

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Gyepkezelési módszerek hatása gerinctelen közösségekre

Farkas Roland Tibor

Témavezetők:
Prof. Dr. Barta Zoltán
egyetemi tanár
Dr. Bán Miklós
adjunktus



DEBRECENI EGYETEM

Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2025

I. Bevezetés és célkitűzések

Napjainkban a mezőgazdasági területek megközelítőleg kétharmada – 3,2 milliárd hektár – az állattartás célját szolgáló rétek és legelők kiterjedése (FAO 2021). A gyepek jelentős részét csak az ott zajló gazdálkodás tartja fenn. A gazdálkodás, a gyepek kezelése elkerülhetetlen, ennek során azonban különböző hatások érik az élőhelyeket és az ott élő fajokat. A fenntartható gazdálkodás érdekében a hatások részletes megismerésére és az élővilág diverzitásának megőrzésére alkalmas módszerek alkalmazására van szükség.

Európában a legelterjedtebb gyepgazdálkodási módszerek a legeltetés és a kaszálás. Terjedőben van a szárzúzás, amelyet eredetileg a gyepek helyreállítása érdekében – fák, cserjék eltávolítása – használtak (Liira et al. 2009). Nem termelő módszer, mert az apróra vágott növényzetet nem hasznosítják, hanem a területen szétterülve hagyják. A tápanyagpótlás, trágyázás nem önálló gyepkezelési módszer. Nagyobb hozamot biztosít, ezért intenzívebb legeltetést vagy kaszálást tesz lehetővé. Hatása nem függetleníthető a mellette végzett kezelés hatásától (Lepš 2014). A gyepek felhagyása inkább a kezelés elmaradását jelenti, amely azonban jelentős változásokat generálhat az addig kezelt területeken (Moog et al. 2002).

A kezelések közvetlenül (direkt) és közvetett (indirekt) módon is hatnak a gyepek életközösségeire. Direkt hatások esetében a kezelés kivitelezése során jelentkező hatásokról beszélünk, amelyet a kezelést végző gépek mozgásával járó nyomás, a vágó-zúzó eszközök vagy a legelő állatok taposása okoznak (Humbert et al. 2009).

A közvetett hatások a kezelés megtörténte után az élőhely változásából fakadnak. Megváltozhatnak az élőhely fizikai, kémiai tulajdonságai, az élőhelyek, életközösségek szerkezete, diverzitása, bizonyos taxonok abundanciája is. Első tanulmányunkban **(1. tanulmány) arra kerestük a választ, hogy a kaszálás – mint tradicionális gyepkezelési módszer – hogyan befolyásolja a nedves réteken élő csigaközösségek tulajdonságait** és ehhez képest faji szinten megfigyelhető-e eltérés.

Különböző kezelések eltérő módon hathatnak ugyanarra az élőhelyre. Ha a növényzetet lekaszálják és elszállítják, a napsugárzás mélyebbre, akár a talaj felszínéig is lehatol. Ez magasabb hőmérsékletet és erősebb vízvesztést, párologtatást okoz a növényzettel borított területekhez képest (Hesslerová et al. 2013). Ha a levágott biomassza helyben marad – például szárzúzás esetén – a kaszált területekhez képest alacsonyabb hőmérséklet és magasabb talajnedvesség mérhető (Shirish et al. 2013). Vizsgálataink során kíváncsiak voltunk arra, **van-e különbség a kaszálás és szárzúzás nedves rétek csigaközösségeire gyakorolt hatása között, rövid távú kezelések során melyik módszer jelent nagyobb garanciát a közösség védelmére (2. tanulmány)**. Ez esetben is megvizsgáltuk, hogy a közösség és a faj szintjén milyen eltérések figyelhetők meg.

A kaszáláshoz, szárzúzáshoz képest a legeltetés kevésbé szélsőséges hatásokkal jár. A legelő állatok aktivitása a gépekhez képest lassabb, térben és időben is változatosabb. Hagyományos legeltetés esetén a legelőkön különböző mértékben érintett, változatos növényzeti foltok alakulnak ki, amelyhez az ott élő fajok könnyebben tudnak alkalmazkodni (Jerrentrup et al. 2014). A kezelések hatását befolyásolhatja annak időzítése vagy intenzitásának megváltoztatása is. Még ugyanazon az élőhelyen, ugyanazon taxonok esetében is megmutatkozhatnak az ebből fakadó különbségek (pl. Humbert et al. 2009).

A kezelések élőhelytől, kezelési módszertől, érintett taxontól függő változatos hatásai indokoltá teszi, hogy minél több esettanulmány szülessen a témában. Ezekre alapulva pedig már eddig is több, áttekintő-jellegű publikáció született. Míg egyes áttekintések egy-egy konkrét kezelési módszer eredményeit gyűjtik össze (pl. Rook et al. 2004 – legeltetés, von Berg et al. 2023 – kaszálási technikák), mások kiemelt taxonok kezelési tapasztalatait összegzik (pl. Bubová et al. 2015 – lepkék, Lipińska & Bielański 2022 – Vertigo nemzetség csigafajai).

Találhatunk példát konkrét élőhelytípus kezelési módszereinek hatásait áttekintő publikációra is (Middleton et al. 2006 – lápok, láprétek). A tudományos folyóiratokban megjelenő publikációk mellett az utóbbi időben több átfogó kiadvány született, amelyek célja, hogy segítsék a gazdálkodók közvetlen tájékozódását (Marticsek 2010, Viszló 2011). Ezek fontos gyakorlati tanácsokat adnak a kezelések megvalósításával kapcsolatban. Hiányuk, hogy javaslataik sok esetben publikálatlan megfigyelésekre támaszkodnak, nem hivatkoznak tudományos eredményekre, így nem vagy nehezen ellenőrizhetők vissza. **A gyepterkezelési módszerek gerinctelenekre gyakorolt hatásának megismerése érdekében egy részletes áttekintő tanulmányt készítettünk (4. tanulmány).** Közép-Európára koncentráló munkánkban **a direkt és indirekt hatásokat egyaránt bemutatjuk. Megvizsgáljuk, milyen tényezők befolyásolják a kezelés hatását és hogyan lehet a gerinctelenek védelme érdekében kedvezőbb állapotokat elérni.** A tanulmányt részletes gyakorlati kezelési javaslatokkal zárjuk le.

A kezelések hatásának vizsgálata során olyan taxonok vizsgálata javasolt, amelyek jól jelzik a változásokat és gyors választ adnak a különböző kezelési módszerekre (Plantureux et al. 2005). Ezekre számos példát találhatunk a gerinctelenek között, amelyek még az állatokon belül is kifejezetten alulreprezentált csoportot képviselnek a tudományos publikációkban (Grodsky et al. 2015). A gerincteleneken belül a csigák (*Gastropoda*) méltatlanul alulkutatott csoportot képeznek a kezelések vizsgálata során. A csigák a gyepek jellegzetes gerinctelen csoportját képezik, a nedves réteken általában fajgazdag, változatos közösségeit találhatjuk meg (Welter-Schultes 2012). Testük magas víztartalma, lassú mozgásuk és korlátozott terjedőképességük miatt a csigaközösségek különösen érzékenyek a környezetükben bekövetkező változásokra. Ennek köszönhetően jelezhetik az élőhelyen bekövetkező változásokat (Pech et al. 2015). Több kutatás igazolta, hogy a nedves rétek csigaközösségeit jelentősen befolyásolják a környezeti tényezők, mint a nedvesség, a talaj kémhatása vagy mésztartalma (Cernohorsky et al.

2010, Horsák et al. 2014). A csigaközösségekre a különböző gyepgazdálkodási módok ugyancsak jelentős hatást gyakorolhatnak (Ausden et al. 2005).

A csigáknak van egy olyan tulajdonságuk, amely a szárazföldi élőhelyeken élő többi taxonhoz képest egyedivé teszi őket, ugyanis – a meztelen csigákat leszámítva – meszes külső vázuk (héjuk) van. A héj az egyed halála után bizonyos ideig továbbra is fennmaradhat az élőhelyen, megfelelő körülmények között akár évtizedekig is (Pearce 2008). Egy adott időpillanatban ezért élő egyedek és üres héjak is fellelhetők egy adott területen. Az üres héjak nem feltétlenül ugyanazt az időpillanatot képviselik, mint az élő egyedek, figyelembevételük befolyásolhatja a vizsgálatok végeredményét (Dvoráková et al. 2014). Ennek kapcsán megvizsgáltuk **(3. tanulmány)**, hogy **az üres héjak figyelembevétele mennyire torzítja a csigaközösség abundanciáját, van-e az egyes fajok esetében a két létállapot közötti arányt befolyásoló tényező.** A 2. tanulmány eredményeit segítségül hívtuk és megvizsgáltuk, hogy **a két létállapot egységes feldolgozása befolyásolja-e a kaszálás és szárazzás csigaközösségekre gyakorolt hatásának megítélését.**

II. Anyag és módszerek

Mintavétel, válogatás, határozás: A malakológiai adatgyűjtés során kvadrát alapú mintavételezést végeztünk (Cameron & Pokryszko 2005). A 25 × 25 cm-es felületekről felvett mintákba az avart és a talaj legfelső 1-2 cm-ét gyűjtöttük be.

Kizárólag a teljesen kifejtett és sértetlen csigahéjakat válogattuk ki a mintákból. A meztelen csigákat Cameron & Pokryszko (2005) iránymutatása szerint kizártuk a vizsgálatokból. Az első tanulmány készítése során a mintákat először kiszárítottuk, majd kiválogattuk belőlük a héjakat. A második és harmadik tanulmány készítése során, az élő egyedek és a friss, de üres héjak megkülönböztetése érdekében a mintákat a mintavételt követő napon, 0,75 mm lyukátmérőjű szűrőn átmostuk. A bennmaradt anyagot 70%-os etil-alkoholban tartósítottuk.

Ezeket később szárítás nélkül válogattuk ki. A kiválogatott héjak határozását sztereomikroszkóp segítségével végeztük.

1. tanulmány: Vizsgálati területeink a Putnoki-dombság és a Cserehát egykor kaszált, völgyalji nedves rétjei voltak, amelyeken évtizedekkel ezelőtt a gazdálkodást végleg felhagyták. Kezelt és kontroll mintaterületek jelöltünk ki, melyek páronként ugyanabban a völgyben helyezkedtek el. Mindegyiken 5-5 mintavételi pontot jelöltünk ki, egy 50 méter hosszú transzekt mentén. Összesen 7 vizsgálati területünk volt, amelyben 15 transzektet jelöltünk ki, 8 kezeltet és 7 kontrollt. A kezelt területek évente egyszer, nyáron kerültek lekaszálásra, a kontroll területek érintetlenek maradtak. A mintavételezést a kezelés megkezdése utáni 4. és 5. évben, 2007-ben és 2008-ban végeztük, július-augusztus hónapokban, az aktuális gyepkezelési munkák befejezését követően. A két év során összesen 150 mintát vettünk fel.

2. tanulmány: Vizsgálatainkat a Heves-Borsodi-dombság két patak völgyében végeztük. Mindkét vizsgált helyszín növényzete nem zombékoló magassárrét volt. A vizsgálatunkat megelőző 20-30 évben gazdálkodás vagy kezelés egyik helyszínen sem történt. A helyszíneken egy-egy 45 méter hosszú és 15 méter széles mintaterületet jelöltünk ki. Ezeket 9 sávra osztottuk, a sávok mérete 5X15 méter volt. A 9 sávot 3 kaszált, 3 szárazúzott és 3 kontroll sávba soroltuk. Minden sávot 5 egyforma, 5X3 méteres kiterjedésű területre osztottunk, ezekhez egy-egy mintavételi pont tartozott. Egy mintaterületen így összesen 45 mintavételi pont került kijelölésre. 2021. júniusának végén mindkét helyszínen malakológiai mintavételezést végeztünk. A kezeléseket néhány nappal a mintavételezés után hajtottuk végre, traktorhoz rögzített kasza, illetve szárazúzó adapter segítségével. A kontroll területek érintetlenek maradtak. A mintaterületeket ezt követően további beavatkozás nem érintette. 2022. szeptemberében visszatértünk és malakológiai mintákat vettünk a mintavételi pontokon. A vizsgálat során az élő egyedeket és a friss, de üres héjakat válogattuk ki. Csak a teljesen

kifejlett, nem törött és nem hiányos héjakat használtuk fel. Ebben a tanulmányban csak az élő egyedek adatait használtuk fel.

3. tanulmány: A vizsgálat során alkalmazott módszerek megegyeztek a második tanulmány módszertanával. Ebben a vizsgálatban azonban az élő egyedek és a friss, de üres héjak adatait egyaránt felhasználtuk. Az egyes fajok héjának méretét a magasság és szélesség mérettartományok átlagértékeinek szorzatából számoltuk ki. A gyepterkezelések hatására irányuló kérdések megválaszolása során az élő egyedek és az üres héjak adatait összevonva kezeltük.

4. tanulmány: A tanulmány a gyepterkezelések gerinctelenekre gyakorolt hatásával kapcsolatos tudományos eredmények áttekintő-jellegű ismertetése. A felhasznált cikkeket a Google Scholar, az Academia.edu és a Researchgate keresőoldalainak segítségével gyűjtöttük össze. A keresés a 2000. január 1. és 2024. december 31. között megjelent cikkekre fókuszált. A gyűjtés során tudományos folyóiratokban megjelent angol és magyar nyelvű cikkekket dolgoztunk. Ez alól csak néhány, a témával kapcsolatban Magyarországon megjelent publikáció és gazdálkodóknak szóló könyv esetében tettünk kivételt. A keresést Közép-Európa területére szűkítettük. Kivételt néhány esetben tettünk, amikor egy-egy fontos kérdésre választ adó publikációt a keresés határain belül nem találtunk. A gyepterkezelések közül a lehatárolt területen belül leggyakoribbnak számító kaszálás, legeltetés, szárzúzás, tápanyagpótlás és felhagyás hatását vizsgáltuk meg. A publikációk keresését kezelési módszerekre, a növényekre és gerinctelen taxonokra valamint a közösség tulajdonságaira vonatkozó, fix kulcsszavak megadásával végeztük.

III. Eredmények

1. tanulmány: A kaszálás hatással volt a nedves rét csigaközösségére. A kezelés hatására az abundancia, a fajszám és a diverzitás is csökkent. A fajok különböző módon reagáltak a kezelésre: 21 faj egyedszáma csökkent, 13 fajé pedig nőtt, az utóbbiak között voltak a szárazság- és zavarástűrő fajok.

2. tanulmány: A kezelés megkezdése előtt a kaszált, szárazúzott és kontroll területek csigaközösségeinek mutatói nem különböztek egymástól. A közösségek a különböző kezelések hatására különböző módon változtak. Az élő egyedek száma mindhárom kezelési csoportban csökkent, de ez a különbség egyedül a kaszált területek esetében volt szignifikáns, jelezve, hogy maga a kaszálás jelentős negatív hatást okozhatott. A fajszám esetében a kaszálás szignifikáns csökkenést okozott a kaszált területeken. A Pielou-féle egyenletesség vizsgálata során szintén csak a kaszált területeken tapasztaltunk változást, azonban ebben az esetben diverzitásnövekedés volt megfigyelhető. A három leggyakoribb faj (*Carychium minimum*, *Vallonia pulchella*, *Vertigo angustior*) egyedszámát vizsgálva, a kezelés egyedül a *V. angustior* esetében hatott. A faj egyedszáma a szárazúzott területeken növekedett a kezelés hatására.

3. tanulmány: Az élő egyedek és az üres héjak száma között különbséget találtunk az egyes fajok között. Az üres héjak száma szinte minden esetben magasabb volt az élő egyedek számánál. A két létállapot mennyisége között átlagosan ötszörös, de egyes fajok esetében több mint tizenkétszeres különbség is kimutatható volt. A héj mérete befolyásolta a különbség mértékét: minél kisebb volt, annál nagyobbak mutatkoztak az élő egyedek és az üres héjak száma közötti eltérés. A megvizsgált egyedek/héjak számának emelkedésével a fajok száma is emelkedett. Nem tapasztaltunk különbséget a csak élő egyedek, illetve az élő egyedek és üres héjak figyelembevételével számolt fajszámok között. A minták számának emelkedésével a fajszám növekedése telítési görbét követett. Ebben az esetben sem volt különbség az élő egyedeket vagy az élő egyedeket és üres héjakat egyaránt figyelembe vevő adatok elemzése között. A 2. tanulmányban bemutatott kezelési kísérlet elemzését az élő egyedek és az üres héjak összevont adataival elvégezve nem tapasztaltunk kölcsönhatást a kezelés és a mintavétel ideje között a csigaközösség egyetlen tulajdonsága esetén sem. A kezelés során

egyedül az egyedszám esetében történt változás, amely mindhárom kezelés esetén csökkent.

4. tanulmány: A gyepterkezelést végző eszközök közvetlen hatásai: vágó, zúzó részek és a kerekek által okozott taposás már egyetlen kezelés során is a gerinctelen közösségek 7,7-69%-os károsodását (pusztulás, sérülés) okozhatják. A vizsgált tanulmányok szerint a gépi kaszálás során nincs befolyása a hatás mértékére a kaszáló adapter típusának és a kaszálási magasságnak. Ugyanakkor kedvezőbb eredmény érhető el a kaszálás megfelelő időzítésével, a területen történő kevesebb mozgással és az alacsonyabb kaszálási sebesség alkalmazásával.

A gyepterkezelés közvetett hatásai a növények esetében a tanulmányok 85%-a szerint kedvező. Gerinctelenek esetében a tanulmányok 61%-a szerint kedvezőtlen és csak 25 %-uk számol be kedvező eredményekről. A kezelés felhagyása rövid távon kedvező a gerinctelenekre, hosszabb távon az élőhely átalakulásával kedvezőtlené válik. A tápanyagpótlást legtöbb esetben a kezelések intenzitásának növekedése követi. A kezelések intenzitásának növekedése (kezelési alkalom/év; állategység) negatívan hat a gerinctelen közösségekre. Az élőhely tulajdonságai, a vegetáció felerősítheti vagy mérsékelheti a kezelések hatását. A kaszálás és a szárazzás az egész területet egyszerre és egységesen érinti, míg extenzív legeltetés során foltos szerkezetben váltakozhatnak erősebben és kevésbé érintett területrészek, ami nagyobb esélyt ad a gerinctelenek túlélésére és egyes csoportok magasabb diverzitását is elősegítik. A mobilisabb fajokra kevésbé hatnak a kezelések, mert könnyebben menekülnek és gyorsabban telepednek vissza is. A kisebb testméretű fajok esetében is kisebb hatás figyelhető meg a nagyobb testű fajokhoz képest. A specialista, ritka fajok a kezeléseknek többnyire vesztesei. A kezelt területek mentén kialakított kezeletlen szegélyek, a kezelt területen kialakított kezeletlen bűvósávok kedvezően hatnak a területen élő fajok állományainak fennmaradására. A környező hasonló élőhelyekkel való kapcsolat megléte, az élőhelyek táji szintű nagy diverzitása ugyancsak alkalmas arra, hogy ebben a léptékben csökkentse a kezelések hatását.

IV. Következtések

Vizsgálatunk során azt tapasztaltuk, hogy a rendszeres kaszálás kedvezőtlenül hatott a csigaközösségek valamennyi vizsgált tulajdonságára, az abundanciára és a közösség diverzitására egyaránt (**1. tanulmány**). Ezek az eredmények megfelelnek korábbi, csigákkal foglalkozó tanulmányok eredményeinek (Pech et al. 2015). A nedves réteken végzett kaszálások a meztelencsigák egyedszámát (Everwand et al. 2013) és más gerinctelen csoportok egyedszámát is csökkentik (Cattin et al. 2003). Esetünkben a rendszeres kaszálással járó kedvezőtlen hatások már 4-5 évvel a kezelés megkezdését követően kimutathatók voltak. A rendszeres kezelések egyik potenciális hatása lehet, hogy csökkentik a ritka, egyedi igényű fajok állományait, akár annyira, hogy az egy kritikus érték alá csökken (Książkiewicz 2014). Esetünkben ezt a hatást közvetve nem sikerült megfigyelni. Ugyanakkor kiderült, hogy a különböző fajok különböző mértékben reagálnak a kezelésre. Azok a fajok, amelyek egyedszám-növekedéssel reagáltak, jellemzően nyíltabb, szárazabb élőhelyeket kedvelnek és nagyobb toleranciát mutattak a zavarással szemben. Ez jelezheti az élőhely jellegében bekövetkező változásokat is.

Egy kaszálás és szárazítás hatását összehasonlító kísérlet során már a kezeléstől számított 14 hónap után különbséget figyeltünk meg a nedves réteken élő csigaközösség tulajdonságaiban (**2. tanulmány**). A kaszálásnak az egyedszámban és a fajszámban okozott csökkenése azt mutatja, hogy ennek a kezelési módszernek akár már egy év távlatában is kimutatható negatív hatása lehet a csigaközösségekre. Ugyanilyen időtáv alatt a szárazított területek eredményei nem különböztek a kezeletlen területekétől. A gerinctelen közösségek tagjaira ugyanaz a kezelés sok esetben különböző módon hat (Cizek et al. 2012). A vizsgált csigaközösség három leggyakoribb tagja sem egyformán reagált a kezelésekre. Egyedül a *Vertigo angustior* esetében volt megfigyelhető a szárazítás rövidtávú kedvező hatása. A *Carychium minimum* és *Vallonia*

pulchella fajok esetében nem okozott kimutatható változásokat egyik kezelés sem. Munkánk során elsők között vizsgáltuk a szárazzás csigákra gyakorolt hatását, de a kaszálás csigaközösségekre gyakorolt hatása is alig ismert. Korábbi kutatások (Pech et al. 2015) hosszabb távú kezelések hatásaira fókuszálnak, módszertani különbségeik is nehezítik, hogy általános véleményt formálhassunk erről a kezelési módszerről. Eredményeink alapján, a rövidtávú, legfeljebb néhány évig tartó kezelések esetén (pl. természetvédelmi beavatkozások), mégis a szárazzást tartjuk a csigaközösség szempontjából elfogadható módszernek a kaszálással szemben.

A csigaközösségek tulajdonságaival foglalkozó vizsgálatok számos esetben nem tesznek különbséget az ugyanazzal a módszerrel gyűjthető élő egyedek és a területen fellelhető üres héjak, mint létállapotok között. Vizsgálatunk során igazoltuk, hogy a létállapotok adatainak együttesen, vagy egymástól elkülönítve történő elemzése jelentősen befolyásolhatja a csigaközösségen végzett vizsgálatok eredményeit (**3. tanulmány**). Megállapítottuk, hogy az üres héjak száma az élőknek többszöröse, ráadásul az egyes fajok esetében jelentős különbségek lehetnek. A nagyobb méretű héjak lassabban bomlanak le (Pearce 2008). Ebből esetünkben arra következtethetnénk, hogy a nagyobb méretű fajoknál a létállapotok egyed/darabszámai közötti különbség magasabb lesz, mint a kisméretű fajok esetében. Ezzel szemben, a méret és a különbség között negatív korreláció volt kimutatható. A jelenség azzal magyarázható, hogy a kisebb méretű csigák egyedszáma eleve magasabb volt az általunk is vizsgált nedves réteken, a kisebb csigák hamarabb érik el a kifejtett kort és több utódot is hoznak létre egységnyi idő alatt, mint a nagyobb méretűek (Myzik 2011, Welter-Schultes 2012). Két gyepkezelési módszer, a kaszálás és a szárazzás csigaközösségekre gyakorolt hatásának vizsgálata során megállapítottuk, hogy jelentősen eltérő eredményeket okozhat, ha az elemzések során kizárólag az élő egyedek vagy az élő egyedek és az üres héjak adatait együttesen vesszük figyelembe. Nedves réteken kapott eredményeink nem általánosíthatók,

legfeljebb hasonló élőhelyeken élő csigaközösségek esetén értelmezhetők. Az élőhelyek tulajdonságai (nedvesség, kémhatás) ugyanis befolyásolhatják az üres héjak lebomlásának időtartamát. Szárazabb vagy savanyúbb élőhelyeken zajló folyamatok hatásai jelentősen különbözhetnek az általunk tapasztaltaktól (Dvoráková et al. 2014).

Irodalmi adatok felhasználásával áttekintettük a különböző gypekezelési módszerek gerinctelenekre gyakorolt hatását (**4. tanulmány**). A kezelések során fizikai érintkezés miatt jelentkeznek a közvetlen hatások. A kezelést végző eszközök vágó, zúzó részei, a gépek és állatok taposása rövid idő alatt jelentős károsodást okozhat a gerinctelenek állományában. A gerinctelen taxonokra – testfelépítéstől, mobilitástól függően – eltérően hathatnak a kezelések. A vizsgált tanulmányok bebizonyították, hogy bizonyos kezelési technikák helyes alkalmazásával a direkt hatások által okozott veszteségek mérsékelhetők. A kezelések által hosszabb távon okozott, közvetett hatások az élőhely megváltozásából fakadnak. Ezt befolyásolhatják a kezelési módszer, az élőhely adottságai (környezeti tényezők, növényzet jellemzői), de a vizsgált gerinctelen csoporttól (mobilitás, méret, tűrőképesség) is függ. A kezelés intenzitásának egyensúlyban tartása kiemelten fontos, a növekedő vagy szélsőségesen csökkenő intenzitás a gerinctelen csoportok diverzitásának csökkenésével, a fajösszetétel átalakulásával járhat. A kezelések hatásának javítása érdekében két szinten lehet érdemi eredményeket elérni: I.) A táji szinten vegyesen alkalmazott kezelési módszerek, a különböző kezelési intenzitások, a térben és időben diverzifikált kezelési aktivitás változatos élőhelykomplexek fennmaradásához járulhat hozzá. II.) A kezelt földterületen belül is van lehetőség tér- és időbeli kezelési diverzifikációra. A bűvósávok megfelelő módon történő kijelölése a kezelésre érzékeny fajok védelmének legegyszerűbb, de hatékony módszere. Ha a területen a kezelésre érzékeny gerinctelen taxon előfordulása ismert, az annak

életmenetéhez igazított időbeli tervezés és helyes intenzitás megválasztása segítheti a taxon fennmaradását.

Összefoglalva, dolgozatomban két terepi kezelési kísérlet során gyepkezelési módszerek csigaközösségekre gyakorolt hatását mutattam be. Feltártam egy módszertani eltérés kutatási eredményekre gyakorolt, eddig kevésbé tisztázott hatását. Részletes áttekintést nyújtottam a leggyakoribb gyepkezelési módszerek gerinctelen közösségekre gyakorolt hatásáról, amely alapján gyakorlati kezelési javaslatokat is megfogalmaztam. Az eredmények hozzájárulhatnak a gyepkezelések hatásainak alaposabb megismeréséhez. Az általános áttekintés hiánypótló módon, a tudományos eredményeket köt össze a gyakorlati alkalmazással, kutatók és kezelők munkájának támogatása érdekében.

Új tudományos eredmények

- A kaszálás negatívan hat a nedves rétek csigaközösségeire.
- A kezelések közvetett hatása már a kezelés utáni évben kimutatható lehet.
- A szárazzásnak a kezelés utáni évben nincs kimutatható hatása a nedves rétek csigaközösségeire.
- Az élő csigaegyedek mellett a friss, de üres héjak figyelembevétele torzítja a kezelések eredményeit.
- A különböző gyepkezelési módszerek az esetek nagyobb részében negatívan hatnak a gyepekben élő gerinctelenekre.
- Számos, a gyepkezelések gerinctelenekre gyakorolt hatását befolyásoló tényezőt azonosítottunk.
- Tudományos publikációk eredményei alapján a gerinctelenek számára kedvezőbb kezelési javaslatokat fogalmaztunk meg.

V. A disszertáció alapját képező publikációk

Farkas, R., Bán, M., Barta, Z., 2024. Mowing wet meadows reduces the health of their snail communities. PeerJ 12, e16783.

Farkas, R., Bán, M., Oláh, G., Dudás, G., Barta, Z., 2025. The effect of mowing and mulching on snail communities: an experiment in wet meadows. PLoS One 20, e0314670.



Nyilvántartási szám: DEENK/479/2025.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Farkas Roland Tibor
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10073762

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

1. **Farkas, R. T.**, Bán, M., Oláh, G., Dudás, G., Barta, Z.: The effect of mowing and mulching on snail communities: an experiment in wet meadows.
PLoS One. 20 (7), 1-12, 2025. ISSN: 1932-6203.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0314670>
IF: 2.6 (2024)
2. **Farkas, R. T.**, Bán, M., Barta, Z.: Mowing wet meadows reduces the health of their snail communities.
PeerJ. 12, 1-16, 2024. EISSN: 2167-8359.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.16783>
IF: 2.4

További közlemények

Magyar nyelvű könyvek (3)

3. Szerk. Virók, V., **Farkas, R. T.**, Farkas, T., Suvada, R., Vojtkó, A.: A Gömör-Tornai-karszt flórája: Enumeráció. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 922 p. [1126 p.], 2016. (ANP Füzetek ; XIV.) ISBN: 9789638815897
4. Szerk. Virók, V., **Farkas, R. T.**, Farkas, T., Boldoghné, S. F., Vojtkó, A.: A Gömör-Tornai-karszt flórája: Általános rész. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 490 p., 2014. (ANP Füzetek, ISSN 1417-0442 ; XIII.) ISBN: 9789638815880
5. **Farkas, R. T.**, Huber, A., Gáti, E.: Fészkelő és vonuló madárfajok állományainak vizsgálata a Bódva-völgyben. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 248. p., 2014. (ANP Füzetek, ISSN 1417-0442 ; XII.) ISBN: 9789638815873





Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

6. **Farkas, R. T.**, Boldogh, S., Szentgyörgyi, P., Bartha, C.: A gyurgyalg (Merops apiaster L. 1758) állományának felmérése és védelme Észak-Magyarországon.
In: Kutatások az Aggteleki Nemzeti Parkban = Researches in Aggtelek National Park and biosphere reserve. Szerk.: Boldogh Sándor, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatósága, Jósvafő, 97-106, 2003, (ANP füzetek, 1417-0442 ; 2.) ISBN: 9632129881

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (16)

7. Kiss, C., Winkler, D., Komlós, M., **Farkas, R. T.**, Gyurácz, J.: Egyes időjárási tényezők hatása a barátpozsáta (*Sylvia atricapilla*) költési sikerére.
MAvK. 13, 255-266, 2017. ISSN: 1418-284X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17243/mavk.2017.255>
8. **Farkas, R. T.**, Fehér, Z.: A dobozi pikkelyescsiga (Kovacsia kovacsi [VARGA & PINTÉR, 1972]) elterjedésének vizsgálata a Zempléni-hegységben.
Állatt. közl. 98 (1-2), 57-64, 2013. ISSN: 0002-5658.
9. Virók, V., **Farkas, R. T.**, Gulyás, G., Sramkó, G.: Florisztikai adatok Borsod-Abaúj-Zemplén megye északi részéről III.
Kitaibelia. 15 (1-2), 73-84, 2010. ISSN: 1219-9672.
10. **Farkas, R. T.**: Adatok a Tiszántúl csigafaunájához III. A Szamos hullámtere és a Tisza hullámterének Tiszabecs és Tiszakóród közötti szakasza.
Békés M. Múz. Közl. 33, 7-47, 2009. ISSN: 0139-0090.
11. Sólymos, P., Vilisics, F., Kemencei, Z., Páll-Gergely, B., **Farkas, R. T.**, Nagy, A., Kisfali, M., Hornung, E.: Globális változás, lokális túlélés: kitéttég és nedvességi grádiens hatása avarlakó gerinctelenekre aggteleki tőbrök alapján.
Termévd. közl. 15, 396-411, 2009. ISSN: 1216-4585.
12. **Farkas, R. T.**: A *Chondrina tatrix* Ložek, 1948 (Mollusca: Gastropoda) előfordulása az Aggteleki-karszton.
Békés M. Múz. Közl. 32, 45-56, 2008. ISSN: 0139-0090.
13. **Farkas, R. T.**: Adatok az Aggteleki-karszt, a Cserehát és a Putnoki-dombság Mollusca faunájához II.
Malakol. Tájé. 26, 43-80, 2008. ISSN: 0230-0648.
14. Benkő, Z., **Farkas, R. T.**, Tóth, Z., Pásztor, E.: Fészekhűtés hatása szécinege (*Parus major*) tojók viselkedésére és testtömegére a melengetési időszakban.
Ornis Hung. 15-16, 7-17, 2008. ISSN: 1215-1610.
15. Virók, V., **Farkas, R. T.**: Új növényfaj a hazai edényes flórában: a Haller-kővízfész (Cardaminopsis halleri (L.) Hayek).
Kitaibelia. 13 (1), 29-33, 2008. ISSN: 1219-9672.





16. **Farkas, R. T.**: Vonuláskutatás és környezeti nevelés a Bódva-völgyben.
Ornis Hung. 15-16, 63-70, 2008. ISSN: 1215-1610.
17. Virók, V., **Farkas, R. T.**: Florisztikai adatok Borsod-Abaúj-Zemplén megye északi részéről II.
Kitaibelia. 12 (1), 73-79, 2007. ISSN: 1219-9672.
18. Delí, T., **Farkas, R. T.**: A bánáti csiga (*Drobacia banatica* Rossmässler, 1838) legújabb hazai lelőhelyei a Szamos mentén.
Natura Bekesiensis. 8, 19-28, 2006. ISSN: 1218-3946.
19. Emri, T., **Farkas, R. T.**, Nehézy, L., Zöld, B. M.: A törpekuvik (*Glaucidium passerinum*) kilencedik magyarországi előfordulása.
Aquila. 113, 169-170, 2006. ISSN: 0374-5708.
20. **Farkas, R. T.**: Adatok az Aggteleki-karszt, a Cserehát és a Putnoki-dombság Mollusca faunájához I.
Malacol. Tájé. 23, 177-202, 2005. ISSN: 0230-0648.
21. Boldogh, S., **Farkas, R. T.**, Szmorad, F., Szaniszló, M. I.: Territóriumtartó törpekuvik (*Glaucidium passerinum*) -pár megfigyelése az Aggteleki Nemzeti Parkban.
Aquila. 112, 65-68, 2005. ISSN: 0374-5708.
22. Virók, V., **Farkas, R. T.**, Szmorad, F., Boldoghné, S. F.: Florisztikai adatok Borsod-Abaúj-Zemplén-megye északi részéről.
Kitaibelia. 9 (1), 143-150, 2004. ISSN: 1219-9672.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

23. Kemencei, Z., **Farkas, R. T.**, Páll-Gergely, B., Vilisics, F., Nagy, A., Hornung, E., Sólmos, P.: Microhabitat associations of land snails in forested dolinas: implications for coarse filter conservation.
Community Ecol. 15 (2), 180-186, 2014. ISSN: 1585-8553.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/ComEc.15.2014.2.6>
IF: 1.214
24. Gyimóthy, Z., Gyurác, J., Bank, L., Bánhidi, P., **Farkas, R. T.**, Németh, Á., Csörgő, T.: Wing length, body mass and fat reserves of Robins (*Erithacus rubecula*) during autumn migration in Hungary.
Acta Zool. Acad. Sci. Hung. 57 (2), 203-218, 2011. ISSN: 1217-8837.
IF: 0.564
25. **Farkas, R. T.**, Horváth, R., Pásztor, L.: Nesting success of the Red-backed Shrike (*Lanius collurio*) in a cultivated area.
Ornis Hung. 7, 27-37, 1997. ISSN: 1215-1610.





Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (12)

26. Turóci, Á., Hutchinson, J. M. C., Schlitt, B., Vidéki, R., **Farkas, R. T.**, Németh, M. Z., Borostyán, K., Páll-Gergely, B.: First records of *Arion intermedius* and *Arion transsylvanus* (*Stylommatophora*: *Arionidae*) in Hungary.
Ecol. Mont. 83, 12-28, 2025. ISSN: 2337-0173.
DOI: <http://dx.doi.org/10.37828/em.2025.83.2>
27. Haase, M., Grego, J., Eröss, Z. P., **Farkas, R. T.**, Fehér, Z.: On the origin and diversification of the stygobiotic freshwater snail genus *Hauffenia* (*Caenogastropoda*: *Hydrobiidae*) with special focus on the northern species and the description of two new species.
Eur. J. Taxon. 775, 143-184, 2021. EISSN: 2118-9773.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5852/ejt.2021.775.1555>
IF: 1.398
28. Lukács, Z., **Farkas, R. T.**, Fröhwrth, A., Gyurácz, J.: Autumn migration of blue tits (*Parus caeruleus*) at two Hungarian study sites.
North-West. J. Zool. 11 (2), 225-233, 2015. ISSN: 1584-9074.
IF: 0.539
29. **Farkas, R. T.**, Deli, T., Páll-Gergely, B.: *Chondrina tatraica* Ložek, 1948: new species for the Romanian fauna (*Gastropoda*: *Chondrinidae*).
Malacol. Bohem. 14, 17-20, 2015. ISSN: 1336-6939.
30. Páll-Gergely, B., **Farkas, R. T.**, Deli, T., Welter-Schultes, F.: *Plicuteria lubomirski* (Slósarski, 1881) (*Gastropoda*: *Pulmonata*: *Hygromiidae*), a forgotten element of the Romanian mollusc fauna, with notes on the correct spelling of its name.
Folia Malacol. 21 (2), 91-97, 2013. ISSN: 1506-7629.
DOI: <https://doi.org/10.12657/folmal.021.010>
31. **Farkas, R. T.**, Páll-Gergely, B.: First record of *Trochulus bielzi* (E. A. Bielz 1860) in Hungary (Zemplén Mountains), with notes on the anatomy of some *Trochulus* species (*Gastropoda*: *Pulmonata*: *Hygromiidae*).
Folia Malacol. 20 (2), 81-85, 2012. ISSN: 1506-7629.
DOI: <https://doi.org/10.2478/v10125-012-0011-5>
32. Gyimóthy, Z., Gyurácz, J., Bank, L., Bánhidi, P., **Farkas, R. T.**, Németh, Á., Csörgő, T.: Autumn migration of robins (*Erithacus rubecula*) in Hungary.
Biologia. 66 (3), 548-555, 2011. ISSN: 0006-3088.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/s11756-011-0039-9>
IF: 0.557
33. Vilisics, F., Sólymos, P., Nagy, A., **Farkas, R. T.**, Kemencei, Z., Hornung, E.: Small scale gradient effects on isopods (*Crustacea*, *Oniscidea*) in karstic sink holes.
Biol. Bratislava. 66 (3), 499-505, 2011. ISSN: 0006-3088.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/s11756-011-0042-1>
IF: 0.557





34. Sólymos, P., Kemencei, Z., Páll-Gergely, B., **Farkas, R. T.**, Vilisics, F., Hornung, E.: Does Shell Accumulation Matter in Micro-Scale Land Snail Surveys?
Malacologia. 51 (2), 389-393, 2009. ISSN: 0076-2997.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4002/040.051.0211>
IF: 1.44
35. Sólymos, P., **Farkas, R. T.**, Kemencei, Z., Páll-Gergely, B., Vilisics, F., Nagy, A., Kisfali, M., Hornung, E.: Micro-habitat scale survey of land snails in dolines of the Alsó-hegy, Aggtelek National Park, Hungary.
Mollusca. 27 (2), 167-171, 2009. ISSN: 1864-5127.
36. Vilisics, F., Nagy, A., Sólymos, P., **Farkas, R. T.**, Kemencei, Z., Páll-Gergely, B., Kisfali, M., Hornung, E.: Data on the terrestrial Isopoda fauna of the Alsó-hegy, Aggtelek National Park, Hungary.
Folia faun. Slov. 13 (4), 19-22, 2008. ISSN: 1335-7522.
37. Horváth, R., **Farkas, R. T.**, Reuven, Y.: Nesting ecology of the Red-backed Shrike (*Lanius collurio*) in Northeastern Hungary.
The Ring. 22, 128-132, 2000. ISSN: 0035-5429.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 11,269

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 5

A DEENK a Jelölt által a Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2025.08.19.



Short thesis for the degree of doctor of philosophy (PhD)

**Impact of management on grassland invertebrate
communities**

by Roland Tibor Farkas

Supervisors:

Prof. Dr. Zoltán Barta
professor

Dr. Miklós Bán
assistant professor



UNIVERSITY OF DEBRECEN
Doctoral School of Juhász-Nagy Pál
Debrecen, 2025

I. Introduction and objectives

At present, approximately two-thirds of global agricultural land – covering about 3.2 billion hectares – consists of meadows and pastures used for livestock production (FAO 2021). A large proportion of grasslands is maintained solely through agricultural management practices. Grassland management is therefore inevitable; however, it exerts various impacts on habitats and their associated species. For sustainable land use, a detailed understanding of these effects and the application of methods suitable for preserving biodiversity are required. In Europe, the most widespread grassland management practices are grazing and mowing. Mulching is becoming increasingly common, initially introduced as a restoration tool to remove trees and shrubs (Liira et al. 2009). Mulching is non-productive, as the shredded vegetation is not harvested but left scattered on site. Fertilization is not an independent management method; rather, it increases yields, thus enabling more intensive mowing or grazing. Its effects cannot be separated from those of the concurrent management practice (Lepš 2014). Abandonment of grasslands generally means the cessation of management, which may nonetheless induce major changes in previously managed areas (Moog et al. 2002).

Management affects grassland communities both directly and indirectly. Direct impacts arise during the implementation of management, including pressure caused by machinery, the action of cutting and shredding tools, or trampling by grazing livestock (Humbert et al. 2009). Indirect impacts occur subsequently, through changes in habitat conditions. These may include alterations in the physical and chemical properties of the habitat, as well as in community structure, diversity, and the abundance of particular taxa. **In our first study (Study 1), we investigated how mowing, as a traditional management practice, influences the properties of snail assemblages in wet meadows, and**

whether species-level responses deviate from community-level patterns.

Different management methods may affect the same habitat in distinct ways. When vegetation is cut and removed, solar radiation may penetrate more deeply, sometimes reaching the soil surface, resulting in increased temperature and intensified water loss compared to areas with intact plant cover (Hesslerová et al. 2013). If the biomass remains on site – as in the case of mulching – temperatures are lower and soil moisture higher compared to mown plots (Shirish et al. 2013). **In our second study (Study 2), we aimed to determine whether mowing and mulching exert different effects on snail assemblages in wet meadows, and which of these methods provides greater short-term protection for the community.** Here as well, both community- and species-level responses were examined.

Compared to mowing and mulching, grazing usually exerts less extreme effects. The activity of grazing animals is slower, more spatially heterogeneous, and temporally variable than the action of machinery. Under traditional grazing, diverse patches of vegetation develop, differing in the degree of impact, and these are easier for resident species to adapt to (Jerrentrup et al. 2014). The timing and intensity of management may also influence outcomes, and even within the same habitat and taxonomic group, different responses may emerge (e.g. Humbert et al. 2009).

The diverse, habitat- and taxon-specific effects of grassland management underscore the importance of producing case studies. Based on such studies, numerous review articles have already been published. Some of these synthesize results of specific management methods (e.g. Rook et al. 2004 – grazing; von Berg et al. 2023 – mowing techniques), while others summarize experiences concerning particular taxa (e.g. Bubová et al. 2015 – butterflies; Lipińska & Bielański 2022 – snails of the genus *Vertigo*). Further reviews focus on specific habitat types (e.g. Middleton et al. 2006 – fens and fen meadows). In addition to scientific publications,

several practical handbooks have recently been published for farmers (Marticsek 2010; Viszló 2011), providing guidance for management implementation. Their drawback is that they often rely on unpublished observations without reference to verifiable scientific results. To address this gap, **we prepared a detailed review study (Study 4) on the effects of grassland management on invertebrates, focusing on Central Europe. This work considers both direct and indirect impacts, identifies key influencing factors, and discusses how more favorable conditions for invertebrate conservation can be achieved.** The study concludes with detailed practical management recommendations.

The study of management impacts requires the use of taxa that are sensitive to changes and provide rapid responses to different practices (Plantureux et al. 2005). Numerous such examples can be found among invertebrates, a group still underrepresented in scientific publications (Grodsky et al. 2015). Within invertebrates, snails (Gastropoda) remain particularly understudied with respect to management effects. They are a characteristic group of grasslands, with species-rich assemblages especially in wet meadows (Welter-Schultes 2012). Due to their high body water content, slow mobility, and limited dispersal ability, snail communities are particularly sensitive to environmental changes, making them suitable indicators of habitat alterations (Pech et al. 2015). Several studies have confirmed that snail assemblages in wet meadows are strongly influenced by environmental factors such as moisture, soil pH, and calcium content (Cernohorsky et al. 2010; Horsák et al. 2014). Different grassland management methods may likewise exert significant effects on them (Ausden et al. 2005).

Snails possess a unique trait compared to other terrestrial taxa: apart from slugs, they have a calcareous shell. After death, shells may persist in the habitat for some time, in suitable conditions even for decades (Pearce 2008). Thus, at any given moment, both live individuals and empty shells may be present in the same area. Empty shells do not necessarily represent the same time frame as live individuals, and their inclusion may

influence study outcomes (Dvoráková et al. 2014). For this reason, **in our third study (Study 3), we examined the extent to which the inclusion of empty shells biases abundance estimates, and whether species-specific factors influence the ratio between live and empty-shell records.** Drawing on the results of Study 2, **we also tested whether treating the two states jointly affects the assessment of mowing and mulching impacts on snail assemblages.**

II. Materials and methods

Sampling, sorting, identification: Malacological sampling was carried out using quadrat-based methods (Cameron & Pokryszko 2005). Samples were collected from 25 × 25 cm plots, including litter and the top 1-2 cm of soil. Only fully developed, undamaged shells were selected. Slugs were excluded following Cameron & Pokryszko (2005). In Study 1, samples were dried prior to shell extraction. In Studies 2 and 3, to differentiate between live individuals and fresh empty shells, samples were washed through a 0.75 mm sieve on the day after collection. Residual material was preserved in 70% ethanol, and shells were later sorted without drying. Identification was carried out under a stereomicroscope.

Study 1: The study areas were abandoned valley-bottom wet meadows of the Putnok Hills and the Cserehát region, last mown several decades earlier. Managed and control plots were established in pairs within the same valleys. Each plot contained five sampling points along a 50 m transect. In total, seven study sites were included, encompassing 15 transects (8 managed, 7 control). Managed sites were mown once annually in summer, while controls remained untouched. Sampling was conducted in the 4th and 5th years of treatment (2007 and 2008), during July-August after mowing. A total of 150 samples were collected.

Study 2: Research was conducted in two stream valleys of the Heves-Borsod Hills. Both sites supported non-tussock sedge meadows, unmanaged for 20–30 years. At each site, a 45×15 m study plot was

established and divided into nine 5×15 m strips. These were assigned to mowing, mulching, or control treatments (3 strips each). Each strip was further divided into five 5×3 m plots, each containing one sampling point, yielding 45 points per site. In June 2021, malacological sampling was performed at both sites. Management (mowing and mulching) was conducted a few days later using tractor-mounted implements; control plots remained untouched. No further interventions were applied thereafter. In September 2022, follow-up sampling was conducted. Only live individuals and fresh empty shells were selected, and only intact, adult shells were used. For this study, only live individuals were analyzed.

Study 3: The methodology followed Study 2, but both live individuals and fresh empty shells were included in the analyses. Shell size was calculated as the product of mean height and mean width ranges. To address grassland management questions, data from live individuals and empty shells were pooled.

Study 4: This review study synthesized scientific evidence on the effects of grassland management on invertebrates. Articles were collected using Google Scholar, Academia.edu, and ResearchGate, focusing on publications between January 1, 2000, and December 31, 2024. Both English- and Hungarian-language papers in peer-reviewed journals were included, with a few exceptions for relevant Hungarian publications and farmer-oriented handbooks. The search was restricted to Central Europe, except where essential studies were unavailable within this boundary. The review focused on the most common management types: mowing, grazing, mulching, fertilization, and abandonment. Literature searches were conducted using fixed keywords relating to management methods, vegetation, invertebrate taxa, and community properties.

III. Results

Study 1: Mowing influenced the snail communities of wet meadows. As a result of the treatment, abundance, species richness, and diversity all

decreased. Species responded differently to mowing: the abundance of 21 species decreased, while that of 13 species increased; the latter group included drought- and disturbance-tolerant species.

Study 2: Prior to the initiation of treatments, the community indices of the mowed, mulched, and control plots did not differ significantly. Following treatment, however, snail communities responded in different ways depending on the management type. The number of live individuals decreased in all three treatments, but this decline was significant only in the mowed plots, suggesting that mowing itself may have had a considerable negative impact. Species richness also showed a significant decrease in mowed plots. In terms of Pielou's evenness, changes were again observed only in mowed plots, though in this case an increase in diversity was recorded. When analyzing the three most common species (*Carychium minimum*, *Vallonia pulchella*, *Vertigo angustior*), treatment effects were detected only for *V. angustior*. Its abundance increased in mulched plots as a result of the treatment.

Study 3: Marked differences were found between the numbers of live individuals and empty shells across species. Empty shells were almost always more numerous than live individuals. On average, a fivefold difference was observed, but in some species this ratio exceeded twelvefold. Shell size influenced the degree of difference: the smaller the shell, the greater the discrepancy between live individuals and empty shells. Species richness increased with the number of examined individuals/shells. No difference was observed between species richness calculated from live individuals only and species richness calculated from live individuals combined with empty shells. The increase in species richness with sampling effort followed a saturation curve, and again, no difference was found between the two analytical approaches. When analyzing the experimental treatment data from Study 2 using combined data on live individuals and empty shells, no interaction was detected between treatment and sampling time for any community

attribute. Only abundance showed treatment effects, with a decline across all three treatments.

Study 4: Direct impacts of grassland management machinery included cutting and crushing parts, as well as wheel-induced trampling, which could cause 7.7-69% damage (mortality, injury) to invertebrate communities after a single treatment event. According to the reviewed studies, the type of mowing device and mowing height did not influence the magnitude of the effect. However, more favorable outcomes could be achieved through appropriate timing, reduced machine traffic, and lower mowing speed.

Indirect effects of grassland management were generally positive for plants in 85% of studies. For invertebrates, however, 61% of studies reported negative impacts, while only 25% indicated positive effects. Cessation of management proved beneficial for invertebrates in the short term, but unfavorable in the long term due to habitat succession. Fertilization is often followed by an increase in management intensity. Higher management intensity (frequency per year; livestock unit density) negatively affected invertebrate communities. Habitat properties and vegetation structure could amplify or mitigate management impacts. While mowing and mulching affect the entire habitat uniformly, extensive grazing creates a patchy mosaic of strongly and weakly affected areas, offering greater survival chances for invertebrates and fostering higher diversity in certain groups. More mobile species were less impacted by management, as they could escape disturbance and recolonize more rapidly. Smaller-bodied species also tended to be less affected compared to larger-bodied ones. Specialist and rare species were typically among the losers of management. Establishing untreated buffer strips and refugia within managed sites had favorable effects on the persistence of local populations. Connectivity with similar surrounding habitats and high landscape-level habitat diversity likewise helped to mitigate management impacts at larger scales.

IV. Conclusions

Our study demonstrated that regular mowing negatively affected all investigated attributes of snail communities, including abundance and diversity (Study 1). These findings are consistent with earlier results concerning snails (Pech et al. 2015). Mowing of wet meadows reduces the abundance of slugs (Everwand et al. 2013) as well as other invertebrate groups (Cattin et al. 2003). In our case, negative effects of regular mowing became evident as early as 4–5 years after the start of treatments. One potential impact of regular management is the reduction of rare, habitat-specialist species to critically low levels (Książkiewicz 2014), although we could not confirm this effect directly. Nevertheless, our results revealed that different species responded with varying intensity. Species whose abundances increased generally preferred more open, drier habitats and displayed greater tolerance to disturbance, possibly indicating shifts in habitat conditions.

In an experiment comparing mowing and mulching, differences in snail community attributes of wet meadows were already evident 14 months after treatment (Study 2). The decline in abundance and species richness following mowing suggests that this management method can exert detectable negative effects on snail communities even within a single year. In contrast, results from mulched plots did not differ from controls over the same period. Different invertebrate taxa often respond differently to the same management action (Cizek et al. 2012). Similarly, the three most common snail species in our study reacted differently: only *Vertigo angustior* exhibited a short-term positive response to mulching, while *Carychium minimum* and *Vallonia pulchella* showed no detectable response. To our knowledge, this was among the first studies to investigate mulching effects on snails, and even the impacts of mowing on snail communities remain poorly understood. Previous research (Pech et al. 2015) has focused on long-term treatments, and methodological differences complicate generalizations. Based on our findings, mulching appears to be a more acceptable short-term management method (e.g., for

conservation interventions lasting only a few years) compared to mowing.

Many snail community studies do not distinguish between live individuals and empty shells collected by the same sampling method. Our results confirmed that analyzing these states separately or together can substantially affect community-level conclusions (Study 3). Empty shells outnumbered live individuals by several times, with substantial variation among species. Larger shells decompose more slowly (Pearce 2008), which could suggest that differences between life states should be greater for large-bodied species. In contrast, we found a negative correlation between shell size and the abundance discrepancy, likely explained by higher natural abundances of small snails in wet meadows, their faster maturation, and higher reproductive rates compared to larger species (Myzyk 2011, Welter-Schultes 2012). We also showed that considering live individuals only versus live individuals combined with empty shells produced markedly different results in assessing management effects of mowing and mulching. Results from wet meadows cannot be generalized beyond similar habitats, as site conditions (moisture, pH) influence shell decomposition rates. In drier or more acidic habitats, processes may differ considerably from our observations (Dvořáková et al. 2014).

Using literature data, we reviewed the impacts of grassland management methods on invertebrates (Study 4). Direct effects arise from physical contact with machinery or livestock, causing considerable damage to invertebrate populations within a short time. The magnitude of impact varies across taxa depending on body structure and mobility. Nonetheless, reviewed studies demonstrated that appropriate application of certain management techniques can mitigate these direct losses.

Long-term indirect effects are associated with habitat alteration. These depend on the management method, site characteristics (environmental factors, vegetation structure), and taxon-specific traits (mobility, body size, tolerance). Maintaining balanced management intensity is crucial, as both intensification and extreme reduction may reduce diversity and

alter species composition. To improve management outcomes, two levels of action are possible: (i) At the landscape scale, employing a mosaic of management methods, intensities, and temporally and spatially diverse activities helps maintain habitat complexity. (ii) Within sites, temporal and spatial diversification of management is also feasible. Establishing refugia is the simplest yet highly effective method for protecting sensitive species. When sensitive invertebrate taxa are known to occur, tailoring management timing and intensity to their life cycles can support their persistence.

In summary, this dissertation presented the effects of grassland management methods on snail communities through two field experiments, revealed the influence of a methodological issue rarely addressed in snail community studies, and provided a detailed review of the effects of major grassland management practices on invertebrate communities. Based on this synthesis, practical management recommendations were also formulated. These results contribute to a more comprehensive understanding of grassland management impacts. By bridging scientific findings and practical application, this work supports both researchers and land managers.

Novel scientific findings

- Mowing exerts a negative impact on snail communities of wet meadows.
- Indirect effects of treatments may already be detectable in the year following their application.
- Mulching has no detectable impact on the snail communities of wet meadows in the year after treatment.
- Considering not only live snails but also fresh, empty shells distorts the assessment of treatment effects.
- In most cases, grassland management practices negatively affect invertebrates inhabiting grasslands.

- We identified several factors that influence the effects of grassland management on invertebrates.
- Based on published scientific results, we formulated management recommendations more favorable for invertebrates.

V. Publications used in the dissertation

Farkas, R., Bán, M., Barta, Z., 2024. Mowing wet meadows reduces the health of their snail communities. PeerJ 12, e16783.

Farkas, R., Bán, M., Oláh, G., Dudás, G., Barta, Z., 2025. The effect of mowing and mulching on snail communities: an experiment in wet meadows. PLoS One 20, e0314670.

Irodalomjegyzék / References

- Ausden, M., Hall, M., Pearson, P., Strudwick, T., 2005. The effects of cattle grazing on tall-herb fen vegetation and molluscs. *Biological Conservation - BIOL CONSERV* 122, 317–326.
- Bubová, T., Vrabec, V., Kulma, M., Nowicki, P., 2015. Land management impacts on European butterflies of conservation concern: a review. *J Insect Conserv* 19, 805–821.
- Cameron, R., Pokryszko, B., 2005. Estimating the species richness and composition of land mollusc communities: Problems, consequences and practical advice. *Journal of Conchology* 38, 529–547.
- Cattin, M.-F., Blandenier, G., Banašek-Richter, C., Bersier, L.-F., 2003. The impact of mowing as a management strategy for wet meadows on spider (Araneae) communities. *Biological Conservation* 113, 179–188.
- Cernohorsky, N.H., Horsák, M., Cameron, R.A., 2010. Land snail species richness and abundance at small scales: The effects of distinguishing between live individuals and empty shells. *Journal of Conchology* 40, 233–241.
- Cizek, O., Zámečník, J., Tropek, R., Kocarek, P., Konvicka, M., 2012. Diversification of mowing regime increases arthropods diversity in species-poor cultural hay meadows. *Journal of Insect Conservation* 16, 215–226.
- Dvořáková, J., Merunková, K., Preislerová, Z., Horsák, M., Chytrý, M., 2014. Diversity of the Western Carpathian flysch grasslands: Do extremely species-rich plant communities coincide with a high diversity of snails? *Biologia* 69.
- Everwand, G., Scherber, C., Tschardtke, T., 2013. Slug responses to grassland cutting and fertilizer application under plant functional group removal. *Acta Oecologica* 48, 62–68.
- FAO, 2021. Land use statistics and indicators statistics. Global, regional and country trends 1990-2019. FAOSTAT Analytical Brief Series No28. Rome.

- Grodsky, S., Iglay, R., Sorenson, C.E., Moorman, C., 2015. Should invertebrates receive greater inclusion in wildlife research journals? *The Journal of Wildlife Management* 79, 529–536.
- Hesslerová, P., Pokorný, J., Brom, J., Rejšková-Procházková, A., 2013. Daily dynamics of radiation surface temperature of different land cover types in a temperate cultural landscape: Consequences for the local climate. *Ecological Engineering* 54, 145–154.
- Horsák, M., Zelený, D., Hájek, M., 2014. Land snail richness and abundance along a sharp ecological gradient at two sampling scales: Disentangling relationships. *Journal of Molluscan Studies* 80, 256–264.
- Humbert, J.-Y., Ghazoul, J., Walter, T., 2009. Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 130, 1–8.
- Jerrentrup, J.S., Wrage-Mönnig, N., Röver, K.-U., Isselstein, J., 2014. Grazing intensity affects insect diversity via sward structure and heterogeneity in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology* 51, 968–977.
- Książkiewicz, Z., 2014. Impact of land use on populations of *Vertigo moulinsiana* (Dupuy, 1849) and *Vertigo angustior* (Jeffreys, 1830) (Gastropoda: Pulmonata: Vertiginidae): Ilanka River Valley (W. Poland). *Folia Malacologica* 22, 277–282.
- Lepš, J., 2014. Scale- and time-dependent effects of fertilization, mowing and dominant removal on a grassland community during a 15-year experiment. *Journal of Applied Ecology* 51, 978–987.
- Liira, J., Issak, M., Jõgar, Ü., Mändoja, M., Zobel, M., 2009. Restoration management of a floodplain meadow and its cost-effectiveness — the results of a 6-year experiment. *Annales Botanici Fennici* 46, 397–408.
- Lipińska, A.M., Bielański, W., 2022. Mowing in agri-environmental schemes (AES) and rare species of *Vertigo* snails: hope for grasslands but a threat to snails. *Folia Malacologica* 30, 54–59.

- Marticsek, J., 2010. Tájgazdálkodás pannon gyepeken, Rosalia kézikönyvek. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest.
- Middleton, B., Holsten, B., Diggelen, R., 2006. Biodiversity management of fens and fen meadows by grazing, cutting and burning. *Applied Vegetation Science* 9, 279–284.
- Moog, D., Poschlod, P., Kahmen, S., Schreiber, K.-F., 2002. Comparison of species composition between different grassland management treatments after 25 years. *Applied Vegetation Science* 5, 99–106.
- Myzyk, S., 2011. Contribution to the biology of ten vertiginid species. *Folia Malacologica* 19, 55–80.
- Pearce, T.A., 2008. When a snail dies in the forest, how long will the shell persist? Effect of dissolution and micro-bioerosion. *American Malacological Bulletin* 26, 111–117.
- Pech, P., Dolanský, J., Hrdlička, R., Lepš, J., 2015. Differential response of communities of plants, snails, ants and spiders to long-term mowing in a small-scale experiment. *Community Ecology* 16, 115–124.
- Plantureux, S., Peeters, A., McCracken, D., 2005. Biodiversity in intensive grasslands: Effect of management, improvement and challenges. *Agronomy Research* 3, 153–164.
- Rook, A.J., Dumont, B., Isselstein, J., Osoro, K., WallisDeVries, M.F., Parente, G., Mills, J., 2004. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures - A review. *Biological Conservation* 119., 137–150.
- Shirish, P., Kelkar, T.S., Satish, B.A., 2013. Mulching: A soil and water conservation practice. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences* 1, 26–29.
- Viszló, L., 2011. A természetkímélő gyepgazdálkodás: hagyományőrző szemlélet, modern eszközök. Pro Vértes Természetvédelmi Közalapítvány, Csákvár.
- Welter-Schultes, F.W., 2012. European non-marine molluscs, a guide for species identification. Planet Poster Editions, Göttingen



Registry number: DEENK/479/2025.PL
Subject: PhD Publication List

Candidate: Roland Tibor Farkas

Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences

MTMT ID: 10073762

List of publications related to the dissertation

Foreign language scientific articles in international journals (2)

1. **Farkas, R. T.**, Bán, M., Oláh, G., Dudás, G., Barta, Z.: The effect of mowing and mulching on snail communities: an experiment in wet meadows.
PLoS One. 20 (7), 1-12, 2025. ISSN: 1932-6203.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0314670>
IF: 2.6 (2024)
2. **Farkas, R. T.**, Bán, M., Barta, Z.: Mowing wet meadows reduces the health of their snail communities.
PeerJ. 12, 1-16, 2024. EISSN: 2167-8359.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.16783>
IF: 2.4

List of other publications

Hungarian books (3)

3. Szerk. Virók, V., **Farkas, R. T.**, Farkas, T., Suvada, R., Vojtkó, A.: A Gömör-Tornai-karszt flórája: Enumeráció. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 922 p. [1126 p.], 2016. (ANP Füzetek ; XIV.) ISBN: 9789638815897
4. Szerk. Virók, V., **Farkas, R. T.**, Farkas, T., Boldoghné, S. F., Vojtkó, A.: A Gömör-Tornai-karszt flórája: Általános rész. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 490 p., 2014. (ANP Füzetek, ISSN 1417-0442 ; XIII.) ISBN: 9789638815880
5. **Farkas, R. T.**, Huber, A., Gáti, E.: Fészkelő és vonuló madárfajok állományainak vizsgálata a Bódva-völgyben. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 248. p., 2014. (ANP Füzetek, ISSN 1417-0442 ; XII.) ISBN: 9789638815873





Hungarian book chapters (1)

6. **Farkas, R. T.**, Boldogh, S., Szentgyörgyi, P., Bartha, C.: A gyurgyalag (*Merops apiaster* L. 1758) állományának felmérése és védelme Észak-Magyarországon.
In: Kutatások az Aggteleki Nemzeti Parkban = Researches in Aggtelek National Park and biosphere reserve. Szerk.: Boldogh Sándor, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatósága, Jósvafő, 97-106, 2003, (ANP füzetek, 1417-0442 ; 2.) ISBN: 9632129881

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (16)

7. Kiss, C., Winkler, D., Komlós, M., **Farkas, R. T.**, Gyurácz, J.: Egyes időjárási tényezők hatása a barátposzáta (*Sylvia atricapilla*) költési sikerére.
MAvK. 13, 255-266, 2017. ISSN: 1418-284X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17243/mavk.2017.255>
8. **Farkas, R. T.**, Fehér, Z.: A dobozi pikkelyescsiga (*Kovacsia kovacsi* [VARGA & PINTÉR, 1972]) elterjedésének vizsgálata a Zempléni-hegységben.
Állatt. közl. 98 (1-2), 57-64, 2013. ISSN: 0002-5658.
9. Virók, V., **Farkas, R. T.**, Gulyás, G., Sramkó, G.: Florisztikai adatok Borsod-Abaúj-Zemplén megye északi részéről III.
Kitaibelia. 15 (1-2), 73-84, 2010. ISSN: 1219-9672.
10. **Farkas, R. T.**: Adatok a Tiszántúli csigafaunájához III. A Szamos hullámtere és a Tisza hullámterének Tiszabecs és Tiszakóród közötti szakasza.
Békés M. Múz. Közl. 33, 7-47, 2009. ISSN: 0139-0090.
11. Sólmos, P., Vilisics, F., Kemencei, Z., Páll-Gergely, B., **Farkas, R. T.**, Nagy, A., Kisfali, M., Hornung, E.: Globális változás, lokális túlélés: kitettség és nedvességi grádiens hatása avarlakó gerinctelenekre aggteleki tóbrók alapján.
Termévd. közl. 15, 396-411, 2009. ISSN: 1216-4585.
12. **Farkas, R. T.**: A *Chondrina tatrix* Ložek, 1948 (Mollusca: Gastropoda) előfordulása az Aggteleki-karszton.
Békés M. Múz. Közl. 32, 45-56, 2008. ISSN: 0139-0090.
13. **Farkas, R. T.**: Adatok az Aggteleki-karszt, a Cserehát és a Putnoki-dombság Mollusca faunájához II.
Malakol. Tájé. 26, 43-80, 2008. ISSN: 0230-0648.
14. Benkő, Z., **Farkas, R. T.**, Tóth, Z., Pásztor, E.: Fészekhűtés hatása széncinege (*Parus major*) tojók viselkedésére és testtömegére a melengelési időszakban.
Ornis Hung. 15-16, 7-17, 2008. ISSN: 1215-1610.
15. Virók, V., **Farkas, R. T.**: Új növényfaj a hazai edényes flórában: a Haller-kővífoszlár (*Cardaminopsis halleri* (L.) Hayek).
Kitaibelia. 13 (1), 29-33, 2008. ISSN: 1219-9672.





16. Farkas, R. T.: Vonuláskutatás és környezeti nevelés a Bódva-völgyben.
Ornis Hung. 15-16, 63-70, 2008. ISSN: 1215-1610.
17. Virók, V., Farkas, R. T.: Florisztikai adatok Borsod-Abaúj-Zemplén megye északi részéről II.
Kitaibelia. 12 (1), 73-79, 2007. ISSN: 1219-9672.
18. Deli, T., Farkas, R. T.: A bánáti csiga (*Drobacia banatica* Rossmässler, 1838) legújabb hazai lelőhelyei a Szamos mentén.
Natura Bekesiensis. 8, 19-28, 2006. ISSN: 1218-3946.
19. Emri, T., Farkas, R. T., Nehézy, L., Zöld, B. M.: A törpekuvuk (*Glaucidium passerinum*) kilencedik magyarországi előfordulása.
Aquila. 113, 169-170, 2006. ISSN: 0374-5708.
20. Farkas, R. T.: Adatok az Aggteleki-karszt, a Cserehát és a Putnoki-dombság Mollusca faunájához I.
Malacol. Tájé. 23, 177-202, 2005. ISSN: 0230-0648.
21. Boldogh, S., Farkas, R. T., Szmorad, F., Szaniszló, M. I.: Territóriumtartó törpekuvuk (*Glaucidium passerinum*) -pár megfigyelése az Aggteleki Nemzeti Parkban.
Aquila. 112, 65-68, 2005. ISSN: 0374-5708.
22. Virók, V., Farkas, R. T., Szmorad, F., Boldoghné, S. F.: Florisztikai adatok Borsod-Abaúj-Zemplén-megye északi részéről.
Kitaibelia. 9 (1), 143-150, 2004. ISSN: 1219-9672.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (3)

23. Kemencei, Z., Farkas, R. T., Páll-Gergely, B., Vilisics, F., Nagy, A., Hornung, E., Sólymos, P.: Microhabitat associations of land snails in forested dolinas: implications for coarse filter conservation.
Community Ecol. 15 (2), 180-186, 2014. ISSN: 1585-8553.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/ComEc.15.2014.2.6>
IF: 1.214
24. Gyimóthy, Z., Gyurácz, J., Bank, L., Bánhidi, P., Farkas, R. T., Németh, Á., Csörgő, T.: Wing length, body mass and fat reserves of Robins (*Erithacus rubecula*) during autumn migration in Hungary.
Acta Zool. Acad. Sci. Hung. 57 (2), 203-218, 2011. ISSN: 1217-8837.
IF: 0.564
25. Farkas, R. T., Horváth, R., Pásztor, L.: Nesting success of the Red-backed Shrike (*Lanius collurio*) in a cultivated area.
Ornis Hung. 7, 27-37, 1997. ISSN: 1215-1610.





Foreign language scientific articles in international journals (12)

26. Turóci, Á., Hutchinson, J. M. C., Schlitt, B., Vidéki, R., **Farkas, R. T.**, Németh, M. Z., Borostyán, K., Páll-Gergely, B.: First records of *Arion intermedius* and *Arion transsylvanus* (*Stylommatophora: Arionidae*) in Hungary.
Ecol. Mont. 83, 12-28, 2025. ISSN: 2337-0173.
DOI: <http://dx.doi.org/10.37828/em.2025.83.2>
27. Haase, M., Grego, J., Eröss, Z. P., **Farkas, R. T.**, Fehér, Z.: On the origin and diversification of the stygobiotic freshwater snail genus *Hauffenia* (*Caenogastropoda: Hydrobiidae*) with special focus on the northern species and the description of two new species.
Eur. J. Taxon. 775, 143-184, 2021. EISSN: 2118-9773.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5852/ejt.2021.775.1555>
IF: 1.398
28. Lukács, Z., **Farkas, R. T.**, Fröhwrth, A., Gyurác, J.: Autumn migration of blue tits (*Parus caeruleus*) at two Hungarian study sites.
North-West. J. Zool. 11 (2), 225-233, 2015. ISSN: 1584-9074.
IF: 0.539
29. **Farkas, R. T.**, Deli, T., Páll-Gergely, B.: *Chondrina tatrica* Ložek, 1948: new species for the Romanian fauna (*Gastropoda: Chondrinidae*).
Malacol. Bohem. 14, 17-20, 2015. ISSN: 1336-6939.
30. Páll-Gergely, B., **Farkas, R. T.**, Deli, T., Welter-Schultes, F.: *Plicuteria lubomirski* (Slósarski, 1881) (*Gastropoda: Pulmonata: Hygromiidae*), a forgotten element of the Romanian mollusc fauna, with notes on the correct spelling of its name.
Folia Malacol. 21 (2), 91-97, 2013. ISSN: 1506-7629.
DOI: <https://doi.org/10.12657/folmal.021.010>
31. **Farkas, R. T.**, Páll-Gergely, B.: First record of *Trochulus bielzi* (E. A. Bielz 1860) in Hungary (Zemplén Mountains), with notes on the anatomy of some *Trochulus* species (*Gastropoda: Pulmonata: Hygromiidae*).
Folia Malacol. 20 (2), 81-85, 2012. ISSN: 1506-7629.
DOI: <https://doi.org/10.2478/v10125-012-0011-5>
32. Gyimóthy, Z., Gyurác, J., Bank, L., Bánhidi, P., **Farkas, R. T.**, Németh, Á., Csörgő, T.: Autumn migration of robins (*Erithacus rubecula*) in Hungary.
Biologia. 66 (3), 548-555, 2011. ISSN: 0006-3088.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/s11756-011-0039-9>
IF: 0.557
33. Vilisics, F., Sólymos, P., Nagy, A., **Farkas, R. T.**, Kemencei, Z., Hornung, E.: Small scale gradient effects on isopods (*Crustacea, Oniscidea*) in karstic sink holes.
Biol. Bratislava. 66 (3), 499-505, 2011. ISSN: 0006-3088.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/s11756-011-0042-1>
IF: 0.557





34. Sólymos, P., Kemencei, Z., Páll-Gergely, B., **Farkas, R. T.**, Vilisics, F., Hornung, E.: Does Shell Accumulation Matter in Micro-Scale Land Snail Surveys?
Malacologia. 51 (2), 389-393, 2009. ISSN: 0076-2997.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4002/040.051.0211>
IF: 1.44
35. Sólymos, P., **Farkas, R. T.**, Kemencei, Z., Páll-Gergely, B., Vilisics, F., Nagy, A., Kisfali, M., Hornung, E.: Micro-habitat scale survey of land snails in dolines of the Alsó-hegy, Aggtelek National Park, Hungary.
Mollusca. 27 (2), 167-171, 2009. ISSN: 1864-5127.
36. Vilisics, F., Nagy, A., Sólymos, P., **Farkas, R. T.**, Kemencei, Z., Páll-Gergely, B., Kisfali, M., Hornung, E.: Data on the terrestrial Isopoda fauna of the Alsó-hegy, Aggtelek National Park, Hungary.
Folia faun. Slov. 13 (4), 19-22, 2008. ISSN: 1335-7522.
37. Horváth, R., **Farkas, R. T.**, Reuven, Y.: Nesting ecology of the Red-backed Shrike (*Lanius collurio*) in Northeastern Hungary.
The Ring. 22, 128-132, 2000. ISSN: 0035-5429.

Total IF of journals (all publications): 11,269

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 5

The Candidate's publication data submitted to the Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

19 August, 2025

