

GYOMBIOLÓGIA ÉS ÖKOLÓGIA

Botanikai és talajbiológiai vizsgálatok a Valaha Tanya agrárerdészeti rendszer területén

CSISZÁR ÁGNES – VITYI ANDREA – VÁGVÖLGYI ANDREA – WINKLER DÁNIEL
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron

Összefoglalás

Botanikai és talajbiológiai vizsgálatainkat a vértessacsi Valaha Tanya családi gazdaság agrárerdészeti rendszerének területén végeztük. A vizsgálatokhoz 34 db 1 m × 1 m nagyságú kvadrátot jelöltünk ki az agrárerdészeti rendszer különböző hasznosítású területein (gyümölcsös, vetett gyepek, akác fasor, mediterrán kert) és azok szegélyében, illetve a szomszédos mezőgazdasági területeken (napraforgó- és búzatábla). A botanikai felvételezés során feljegyeztük a kvadrátokban előforduló növényfajokat és borításukat. A talajbiológiai minőség értékelésére a mikroartropóda taxonok jelenlétén vagy hiányán alapuló QBS indexet alkalmaztunk. A botanikai felmérés eredményei alapján a gyümölcsös, a fasor, a vetett gyepek és a kontrollként szolgáló mediterrán kert magasabb fajszáma és diverzitása miatt jelentősen különbözött a szántóföldi területtől, amely alacsony fajszámmal és egy-két gyomfaj (*Ambrosia artemisiifolia*, *Cannabis sativa* var. *spontanea*) kiemelkedő borításával volt jellemezhető. A talajbiológiai minőség értéke a legmagasabb a gyümölcsös sávban volt, de szintén magas értékek adódtak a gyümölcsösök szegélyében is. Legkevesebb taxont a szántóföldi kvadrátokban találtunk, és itt volt a legalacsonyabb a QBS index is. A növényfajok és a mikroartropóda taxonok száma, illetve a QBS index között erős, szignifikáns pozitív összefüggést tapasztaltunk. Ugyancsak szignifikáns pozitív kapcsolatot találtunk a növényzet diverzitása és a mikroartropóda taxonok száma, illetve a QBS index között.

Kulcsszavak: agrárerdészet, biodiverzitás, talajbiológia, QBS index

Botanical and soil biological studies in the agroforestry system of Valaha Tanya

ÁGNES CSISZÁR – ANDREA VITYI – ANDREA VÁGVÖLGYI – DÁNIEL WINKLER
University of Sopron, Faculty of Forestry, Sopron

Summary

We conducted botanical and soil biological studies in the agroforestry system of Valaha Tanya farm in Vértessacs. For the studies, we selected 34 quadrats (1 m × 1 m) in different types of utilization of the agroforestry system (orchard, sown grassland, black locust tree row, Mediterranean garden) and on their edges, as well as in neighbouring agricultural areas (sunflower and wheat fields). During the botanical survey, we recorded the plant species oc-

curing in the quadrats and their coverage. To assess soil biological quality, we used the QBS index based on the presence or absence of microarthropod taxa. Based on the results of the botanical survey, the orchard, the tree row, the sown grassland, and the Mediterranean garden (control) all differed significantly from the arable land due to their higher species number and diversity, while the latter was characterized by low species number and prominent coverage of one or two weed species (*Ambrosia artemisiifolia*, *Cannabis sativa* var. *spontanea*). The soil biological quality (QBS) was highest in the orchard strip, but high values were also found at the edges of the orchards. The fewest taxa were found in the quadrats of arable fields, and the QBS index was also lowest here. We found a strong, significant positive correlation between the number of plant species and microarthropod taxa and the QBS index. We also found a significant positive correlation between vegetation diversity and the number of microarthropod taxa and the QBS index.

Keywords: agroforestry, biodiversity, soil biology, QBS index

Bevezetés

Az agrárerdészet fogalma általánosságban a fás kultúráknak a mezőgazdasági növénytermesztéssel és/vagy állattartással való harmonikus, együttes fenntartását, illetve a velük való együttes gazdálkodást jelenti. Közös elnevezése az olyan földhasználati rendszereknek, amelyekben a folyamatosan fenntartandó fás kultúrákat tudatosan integrálják a mezőgazdasági növénytermesztés vagy állattartás tevékenységébe (Mosquera-Losada és mtsai, 2018; Vityi és mtsai, 2018). A legújabb kutatások alátámasztják, hogy az agrárerdészet jelentősen képes fokozni egy adott terület ökoszisztéma-szolgáltatásainak minőségét, és ezek összességében jóval felülmúlják a hagyományos mezőgazdaság által nyújtottakat (Torralba és mtsai, 2016; Bucheli – Bokelmann, 2017; Vityi, 2024). Noha a természeti erőforrásokkal integrált gazdálkodás, a fák és az erdők többcélú használata a prehisztorikus kor óta folyamatosan jelen van (Eichhorn és mtsai, 2006; Dupraz és mtsai, 2018) az utóbbi évtizedekben különösen fokozódott a szakmai érdeklődés az agrárerdészeti rendszerek iránt. Ez a tendencia a hazai gazdálkodók körében is megfigyelhető, akik egyre inkább érdeklődnek a nyugat- és dél-európai országokban már elterjedt modern agroerdészeti technológiák iránt. Egyes agroerdészeti rendszerek, mint például a fás legelők, a mezővédő és hófogó erdősávok Magyarországon is régóta részei a hagyományos gazdálkodásnak, az utóbbi évtizedekben azonban számuk jelentősen csökkent (Vityi – Marosvölgyi, 2014; Vityi és mtsai, 2018). Napjainkra a korábbi szemlélet, mely szerint az agroerdészet egy marginális földhasználati gyakorlat csupán, meghaladottá vált, és mind a döntéshozók mind pedig a gyakorlati szakemberek rendkívül változatos területhasználati módokat ötvöző, fenntartható mezőgazdasági gyakorlatként tartják számon.

A komplex földhasználat szélesebb körű ökológiai, gazdasági és társadalmi előnyöket kínál, mint az intenzív mezőgazdasági termelési rendszerek, melyek gyakran a talaj tápanyag-egyensúlyának felborulásához, savasodásához és funkcionális sokféleségének csökkenéséhez vezetnek (England és mtsai, 2020; Právělie és mtsai, 2021). Udawatta és munkatársai (2019) számos közlemény, metaanalízis és kutatási dokumentáció felhasználásával készített elemzése kimutatta, hogy a növényvilág, az állatvilág és a talaj mikrobiális diverzitása szignifikánsan nagyobb az agroerdészeti területeken, mint a monokultúrákban, sőt egyes esetekben a szomszédos termőföldek és erdők diverzitását is meghaladja. Az agrárerdészet biodiverzitás növelő szerepe rendkívül sokrétűen nyilvánulhat meg; a fák, cserjék, sávos növénykultúrák és legelő- vagy

kaszálóterületek kombinációja változatos mikroklímát és élőhelyeket biztosít (Huang és mtsai, 2002). Az élőhelyek mozaikossága, a biotópok változatossága több állatfaj számára nyújt táplálkozó- és búvóhelyet, többek között növelheti a beporzó rovarok és a fészkelő madarak számát (Reitsma és mtsai, 2001; Varah és mtsai, 2013). Az agroerdészet biodiverzitást elősegítő hatását tekintve a leggyakrabban említett csoportok a fafajok, a madár- és rovar közösségek (Leles és mtsai, 2017; Pardon és mtsai, 2019), míg a talajhoz kapcsolódó közösségek, mint például a lágyszárú növényzet és a mikroarthropodák alig kerülnek említésre (Alvarez és mtsai, 2000; Olejniczak, 2007; Jose, 2012). Ezeknek a közösségeknek a sokfélesége azonban érzékenyen tükrözi a talaj minőségét, jelezve a talaj termelékenységét és hosszú távú fenntarthatóságát az organikus lebomlás és a tápanyagok újrahazsnosítási folyamatai révén (Giller és mtsai, 1997; Menta, 2012). Az intenzív mezőgazdasági gazdálkodási technikák, mint például a talajművelés és a peszticidek alkalmazása, gyakran a növény- és állatközösségek egyszerűsödéséhez és az egyedszámának csökkenéséhez vezetnek (Lavelle, 1996; Dervash és mtsai, 2018). Ezzel szemben az agroerdészeti rendszerben a fák gyökérzete és a talajtakaró növények javítják a talaj szerkezetét és tápanyagtartalmát, növelve a talaj mikro- és makrobiális közösségeinek diverzitását (Dollinger – Jose, 2018). A fás kultúrák javítják a talajminőséget, a vízgazdálkodást, és ellenállóbbá teszik a rendszert a klímaváltozással szemben, miközben szénmegkötő és gazdasági előnyöket is nyújtanak (Rivest és mtsai, 2013; Zomer és mtsai 2016).

Az agroerdészeti rendszerekben, ahol erdősavok, fasorok, gyepterületek és szántók mozaikszerűen váltják egymást, a talajfauna diverzitása és a talaj biológiai minősége jellemzően kedvezőbb, mint a homogén, intenzíven művelt szántóföldeken. A fás elemek jelenléte növeli a talaj szervesanyag-tartalmát a lomb- és gyökérmaradványok révén, ami alapvető jelentőségű a talajlakó szervezetek számára (Jose, 2009). Ennek hatására gazdagabb és nagyobb abundanciájú mikroarthropoda (pl. atkák – Acari, ugróvillások – Collembola) közösségek alakulhatnak ki. A fasorok és gyümölcsösök alatti talajokban a mérsékelt mikroklíma, a kisebb talajbolygatás és a folyamatos szervesanyag-utánpótlás elősegíti a stabil, diverz talajfauna-közösségek fennmaradását, amelyek kulcsszerepet játszanak a lebontási folyamatokban és a tápanyag-körforgásban (Lavelle és mtsai, 2006). A gyepterületek szintén kiemelten fontosak, mivel gyökérzetük és állandó talajborításuk javítja a talajszerkezetet, növeli a biológiai aktivitást és menedéket biztosít számos talajlakó csoport számára (Szanser, 2003; Ernoult és mtsai, 2013). Ezzel szemben a szántókban alkalmazott rendszeres talajművelés és vegyszerhasználat gyakran csökkenti a talajfauna diverzitását és egyszerűbb közösségek kialakulásához vezet (Harta és mtsai, 2021). A különböző hasznosítású elemek együttes jelenléte viszont növeli a talaj biológiai heterogenitását, amely tájléptékben magasabb funkcionális diverzitást és jobb talajminőséget eredményez (Pulleman és mtsai, 2012). Hazai és közép-európai vizsgálatok is alátámasztják, hogy az agroerdészeti és extenzívebb használatú agrárrendszerek talajai nagyobb enzimaktivitással, mikrobiális biomasszával és talajfauna-diverzitással rendelkeznek, mint az intenzív monokultúrák (Harta és mtsai, 2021; Szigeti és mtsai, 2022).

Mivel az agrárerdészeti rendszerek a biodiverzitás, a társadalom és az éghajlat szempontjából számos előnnyel bírnak, az EU Biodiverzitási Stratégiája is szorgalmazza támogatásuk növelését a vidékfejlesztési intézkedések során (Worms – Lawson, 2020). Jelen kutatás is az Európai Unió kutatási és innovációs programja, a REFOREST Horizon Europe pályázat keretén belül, tíz európai ország tizennégy intézményének, köztük a Soproni Egyetemnek az együttműködésében valósult meg. Az együttműködésben részt vevő intézmények a mérsékelt övi agrárerdészeti rendszerekről már rendelkezésre álló tudást használják fel ahhoz, hogy közös erővel találjanak megoldásokat azokra a problémákra, amelyek hátráltatják az Európai

Unió gazdálkodóit az agrárerdészetre való áttérésben. Az európai agrárerdészet elterjedését a legtöbb hagyományos mezőgazdasági gyakorlatban legfőképp a támogatások, a tudás és a tapasztalat hiánya gátolja. A projekt célja, hogy kutatások és gyakorlati tudásmegosztás révén megteremtse a feltételeket az agrárerdészet alkalmazására. További kiemelt cél az agrárerdészet fenntarthatóságának fokozása a biológiai sokféleség értékének mezőgazdasági modellekbe és gazdasági finanszírozásba történő beépítésével, elősegítve ezzel az agrárerdészeti gyakorlatok minél szélesebb körű alkalmazását.

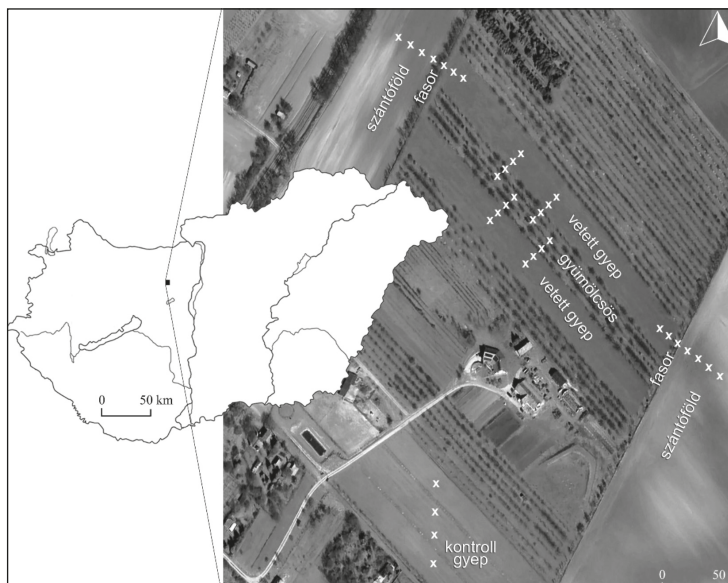
Anyag és módszer

A vizsgálati terület jellemzése

Botanikai és talajbiológiai vizsgálatainkat a vértessacsi Valaha Tanya területén végeztük, amely egy 12 hektár területű, multifunkciós agrárerdészeti rendszer. A Valaha Tanya Fejér megyében, Vértessacsa külterületén található, a Vértessacsa–Velencei-hegyvidék előterének dombvidéki táján. A terület a Zámolyi-medence-vidék kistáj része, amely a Zámolyi-medence Sörédi- és Lovasberényi-háttal összevont területe (Csorba, 2021). Vértessacsa a Lovasberényi-hát jellegzetes, enyhén hullámos felszínén található, éghajlata mérsékeltén hűvös–mérsékeltén száraz, évi csapadékmennyisége 600 mm. A kistáj alacsony dombhátaival és hegylábi lejtők által határolt medencéit löszös üledéken képződött barna erdő- és mészsírtalajok fedik. A terület természetes növénytakarója nyílt és zárt löszölgyesek által uralt, helyenként szárazgyep-foltokkal, a szélesebb patak völgyekben ártéri erdőkkel mozaikoló vegetáció lehetett (Király és mtsai, 2008). Mára ezek kiterjedése jelentősen lecsökkent; az intenzív hasznosítású mezőgazdasági területek gyepekkel, fasorokkal és kisebb erdőfoltokkal váltakoznak. A Valaha Tanya agrárerdészeti rendszer kialakítása 2006-ban kezdődött, a korábban intenzíven művelt nagyüzemi szántó átalakításával. Elnevezése a régi fajták, hagyományos receptek és az extenzív tartásmód használatára utal. A Valaha Tanya egy mozaikos szerkezetű, agrárerdészeti és permakultúrás elvek szerint működő családi ökológiai gazdaság, amely a fás elemek mezőgazdasági integrációján keresztül növeli a biodiverzitást, javítja a mikroklimát és fenntartható földhasználati mintát kínál a térségben. A gazdaság bemutató- és mintagazdaságként, oktatási és szemléletformáló helyszíneként is szolgál, ahol helyi, biogyümölcsökből és gyógynövényekből hagyományos eljárásokkal készítenek termékeket, valamint rendszeres és aktív résztvevői permakultúrás szakmai és önkéntes programoknak. A területen 5 ha köztestermesztéses vegyesgyümölcsös, 2 ha vadgyümölcsös, 3,5 ha fás legelő/kaszáló, 0,5 ha többcélú fenyves, 0,5 ha vegyes konyhakert és 0,5 ha mediterrán gyümölcsös került kialakításra. A gyümölcsösben alma, körte, birs, cseresznye, meggy, málna, szilva, sárgabarack, őszibarack, vadalma, vadkörte, fehér eper, egres, galagonya, fekete bodza és gyepűrózsa; a kaszálón takarmány- és méhlegelő növények, csenkesz-, perje és herefajok kerültek telepítésre. A területen a nemes gyümölcsösben 1-2 évente extenzív metszés, a vadgyümölcsösben szükség szerint tisztító metszés történik. A mezővédő fasorban és a fenyvesben törzstisztítás, ritkítás és a sérült ágak (téli jégkárok) eltávolítására kerül sor. Öntözést csak a bogyós gyümölcsöknél alkalmaznak, csepegtetéssel, évente 1-2 alkalommal. A nemes gyümölcsösben 4 évente komposztált istállótrágyával, illetve komposzt kivonatos lombtrágyával trágyáznak. A gyümölcsösök és fasorok közötti gypsávokat évente egyszer kaszálják ([http 1](#); [http 2](#)).

Botanikai vizsgálatok

A vizsgálati területen a REFOREST projekt biodiverzitás protokollja szerint (Pamerneckyte és mtsai, 2025) összesen 34 db $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ nagyságú kvadrátot jelöltünk ki, amelyek 7 transzekt mentén helyezkedtek el (1. ábra). Négy transzektet a gyümölcsös fasorokból kiindulva a fasorok közötti kaszálókra merőlegesen helyeztünk el. Két transzektet az erdősávok által határolt konvencionális művelésű búza-, illetve napraforgó táblára merőlegesen állítottunk fel, míg egy transzekt a kontrollként szolgáló mediterrán kertben került kialakításra. A transzektok kezdőpontját képező kvadrátok a fasorokban, az ezt követő kvadrátok a fasorokra merőlegesen, 1,5-, 6,5-, 13- és 20 méter távolságra kerültek kialakításra. A botanikai felvételezés során 2024 júniusában minden egyes kvadrátban feljegyeztük az előforduló növényfajokat, és azok borítását az alábbi nyolcfokozatú skálán értékeltük: 1: ritka, 2: szórványos, 3: gyakori, 4: 4-10%, 5: 11-25%, 6: 26-33%, 7: 34-50%, 8: 51-75%, 9: 76-90%, 10: 91-100%. A növényfajok tudományos és magyar nevei az Új magyar fűvészkönyv (Király, 2009) szerint kerültek meghatározásra. A mintaterületek növényzetének jellemzéséhez a növényfajok Borhidi-féle szociális magatartás típusait alkalmaztuk (Borhidi, 1993; Horváth és mtsai, 1995). A növényfajok számának és borításának Borhidi-féle magatartás típusok szerinti megjelenítésekor minden egyes mintaterület típus esetén négy kvadrát adatait használtuk fel. A borítás értékelésekor a dominancia skála értékeit középértékeken váltottuk vissza. A növényzet diverzitásának mérésére a Shannon-indexet alkalmaztuk (Shannon – Weaver, 1949).



1. ábra: A vizsgált hasznosítási típusok és a kvadrátok elhelyezkedése a vizsgálati területen (Vértessacs – Valaha Tanya)

Figure 1. The types of habitats studied and the location of the quadrats in the study area (Vértessacs – Valaha Tanya)

Talajbiológiai vizsgálatok

A talaj biológiai minőségét egy bevált és széles körben elterjedt módszerrel, az ún. QBS index segítségével vizsgáltuk (Parisi, 2001; Menta és mtsai, 2018). Ez az értékelés a talajban jelen lévő mikroartropóda-taxonok osztályozásán alapul. A talajkörnyezethez való adaptálódásuk mértéke alapján a mikroartropódákat 1 és 20 közötti, ún. ökomorfológiai értékkel (EMI) pontozzuk Menta és mtsai (2018) legújabb módosításait is figyelembe véve. Bizonyos taxonok egyetlen EMI-értékkel jellemezhetők, míg mások (pl. pókok – Araneae, ugróvillások – Collembola, bogarak – Coleoptera) több értékkel is pontosíthatók (Menta és mtsai, 2018). Amennyiben adott taxon esetében több, különböző pontértékű forma is található a mintában, a magasabb értéket választjuk a QBS index kiszámításához. Az index értéke a kimutatott taxonok EMI-értékek összege (Parisi, 2001). A talajmikroartropodák felméréséhez a protokoll szerint minden kvadrátban 1 dm³ (10×10×10 cm) talajmintát gyűjtöttünk a botanikai vizsgálatokkal egyidőben. A talajmintákból a mikroartropódákat Berlese-Tullgren elven működő vödörfutatók segítségével nyertük ki. A két hetes extrakciós időszakot követően sztereomikroszkóp segítségével a főbb taxonómiai csoportok szerint leválogattuk és pontoztuk a fentebb leírtak szerint.

A növényzet fajszámának és diverzitásának kapcsolatát a talajlakó mikroartropóda taxonok számával, valamint a talajbiológiai minőség-indexszel Pearson-féle korrelációval vizsgáltuk, 95%-os szignifikancia szinten. Az egyes kezelési típusok összehasonlítását Kruskal-Wallis teszttel végeztük.

Eredmények

Botanikai vizsgálatok

A kvadrátok cönológiai felvételezése során 52 növényfaj előfordulása és dominancia értéke került rögzítésre. A kvadrátonkénti fajszám 0 és 14 között változott, átlagosan 8 körül alakult (1. táblázat). A Kruskal-Wallis teszt a különböző típusokba tartozó kvadrátok fajszámát illetően szignifikáns különbséget ($H=18,5$; $p<0,01$) mutatott ki a szántóföldi kvadrátok alacsony fajszámának köszönhetően. A Shannon-diverzitás esetén szintén szignifikáns különbség volt kimutatható, a szántóföldi kvadrátok alacsony, ill. helyenként nem értelmezhető (nulla) diverzitása miatt ($H=18,28$; $p<0,05$).

A kvadrátok gypszintjében előforduló növényfajok hatféle szociális magtartás típusba voltak sorolhatók (2. táblázat). Legalacsonyabb fajszámban a természetes kompetitorok (C) és az idegen fajok (I) képviselték magukat, ezek között találjuk a gypbe vetett pusztai csenkeszt (*Festuca rupicola*) és a takarmány lucernát (*Medicago sativa*) is. A tájidegen, agresszív kompetitorok (AC) kisebb fajszámban, de esetenként kiemelkedő borítással jelentek meg a kvadrátokban. A fajok legnépesebb csoportját a zavarástűrő növények (DT) alkották, ezt követték a honos gyomfajok (W) és a honos flóra ruderalis kompetitorai (RC). A kvadrátokban a legkiemelkedőbb borítással az egynyári seprence (*Erigeron annuus*) jelent meg, a szántóföldi kvadrátok kivételével mindegyik típusban jelen volt. A vetett fajok közül magas borítást értek el a pillangós virágú fajok, mint például a lucerna és a takarmány baltacím (*Onobrychis viciifolia*) és a pázsitfüvek, mint például a fedélrozsok (*Bromus tectorum*). A szántóföldi kvadrátok rendkívül fajszegények voltak, csupán az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) és a vadvadkender (*Cannabis sativa* var. *spontanea*) ért el jelentősebb borítást. Az akácok fa-

sorban és szegélyében a zavarástűrő (DT) vetési tüskemag (*Torilis arvensis*) és a ruderalis kompetitor (RC) közönséges tarackbúza (*Elymus repens*) dominanciája volt megfigyelhető. A többi kvadrátban az említett fajokon túl még az apró szulák (*Convolvulus arvensis*) és a serteszőrű zörgőfű (*Crepis setosa*) jelentősebb borítása emelhető ki.

1. táblázat: A növényfajok számának és a Shannon-diverzitásnak az átlagértéke és szórása a különböző hasznosítási típusokban

Table 1. Average number of plant species and Shannon diversity and their standard deviation in different usage types

		Gyümölcsös	Gyümölcsös szegély	Vetett gyepp szegély	Vetett gyepp	Akác fasor és szegély	Szántóföld szegély	Szántóföld	Kontroll
Fajszám	Átlag	9,75	10,75	9,00	10,25	8,50	6,00	1,50	8,50
	Szórás	0,96	2,50	0,82	1,50	1,29	2,45	1,29	1,29
Diverzitás	Átlag	1,988	1,967	1,904	2,113	1,861	1,169	0	1,934
	Szórás	0,089	0,234	0,115	0,166	0,175	0,421	0,419	0,148

2. táblázat: A kvadrátok gyepszintjében előforduló növényfajok szociális magatartás típusai és kvadrátonkénti átlagborításai

Table 2. The social behavior types and average coverage per quadrat of plant species occurring at the herbaceous layer of quadrats

Fajok / Típus	Szociális magatartás típus	Gyümölcsös	Gyümölcsös szegély	Vetett gyepp szegély	Vetett gyepp	Akác fasor és szegély	Szántóföld szegély	Szántóföld	Kontroll
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	AC	3	16	4	9	2	9	18	6
<i>Conyza canadensis</i>	AC	0	0	0,5	0	0	0	0	0
<i>Erigeron annuus</i>	AC	45	16	51	7	17	11	0	33
<i>Robinia pseudoacacia</i>	AC	0	0	0	0	2	2	0	0
<i>Bromus inermis</i>	C	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Festuca rupicola</i>	C	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Tilia tomentosa</i>	C	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Bromus tectorum</i>	DT	5	7	3	3	2	3	0	2
<i>Dactylis glomerata</i>	DT	0	0	0	5	2	8	0	0
<i>Daucus carota</i>	DT	0,5	0	0,5	0	1	5	0	2
<i>Galium verum</i>	DT	0	0,5	0	0	0	0	0	0

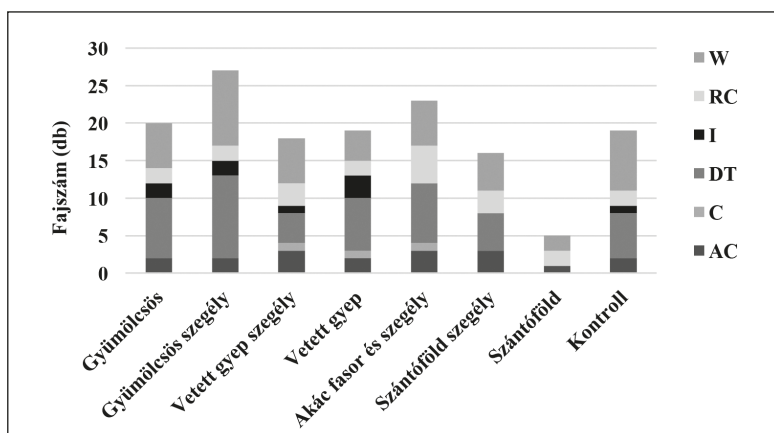
A 2. táblázat folytatása

Fajok / Tipus	Szociális magatartás típus	Gyümölcsös	Gyümölcsös szegély	Vetett gyepp szegély	Vetett gyepp	Akác fasor és szegély	Szántóföld szegély	Szántóföld	Kontroll
<i>Geranium pusillum</i>	DT	0	2	0	0	2	0	0	2
<i>Hypericum perforatum</i>	DT	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Lolium perenne</i>	DT	0	0	0	2	9	0	0	0
<i>Lotus corniculatus</i>	DT	0	0,5	0	7	0	0	0	0
<i>Medicago lupulina</i>	DT	0,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Onobrychis viciifolia</i>	DT	0	1	5	10	0	0	0	5
<i>Plantago lanceolata</i>	DT	0	0,5	0	0	1	0	0	5
<i>Rubus fruticosus</i>	DT	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Rumex obtusifolius</i>	DT	0,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Silene vulgaris</i>	DT	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Torilis arvensis</i>	DT	0,5	5	3	0	27	2	0	0
<i>Tragopogon orientalis</i>	DT	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium pratense</i>	DT	1	1	0	6	0	0	0	8
<i>Trifolium repens</i>	DT	1	8	0	1	0	0	0	0
<i>Medicago sativa</i>	I	12	14	20	21	0	0	0	20
<i>Panicum miliaceum</i>	I	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Prunus cerasus</i>	I	1	1	0	1	0	0	0	0
<i>Bromus sterilis</i>	RC	0	0	1	0	14	5	0	0
<i>Calamagrostis epigeios</i>	RC	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	RC	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Cirsium arvense</i>	RC	0	0	0	0	5	0	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	RC	0,5	3	8	6	4	1	1	7
<i>Elymus repens</i>	RC	0	0	0	0	0	22	1	0
<i>Taraxacum officinale</i>	RC	0,5	0,5	2	0	1	0	0	2
<i>Artemisia vulgaris</i>	W	0,5	1	0	0	5	2	0	0
<i>Cannabis sativa</i> var. <i>spontanea</i>	W	0	0	0	8	0	8	2	0
<i>Carduus acanthoides</i>	W	5	1	0	0	0	0	0	5
<i>Consolida regalis</i>	W	0,5	1	2	0	1	0	0	3
<i>Crepis setosa</i>	W	16	2	1	0	2	2	0	4
<i>Cynoglossum officinale</i>	W	0	0	0	0	0,5	0	0	0
<i>Dipsacus laciniatus</i>	W	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Echium vulgare</i>	W	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Lactuca serriola</i>	W	0	0,5	0,5	0	1	1	0,5	0

A 2. táblázat folytatása

Fajok / Típus	Szociális magatartás típus	Gyümölcsös	Gyümölcsös szegély	Vetett gyeplig	Vetett gyeplig	Akác fasor és szegély	Szántóföld szegély	Szántóföld	Kontroll
<i>Lathyrus tuberosus</i>	W	0	0,5	0	0	1	0	0	0
<i>Melilotus officinalis</i>	W	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Papaver rhoeas</i>	W	0	0,5	2	0	0	0	0	0
<i>Plantago major</i>	W	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Reseda lutea</i>	W	0,5	2	2	0,5	0	0	0	2
<i>Setaria viridis</i>	W	0	0	0,5	2	0	0	0	0
<i>Silene alba</i>	W	0,5	2	0	0	1	1	0	2
<i>Viola arvensis</i>	W	0	0,5	0	0	0	0	0	1

A 2. ábrán a különböző hasznosítási típusokba sorolt kvadrátok összesített fajszámából látható, hogy a legtöbb esetben a zavarástűrő növények (DT) fordultak elő a legnagyobb fajszámban, emellett a gyomfajok (W) száma is meghatározó volt. A növényfajok kvadrátonkénti átlagborítását tekintve a tájidegen, agresszív kompetitorok (AC) jelentős csoporttömege emelkedik ki, az egyenáris seprince magas borításának köszönhetően, emellett a zavarástűrő növények (DT) borítása is meghatározó (3. ábra). A statisztikai elemzés sem az azonos szociális magatartás típusokba sorolt növényfajok száma ($H=6,163$; $p=0,50$; NS), sem pedig kvadrátonkénti átlagborítása ($H=6,968$; $p=0,46$; NS) esetén nem mutatott ki szignifikáns eltérést az egyes hasznosítási típusok között.



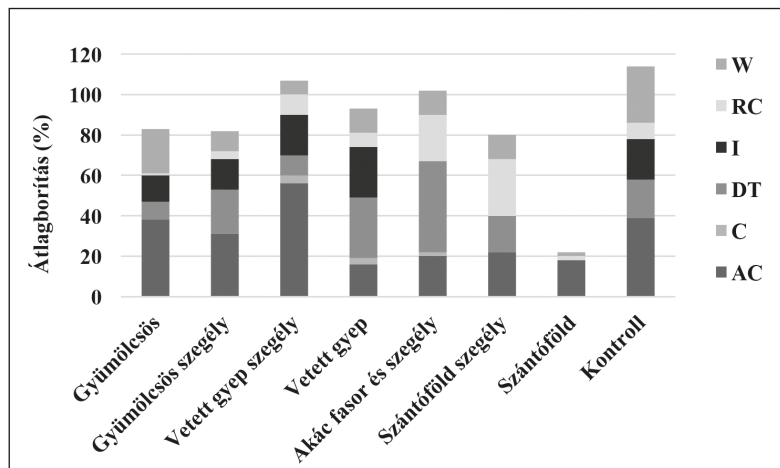
2. ábra: A fajok száma a Borhidi-féle szociális magatartás típusok szerint

Jelmagyarázat: AC: tájidegen, agresszív kompetitorok; C: természetes kompetitorok; DT: zavarástűrő növények; I: idegen fajok; RC: a honos flóra ruderalis kompetitorai; W: honos gyomfajok.

Figure 2: Number of species according to Borhidi's social behaviour types.

Legend: AC: aggressive alien competitors; C: natural competitors; DT: disturbance tolerants;

I: introduced alien species; RC: ruderal competitors of native flora; W: native weed species.



3. ábra: A fajok kvadrátonkénti átlagborítása a Borhidi-féle szociális magatartás típusok szerint. Jelmagyarázat: AC: tájidegen, agresszív kompetitorok; C: természetes kompetitorok; DT: zavarástűrő növények; I: idegen fajok; RC: a honos flóra ruderalis kompetitorai; W: honos gyomfajok

Figure 3. Average coverage of species per quadrat according to Borhidi's social behaviour types.

Legend: AC: aggressive alien competitors; C: natural competitors; DT: disturbance tolerants; I: introduced alien species; RC: ruderal competitors of native flora; W: native weed species.

Talajbiológiai vizsgálatok

A vizsgálati területen vett talajmintákból előkerült mikroartropóda taxonokat, valamint ökomorfológiai értéküket (EMI) a 3. táblázat foglalja össze. Szintén itt található a taxonok számának, valamint a talajbiológiai minőség indexnek (QBS) átlagos értékei.

A kimutatott taxonok (valamint lárváformák) száma és a QBS index értéke a legmagasabb a gyümölcsös sávban volt, de szintén magas értékek adódtak a gyümölcsösök szegélyében is. A legkevesebb taxont a szántókon találtunk, és itt volt a legalacsonyabb a QBS index is. Voltak olyan mikroartropóda taxonok (pl. álskorpiók – Pseudoscorpionida, ikerszelvényesek – Diplopoda, ászkarák – Isopoda), amelyek kizárólag a gyümölcsös sáv talajában fordultak elő. További ritka taxonok voltak a szövőcsévések (Symphyta) és a százlábúak (Chilopoda), amelyek a gyümölcsös mellett a gyepterületeken és a gyepterületeken is előfordultak, a szántóterületeken viszont már nem.

A növényzet és a talajlakó mikroartropódák, illetve a talajbiológia minőség index (QBS) között több szignifikáns összefüggést is találtunk. Erős, szignifikáns pozitív összefüggés volt megfigyelhető a növényfajok gazdagsága és a mikroartropóda taxonok száma, illetve a QBS index között ($r=0,737$; $p<0,01$, illetve $r=0,665$; $p<0,01$). Ugyancsak szignifikáns pozitív kapcsolatot találtunk a növényzet diverzitása és a mikroartropóda taxonok száma, illetve a QBS index között ($r=0,644$; $p<0,01$, illetve $r=0,551$; $p<0,01$).

3. táblázat: Talajbiológiai minőség (QBS) index (átlag $\pm$ SD), valamint a mikroartropóda taxonok száma (átlag $\pm$ SD) és előfordulása a vizsgált élőhelyeken

EMI: az egyes taxonokhoz rendelt ökomorfológiai értékek

Table 3: Soil biological quality (QBS) index (mean $\pm$ SD) and number (mean $\pm$ SD) and occurrence of microarthropod taxa in the studied habitats

Legend: EMI: ecomorphological values assigned to individual taxa

Fajok (EMI) / Típus	Gyümölcsös	Gyümölcsös szegély	Vetett gyeplő szegély	Vetett gyeplő	Akác fasor és szegély	Szántóföld szegély	Szántóföld	Kontroll
Acari (20)	+	+	+	+	+	+	+	+
Araneae (1-5)	+	+	+	+	+	+		+
Blattodea (5)	+	+						
Chilopoda (10)	+	+	+		+			
Coleoptera (1-20)	+	+	+	+	+	+		+
Coleoptera lárva (10)	+	+	+	+	+	+	+	+
Collembola (1-20)	+	+	+	+	+	+	+	+
Diplopoda (10-20)	+	+			+			
Diplura (20)	+	+	+	+				+
Diptera lárva (10)	+	+		+				
Hemiptera (1-10)		+	+	+	+			+
Hymenoptera (1-5)	+	+	+	+	+	+		+
Hymenoptera lárva (10)		+		+				+
Isopoda (10)	+							
Lepidoptera lárva (10)			+					+
Paupoda (20)	+	+	+	+	+			+
Protura (20)	+	+	+					
Pseudoscorpionida (20)	+	+						
Psocoptera (1)	+	+	+	+	+			+
Symphyla (10)	+	+	+	+	+			+
Thysanoptera (1)	+	+	+	+				+
Taxonok száma	12,8 $\pm$ 1,5	12,0 $\pm$ 1,7	10,3 $\pm$ 1,6	7,5 $\pm$ 1,3	7,0 $\pm$ 1,1	4,3 $\pm$ 0,5	2,5 $\pm$ 0,3	9,0 $\pm$ 1,4
QBS index	141,8 $\pm$ 27,2	121,3 $\pm$ 20,7	99,0 $\pm$ 8,9	81,8 $\pm$ 6,4	73,5 $\pm$ 5,1	54,0 $\pm$ 4,2	45,0 $\pm$ 3,9	95,5 $\pm$ 13,5

Következtetések

Botanikai vizsgálatok

A botanikai felmérés eredményeként az extenzív agroerdészeti rendszer és az intenzív hasznosítású szántóföldi kultúra növényzete között az előzetes várakozásoknak és korábbi biodiverzitás vizsgálatoknak megfelelően jelentős különbséget tapasztaltunk (Jose, 2009; Udawatta és mtsai, 2019). A szántóföldi kultúrák esetén, mind a napraforgó-, mind pedig a búzátáblán található kvadrátok rendkívül fajszegények voltak. Mindösszesen öt növényfaj fordult elő bennük, és ezek közül csak egy, az ürömlevelű parlagfű ért el jelentősebb borítást, amely ezekben a kultúrákban hazánk legnagyobb térfoglalású gyomnövénye (Pinke – Karácsony, 2010; Novák és mtsai 2011). Az agrárerdészeti rendszer különböző hasznosítású egységeinek növényzete az előzetes feltevésekkel ellentétben nem mutatott jelentős különbséget. Torralba és mtsai (2016) kimutatták, hogy a fasorok és gyümölcsösök alatti lágyszárú vegetációban gyakran jelennek meg erdei vagy féltermészetes élőhelyekhez kötődő fajok, míg a nyílt gyepterületek inkább a fényigényes, gyakran zavarástűrő fajoknak kedveznek. Ez a környezeti heterogenitás növeli a béta-diverzitást, vagyis az egyes élőhelyfoltok közötti fajkicserélődést. Jelen felmérés eredményeként a gyümölcsösök, fasorok, szegélyek, valamint a vetett gyepek és a kontroll kvadrátok növényzete esetén is nagymértékű hasonlóságot tapasztaltunk, valószínűleg a kvadrátok viszonylagos közelsége miatt. A kvadrátok többségében fényigényes, bolygatástűrő, őshonos növényfajok domináltak, e fajokon kívül még az adventív egynyári seprence, illetve a vetett fűfélék és pillangósvirágúak értek el jelentős borítást. Erdei, természetközeli élőhelyekhez kötődő fajok jelenlétét a felmért kvadrátokban valószínűleg a gyümölcsfák laza lombkoronája, kevésbé árnyaló hatása miatt nem regisztráltuk. A felmért növényfajok többsége botanikai szempontból nem képvisel kiemelkedő értéket. Ugyanakkor a talaj tápanyag- és vízgazdálkodása, valamint a növény-állat interakciók szempontjából e fajok is kedvező hatást gyakorolhatnak, ezáltal a terület izeltlábú, madár és kisemlős diverzitását is kedvezően befolyásolhatják (Fehér és mtsai, 2015; Bucheli – Bokelmann, 2017; Pardon és mtsai, 2019).

Talajbiológiai vizsgálatok

A Valaha Tanyán vizsgált élőhelyek mátrixában mind a gyümölcsös sávok, mind azok szegélyei jobb feltételeket biztosítottak a főbb mikroartropóda csoportok számára, mint a megművelt szántók. Ezek az eredmények jól tükröződnek a számított talajbiológiai minőség indexek (QBS) magas értékeiben is. Egyes tanulmányok (Parisi és mtsai 2005; Wahsha és mtsai 2014) rámutattak arra, hogy a 100 feletti QBS-érték stabil talajökológiai rendszert jeleznek. Vizsgálatainkban a gyümölcsös sáv és annak szegélye meghaladta a 100-as átlagos QBS értéket, emellett a vetett gyepek szegélye is megközelítette azt. A szántókon tapasztalt alacsony QBS-index átlagértékek a konvencionális mezőgazdálkodás talajbiodiverzitásra gyakorolt negatív hatását jelzik (Menta és mtsai, 2018). Ezekről az élőhelyekből bizonyos csoportok, mint az előrovarok (Protura), a szövőcsévések (Symphyta) és a százlábúak (Chilopoda) teljesen hiányoztak. Christian és Szeptycki (2004) szerint a Protura fajok hiánya a művelt területeken összefüggésben lehet a visszatérő mechanikai zavarással és a mezőgazdasági vegyszerek használatával.

Munkánkban szoros összefüggést találtunk a növényfajok száma, diverzitása és a talajmikroartropóda taxonok száma, valamint a QBS index között. Sabais és mtsai (2011) megállapították, hogy a talaj jellemzői után a növényfajok gazdagsága a legfontosabb tényező egyes talajlakók (pl. Collembola-közösségek) sokféleségére és abundanciájára a gyepek esetében. Perez és mtsai (2013) arról számoltak be, hogy eltérő növényzetű területeken (ilyen a Valaha Tanya mozaikos struktúrája is) a növényi sokféleségnél inkább a növényi életformák fontosak a talajartropódák közösségeire nézve. Visszahatás is megfigyelhető, hiszen a talajfauna aktivitása a lebontás következtében erősen befolyásolja a lágyszárú fajok összetételét (Eisenhauer és mtsai, 2011). Összességében az agroerdészeti rendszerek jelentősen hozzájárulhatnak a talaj biológiai minőségének javításához és az agrártájak ökológiai fenntarthatóságához.

Köszönetnyilvánítás

A publikációt az Európai Unió által finanszírozott, 101060635 szerződésszámú REFOREST projekt támogatta. A kifejtett nézetek és vélemények kizárólag a szerző(k) sajátjai és nem feltétlenül tükrözik az Európai Unió véleményét. Sem az Európai Unió, sem a támogatást nyújtó hatóság nem tehető felelőssé értük.

Irodalom

- Alvarez, T. – Frampton, G.K. – Goulson, D. (2000): The role of hedgerows in the recolonization of arable fields by epigeal Collembola. *Pedobiologia* 44: 516–526. [https://doi.org/10.1078/S0031-4056\(04\)70068-2](https://doi.org/10.1078/S0031-4056(04)70068-2)
- Borhidi A. (1993): A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. A Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium Természetvédelmi Hivatala és a Janus Pannonius Tudományegyetem kiadványa, Pécs, 95 pp.
- Bucheli, V.J.P. – Bokelmann, W. (2017): Agroforestry systems for biodiversity and ecosystem services: The case of the Sibundoy Valley in the Colombian province of Putumayo. *Int. J. Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv. Manag.* 13: 380–397.
- Christian, E. – Szeptycki, A. (2004): Distribution of Protura along an urban gradient in Vienna. *Pedobiologia* 48: 445–452. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2004.05.009>
- Csorba P. (2021): Magyarország kistájai. Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány, Debrecen, 409 pp.
- Dervash, M.A., Bhat, R.A. – Mushtaq, N. – Singh, D.V. (2018): Dynamics and Importance of Soil Mesofauna. *Int. J. Adv. Res. Sci. Eng.* 7(4): 2010–2019.
- Dollinger, J. – Jose, S. (2018): Agroforestry for soil health. *Agrofor. Syst.* 92: 213–219.
- Dupraz, C. – Lawson, G.J. – Lamersdorf, N. – Papanastasis, V.P. – Rosati, A. – Ruiz-Mirazo, J. (2018): Temperate agroforestry: The European way. In: Gordon, A.M. – Newman, S.M. – Coleman, B. (Eds.) *Temperate Agroforestry Systems*, 2nd ed; CABI: Wallingford, UK, pp. 98–152. <https://doi.org/10.1079/9781780644851.0098>
- Eichhorn, M.P. – Paris, P. – Herzog, F. – Incoll, L.D. – Liagre, F. – Mantzanas, K. – Mayus, M. – Moreno, G. – Papanastasis, V.P. – Pilbeam, D.J. – Pisanelli, A. – Dupraz, C. (2006): Silvoarable Systems in Europe – Past, Present and Future Prospects. *Agrofor. Syst.* 67(1): 29–50. <https://doi.org/10.1007/s10457-005-1111-7>

- Eisenhauer, N. – Yee, K. – Johnson, E.A. – Maraun, M. – Parkinson, D. – Straube, D. – Scheu, S. (2011): Positive relationship between herbaceous layer diversity and the performance of soil biota in a temperate forest. *Soil. Biol. Biochem.* 43: 462–465 <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.10.018>
- England, J.R. – O’Grady, A.P. – Fleming, A. – Marais, Z. – Mendham, D. (2020): Trees on farms to support natural capital: An evidence-based review for grazed dairy systems. *Sci. Total Environ.* 704: 135345. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135345>
- Ernoul, A. – Vialatte, A. – Butet, A. – Michel, N. – Rantier, Y. – Jambon, O. – Burel, F. (2013): Grassy strips in their landscape context, their role as new habitat for biodiversity. *Agr. Ecosyst. Environ.* 166: 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.07.004>
- Fehér Á. – Tóth B. – Heltai M. (2015): Agrár-környezetgazdálkodási programok és különböző művelésű agrárterületek hatása az énekesmadarak fajdiverzitására. – *Tájökológiai Lapok* 13(1): 19–31. <https://doi.org/10.56617/tl.3658>
- Giller, K.E. – Beare, M.H. – Lavelle, P. – Izac, A.-M.N. – Swift, M.J. (1997): Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Appl. Soil Ecol.* 6: 3–16. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(96\)00149-7](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(96)00149-7)
- Harta, I. – Simon, B. – Vinogradov, S. – Winkler, D. (2021): Collembola communities and soil conditions in forest plantations established in an intensively managed agricultural area. *J. For. Res.* 32: 1819–1832. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01238-z>
- Horváth F. – Dobolyi Z.K. – Morschauser T. – Lőkös L. – Karas L. – Szerdahelyi T. (1995): FLÓRA adatbázis 1.2. Taxonlista és attribútum-állomány. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, FLÓRA munkacsoport és a MTM Növénytára, Vácrátót, 267 pp.
- Huang, W. – Luukkanen, O. – Johanson, S. – Kaarakka, V. – Räisänen, S. – Vihemäki, H. (2002): Agroforestry for biodiversity conservation of nature reserves: Functional group identification and analysis. *Agrofor. Syst.* 55: 65–72.
- Jose, S. (2009): Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits. *Agrofor. Syst.* 76: 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>
- Jose, S. (2012): Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. *Agrofor. Syst.* 85: 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9517-5>
- Király G. (szerk.) (2009): Új Magyar Fűvészkönyv – Magyarország hajtásos növényei. I. kötet, Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalő, 616 pp.
- Király G. – Molnár Zs. – Bölöni J. – Vojtkó A. (szerk.) (2008): Magyarország földrajzi kistéjszainak növényzete. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 248 pp.
- Lavelle, P. (1996): Diversity of Soil Fauna and Ecosystem Function. *Biol. Int.* 33: 3–16.
- Lavelle, P. – Decaëns, T. – Aubert, M. – Barot, S. – Blouin, M. – Bureau, F. – Margerie, P. – Mora, P. – Rossi, J.-P. (2006): Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42, S3–S15. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.10.002>
- Leles, B. – Xiao, X. – Paion, B.O. – Nakamura, A. – Tomlinson, K.W. (2017): Does plant diversity increase top-down control of herbivorous insects in tropical forest? *Oikos* 126(8): 1142–1149. <https://doi.org/10.1111/oik.03562>
- Menta, C. (2012): Soil Fauna Diversity – Function, Soil Degradation, Biological Indices, Soil Restoration. In: Lameed, G.A. (Ed.) *Biodiversity Conservation and Utilization in a Diverse World*. InTech. <https://doi.org/10.5772/51091>
- Menta, C. – Conti, F.D. – Pinto, S. (2018): Microarthropods biodiversity in natural, seminatural and cultivated soils – QBS-ar approach. *Appl. Soil Ecol.* 123: 740–743 <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.05.020>

- Mosquera-Losada, M.R. – Santiago-Freijanes, J. – Pisanelli, A. – Rois, M. – Smith, J. – Herder, M. – Moreno, G. – Ferreiro-Domínguez, N. – Malignier, N. – Lamersdorf, N. – Balaguer, F. – Pantera, A. – Rigueiro-Rodríguez, A. – Vazquez, J.A. – Gonzalez, P. – Lorenzo, J.L. – Romero, R. – Burgess, P. (2018): Agroforestry in the European common agricultural policy. *Agrofor. Syst.* 92: 1117–1127. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0251-5>
- Novák R. – Dancza I. – Szentey L. – Karamán J. (2011): Az ötödik országos gyomfelvételezés. Magyarország szántóföldjein. Vidékfejlesztési Minisztérium Élelmiszerlánc-felügyeleti. Főosztály, Budapest, pp. 1–570.
- Olejniczak, I. (2007): Soil mesofauna (Acarina and Collembola) along transects crossed shelterbelts of different age and adjacent fields. *Pol. J. Ecol.* 55(4): 637–646 <https://doi.org/10.5281/zenodo.3266986>
- Pamerneckyte, G., – Schoubroeck, F. – Ghaley, B.B. – Simonson, W. – Staton, T. – Csiszár, Á. – Winkler, D. (2025): Handbook of Data Requirements and Protocols for Data Collection from the REFOREST Living Labs.
- Pardon, P. – Reheul, D. – Mertens, J. – Reubens, B. – De Frenne, P. – De Smedt, P. – Proesmans, W. – Van Vooren, L. – Verheyen, K. (2019): Gradients in abundance and diversity of ground dwelling arthropods as a function of distance to tree rows in temperate arable agroforestry systems. *Agr. Ecosyst. Environ.* 270–271: 114–128. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.10.017>
- Parisi, V. (2001): La qualità biologica del suolo. Un metodo basato sui microatropodi. *Acta Naturalia de “L’Ateneo Parmense”* 37 (3/4): 105–114.
- Parisi, V. – Menta, C. – Gardi, C. – Jacomini, C. – Mozzanica, E. (2005): Microarthropod community as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agr Ecosyst. Environ.* 105: 323–333 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.02.002>
- Perez, G. – Decaëns, T. – Dujardin, G. – Akpa-Vinceslas, M. – Langlois, E. – Chauvat, M. (2013): Response of collembolan assemblages to plant species successional gradient. *Pedobiologia*, 56(4-6): 169–177. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2013.04.001>
- Pinke Gy. – Karácsony P. (2010): Napraforgóvetéseink gyomnövényzetének vizsgálata. *Növényvédelem* 46: 425–429.
- Pulleman, M. – Creamer, R. – Hamer, U. – Helder, J. – Pelosi, C. – Pérès, G. – Rutgers, M. (2012): Soil biodiversity, biological indicators and soil ecosystem services—an overview of European approaches. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 4: 529–538. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.10.009>
- Reitsma, R. – Parrish, J.D. – McLarney, W. (2001): The role of cacao plantations in maintaining forest avian diversity in southeastern Costa Rica. *Agrofor. Syst.* 53: 185–193.
- Prăvălie, R. – Nita, I.-A. – Patriche, C. – Niculiță, M. – Birsan, M.-V. – Roșca, B. – Bandoc, G. (2021): Global changes in soil organic carbon and implications for land degradation neutrality and climate stability. *Environ. Res.* 201: 111580. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111580>
- Rivest, D. – Lorente, M. – Olivier, A. – Messier, C. (2013): Soil biochemical properties and microbial resilience in agroforestry systems: Effects on wheat growth under controlled drought and flooding conditions. *Sci. Total Environ.* 463: 51–60.
- Sabais, A.C.W. – Scheu, S. – Eisenhauer, N. (2011): Plant species richness drives the density and diversity of Collembola in temperate grassland. *Acta Oecol.* 37(3): 195–202. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2011.02.002>

- Shannon, C.E. – Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. Urbana, Illionis, University Illionis Press.
- Szanser, M. (2003): The effect of shelterbelts on litter decomposition and fauna of adjacent fields: In situ experiment. *Pol. J. Ecol.* 51(3): 309–321.
- Szigeti, N. – Berki, I. – Vityi, A. – Winkler, D. (2022): Soil mesofauna and herbaceous vegetation patterns in an agroforestry landscape. *Agrofor. Syst.* 96 (4): 773–786. <https://doi.org/10.1007/s10457-022-00739-6>
- Torralba, M. – Fagerholm, N. – Burgess, P.J. – Moreno, G. – Plieninger, T. (2016): Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 230: 150–161.
- Udawatta, R. – Rankoth, L. – Jose, S. (2019): Agroforestry and Biodiversity. *Sustainability* 11(10): 2879. <https://doi.org/10.3390/su11102879>
- Varah, A. – Jones, H. – Smith, J. – Potts, S.G. (2013): Enhanced biodiversity and pollination in UK agroforestry systems. *J. Sci. Food Agric.* 2013, 93, 2073–2075.
- Vityi A. – Marosvölgyi B. (2014): Agroerdészet egykor és ma. *Agrofórum* 25(10): 80–81.
- Vityi A. (2024): Bevezetés az agrárerdészetbe. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, 252 pp.
- Vityi A. – Kiss-Szigeti N. – Kovács K. (2018): Az agrárerdészet magyarországi helyzete. *In: Kutatások a 210 éves Erdőmérnöki Karon.* Soproni Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 34–40.
- Wahsha, M. – Bini, C. – Nadimi-Goki, M. (2014): The impact of olive mill wastewater on the physicochemical and biological properties of soils in Northwest Jordan. *Int. J. Environ. Qual.* 15: 25–31. <https://doi.org/10.6092/issn.2281-4485/4550>
- Worms, P. – Lawson, G. (2020): EURAF Policy Briefing 1. Agroforestry and the new CAP's Green Architecture. EURAF. <https://euraf.net/2020/09/16/policybriefing1/>
- Zomer, R.J. – Neufeldt, H. – Xu, J. – Ahrends, A. – Bossio, D. – Trabucco, A. – Van Noordwijk, M. – Wang, M. (2016): Global Tree Cover and Biomass Carbon on Agricultural Land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. *Sci. Rep.* 6: 29987. <https://valahatanya.hu/vertesacsarol.html>
- <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgalattas/erdogazdalkodas/102887-az-agrarerdeszet-hazai-jo-peldaja-a-valaha-tanya>

A szerzők levélcíme – Address of the authors

Csiszár Ágnes – Vityi Andrea – Vágvölgyi Andrea – Winkler Dániel
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.
e-mail: csiszar.agnes@uni-sopron.hu