

TALAJLAKÓ MEZOFAUNA (COLLEMBOLA) VIZSGÁLATOK A LAJTA PROJECT TERÜLETÉN

Winkler Dániel & Traser György

Soproni Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet
University of Sopron, Institute of Wildlife Management and Vertebrate Zoology
H-9400 Sopron, Bajcsy-Zs u. 4., Hungary
e-mail: winkler.daniel@uni-sopron.hu

ABSTRACT

WINKLER D. & TRASER GY.: STUDY ON SOIL MESOFAUNA IN THE LAJTA PROJECT. *Hungarian Small Game Bulletin* **13**: 213–224. <http://dx.doi.org/10.17243/mavk.2017.213>

Collembola communities were studied in different agricultural habitats including intensively managed plant cultures, shelterbelts and grassy embankments in the area of the LAJTA Project. A total of 62 species were collected during the eleven-year study period (2002–2012). Three species, namely *Axenyllodes bayeri*, *Metaphorura denisi* and *Pseudosinella aelleni* have proven to be new to the Hungarian fauna. Collembola species richness, abundance and diversity were the highest in shelterbelts, which shows their ecological role in agricultural environments. Grassy embankments are further important ecotone habitats that play significant role in soil fauna diversity and abundance. Intensively managed monocultures (maize, summer rape and winter wheat) were characterized by Collembola communities with low species richness and abundance.

KULCSZAVAK: ugróvillás, agrárélőhely, szegély ökotonok

KEY WORDS: Collembola, agrohabitat, edge ecotones

1. BEVEZETÉS

Az ugróvillások úgynevezett elsődlegesen szárnyatlan (Apterygota), belső szájszervű (Entognatha) rovarok. Régebben „ősrovaroknak”, a mai „modern” rovarok őseinek gondolták ezt a csoportot, de mostani tudásunk szerint inkább egy különálló fejlődési csoportot, a „Parainsecta”-t reprezentálják a hajnalrovarokkal (Protura) és a lábaspotrohúakkal (Diplura) közösen. Vizsgálatunkat a LAJTA Projecten belül nem az indokolja, hogy közvetlen kapcsolatban állnak az ottani szárnyas apróvad (pl. fogoly, fécán) állományával, hanem az, hogy az ugróvillások a szárazföldi ökoszisztémák leggyakoribb rovarai (hivatkozás). Átlagos szabályként mondhatjuk, hogy zavartalan, természet közeli élőhelyeken ~1000 példányuk él minden liter földben (hivatkozás). A mezofauna tagjaként közvetett jelentőségük a fogolypopulációra éppen óriási egyedszámukból következik: nevezetesen a táplálkozási piramis alján, gyakorlatilag minden, a fogoly számára is fontos ragadozó ízeltlábúnak (farkaspókok, futóbogarak, százlábúak) zsákmányállatát képezik. Így biztosan állíthatjuk, hogy ahol gazdag ugróvillás-közösség él, ott gazdag macrofauna és bő táplálékkínálat van a rovarévó fajok számára is. Mindezen túl az ugróvillások tevékenysége a holt szerves anyag fogyasztása, lebontása, valamint a talajflóra megfelelő baktérium-gomba arányának kialakításában jelentős.

A mezőgazdasági művelés alatt álló területeken a talajdegradáció számos formája jelentkezik (talajtömörödés, szerkezeti degradáció, szerves anyag csökkenés, kemikáliák által okozott terhelés), ami visszatükröződik az ugróvillások abundanciájában és diverzitásában is (GILLER *et al.*, 1997; SOUSA *et al.*, 2006, FLOHRE *et al.* 2011, PAUL *et al.* 2011). A LAJTA Projectben végzett vizsgálataink elsődleges célja a faunisztikai feltárás mellett az eltérő intenzitással kezelt mezőgazdasági kultúrák, valamint ökotonok Collembola közösségeinek összehasonlító értékelése volt.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A LAJTA Projectben 2002 és 2012 között végeztünk talajfaunisztikai vizsgálatokat. Összesen hat élőhelytípusban (erdősáv, árokpart/táblaszegély, repce, kukorica, őszi búza) vizsgáltuk az ugróvillás közösségek faunisztikai összetételét és mennyiségi viszonyait.

A kvantitatív elemzésekhez összesen 200 talajmintát vettünk egy 100 cm³ térfogatú, hossz tengelyében két palástra osztott fémhenger segítségével. A begyűjtött talajmintákat még a gyűjtés napján papírtölcséres futtatóra (BALOGH, 1958) helyeztük. Két hét elteltével az ugróvillás egyedek leválogatása és mikroszkópos határozása következett.

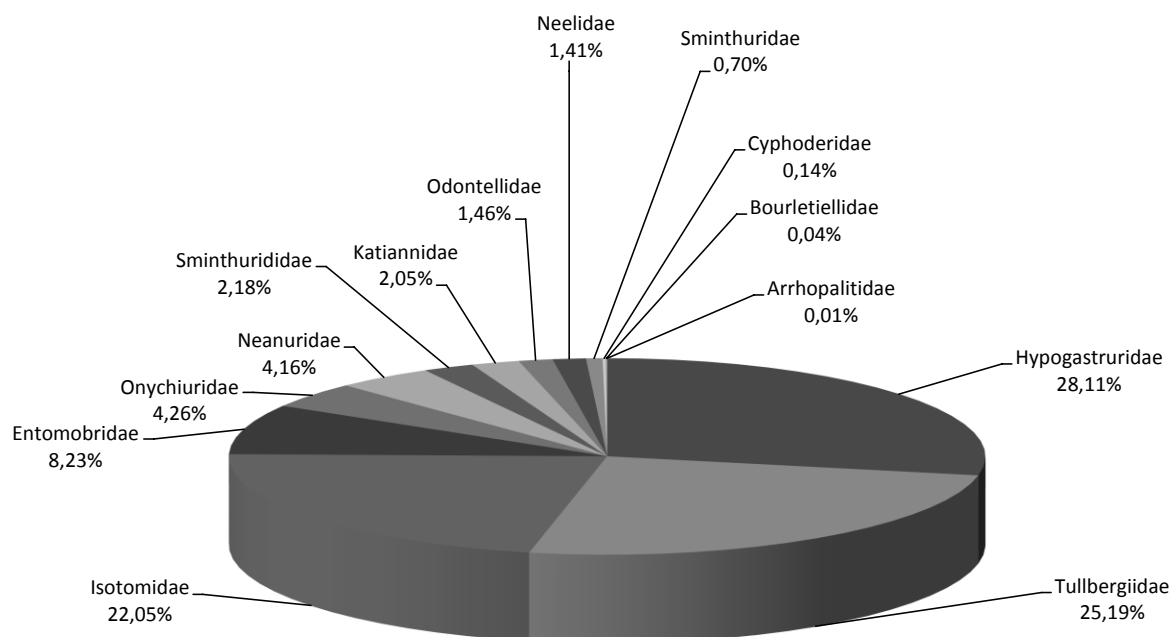
Az ugróvillások (Collembola) határozása elsősorban GISIN (1960), STACH (1960, 1963), MASSOUD (1967), DEHARVENG (1982), FJELLBERG (1980, 1998), BABENKO *et al.* (1994), ZIMDARS & DUNGER (1994), WEINER (1996), JORDANA *et al.* (1997), POMORSKI (1998), BRETTFELD (1999), POTAPOW (2001) és THIBAUD *et al.* (2004) munkái segítségével történt. Az ugróvillások rendszertani áttekintésénél – kisebb változtatásokkal – a hazai fauna check-lista beosztását (DÁNYI & TRASER 2008) vettük alapul.

A közösségi-ökológiai elemzés során a fajgazdagság, abundancia- és dominancia-viszonyok, fontosabb közösségi paraméterek (diverzitás, kiegyenlítettség) valamint hasonlósági indexek (Bray-Curtis) segítségével az egyes habitatok összehasonlító értékelését végeztük el.

3. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁS

3.1. A LAJTA PROJECT UGRÓVILLÁSAINAK FAUNISZTIKAI ÉRTÉKELÉSE

A gyűjtött 62 faj (összesen 9259 egyed) 14 családot képvisel (**1. ábra**). Legnagyobb egyedszámmal (2603 – 28,11%) a Hypogastruridae család volt képviselt, összesen 9 fajuk fordult elő a vizsgálati területen. A tipikusan euedafikus fajokat magába foglaló Tullbergiidae család összesen 10 faja került elő, magas összegyedszámmal (2332 – 25,19%). Ugyancsak magas összegyedszámmal (2042 – 22,05%) képviselt a főként hemiedafikus fajokat magába foglaló Isotomidae család. Az Entomobryidae család magasabb fajszámmal, viszont jóval alacsonyabb egyedszámmal (762 – 8,23%) volt jelen a minták összességét tekintve. Ennek többek közt az lehet a magyarázata, hogy egyes, főként a felszínen mozgó fajok (*Lepidocyrtus* spp., *Willowsia* spp. *Orchesella* spp.) a mintavételi módszer miatt alulreprezentáltak. Kis egyedszámmal, több esetben érdekes fajokkal további családok is képviselve voltak a mintákban (Neanuridae, Odontellidae, Onychiuridae, Cyphoderidae család fajai, valamint a Neelidae, Arrhopalitidae, Sminthuridae, Katiannidae, Sminthuridae, Bourletiellidae család úgynevezett gömböc ugróvillásai).



1. ábra: A gyűjtött ugróvillás egyedek családok szerinti megoszlása

Figure 1.: Proportional distribution of Collembola families

A LAJTA Project területén gyűjtött fajok listáját az alábbiakban tesszük közzé. Néhány jellegzetes ugróvillás-faj habitusképét a 2. ábra szemlélteti.

A LAJTA Project keretében gyűjtött ugróvillások rendszertani áttekintése:

PODUROMORPHA Börner, 1913

Hypogastruridae Börner, 1906

Hypogastrura manubrialis (Tullberg, 1869)

Hypogastrura socialis (Uzel, 1890)

Hypogastrura vernalis (Carl, 1901)

Ceratophysella denticulata (Bagnall, 1941)

Ceratophysella succinea (Gisin, 1949)

Schoettella ununguiculata (Tullberg, 1869)

Willemia intermedia Mills, 1934

Willemia virae Kaprus, 1997

Xenylla grisea Axelson, 1900

Odontellidae Massoud, 1967

Axenyllodes bayeri (Kseneman, 1935)

Neanuridae Tullberg, 1871

Friesea afurcata (Denis, 1926)

Micranurida pygmaea Börner, 1901

Pseudachorutes dubius Krausbauer, 1898

Pseudachorutes parvulus Börner, 1901

Pseudachorutes pratensis Rusek, 1973

Onychiuridae Börner, 1901

- Protaphorura armata* (Tullberg, 1869)
Protaphorura tricampata (Gisin, 1956)

Tullbergiidae Bagnall, 1935

- Doutnacia xerophila* Rusek, 1974
Mesaphorura critica Ellis, 1976
Mesaphorura hylophila Rusek, 1982
Mesaphorura italica (Rusek, 1971)
Mesaphorura krausbaueri Börner, 1901
Mesaphorura macrochaeta Rusek, 1976
Mesaphorura sylvatica (Rusek, 1971)
Mesaphorura yosii (Rusek, 1967)
Metaphorura affinis (Börner, 1902)
Metaphorura denisi Simon, 1985

ENTOMOBRYOMORPHA Börner, 1913**Isotomidae Börner, 1913**

- Cryptopygus thermophilus* (Axelson, 1900)
Folsomides parvulus Stach, 1922
Isotomodes productus (Axelson, 1906)
Proisotoma minuta (Tullberg, 1871)
Isotoma anglicana Lubbock, 1862
Isotoma viridis Bourlet, 1839
Parisotoma notabilis (Schäffer, 1896)
Isotomiella minor (Schäffer, 1896)
Isotomurus palustris (Müller, 1776)

Entomobryidae Schött, 1891

- Entomobrya lanuginosa* (Nicolet, 1841)
Entomobrya multifasciata (Tullberg, 1871)
Orchesella albofasciata Stach, 1960
Orchesella cincta (Linnaeus, 1758)
Lepidocyrtus cf. *lignorum* (Fabricius, 1793)
Lepidocyrtus paradoxus Uzel, 1890
Heteromurus major (Moniez, 1889)
Willowsia buski (Lubbock, 1871)
Willowsia nigromaculata (Lubbock, 1873)
Pseudosinella aelleni da Gama 1973
Pseudosinella alba (Packard, 1873)
Pseudosinella octopunctata Börner, 1901
Pseudosinella petterseni Börner, 1901
Pseudosinella sexoculata Schött, 1902
Pseudosinella zyghophora (Schille, 1908)

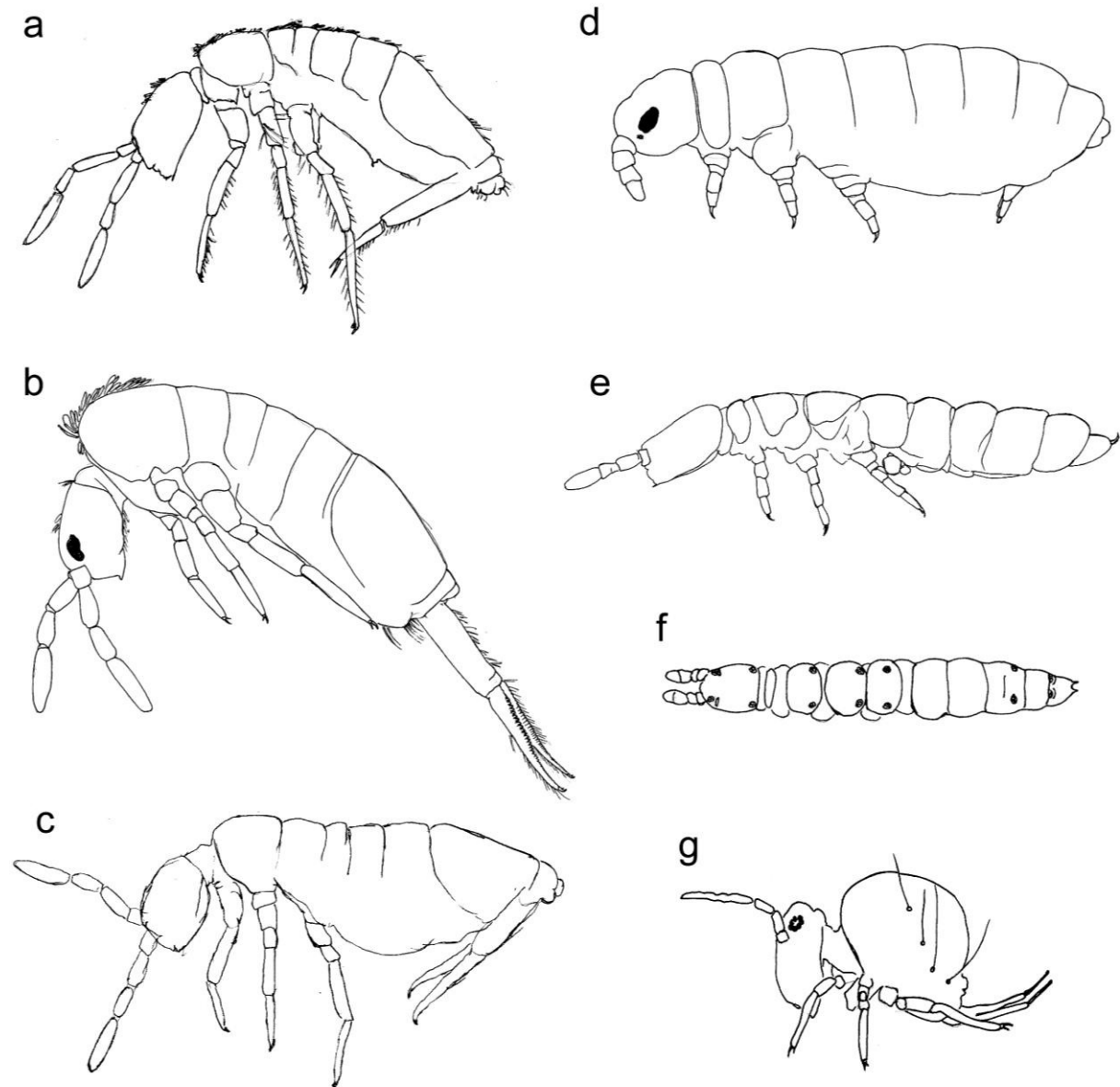
Cyphoderidae Börner, 1913

- Cyphoderus albinus* Nicolet, 1842
Cyphoderus bidenticulatus Parona, 1888

NEELIPLEONA Moen et Ellis, 1984

Neelidae Folsom, 1896

Megalothorax minimus Willem, 1900



2. ábra: A LAJTA Projectben gyűjtött néhány jellegzetes Collembola faj habitusképe

Figure 2: Habitus of some representative Collembola species collected in the LAJTA Project
a. *Cyphoderus bidenticulatus*; b. *Lepidocyrtus lignorum*; c. *Pseudosinella aelleni*; d. *Pseudachorutes dubius*; e. *Protaphorura armata*; f. *Mesaphorura krausbaueri*; g. *Sphaeridia pumilis*

SYMPHYPLEONA Börner, 1901**Arrhopalitidae Stach, 1956***Arrhopalites* sp.**Sminthurididae Börner, 1906***Sphaeridia pumilis* (Krausbauer, 1898)**Katiannidae Börner, 1913***Sminthurinus aureus* (Lubbock, 1862)*Sminthurinus elegans* (Fitch, 1863)**Sminthuridae Lubbock, 1862***Sminthurus nigromaculatus* Tullberg, 1871*Sminthurus viridis* (Linnaeus, 1758)**Bourletiellidae Börner, 1913***Deuterosminthurus bicinctus* Koch, 1840*Heterosminthurus bilineatus* (Bourlet, 1842)

A gyűjtések során három olyan faj is előkerült, amely új a hazai Collembola faunára nézve. Az *Odontellidae* családba tartozó *Axenyllodes bayeri*-t a legtöbb szomszédos országban megtalálták már, így felbukkanása hazánkban is várható volt. A Tullbergiidae családba tartozó, mediterrán elterjedésű *Metaphorura denisi* eddig csak Kréta szigetéről, Bulgáriából, Franciaországból és az Ibériai-félszigetről került elő. A LAJTA Project területén nagy számban a mezőgazdasági táblákat elválasztó szegélyekben, száraz árokpartok rézsűjében találtuk, de előkerült még akácós erdősáv, valamint őszi búza talajából is. Az Entomobryidae családba tartozó *Pseudosinella aelleni* eddig a szomszédos Ausztriából valamint Németországból került még csak elő, az erdősávokban 8 egyedét gyűjtöttük.

3.2. A LAJTA PROJECT UGRÓVILLÁSAINAK KÖZÖSSÉG-ÖKOLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE

A vizsgált vetésterületek és szegélyélőhelyek (ökotonok) talajzoológiai felvételezése során nyert ugróvillások abundancia értékeit a **1. táblázat** tartalmazza, míg a fontosabb közösségi-paramétereket a **2. táblázat** foglalja össze.

Fajban a leggazdagabb ugróvillás-közösséget az erdősávok talajában találtunk, ahol összesen 46 faj 3849 egyedét gyűjtöttük.

A várakozásnak megfelelően a diverzitás mérőszámai is ebben a habitatban adódtak magasnak, ami hangsúlyozza az erdősávok agrárkörnyezetben betöltött fontos szerepét talajfaunisztikai vonatkozásban is. Az erdősávokban gyűjtött ugróvillások közel egyharmada az Isotomidae család fajai közül került ki. A dominancia-struktúra (**3. ábra**) kiegyenlített. A közösség domináns fajai (>10%) a *Parisotoma notabilis* és a *Metaphorura affinis*.

A vetésterületek közül a repce kultúrában gyűjtött talajminták ugróvillás-abundanciája volt a legmagasabb, viszont a diverzitási és kiegyenlítettségi mutatók ennél a Collembola közösségnél a legalacsonyabbak. Összesen 8 család 22 fajt sikerült kimutatni. Az ugróvillás-egyedek több mint fele a Hypogastruridae családból került ki, de magas százalékos aránnyal

1. táblázat: A vizsgált élőhelyeken előforduló Collembola fajok egyedszámai

Table 1: Collembola species spectrum and abundance in the sampled habitats

Collembola fajok Species	Erdősáv Shelterbelt	Repce Rape	Kukorica Maize	Őszi búza Winter wheat	Árokpart Embankment	Σ
<i>Hypogastrura manubrialis</i>	28	0	0	0	0	28
<i>Hypogastrura socialis</i>	0	0	0	44	577	621
<i>Hypogastrura vernalis</i>	0	74	17	17	0	108
<i>Ceratophysella denticulata</i>	8	1	98	1	0	108
<i>Ceratophysella succinea</i>	0	992	0	126	0	1118
<i>Schoettella ununguiculata</i>	374	0	0	0	0	374
<i>Willemia intermedia</i>	9	3	0	5	0	17
<i>Willemia virae</i>	130	34	28	7	28	227
<i>Xenylla grisea</i>	2	0	0	0	0	2
<i>Axenyllodes bayeri</i>	13	0	0	0	122	135
<i>Friesea afurcata</i>	0	0	9	19	0	28
<i>Micranurida pygmaea</i>	98	0	0	0	2	100
<i>Pseudachorutes dubius</i>	5	0	0	0	0	5
<i>Pseudachorutes parvulus</i>	160	0	0	0	13	173
<i>Pseudachorutes pratensis</i>	76	0	0	0	3	79
<i>Protaphorura armata</i>	357	18	2	7	3	387
<i>Protaphorura tricampata</i>	7	0	0	0	0	7
<i>Doutnacia xerophyla</i>	133	3	0	0	11	147
<i>Mesaphorura critica</i>	4	8	6	8	35	61
<i>Mesaphorura hilophila</i>	2	0	0	4	0	6
<i>Mesaphorura italica</i>	6	7	0	9	0	22
<i>Mesaphorura krausbaueri</i>	44	0	0	0	78	122
<i>Mesaphorura macrochaeta</i>	0	0	0	11	0	11
<i>Mesaphorura sylvatica</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Mesaphorura yosii</i>	0	7	2	0	0	9
<i>Metaphorura affinis</i>	660	0	0	0	0	660
<i>Metaphorura denisi</i>	9	0	0	10	1274	1293
<i>Cryptopygus thermophilus</i>	0	0	0	0	54	54
<i>Folsomides parvulus</i>	63	21	0	2	54	140
<i>Isotomodes productus</i>	0	0	0	0	70	70
<i>Proisotoma minuta</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Isotoma anglicana</i>	0	0	0	4	0	4
<i>Isotoma viridis</i>	15	0	0	0	31	46
<i>Parisotoma notabilis</i>	777	577	27	27	71	1479
<i>Isotomiella minor</i>	220	0	0	1	20	241
<i>Isotomurus palustris</i>	7	0	0	0	0	7
<i>Entomobrya lanuginosa</i>	3	35	2	6	5	51
<i>Entomobrya multifasciata</i>	119	2	1	0	9	131
<i>Orchesella albofasciata</i>	16	0	0	0	0	16
<i>Orchesella cincta</i>	64	10	0	0	7	81
<i>Lepidocyrtus cf. lignorum</i>	10	0	0	0	0	10
<i>Lepidocyrtus paradoxus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Heteromurus major</i>	4	0	0	1	12	17

Az 1. táblázat folytatása – Table 1 cont.

Collembola fajok Species	Erdősáv Shelterbelt	Repce Rape	Kukorica Maize	Őszi búza Winter wheat	Árokpart Embankment	Σ
<i>Willowsia buski</i>	13	0	0	0	14	27
<i>Willowsia nigromaculata</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Pseudosinella aelleni</i>	8	0	0	0	5	13
<i>Pseudosinella alba</i>	135	52	11	15	46	259
<i>Pseudosinella octopunctata</i>	9	26	0	14	38	87
<i>Pseudosinella petterseni</i>	1	6	2	0	18	27
<i>Pseudosinella sexoculata</i>	0	3	0	0	0	3
<i>Pseudosinella zygophora</i>	16	0	6	0	16	38
<i>Cyphoderus albinus</i>	6	0	0	0	5	11
<i>Cyphoderus bidenticulatus</i>	2	0	0	0	0	2
<i>Megalothorax minimus</i>	115	3	1	3	9	131
<i>Sphaeridia pumilis</i>	93	0	0	43	66	202
<i>Sminthurinus aureus</i>	0	172	0	1	1	174
<i>Sminthurinus elegans</i>	0	0	0	0	16	16
<i>Sminthurus nigromaculatus</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Sminthurus viridis</i>	22	1	0	2	37	62
<i>Deuterosminthurus bicinctus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Heterosminthurus bilineatus</i>	3	0	0	0	0	3
<i>Arrhopalites</i> sp.	0	0	0	0	1	1
Σ	3849	2055	212	387	2756	9259

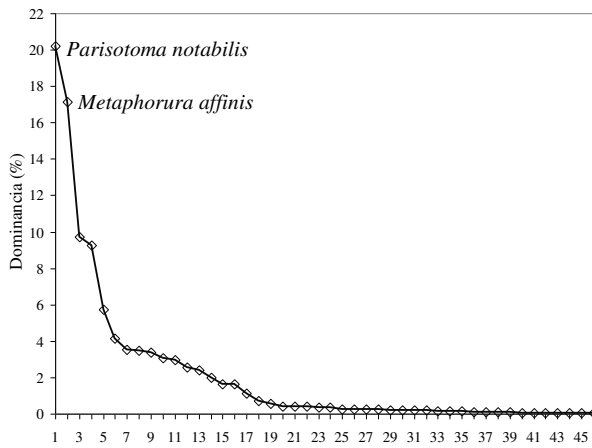
2. táblázat: A vizsgált habitatok Collembola-közösségeinek paraméterei

Table 2: Ecological structural properties of Collembola communities of the sampled agro-habitats

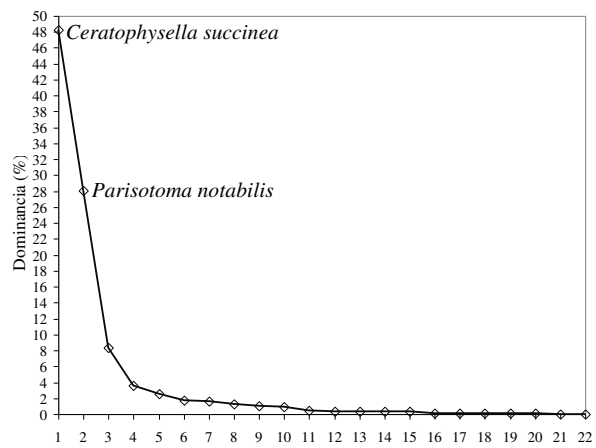
	Fajszám (S) Species richness (S)	Egyedszám (N) Number of individuals (N)	Simpson diverzitás (D) Simpson's diversity (D)	Shannon diverzitás (H') Shannon diversity (H')	Egyenletesség (J) Equitability (J)
Erdősáv <i>Shelterbelt</i>	46	3849	0,899	2,728	0,713
Repce <i>Rape</i>	22	2055	0,678	1,565	0,506
Kukorica <i>Maize</i>	14	212	0,740	1,805	0,684
Őszi búza <i>Winter wheat</i>	25	387	0,853	2,451	0,762
Árokpart <i>Embankment</i>	37	2756	0,736	2,044	0,566

(~30%) képviselt az Isotomidae család is. A dominancia-görbe meredek lefutású (**4. ábra**), ami jelzi a közösség alacsony kiegyenlítettségét is. Eudomináns fajok a *Ceratophysella succinea* és a *Parisetoma notabilis*.

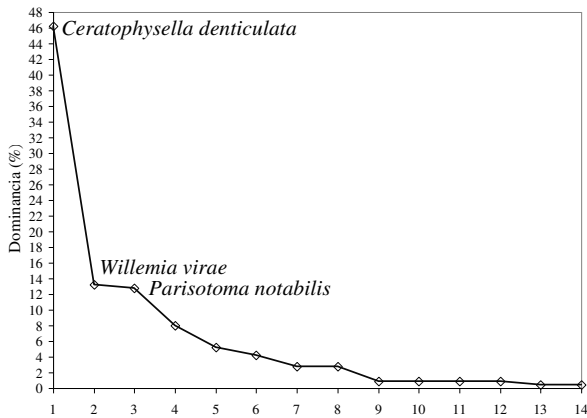
A legalacsonyabb faj- és egyedszámú ugróvillás-közösség a kukorica kultúra talajára volt jellemző. Mindössze 14 faj 212 egyede került elő, amely 7 Collembola családot képvisel. Az ugróvillás egyedek több mint kétharmada a Hypogastruridae család fajai közül került ki.



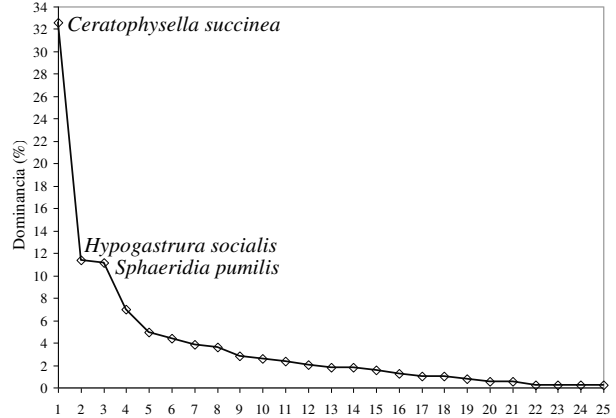
3. ábra: Az erdősávok Collembola-közösségének dominanciagörbéje
 Figure 3: Dominance structure of the Collembola communities of shelterbelts



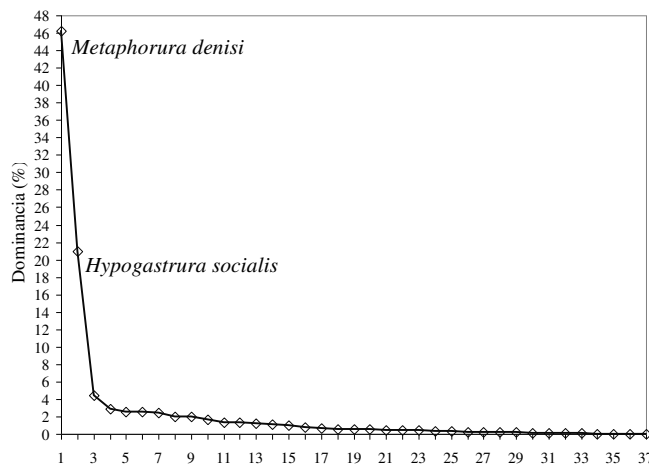
4. ábra: A repcekultúrák Collembola-közösségének dominanciagörbéje
 Figure 4: Dominance structure of the Collembola communities of rape fields



5. ábra. A kukorica kultúrák Collembola-közösségének dominanciagörbéje
 Figure 5: Dominance structure of the Collembola communities of maize fields



6. ábra. Az őszi búza-kultúrák Collembola-közösségének dominanciagörbéje
 Figure 6: Dominance structure of the Collembola communities of winter wheat fields



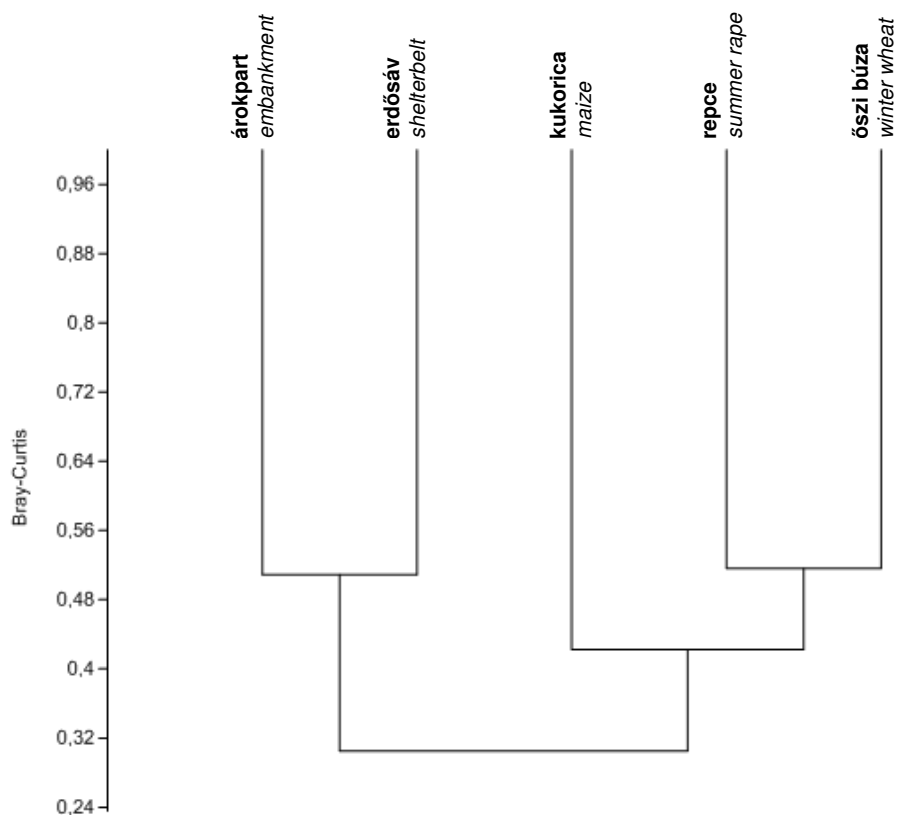
7. ábra. Az árokpart-táblaszegély ökotonok Collembola-közösségének dominancia-görbéje
 Figure 7: Dominance structure of the Collembola communities of embankments

A diverzitás és kiegyenlítettség a repce kultúrák ugróvillás-közösségéhez hasonlóan itt is alacsony. Eudomináns faj a *Ceratophysella denticulata*, domináns fajok a *Willemia virae* és a *Parisotoma notabilis* (**5. ábra**).

A három vizsgált természetű növénykultúra közül az őszi búza talajában találtuk a legdiverzebb ugróvillás-közösséget. Összesen 10 család 25 fajának 387 egyedét gyűjtöttük. Az egyedszámok alapján itt is a Hypogastruridae volt a domináns család, részaránya több mint 50%. A dominancia-görbe (**6. ábra**) kezdeti meredeksége ellenére az összkép kiegyenlítettebb közösségi struktúrát mutat. Eudomináns faj a *Ceratophysella succinea*, domináns fajok a *Hypogastrura socialis* és *Sphaeridia pumilis*.

Az erdősávok mellett fontos szegélyélőhelyek a területen az árokpartok és a gyepes táblaszegélyek. Ezt bizonyítja az itt gyűjtött mintákból előkerült fajok magas száma (összesen 37 faj 2756 egyedét gyűjtöttük). Legnagyobb egyedszámmal a Tullbergiidae család volt képviselt (egyedszám szerinti részaránya közel 50%), ez azonban az eudomináns *Metaphorura denisi* tömeges előfordulásának köszönhető. Utóbbi faj, valamint a szintén domináns *Hypogastrura socialis* magas egyedszáma miatt a dominancia-struktúra kevésbé kiegyenlített (**7. ábra**).

A vizsgált élőhelyek Collembola közösségeinek összehasonlítására klasszifikációs eljárásként hierarchikus agglomeratív cluster analízist végeztünk a BRAY-CURTIS index alapján. Ennek előnye más hasonlósági, fajazonossági indexekkel (JACCARD, SØRENSEN) összevetve az, hogy a mennyiségi viszonyokat is figyelembe veszi. A dendrogram (**8. ábra**) jól mutatja az ökotonok és a vetésterületek elkülönülését: az első nagy csoportba az erdősávok és az árokpart/táblaszegély közösségei sorolódtak, míg a második nagy csoport a három természetű kultúrát foglalja magába.



8. ábra: A BRAY-CURTIS távolságon alapuló hierarchikus cluster-analízis dendrogramja

Figure 8: Dendrogram based on cluster analysis using the BRAY-CURTIS distance measure on the Collembola communities of the sampled habitats

A vetésterületek csoportján belül további két alcsoportot figyelhető meg. A repce és kukorica kultúrák közösségeitől – amelyek egyben a legnagyobb hasonlóságot mutatták BRAY-CURTIS módszere szerint – az őszi búza talajának magasabb fajszerkezete, kiegyenlített ugróvillás közössége határozott elkülönülést mutatott.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

Megállapítottuk, hogy a LAJTA Project Collembola közösségeinek fajgazdagsága és egyedszáma az erdősáv és az árokpart talajában a legnagyobb. E két élőhely faunája határozottan elkülönül a mezőgazdasági táblák talajában élő ugróvillás fajoktól. Ebből arra következtetünk, hogy a Collembola közösségek kialakulásában a talaj háborítatlansága az elsődlegesen meghatározó tényező. Ugyanakkor megállapítottuk, hogy az őszi búza kultúrák Collembola diverzitása és dominancia görbéi hasonlóak az árokpartnál talált értékekhez, jelezve ezzel egy feltételezhetően létező, dinamikus kapcsolatot a mezőgazdasági táblák és az azokat szegélyező ökoton faunája között, ha a vegetáció borítottsága hasonló.

IRODALOMJEGYZÉK

- BABENKO, A.B., CHERNOVA, N.M., POTAPOV, M.B. & STEBAEVA, M.B. (1994): *Collembola of Russia and adjacent countries: Family Hypogastruridae*. Nauka, Moskow. (in Russian).
- BALOGH J. (1958): A talajzoológiai kutatások eredményei és feladatai hazánkban. *A Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Csoportjának Közleményei* 2(1): 79–93.
- BRETFELD, G. (1999): *Symphyleona*. In: DUNGER, W. ed.: *Synopses on Palaearctic Collembola*. Vol. 2. Staatliches Museum für Naturkunde, Görlitz.
- DÁNYI, L. & TRASER, GY. (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. Université P. Sabatier. *Travaux du Laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes Edaphiques* 3(4): 7-13.
- FJELLBERG, A. (1980): *Identification keys to Norwegian Collembola*. Norsk Entomologisk Forening.
- FJELLBERG, A. (1998): *The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part I.: Poduromorpha*. Fauna Entomologica Scandinavica vol. 35.
- FLOHRE, A., RUDNICK, M., TRASER, GY., TSCHARNTKEA, T. & EGGERS, T. (2011): Does soil biota benefit from organic farming in complex vs. simple landscapes? <http://doi.org/10.1016/j.agee.2011.02.032>
- GILLER, K.E., BEARE, M.H., LAVELLE, P., IZAC, A.-M.N. & SWIFT, M.J. (1997): Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology* 6: 3–16. [http://doi.org/10.1016/S0929-1393\(96\)00149-7](http://doi.org/10.1016/S0929-1393(96)00149-7)
- GISIN, H. (1960): *Collembolenfauna Europas*. Museum d'Histoire Naturelle, Genève.
- JORDANA, R., ARBEA, J.I. & CARLOS SIMÓN, M.J.L. (1997): *Collembola Poduromorpha*. Fauna Iberica, Vol.: 8. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- MASSOUD, Z. (1967): *Monographie des Neanuridae, Collemboles Poduromorphes a pièces buccales modifiées*. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- PAUL, D., NONGMAITHEM, A. & JHA, L.K. (2011): Collembolan Density and Diversity in a Forest and an Agroecosystem. *Open Journal of Soil Science* 1: 54–60. <http://dx.doi.org/10.4236/ojss.2011.12008>
- POMORSKI, J.R. (1998): *Onychiurinae of Poland (Collembola: Onychiuridae)*. Wrocław. pp. 201.
- POTAPOV, M. (2001): *Isotomidae*. In: DUNGER, W. ed.: *Synopses on Palaearctic Collembola*. Vol.: 3. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz. Bd. 73/Nr. 2.

- SOUSA, J.P., BOLGER, T., DA GAMA, M.M., LUKKARI, T., PONGE, J-F., SIMON, C., TRASER, G., VANBERGEN, A.J., BRENNAN, A., DUBS, F., IVITS, E., KEATING, A., STOFER, S. & WATT, A. (2006): Changes in Collembola richness and diversity along a gradient of land-use intensity: a pan European study. *Pedobiologia* **50**: 147–156. <http://doi:10.1016/j.pedobi.2005.10.005>
- STACH, J. (1960): *The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world fauna of this group of insects. Tribe: Orchesellini*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Krakowie.
- STACH, J. (1963): *The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world fauna of this group of insects. Tribe: Entomobryini*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Krakowie.
- THIBAUD, J.M., SHULZ, H.J. & DA GAMA, M.M. (2004): *Hypogastruridae*. In: DUNGER, W. ed.: *Synopses on Palaearctic Collembola*. Vol. 4. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz. Bd. 75/Nr. 2.
- WEINER, W.M. (1996): Generic revision of *Onychiurinae* (Collembola: Onychiuridae) with a cladistic analysis. *Annals of the Entomological Society of France* (NS). **32**(2): 163–200.
- ZIMDARS, B. & DUNGER, W. (1994): *Tullbergiinae*. In: DUNGER, W. ed.: *Synopses on Palaearctic Collembola*. Vol.: I. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz. Bd. 68/Nr. 3–4.