korhadási fokú (3-7) fekvő holtfából (MH7, MH8, MH9, MH10), valamint vénic szil kiszáradt telmájából (MH4) került elő.

A mikroélőhelyek összehasonlító értékelése

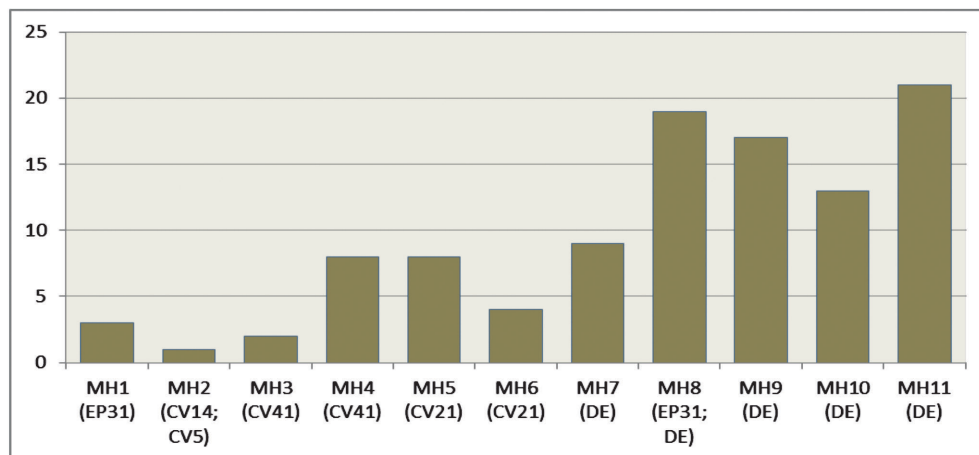
A vizsgált mikroélőhelyek legfontosabb közösségi karakterisztikáit a 2. táblázat foglalja össze. A fajszám a vizsgált mikroélőhelyeken 1 és 21 között változott (12. ábra). Az ábráról leolvasható, hogy a nagyobb fajszámú közösségek a fekvő holtfákhoz kötődnek, ezen belül pedig az előrehaladottabb stádiumban lévő, magasabb korhadási fokú holtfákhoz (pl. MH11). Kevesebb faj (4-8) kötődött a tőkorhadat fák odvainak korhanyához, míg a speciális mikrohabitatok (élő fák leváló kérge, vízzel felt dendrotelma) csupán egy-két fajnak nyújtottak megfelelő élőhelyet. A diverzitás a fajszámmal szinte megegyező trendet mutatott.

2. táblázat: A vizsgált mikroélelőhelyek ugróvillás-közösségeinek legfontosabb karakterisztikái
(a mikroélelőhely kódokat lásd az Anyag és módszer fejezetben)

Table 2: Values of collembola community characteristics in the sampled dead-wood microhabitats
(for microhabitat codes see the Materials and methods section)

Mikroélelőhely	Fajszám (S)	Egyedszám (N)	Diverzitás (H')	Kiegyenlítetttség (J)
MH1 (EP31)	3	9	1,061	0,9656
MH2 (CV14; CV5)	1	9	0	0
MH3 (CV41)	2	14	0,5196	0,7496
MH4 (CV41)	8	36	1,927	0,9265
MH5 (CV21)	8	39	1,63	0,784
MH6 (CV21)	4	237	0,6681	0,4819
MH7 (DE)	9	246	1,778	0,8094
MH8 (EP31; DE)	19	192	2,361	0,8019
MH9 (DE)	17	190	2,426	0,8562
MH10 (DE)	13	110	2,134	0,8321
MH11 (DE)	21	228	2,545	0,8358

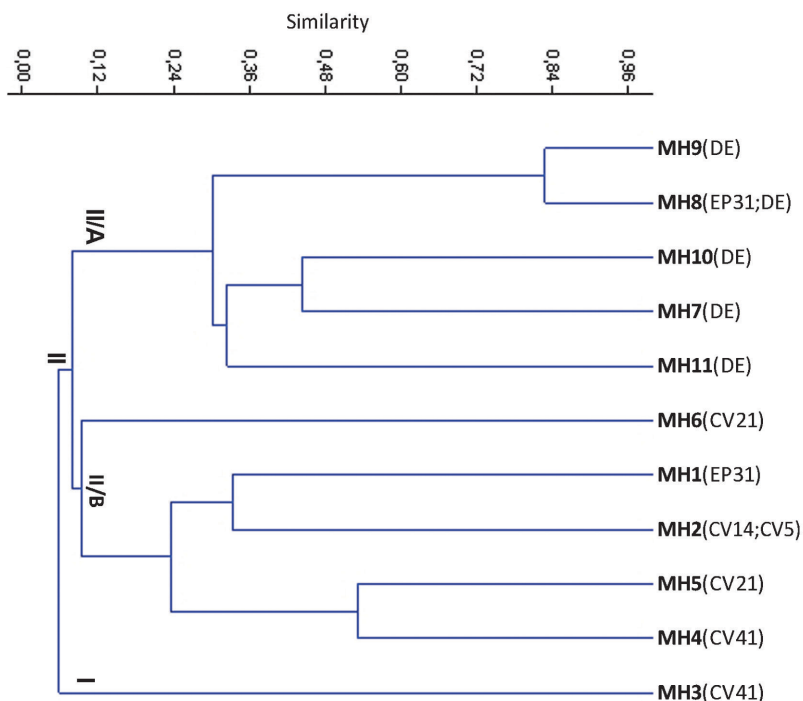
Nem törvényszerű, de esetünkben az egyedszámnál is nagyjából a fajszámhoz hasonló trend figyelhető meg. Kivételt képez a tőkorhadt kocsányos tölgy nagy odvának (MH6) nyirkos korhanyában talált ugróvillás-mennyiség, amely a magas korhadási fokú, fekvő holtfa mintában számolt egyedszámmal volt közel egyező. Ez a meglehetősen magas egyedszám ugyanitt az alacsony fajszámmal párosulva alacsony egyenletességi értékhez vezetett. A diverzitás és kiegyenlítetttség az egyetlen előfordult faj miatt az MH2 mikroélelőhelyen nem volt értelmezhető.



12. ábra: Az ugróvillás-közösségek fajszáma a vizsgált mikroélelőhelyeken (a mikroélelőhely kódokat lásd az Anyag és módszer fejezetben)

Figure 12: Collembola community species richness of the studied microhabitats (for microhabitat codes see the Materials and methods section)

A közösségek (és a mikroélőhelyek) hasonlóságának szemléltetésére a Jaccard-indexen alapuló hierarchikus cluster-analízist végeztünk (13. ábra). A mikroélőhely felbontású dendrogramon jól megfigyelhető az MH3 (dendrotelma) elkülönülése (I), amit a víz jelenlétével (mint a többi mikroélőhelytől való markáns különbséggel) lehet magyarázni. A másik nagy csoporton (II) belül egy alcsoportot (II/A) alkotva jól elkülönülnek a (különböző korhadási stádiumú) fekvő holtfák (és közösségeik). A másik alcsoportot (II/B) a tőben korhadó fák odvai, valamint a fakéreghez kötődő mikroélőhelyek alkotják.



13. ábra: A Jaccard-féle hasonlósági indexen alapuló hierarchikus cluster-analízis dendrogramja (a mikroélőhely kódokat lásd az Anyag és módszer fejezetben)

Figure 13: Dendrogram based on cluster analysis using the Jaccard index of similarity (for microhabitat codes see the Materials and methods section)

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A holtfa mikroélőhelyek jelentőségét mutatja, hogy a Csáfordi-erdő ugróvillások számára megfelelő élőhelykínálatának csupán töredékét megmintázva összesen 40 fajt sikerült beazonosítanunk, ami a Magyarországon eddig kimutatott fajoknak közel egy tizede.

A legtöbb mintában (> 80%) a *Friesea clavisetia* fordult elő, amely egyike a tipikus fakéreghez, korhadékhoz kötődő szaproxilofág fajoknak (Dányi & Traser 2008, Skarzyński et al. 2016). Azonos, magas frekvencia-értékkel (~54%) előforduló további fajok az epedafikus, avar- és korhadéklakó *Tomocerus vulgaris*, a hemiedafikus, detritofil *Ceratophysella denticulata*, valamint a kissé nedvebb környezetet preferáló *Lepidocyrtus violaceus*. A legnagyobb egyedszámban előforduló három



faj sorrendben a fent említett *Ceratophysella denticulata* és *Lepidocyrtus violaceus*, valamint az eurytopikus, gyakori *Isotomiella minor*.

A mintázott holtfa mikroélőhelyeken jellegzetes ugróvillás-közösségek telepednek meg, amelyek több érdekes, specialista fajt is tartalmaznak. A közösségi-ökológiai elemzések eredményeiből megállapítható, hogy a fekvő holtfák jelentik a leggazdagabb élőhelyet, valamint összefüggés figyelhető meg a korhadási fok és az ugróvillás-közösségek paramétereinek között. Minél előrehaladottabb korhadási stádiumban van a fekvő holtfa, annál fajgazdagabb és diverzebb közösség jelenléte figyelhető meg. Ez magyarázható azzal is, hogy a lebomló holtfákon megindul a talajképződés, ami keveredve a korhanyal már nem csak az epedafikus, felszínen mozgó ugróvillásoknak (pl. *Entomobrya* spp., *Willowsia* ssp.) jelent megfelelő élőhelyet, hanem a hemiedafikus (pl. *Lepidocyrtus* spp., *Folsomia* spp.) és euedafikus (Onychiuridae, Tullbergidae család képviselői) fajoknak is. Utóbbiakat nem, vagy csak ritka esetben találjuk az alacsony korhadási fokú holtfában, és egyáltalán nem fordulnak elő a magasabban elhelyezkedő, szárazabb mikroélőhelyeken. Ugyanakkor nem csak a fekvő holtfa gazdagítja a Collembola-diverzitást, hiszen több olyan mikroélőhely ugróvillás-faunájának feltárása is érdekességeket hozott, amelyek fajszáma, diverzitása és egyedszáma jelentősen alulmarad a fekvő holtfákéval összehasonlítva. Ilyen a dendrotelmákban előkerült, Nyugat-Ukrajnából leírt *Folsomia martynovae*, amely új a hazai faunára nézve. Emellett több, a fakéreghez kötődő specialista faj (pl. *Friesea claviseta*, *Willowsia nigromaculata*) fordult elő a „szélsőségesebb” mikrohabitatokban is. Nem sikerült viszont kimutatnunk a néhány éve, a Csáfordi-erdőből leírt *Pseudosinella csáfordi* Winkler & Mateos, 2018 ugróvillást, pedig az előrehaladott korhadási stádiumú fekvő holtfa megfelelő élőhelyet nyújthat ennek a fajnak is (Winkler & Mateos 2018a).

A Csáfordi-erdő fokozott védelem alatt áll, erdőgazdálkodási tevékenységet az erdő területén nem folytatnak. Az ugróvillások holtfához kötődő mikroélőhelyeit nem fenyegeti veszély. Egyedül a klímaváltozás, az aszályos időszakok jelentenek problémát a talajlakó, valamint a fekvő holtfákon előforduló fajokra is. A csapadékszegény években szóba jöhet lehetőségként az erdő időszakos elárasztása, ami mind a vegetáció, mind pedig az állatvilág szempontjából pozitív következményekkel járhat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Andringa J.I., Zuo J., Berg M.P., Klein R., van't Veer J., de Geus R., de Beaumont M., Goudzwaard L., van Ha, J., Broekman R., van Logtestijn R.S.P., Li Y., Fujii S., Lammers M., Hefting M.M., Sass-Klaassen U. & Cornelissen J.H.C. 2019: Combining tree species and decay stages to increase invertebrate diversity in dead wood. *Forest Ecology and Management* 441: 80–88.
- Babenko A.B., Chernova N.M., Potapov M.B. & Stebaeva M.B. 1994: Collembola of Russia and adjacent countries: Family Hypogastruridae. Nauka, Moscow.
- Bellinger P.F., Christiansen K.A. & Janssens F. 2023: Checklist of the Collembola of the World. Available from: www.collembola.org (accessed 04 June 2023)
- Błoszyk J., Rutkowski T., Napierała A., Konwerski S. & Zacharyasiewicz M. 2021: Dead Wood as an Element Enriching Biodiversity of Forest Ecosystems: A Case Study Based on Mites from the Suborder Uropodina (Acari: Parasitiformes). *Diversity* 13: 476.
- Bretfeld G. 1999: Symphypleona. In Dunger W. (ed.), *Synopses on Palaearctic Collembola*. Vol. 2. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 71(1): 1–318.

- Bütler R., Lachat T., Krumm F., Kraus D. & Larrieu L. 2020: Field Guide to Tree-related Microhabitats. Descriptions and size limits for their inventory. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL.
- Csóka Gy. & Lakatos F. 2014: Az erdei holtfa megjelenési formái. In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds.): A holtfa. *Silva Naturalis* 5. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 29–36.
- Csóka Gy. 2000: Az elpusztult, korhadó fa szerepe az erdei biodiverzitás fenntartásában. In: Frank T. (ed.): Természet – Erdő – Gazdálkodás. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Pro Silva Hungaria Egyesület, Eger, 85–98.
- Dányi L. & Traser G. 2008: An annotated checklist of the springtail fauna of Hungary (Hexapoda: Collembola). *Opuscula Zoologica* 38: 3–82.
- Deharveng L. 1982: Cle de détermination des genres de Neanurinae (Collembola) d'Europe et la région Méditerranéenne, avec description de deux nouveaux genres. *Travaux du Laboratoire d'Ecobiologie des arthropodes édaphiques* 3: 7–13.
- Dunger W., Schulz H.-J., Zimdars B. & Hohberg K. 2004: Changes in collembolan species composition in Eastern German mine sites over fifty years of primary succession. *Pedobiologia* 48(5-6): 503–517.
- Fjellberg A. 1980: Identification keys to Norwegian Collembola. *Norsk Entomologisk Forening*, 1–152.
- Fjellberg A. 1998: The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part I.: Poduromorpha. *Fauna Entomologica Scandinavica* 35: 1–184.
- Gibbons P. & Lindenmayer D. 2002: Tree hollows and wildlife conservation in Australia. CSIRO Publishing
- Gillet S. & Ponge J.F. 2003: Changes in species assemblages and diets of Collembola along a gradient of metal pollution. *Applied Soil Ecology* 22(2): 127–138.
- Gisin H. 1960: Collembolenfauna Europas. *Museum d'Histoire Naturelle, Genève*
- Hammer Ř., Harper D.A.T. & Ryan P.D. 2001: PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1–9.
- Hopkin S.P. 1997: Biology of the Springtails (Insecta: Collembola). University Press, Oxford.
- Jordana R. 2012: Capbryinae & Entomobryini. In: Dunger W. & Burkhardt U. (eds.): Synopses on Palaearctic Collembola. Vol. 7/1. *Soil Organisms* 84: 1–390.
- Jordana R., Arbea J.I. & Ariño A.H. 1990: Catálogo de colémbolos ibéricos. Base de datos. *Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Zoológica* 21: 1–231.
- Jordana R., Arbea J.I. & Carlos Simón M.J.L. 1997: Collembola, Poduromorpha. *Fauna Iberica, Vol. 8. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid*.
- Keszei B. 2012: A Répce mente. In: Kárpáti L. & Fally J. (eds.): Monografikus tanulmányok a Fertő és a Hanság vidékéről. Szaktudás Kiadó, Budapest, 132–134.
- Kraus D., Bütler R., Krumm F., Lachat T., Larrieu L., Mergner U., Paillet Y., Rydkvist T., Schuck A. & Winter S. 2016: Catalogue of tree microhabitats – Reference field list. *Integrate+ Technical Paper*.
- Loksa I. & Rubio I. 1966: Angaben zu den Kenntnissen über die Collembolenfauna des Bakony-Gebirges. *Opuscula Zoologica* 6(1): 139–156.
- Mateos E. & Winkler D. 2018: New data clarifying the taxonomy of European members of the *Lepidocyrtus pallidus-serbicus* group (Collembola, Entomobryidae). *Zootaxa* 4429: 548–568.
- Ódor P. 2005: Javaslat a fekvő holt fa szisztematikus mérésére az erdőrezervátumokban. *Kutatási jelentés, kézirat*.
- Ónódi G. & Winkler D. 2014: A holtfa szerepe az odúlakó madárközösségek kialakulásában. In: Csóka Gy. & Lakatos F. (eds.): A holtfa. *Silva Naturalis* 5. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 125–144.
- Pomorski R.J. 1998: Onychiurinae of Poland (Collembola: Onychiuridae). *Genus (Supplement)*, Polish Taxonomical Society, Wrocław, 1–201.
- Potapov M. 2001: Synopses on Palaearctic Collembola: Isotomidae. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 73(2): 1–603.
- Regnery B., Couvet D., Kubarek L., Julien J.F. & Kerbirou C. 2013: Tree microhabitats as indicators of bird and bat communities in Mediterranean forests. *Ecological Indicators* 34: 221–230.
- Richards O.W. & Davies R.G. 1977: Diplura. In: *Imms' General Textbook of Entomology*. Springer, Dordrecht.



- Skarżyński D., Piwnik A. & Krzysztofiak A. 2016: Saproxylic springtails (Collembola) of the Wigry National Park. *Forest Research Papers* 77(3): 186–203.
- Skubala P. & Marzec A. 2013 Importance of different types of beech dead wood for soil microarthropod fauna. *Polish Journal of Ecology* 61: 545–560.
- Smolis A. & Kadej M. 2014: A New Saproxylic Paleonurini (Collembola, Neanuridae) Species from North America with the First Record of *Galanura agnieskae* Smolis, 2000 from the Continent. *Florida Entomologist* 97(4): 1386–1394.
- Stokland J.N., Siitonen J. & Jonsson B.G. 2012: Biodiversity in dead wood. Cambridge University Press. Cambridge.
- Stomp N. 1972: Deux nouvelles espèces de *Pseudosinella* endogés d'Europe (Collemboles, Entomobryides). *Revue Suisse de Zoologie* 79: 279–286.
- Thibaud J.M., Shulz H.J. & Da Gama M.M. 2004: Synopses on Palaearctic Collembola: Hypogastruridae. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 75(2): 1–603.
- Traser Gy. 1994: A meszezés hatása egy savanyú bükkös ugróvillás (Insecta: Collembola) faunájára. *Erdészeti Szakmai Konferencia kiadványa, Sopron*, 99–103.
- Traser Gy. 1997: Egy szigetközi nemesnyáras biodiverzitása: a talajfauna. In: Pájer J. & Fabich E. (eds.): V. Erdészeti Szakmai Konferencia kiadványa a WoodTech keretében. Sopron, 57–64.
- Traser Gy. 2003: Hansági nemesnyár és éger erdők ugróvillás (Insecta: Collembola) faunája. *Magyar Biológiai Társaság, Budapest. III. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium kiadványa*. 153–157.
- Traser G. & Christian E. 1992: *Lepidocyrtus peisonis* sp. n., ein neues Springschwanz aus dem Neusiedlersee-Gebiet (Collembola: Entomobryidae). *Folia Entomologica Hungarica* 52: 119–122.
- Traser G. & Thibaud J.-M. 1999: Une nouvelle espèce du genre *Neonaphorura* de Hongrie (Collembola, Onychiuridae, Tullbergiinae). *Revue Française d'Entomologie (Nouvelle série)* 21(3): 105–108.
- Tullgren A. 1918: Ein sehr einfacher Ausleseapparat für terricole Tierformen. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 4(1): 149–150.
- Ulyshen M.D. 2014: Wood decomposition as influenced by invertebrates. *Biological Reviews* 91(1): 70–85.
- Weiner W.M. 1996: Generic revision of Onychiurinae (Collembola: Onychiuridae) with a cladistic analysis. *Annales de la Société Entomologique de France* 32(2): 163–200.
- Winkler D. & Mateos E. 2018a: New species of *Pseudosinella* Schäffer, 1897 (Collembola, Entomobryidae) from Hungary. *Zootaxa* 4382: 347–366.
- Winkler D. & Mateos E. 2018b: Redescription of *Lepidocyrtus peisonis* Traser & Christian, 1992 with notes on *Lepidocyrtus mariani* Traser & Dányi, 2008 (Collembola: Entomobryidae). *Zootaxa* 4375: 392–408.
- Winkler D., Korda M. & Traser G. 2011: Two species of Collembola new for the fauna of Hungary. *Opuscula Zoologica* 42(2): 199–206.
- Zhang B., Chen T.W., Mateos E., Scheu S. & Schaefer I. 2018: Cryptic species in *Lepidocyrtus lanuginosus* (Collembola: Entomobryidae) are sorted by habitat type. *Pedobiologia* 68: 12–19.
- Zimdars B. & Dunger W. 1994: Tullbergiinae. In: Dunger W. (ed.): Synopses on Palaearctic Collembola. Vol.: I. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, 68(3–4): 1–71.
- Zuo J., Fonck M., van Hal J., Hans J., Cornelissen C. & Berg M.P. 2014: Diversity of macro-detritivores in dead wood is influenced by tree species, decay stage and environment. *Soil Biology and Biochemistry* 78: 288–297.

Érkezett: 2023. június 14.

Közlésre elfogadva: 2023. szeptember 28.