

PH.D. TÉZISFÜZET

**A másodlagos élőhelyek szerepe a biodiverzitás
megőrzésében**

Kiss Péter János

Témavezető:

Dr. habil. Bátori Zoltán
egyetemi adjunktus

Környezettudományi Doktori Iskola
Szegedi Tudományegyetem
Természettudományi és Informatikai Kar
Ökológiai Tanszék

2020

Bevezetés

A 20. század második felében bekövetkező technológiai fejlődés soha nem látott mértékű mezőgazdasági fellendülést eredményezett világszerte. E folyamat egyik következménye a természetes élőhelyek és a biológiai sokféleség drámai csökkenése lett. Számos természetközeli élőhelyet törtek fel és alakítottak szántóvá, városi területté vagy ültetett erdővé.

A löszgyepek európai helyzete jól mutatja e folyamatok hatását Európa-szerte. Mivel talajuk a mezőgazdaság számára kiemelt jelentőségű, mára jelentős részük feltörésre került, és mint szántóföld van jelen a tájban. E tevékenység olyannyira lecsökkentette ezen élőhelyek kiterjedését, hogy az egykoron nagy kiterjedésű löszgyepek mára már csak kis, egymástól elszigetelt területeken találhatók meg, például kunhalmokon, földvárakon, útszegélyeken, vagy szántók szegélyein.

A természetközeli mocsárrétek kiterjedése is drasztikusan lecsökkent az elmúlt 300 év folyamán. Kiterjedésük csökkenését főként a helytelen élőhely-kezelések, csatornázások és folyószabályozások idézték elő. Mára a megmaradt mocsárrétek a folyók és az azokat övező töltések közötti szűk területre szorultak vissza a legtöbb régióban Európa-szerte, s gyakran erőteljes zavarásnak vannak kitéve.

Számos tanulmány kiemeli a másodlagos élőhelyek (mint fontos menedékhelyek) szerepét a természetes flóra megőrzésében. A környező területek természetes flórája megtelepedhet a másodlagos élőhelyeken, s később innen új területeket kolonizálhat, illetve fennmaradhat még akkor is, ha eredeti élőhelyét elpusztítják. Jó példaként szolgálnak erre a városokban fellelhető kőfalak, melyek páfrányok számára nyújtanak ideális élőhelyet, vagy a kunhalmok, melyek közül néhányon ritka fajokat őrző löszgyep foltok maradtak fenn az

évszázadok során. A tájat átszelő lineáris tájelemek (például árkok, sövények, töltések vagy útszegélyek), mint terjedési folyosók szolgálhatnak, mind a honos mind pedig az inváziós fajok számára.

Magyarországon a folyókat övező töltések kiterjedése jelentős, mintegy 15 000 hektár. A rajtuk található gyepeket, mint legelők vagy kaszálók lehet hasznosítani, és fontos élőhelyként funkcionálnak a különböző beporzó rovarok számára. Annak ellenére, hogy kiterjedésük jelentős, ökológiai funkciójukról, természetvédelmi értékükről a mai napig igen keveset tudunk.

A karsztos területek töbreiben kialakult különleges flóra és vegetáció érzékenyen reagál az emberi eredetű zavarásokra. Jó példa erre Görögország töbreinek endemikus flórája, melynek fennmaradása az útépitések, túllegeltetés és a birkák ürülékéből származó tápanyagtöbblet jelentősen veszélyezteti. E hatások mellett Európa-szerte jellemző ezen élőhelyek építkezési törmelékekkel való feltöltése, mezőgazdasági területté vagy kertté alakítása. E folyamatok szegényíthetik, vagy akár teljesen meg is semmisíthetik e töbrök természetes flóráját, mely a biodiverzitás drasztikus csökkenését idézheti elő a karsztos régiókban. Ezen felszínformák vizsgálata, védelme, valamint a zavarásokra bennük kialakult másodlagos élőhelyek tulajdonságainak jellemzése kiemelt fontosságú, hogy refúgium jellegüket továbbra is képesek legyenek megőrizni.

A disszertációban a következő kérdésekre kerestem a választ:

- A Maros és a Körös töltéseiben kialakult másodlagos gyepek növényzeti szerkezete és diverzitási mintázatai mekkora hasonlóságot mutatnak a tájban megtalálható természetközeli löszgyepek és mocsárrétek növényzeti szerkezetével és diverzitásával?

- Hogyan változik a különböző mértékű antropogén zavarást elszenvedett töbrök fajmegőrző képessége és növényzeti struktúrája a környező tájban található természetközeli töbrökhöz viszonyítva?

Anyag és módszer

I. tanulmány

Vizsgálati területeink az Alföld keleti régiójában a Körös és a Maros folyók mentén találhatók. A Körös mentén 100 km hosszúságú, míg a Maros mentén 40 km hosszúságú szakaszon történt a növényzet mintavételezése. A töltések oldalait kialakításuk után őshonos növények magkeverékével vetették be, az erózió elleni védelem és a háziállatok takarmányozása céljából. Ebben az időben a természetes gyepek még széleskörben elterjedtek voltak a környező tájban, s a töltések építése során e területekről származó talajt is felhasználtak. A reprezentativitás biztosítása érdekében mindkét töltésszakaszt 10 közel egyenlő részre osztottuk, s minden egyes töltésszakasz üde (északi kitétségű belső töltésoldal) és félszáraz gyepeit (északi kitétségű külső töltésoldal) megmintáztuk. A mintavételezést az élőhelyek felső részén (a töltés lejtőinek felső kétharmadán) végeztük, három véletlenszerűen elhelyezett 2 m × 2 m-es kvadrát segítségével. Az összehasonlításokhoz a környező táj 20 löszgyep és 20 mocsárrét foltját is megmintáztuk; mindegyiket három véletlenszerűen elhelyezett 2 m × 2 m-es kvadrát segítségével. A kvadrátokban az összes edényes növényfaj borítását becsültük.

A töltésoldalak ökológiai funkcióinak és természetvédelmi értékének vizsgálata érdekében összevetettük

őket azon természetközeli élőhelyekkel, melyekhez növényzeti struktúrájuk a legjobban hasonlított (töltések félszáraz gyepei – löszgyepek, töltések üde gyepei – mocsárrétek). Az élőhelyek közötti összehasonlítások során fajdiverzitást, funkcionális diverzitást, filogenetikai diverzitást és a funkcionális jellegek eloszlásának a vizsgálatát végeztük el.

II. tanulmány

A vizsgálati területet egy 30 m²-es karsztos terület volt, a Mecsek hegység nyugati részén, 250–500 méter tengerszint feletti magasságban.

A vizsgálatához két közepes méretű (átmérő: 70 m, mélység 14 m) töbröt választottunk ki. A töbrökben az erdészeti kezelés előtt (2007-ben), majd az erdőirtás után 10 évvel (2017-ben) növényzeti mintavételezést végeztünk, azonos mintavételi eljárás segítségével. A mintavételezéshez a töbrökben egy észak-déli irányú transzektet fektettünk úgy, hogy az áthaladjon a töbrő legmélyebb pontján. A transzektet a töbrő peremén kezdődtek és értek véget. Minden transzekt mentén 1 m × 1 m nagyságú kvadrátokban történt a növények jelenlét-hiány adatainak feljegyzése. Az egyes kvadrátok közötti távolság 2 m volt. PERMANOVA és funkcionális csoport összehasonlítások segítségével vizsgáltuk a töbrök két állapota között fellelhető különbségeket.

III. tanulmány

Három karsztos régiót választottunk ki vizsgálataink helyszínéül, Szlovénia és Magyarország területén. Szlovéniában a Kras Platón, míg Magyarországon a Mecsek és a Bükk hegységben jelöltünk ki természetközeli növényzetű és

antropogén eredetű zavarást elszenvedett (vagyis másodlagos növényzetű) töbröket a mintavételezéshez. A Bükk hegység esetén két különböző vizsgálati helyszínt, egy erdős és egy gyepes területet választottunk ki. A mintavételezés előtt az egyes töbröket és az őket körülvevő platókat osztályoztuk és különböző zavarási csoportokba soroltuk, annak függvényében, hogy a múltban milyen mértékű emberi zavarást szenvedtek el. Három csoportot különböztettünk meg a töbrök esetén: Z1 – kismértékben zavart (vagyis természetközeli növényzetű) töbrök, Z2 – közepes mértékben zavart töbrök, Z3 – erősen zavart töbrök. A platók esetében kismértékben zavart (vagyis természetközeli növényzetű) részeket választottunk (Z1R). A töbrökbe észak-déli irányú transzektet fektettünk úgy, hogy azok áthaladjanak a töbrő legmélyebb pontján. A transzektet a töbrök peremén kezdődtek és értek véget, hosszuk 37 és 127 méter között változott. Referenciaként 89 m hosszúságú transzektet helyeztünk el és mértünk fel a töbrök közötti platókon. Minden transzekt mentén 1 m × 1 m nagyságú kvadrátokban történt a növényzeti felmérés (jelenlét-hiány). A kvadrátok 2 m-es távolságra helyezkedtek el egymástól. Az adatok elemzéséhez ANOSIM-ot, diagnosztikus faj-elemzést és funkcionális csoport összehasonlítást végeztünk a különböző élőhelyek között.

Eredmények

I. tanulmány

Mindkét másodlagos élőhely (töltésoldalak felszárász és üde gyepjei) jelentősen magasabb Shannon diverzitási értékeket mutatott, mint a környező táj természetközeli gyepjei (lőszgyepek és mocsárrétek). A diagnosztikus fajok száma is magasabb volt a töltésoldalak másodlagos gyepjeiben. A

félszáraz gyepekben 25, az üde gyepekben 29, míg a löszgyepekben 12 és a mocsárrétekben 15 diagnosztikus fajt találtunk. Bár a diagnosztikus fajok száma jelentősen magasabb volt a másodlagos élőhelyeken, az élőhely-specialista diagnosztikus fajok nagyobb számban voltak jelen a természetközeli élőhelyeken.

A másodlagos élőhelyek az MPD („átlagos páronkénti távolság”) alapján nem mutattak különbséget a természetközeli élőhelyektől. Ezzel szemben az MNTD („átlagos legközelebbi taxon távolság”) értékek alapján jelentős különbségeket találtunk az élőhelyek között. A másodlagos élőhelyek jelentősen alacsonyabb értékeket mutattak ezen index alapján, mint a természetközeli élőhelyek. A Rao index alapján nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns különbség az összehasonlított élőhelyek között. A kvadrátonkénti közösségi súlyozott átlagok esetében több statisztikailag szignifikáns különbségeket is kaptunk az összehasonlítások során.

II. tanulmány

Összesen 72 edényes növényfajt azonosítottunk a mintavételezés során. 5 diagnosztikus fajt találtunk az erdőirtás előtti állapotra, melyek közül 1 tölgyerdei, 4 bükkösökre és szurdokerdőkre jellemző faj volt. Az erdőirtás után 15 diagnosztikus fajt találtunk, melyek közül 6 tölgyerdei, 3 bükkösökre és szurdokerdőkre jellemző, valamint 6 zavarástűrő faj volt. Az NMDS ordináció a növényzeti struktúrák jelentős különbségét mutatta a két állapot között, s az erdőirtás előtti állapot növényzete nagyobb természetességet indikált.

III. tanulmány

Összesen 383 növényfajt sikerült felvételezni az 1263 kvadrátban. 15 diagnosztikus fajt találtunk a kismértékben zavart töbrök (Z1) és a környező referencia gyepek (Z1R) között a Kras esetén. A Mecsek és a Bükk erdős élőhelyei esetén 9, míg a Bükk gyepes élőhelyei esetén 32 ilyen faj volt azonosítható. A töbrök zavarási csoportjainak (Z1, Z2 és Z3) összehasonlítása során számos diagnosztikus fajt sikerült azonosítani. 6 ilyen fajt találtunk a Kras, 10 fajt a Mecsek, 21 fajt a Bükk erdős és 54 fajt a Bükk gyepes töbrei esetén. A referencia platók és a kismértékben zavart töbrök növényzeti struktúrája elkülönült a PCoA első tengelye mentén minden vizsgálati helyszínen. A különböző zavarási csoportokba tartozó töbrök növényzeti struktúrája is jelentősen eltért e vizsgálat alapján, kivéve a Kras esetén, ahol a közepes mértékben zavart töbrök (Z2) növényzeti struktúrája nem volt elkülöníthető az erősen zavart töbrök (Z3) növényzeti struktúrájától. A hidegadaptált fajok száma jelentősen magasabb volt a kismértékben zavart töbrökben (Z1), mint a referencia platók élőhelyein (Z1R) (a bükki erdős vizsgálati terület kivételével). Az egyes zavarási csoportok között nem találtunk konzisztens különbséget a hidegadaptált fajok számában. Bár a nedves élőhelyet indikáló és a hidegadaptált fajok száma jelentősen eltért a vizsgálati területeken, mintázatuk igen hasonló volt az egyes zavarási csoportokban (Z1, Z2 és Z3). Minden vizsgálati helyszín esetén nagyobb számú természetvédelmi szempontból értékes faj volt megfigyelhető a kismértékben zavart töbrökben, mint a velük összevetett referencia platókon.

Az eredmények megvitatása

Vizsgálataink kimutatták, hogy szignifikánsan magasabb diverzitás értékekkel jellemezhető a töltések másodlagos növényzete, a tájban előforduló természetközeli élőhelyekhez képest. A diagnosztikus fajok alapján azonban láthatjuk, hogy a töltések növényzetében meghatározó szerep jut az élőhelyközömbös fajoknak (e fajok többsége gyom- vagy idegenhonos fajnak tekinthető a magyar flórában). Ennek oka több különböző folyamatra, illetve ezek együttes hatására vezethető vissza.

Bár az élőhelyközömbös fajok nagy száma jelentősen növelte a Shannon-diverzitás értékeit a töltésoldalakon, e fajok nem növelték érdemben a töltésoldalak funkcionális diverzitását, mivel egymáshoz nagyon hasonló jellegekkel rendelkeztek. Ezt a funkcionális diverzitás elemzés eredménye jól szemléltette, mely nem mutatott különbséget a másodlagos és természetközeli élőhelyek összehasonlítása esetén. E jelenséget a szakirodalom pszeudo-diverzitásként („látszólagos változatosság”) említi. Korábbi tanulmányok kimutatták, hogy a zavarás erőteljes hatással lehet az egyes élőhelyek filogenetikai diverzitására. A filogenetikai mintázatok ilyen jellegű változásai az „environmental filtering” és a „limiting similarity” elvei alapján értelmezhetők. A zavarások csökkenthetik ugyanazon élőhelyen előforduló fajok közötti kompetíciót, és elősegíthetik az olyan taxonok együttes előfordulását is, melyek hasonló élőhelyigényekkel rendelkeznek. Ennek egyik oka lehet, hogy e taxonok öse olyan tulajdonsággal rendelkezett, mely segítheti a túlélését az adott hatás mellett is.

Az ember által előidézett zavarás filogenetikai diverzitásra gyakorolt hatása jól nyomon követhető volt az

általunk vizsgált élőhelyek esetében is. Az átlagos legközelebbi taxon távolság mérések alapján szignifikánsan alacsonyabb filogenetikai diverzitási értékeket tudunk kimutatni a töltésoldalak esetén mindkét (töltések felszáz gypjei – löszgyepek, töltések mocsárrétei – természetközeli mocsárrétek) összehasonlításban. Az egyes jellegek közösségi súlyozott átlagait használtuk az élőhely környezeti tulajdonságainak és ökoszisztéma szolgáltatásainak vizsgálatára. Azok a fajok, melyek magas fajlagos levélfelülettel rendelkeznek, jobban reagálhatnak a környezeti változásokra, mivel a fotoszintézisük hatékonyabb és gyors növekedésre képesek. E fajok jóval sikeresebbek lehetnek olyan élőhelyeken, ahol a folytonos és erőteljes zavarás következtében az élőhely stabilitása csökken. Erre utalhat szignifikánsan magasabb arányuk a töltésoldalakon, a természetközeli élőhelyekhez viszonyítva. A széna mennyisége gyakran mutat pozitív összefüggést az élőhelyen előforduló növények magasságával, melyből kiindulva megállapíthatjuk, hogy a töltésoldalak másodlagos gypjeiről nagyobb mennyiségű széna termelhető le, mint a természetközeli élőhelyekről. A másodlagos élőhelyeken kialakult, hosszabb virágzási periódus kedvez a táj pollinátor közösségei és pollenfogyasztó rovarjai számára, így elősegítve e (mezőgazdasági szempontból is) kiemelten fontos élőlények fenntartását az agrártájban. Mindemellett az évelő egy- és kétszikűek elterjesztése, melyek erőteljes negatív összefüggést mutattak a töltésoldalak másodlagos gypjeivel, hozzájárulhatna a tájban előforduló pollinátorok és pollenfogyasztók sokszínűségének további növeléséhez.

A folyók töltéseinek másodlagos gypjei kiemelt szerepet játszhatnak a jövőben a löszgyepi illetve mocsárréti fajok megőrzésében. Ennek egyik oka, hogy e másodlagos élőhelyek biztosítják a tájban található mezőgazdasági területek

védelmét az áradásokkal szemben, így állandó növényzeti borításuk (eróziójuk elleni védelem okán) és viszonylagos zavartalanságuk (felszántásuk és erdősítésük szigorúan tilos) biztosított. E kedvező tulajdonságaiknak köszönhetően kiemelt fontosságú lenne olyan természetvédelmi és a helyreállítási stratégiáknak a kidolgozása, melyek figyelembe veszik ezeket az élőhelyeket, hogy menedékhelyekként funkcionálhassanak a természetes flóra és fauna számára a tájban.

A töltésoldalak természetvédelmi értékének növelése érdekében kifinomultabb kezelési eljárásokat kellene alkalmazni a töltések növényzetének évi kétszeri kaszálásánál. A hasonló élőhelyek kezelési eljárásainak (kaszálás és legeltetés) időbeli és térbeli elosztása kedvező hatással lehetne a töltésoldalak flórájára és faunájára, mivel elősegíthetné a növények hosszú távú fennmaradását és megakadályozhatná a biomasza csökkenését, mely fontos tényező a töltésoldalak eróziójának megelőzése céljából.

A karszterületek töbreinek természetvédelmi jelentőségét azon tulajdonságuk adja, hogy képesek akár évezredekig is megőrizni egyes ritka és veszélyeztetett fajok populációit, és így mint aktuális vagy potenciális mikrorefúgiumok vannak jelen a tájban. Vizsgálataink kimutatták, hogy az ember által előidézett különböző zavarási típusok jelentősen befolyásolják az ezen élőhelyeken előforduló növényfajok számát és a növényzet szerkezeti tulajdonságait. Bár az esetek túlnyomó többségében az emberi beavatkozás negatívan befolyásolja a természetvédelmi szempontból kiemelt fontosságú, nedves élőhelyet indikáló és hideg-adaptált fajok előfordulásait, előfordulhat olyan eset is, amikor az emberi beavatkozásnak pozitív hatásai vannak e fajokra. Ezért eltérő természetvédelmi beavatkozások és kezelések lehetnek

szükségesek attól függően, hogy milyen típusú zavarásról beszélünk.

Jelenlegi vizsgálatunk kimutatta, hogy a legmelegebb makroklímával rendelkező vizsgálati terület (Kras) esetén a természetközeli töbrök (Z1) flórájában négyszer annyi hideg-adaptált faj fordult elő, mint az azokat övező platók (Z1R) növényzetében. Ezzel szemben a leghidegebb makroklímájú vizsgálati terület esetén (erdős területek a Bükkben) a természetközeli töbrök (Z1) és a környező platók (Z1R) növényzetében a hideg-adaptált fajok számában jelentkező különbség elhanyagolható volt. A köztes makroklímájú mecseki természetközeli töbrök és a bükki gyepes töbrök (Z1) esetében köztes értékeket kaptunk. A mecseki összehasonlítás esetén a természetközeli töbrök növényzete 1,5-szer, míg a bükki gyepes töbrök növényzete 2,5-szer annyi hideg-adaptált fajjal rendelkezett, mint a környező referencia platók növényzete (Z1R). E speciális élőhelyek egyedi, a környező területektől jelentősen eltérő környezeti adottságai (pl.: hőmérséklet, páratartalom és talajnedvesség) kulcsfontosságú szerepet töltenek be az egyes, klimatikusan elterjedési határaikon előforduló fajok populációinak megőrzésében. Eredményeink ezenkívül jól szemléltetik a töbrökhöz hasonló tulajdonságokkal rendelkező, ám azoktól eltérő módon keletkező élőhelyek jelentőségét is, mint például a szurdokok, völgyek és északi kitétségű lejtők. Ezen felszínformák topográfiai jellemzői is képesek lehetnek egész évben stabil mikroklimatikus feltételek kialakítására.

Az élőhelyeket ért múltbeli antropogén hatások jelentősen befolyásolták a töbrök fajösszetételét és a bennük fellelhető veszélyeztetett fajok számát. A legtöbb esetben ez a természetvédelmi szempontból kiemelt fontosságú, hideg-adaptált és nedves élőhelyet indikáló fajok fajszámanak

csökkenésében nyilvánult meg, mely a töbrök természetvédelmi értékét csökkentette. Az olyan erőteljes zavarások, mint az intenzív fakitermelés vagy a siskanádtippán (*Calamagrostis epigejos*) inváziója jelentősen csökkentik a töbrök hideg-adaptált, nedves élőhelyet indikáló és természetvédelmi szempontból kiemelt fontosságú fajainak számát. Vizsgálataink azt is kimutatták, hogy nem minden esetben jelentkezik az emberi eredetű zavarás negatív hatása a töbrök fajmegőrző képességére. A Kras területén például nem lehetett statisztikailag szignifikáns különbségeket kimutatni a különböző zavarási csoportokba tartozó töbrök (Z1, Z2 és Z3) növényzetében előforduló hideg-adaptált és nedves élőhelyet indikáló növényfajok számában. E jelenség oka a zavartabb csoportokba tartozó töbrőaljzak korábbi feltöltése lehet, mely egy jóval mélyebb és nedvesebb talajt alakíthatott ki, mint amely a környező platókon bárhol előfordulna. Így e beavatkozás elősegíthette a hideg-adaptált és nedves élőhelyet indikáló fajok gyors visszatelepődését (kevesebb, mint 50 év alatt) e zavartabb élőhelyekre is.

A bükki lucos töbrökben (Z2) több hideg-adaptált és nedves élőhelyet indikáló növényfajt találtunk, mint a terület természetközeli töbreiben (Z1). Ennek oka az lehet, hogy a töbrök mikroklímája hasonló lehet a lucfenyő természetes élőhelyeinek klímájához (pl. magasabb hegységek klímájához), így a töbrökben a luc megfelelően képes növekedni és regenerálódni. Emellett a luc alatt az átlagosnál savanyúbb talaj alakulhat ki, mely élőhelyet biztosít több olyan acidofrekvens növényfajnak, melyek általában a Bükk hegységénél magasabb tengerszint feletti magasságban található területeken fordulnak elő.

Eredményeink hozzájárulnak a másodlagos élőhelyek fajmegőrző szerepének pontosabb megértéséhez is, valamint

rámutatnak arra is, hogy az egyes zavarási rezsimek és ökoszisztéma jellegek kapcsolatának feltárása kiemelt jelentőségű a regionális fajkészlet sikeresebb megőrzése szempontjából.

A disszertáció témájához kapcsolódó saját publikációk

Bátori Z.*, Kiss P. J.*, Tölgyesi Cs., Deák B., Valkó O., Török P., Erdős L., Tóthmérész B., Kelemen A. (2020): River embankments mitigate the loss of grassland biodiversity in agricultural landscapes. *River Research and Applications* **36**: 1160-1170. IF: 1,916 (Q1)

Bátori Z., Vojtkó A., Keppel G., Tölgyesi Cs., Čarni A., Zorn M., Farkas T., Erdős L., Kiss P. J., Módra G., Breg Valjavec M. (2020): Anthropogenic disturbances alter the conservation value of karst dolines. *Biodiversity and Conservation* **29**: 503-525. IF: 2,935 (Q1)

Kiss P. J., Tölgyesi Cs., Bóni I., Erdős L., Vojtkó A., Maák I. E., Bátori Z. (2020): The effects of intensive logging on the capacity of karst dolines to provide potential microrefugia for cool-adapted plants. *Acta geographica Slovenica* **60**: 37-48. IF: 1,341 (Q2)

Egyéb publikációk

Aguilon D. J., Vojtkó A., Tölgyesi Cs., Erdős L., Kiss P. J., Lőrinczi G., Juhász O., Frei K., Bátori Z. (2020): Karst environments and disturbance: evaluation of the effects of human activity on grassland and forest naturalness in dolines. *Biologia*, 10.2478/s11756-020-00518-7. IF: 0,811 (Q3)

Bátori Z., Erdős L., Kelemen A., Deák B., Valkó O., Gallé R., Bragina T.M., Kiss P.J., Kröel-Dulay G., Tölgyesi C. (2018):

- Diversity patterns in sandy forest-steppes: a comparative study from the western and central Palearctic. *Biodiversity and Conservation* **27**: 1011-1030. IF: 3,142 (Q1)
- Bátori Z., Vojtkó A., Maák I., Lőrinczi G., Farkas T., Kántor N., Tanács E., Kiss P. J., Juhász O., Módra G., Tölgyesi Cs., Erdős L., Aguilon D. J., Keppel G. (2019): Karst dolines provide diverse microhabitats for different functional groups in multiple phyla. *Scientific Reports* **9**: 7176. IF: 3,998 (D1)
- Deák B., Rádai Z., Lukács K., Kelemen A., Kiss R., Bátori Z., Kiss P. J., Valkó O. (2020): Fragmented dry grasslands preserve unique components of plant species and phylogenetic diversity in agricultural landscapes. *Biodiversity and Conservation*. DOI: 10.1007/s10531-020-02066-7. IF: 2,935 (Q1)
- Erdős L., Kröel-Dulay G., Bátori Z., Kovács B., Németh C., Kiss P. J., Tölgyesi C. (2018): Habitat heterogeneity as a key to high conservation value in forest-grassland mosaics. *Biological Conservation* **226**: 72-80. IF: 4,451 (D1)
- Erdős L., Török P., Szitár K., Bátori Z., Tölgyesi Cs., Kiss P. J., Bede-Fazekas Á., Kröel-Dulay Gy. (2020): Beyond the forest-grassland dichotomy: the gradient-like organization of habitats in forest-steppes. *Frontiers in Plant Science* **11**: 236. IF: 4,402 (D1)
- Juhász O., Bátori Z., Trigós-Peral G., Lőrinczi G., Módra G., Bóni I., Kiss P. J., Aguilon D. J., Tenyér A., Maák I. (2020): Large- and small-scale environmental factors drive distributions of ant mound size across a latitudinal gradient. *Insects* **11**: 350. IF: 2,220 (Q1)
- Juhász O., Fűrjes-Mikó Á., Tenyér A., Somogyi A. Á., Aguilon D. J., Kiss P. J., Bátori Z., Maák I. (2020) Consequences of Climate Change-Induced Habitat Conversions on Red Wood

Ants in a Central European Mountain: A Case Study.
Animals **10**: 1677. IF: 2,323 (Q1)

Kiss P. J., Horváth B. (2017) A Maros folyó töltései a relatív ökológiai indikátorértékek és a szociális magatartási típusok tükrében. *Gyepgazdálkodási Közlemények* **15**: 29-37.

Kumulatív IF: 30,48