

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A MAGBANK SZEREPE A TERMÉSZETES GYEPEK
DIVERZITÁSÁNAK FENNTARTÁSÁBAN ÉS A
GYEPREGENERÁCIÓBAN**

**THE ROLE OF SEED BANKS IN SUSTAINING GRASSLAND
DIVERSITY AND SUPPORTING GRASSLAND RECOVERY**

Tóth Katalin

Témavezető

dr. Valkó Orsolya
egyetemi adjunktus



DEBRECENI EGYETEM
Juhász Nagy Pál Doktori Iskola
Debrecen, 2015

Bevezetés

A természetközeli gyepek fontos szerepet játszanak a faj- és tájszintű sokféleség megőrzésében. Létüket egyrészt a művelési-ág váltás (gyepek beépítése, beszántása vagy erdő-telepítések), másrészt az ezzel gyakran összefüggő intenzív mezőgazdasági technikák veszélyeztetik. Az egyre intenzívebb városiasodás (urbanizáció), illetve az utak és más vonalas létesítmények számának jelentős mértékű emelkedése Európa szerte a gyepek fragmentálódásához és fajgazdagságuk csökkenéséhez vezetett (Dengler et al. 2014).

A restaurációs ökológiai beavatkozások célja a megmaradt gyepek degradálódásának megállítása, illetve az eltűnt gyepterületek eredetihez hasonló állapotának visszaállítása (Kiehl et al. 2010). A degradálódás megállításának hatékony módja a megmaradt gyepfoltok összekapcsolása és a foltok közötti átjárhatóság biztosítása, illetve a gyepfoltok körül pufferzónák kialakítása gyeptelepítéssel. A gyepesítés támaszkodhat spontán zajló szekunder szukcesszióra, történhet továbbá kaszált fű- vagy szénaráhordással, illetve a célfajok magjainak vetésével (Török et al. 2011). Számos esetben nem elegendő, ha csupán a spontán folyamatokra támaszkodunk, mivel a gyepesedés nem elég hatékony és gyors. Ezért a gyeprekonstrukciós programokban előtérbe került a célfajok aktív, vetéssel történő bevitele (Török et al. 2011).

Az alacsony diverzitású magkeverékkel kapcsolatban számos vizsgálat kimutatta, hogy nagy vetőmagnormájú vetés esetén a vetett füvek hatékonyak a rövidéletű gyomok visszaszorításában, ugyanakkor mikroélőhely-limitáció révén megakadályozhatják a kísérő fajok betelepedését (Deák et al. 2011). Az intenzíven használt agrártájakban gyakran nincsenek jelen olyan gyepi élőhelyek, amelyek propagulum-forrásként szolgálhatnak a gyepi fajok betelepedéséhez. A propagulum limitációt tovább fokozza az is, hogy az egykori szántóterületek magbankjában általában kevés gyepi faj magja őrződött meg. A fentiek figyelembevételével olyan területeken, ahol a gyepi fajok magbankból vagy magesőből történő regenerációja nem valószínű, a mikro-élőhely limitáció ellenére is szükséges lehet az alacsony diverzitású magkeverékek vetése. A gyepesítendő területek magbankjának

vizsgálatával becsülhető a spontán gyepregeneráció sikeressége, ami jelentősen segíti a gyeprekonstrukciós beavatkozások tervezését.

A magbank Csontos (2001) definíciója szerint azon természetes úton – általában a talajban – előforduló magvak összessége, amelyek anyagcseréjük vonatkozásában anyanövényeiktől függetlenné váltak és emellett csírázóképesek, vagy ezt a képességüket a jövőben elnyerhetik. A magbank denzitása arányos a fontosságával, ami azt jelenti, hogy azokban a közösségekben nagy sűrűségű, ahol a fajok egy jelentős hányada hagyatkozik a magbankból történő felújulásra. A tartós magbank általában az egy-és kétéves fajokra jellemző, illetve olyan közösségek esetében, amelyeknél gyakori zavarások jelentkeznek. Ezzel szemben a többnyire nagy magmérettel rendelkező illetve évelő fajoknál, melyek vegetációdinamikailag stabil, kevésbé bolygatott közösségekben fordulnak elő, általában nem találunk tartós magbankot.

A magbank vizsgálatok eredményeit a modern növényökológia számos területén hasznosítják. A magbank vizsgálata új megvilágításba helyez számos vegetációdinamikai folyamatot, mint például a fajkicserélődési és kolonizációs folyamatokat. A magbank szukcessziós memóriaként működik, azaz nem kizárólag az aktuális földfelszín feletti vegetációban jelenlévő fajok magjait tartalmazza, hanem a magbank vizsgálatával bepillantást nyerhetünk a korábbi vegetációdinamikai folyamatokba (Koncz et al. 2011). A talajban eltemetődött életképes magoknak fontos szerepe lehet a természetes vagy emberi eredetű zavarást követő regenerációban. A magbanknak, mint a spontán regeneráció egyik kulcs tényezőjének ismerete a gyeprekonstrukciós programokban iránymutató lehet (Török et al. 2012a). A magbank vizsgálata hozzájárul zavarások, inváziók előrejelzéséhez, a gyomnövényzet dinamikájának megismeréséhez, valamint veszélyeztetett illetve ritka növényfajok megőrzéséhez.

A pannon szikes és löszgyepek olyan a Natura 2000 hálózatban szereplő élőhelytípusok, melyek Európai Unió szintű megőrzésében hazánkknak kiemelt szerepe van. A löszgyepek rendkívül fajgazdag közösségek, melyek számtalan védett növény és állatfajnak adnak otthont (Tóth & Hüse 2014). Közép-Európa alföldi területein az egykor jellemző nagy kiterjedésű löszgyepek feldarabolódtak az elmúlt

évszázad intenzív mezőgazdasági művelése következtében. Számos régióban a korábban fajgazdag gyepeknek csak kis kiterjedésű, elszegényedett fajkészletű fragmentumai maradtak meg, intenzíven kezelt mezőgazdasági területekkel körülvéve. Ritkaságuk ellenére a löszgyepek fajairól csak kevés magbank adattal rendelkezünk (de lásd Tóth & Hüse 2014). A löszgyepek megőrzéséhez és helyreállításához alapvetően fontos megértenünk, hogy a magbank mennyiben járul hozzá a fajgazdagság fenntartásához. Alapvetően fontos kérdés, hogy a degradált állományok felszín feletti vegetációjából hiányzó fajok közül mely fajok vannak még jelen a magbankban.

A pannon szikes gyepek a Natura 2000 hálózatban kiemelt közösségi jelentőségű élőhelyekként szerepelnek; hazánkban található az állományaik 98 %-a, ezért megőrzésükért az Európai Unióban elsősorban Magyarország a felelős (Deák et al. 2014). A szikes gyepekre egyedi, halofiton fajokban és endemizmusokban gazdag flóra és fauna jellemző. Kiemelt jelentőségük ellenére a szikes gyepek magbankjáról kevés publikáció született. Számos szerző szerint stresszelt környezetben az ivaros szaporodás helyett nagyobb szerepe van a klonális terjedésnek, így a tartós magbank kisebb jelentőségű a gyepergenerációja és a diverzitás fenntartása szempontjából (Chang et al. 2001, Bossuyt & Honnay 2008). Más szerzők azt találták, hogy a magbank fontos szerepet tölt be a stresszelt közösségek vegetációdinamikájában, mert a perzisztens magbankban jelenlévő fajok magjai képesek lehetnek az időlegesen alkalmatlanná vált időszakokat követően is csírázni (Bossuyt & Honnay 2008).

Célkitűzések

Kutatásaink során a magbank vegetációdinamikában betöltött szerepét vizsgáltuk rekonstruált gyepekben, illetve természetes löszgyepekben és szikes gyepekben.

Az első fejezetben alacsony diverzitású magkeveréssel gypesített szántók vegetációfejlődését és talajmagbankjának rövidtávú dinamikáját tanulmányoztuk. Vizsgáltuk továbbá a kaszálás felhagyásának hatásait olyan vetett gyepekben, amelyekben kialakult

egy a vetett pázsitfűvek által dominált gyepevegetáció. A következő kérdésekre kerestük a választ: (1) A gyeptelepítést követően milyen gyorsan alakul ki az élő vetett fűvekből álló vegetáció? (2) Veszélyezteteti-e a gyomvisszaszorítás sikerességét a gyomfajok magbankból történő újratelepedése? (3) Milyen hatással van a kaszálás felhagyása a vetett fűvek, a célfajok és a gyomok mennyiségére?

A második fejezetben egy hagyományosan kezelt, természetközeli állapotú löszgyep illetve egy degradált állapotú, felhagyott löszlegelő vegetációját és magbankját vizsgáltuk. A következő kérdésekre kerestük a választ: (1) A vizsgált gyepekre jellemző fajok milyen sűrűségű magbankkal rendelkeznek a talajban? (2) Milyen mértékben tér el a természetközeli állapotú löszgyep és a degradált löszlegelő magbankja? (3) A vizsgált gyepek esetében gyeprekonstrukciós munkák során milyen mértékben támaszkodhatunk a lokális magbankra?

A harmadik fejezetben három szikes gyeptípus magbankjának fajösszetételét vizsgáltuk, összefüggésben a felszín feletti vegetációval és a környezeti tényezőkkel (tengerszint feletti magasság, sótartalom, talaj víztartalma, talaj szerves anyag tartalma és talaj kötöttsége). A következő hipotéziseket teszteltük: (1) A magbank fajgazdagsága és sűrűsége a leginkább stresszelt gyeptípusban a legnagyobb, ahol a magbankból történő regenerációnak nagy szerepe van a fajgazdagság kialakításában. (2) A higrofitonok sűrűsége a magbankban növekszik az alacsonyabb térszintek felé haladva.

Anyag és módszer

Mintaterületek

Gyepesített szántók

Az első vizsgálat mintavételi területei a Hortobágyi Nemzeti Parkban, az Egyek-Pusztakócsi mocsárrendszer területén helyezkednek el (N 47°34'; E 20°55'). A területen egy LIFE Nature program keretein belül került sor összesen több mint 760 hektárnyi egykori szántóterület gyepesítésére (LIFE04NAT/HU/000119). A gyeprekonstrukció során

talajelőkészítést követően őshonos fűfajok magjaiból álló alacsony diverzitású magkeverékeket vetettek 13 felhagyott szántón; 2005 és 2006 őszén (Török et al. 2010). A *Festuca pseudovina* (67 %) és *Poa angustifolia* (33 %) magjait tartalmazó szik magkeveréket hét felhagyott szántóterületen, míg a *Festuca rupicola* (40 %), *Bromus inermis* (30 %) és *Poa angustifolia* (30 %) magjait tartalmazó lősz magkeveréket hat felhagyott szántóterületen vetették. A természetvédelmi célú gyeprekonstrukció gyakorlatának megfelelően 25 kg/ha mennyiségben vetették a magkeverékeket (Török et al. 2011).

Lőszgyepek

A második vizsgálat mintaterületei a Hortobágyi Nemzeti Parkban, Balmazújváros (Magdolna-puszta, N 47°35'01" E 21°17'54") és Hortobágy (Nyírólapos, N 47°34'47", E 21°15'30") települések közigazgatási határában találhatóak. Mintavételi területeinket egy természetközeli állapotú fajgazdag; rendszeresen kaszált lőszgyep állományban (Magdolna-puszta) és egy felhagyott, degradált, fajszegény lőszlegelőn (Nyírólapos) jelöltük ki. Magdolna-puszta területén korábban a térségben elterjedt *Salvio nemorosae-Festucetum rupicolae* (a továbbiakban *Salvio-Festucetum*) állományt vizsgáltuk. A Nyírólapon egy degradált állapotú, fajszegény és zavarástűrő fajok által dominált *Cynodonti-Poëtum angustifoliae* állományt mértünk fel.

Szikes gyepek

Vizsgálati területünk a Hortobágyi Nemzeti Parkban, a balmazújvárosi Nagy-sziken (N 47° 35', E 20° 30') található. A területet juh és szarvasmarha legeltetéssel kezelik (Valkó et al. 2014). Vizsgálatunkhoz a területen leginkább elterjedt szikes gyeptípusokat választottuk ki a magassági gradiens mentén. A legmagasabb és legalacsonyabb mintaterület közötti magasság-különbség mindössze 30 cm volt. A vizsgált gyeptípusok az alábbiak voltak: (1) *Artemisio santonici-Festucetum pseudovinae* száraz szikes gyepek a legmagasabb térszinteken (*Artemisio-Festucetum*); (2) *Puccinellietum limosae* szikfok

növényzet a közepes térszinteken (*Puccinellietum*) és (3) *Agrostio stoloniferae-Caricetum distantis* nedves szikes gyepek a legalacsonyabb térszinteken (*Agrostio-Caricetum*).

Vegetáció mintavétel

Minden gyepesített szántón két darab, 5×5 m-es blokkot jelöltünk ki. A vetést követően az első három évben minden év kora júniusában a gyomok többségének magérését megelőzően, egyszeri kaszálással kezeltük a területeket. A negyedik évben minden blokk-párból az egyikben felhagytunk a kaszálással, míg a másikat továbbra is évi egyszeri kaszálással kezeltük. Blokkonként négy darab 1×1 m-es állandó kvadrátban (összesen 104 kvadrát) végeztük a vegetáció felméréseket a gyepesítést követő hat éven keresztül minden év júniusában, melynek során felmértük az edényes növényfajok százalékos borításértékeit.

A természetes löszgyepek vizsgálata során mintavételi területenként 12 darab, 1×1 m-es kvadrátban (összesen 24 kvadrát), 2009 júniusában fajonkénti százalékos borításbecslést végeztünk. A szikes gyepek vizsgálatánál minden gyeptípus három-három állományában kijelöltünk 5 darab 1×1 m-es állandó kvadrátot 2009 tavaszán, ahol fajonkénti százalékos borításbecslést végeztünk (összesen 45 kvadrát). Minden kvadrátban öt ponton megmértük a tengerszint feletti magasságot, valamint begyűjtöttünk kvadrátonként öt talajmintát. Az alábbi talajparamétereket elemeztük: nedvességtartalom, pH, vezetőképesség, szerves anyag tartalom és kötöttség.

Magbank mintavétel

A gyepesített szántókon a magbank vizsgálatot három évvel a vetést követően, a zárt, évelő füvekből álló gyeptakaró kialakulása után végeztük. A löszgyepekben és szikes gyepekben a magbank mintavétel a botanikai felmérést követő év tavaszán történt. A magbank mintákat hóolvadás után gyűjtöttük a növényzet felmérésére kijelölt állandó kvadrátokban. Mindhárom esetben kvadrátonként három darab, 4 cm átmérőjű és 10 cm mély talajfuratot vettünk. Az egy kvadrátból vett

mintákat egyként kezeltük, a talajminták magtartalom heterogenitásának csökkentésére. A mintákat ter Heerdt et al. (1996) módszere alapján mosással koncentráltuk. A koncentrált mintákat vékony rétegben sterilizált virágföldet tartalmazó csíráztató ládába rétegeztük. A csíráztató ládákat kora májustól októberig üvegházban helyeztük el. A csíranövényeket rendszeresen számoltuk, határoztuk és eltávolítottuk. A nem vagy nehezen határozható példányokat átültettük és meghatározható állapotig neveltük. Az üvegházi és spontán bejutó magszennyezést steril földdel töltött kontrol ládák segítségével mértük.

Eredmények

Rekonstruált gyepek vegetációja és magbankja

A gyepesítést követő első évben rövidéletű gyomfajok domináltak a gyepesített szántók növényzetében. Ezt azonban a legtöbb területen már a második évre a vetett fűvek dominálta növényzet váltotta fel. A vetett fűvek borítása évről évre szignifikánsan növekedett mindkét magkeveréssel gyepesített szántókon (RM ANOVA, $p < 0,001$). Az első évben tapasztaltuk a legnagyobb átlagos fajszámot és rövid életű gyom fajszámot (RM ANOVA, $p < 0,001$). Mind a lősz mind a szik magkeveréssel gyepesített szántókon csökkent a fajszám az évek során. Az első év után a rövidéletű gyomok borítása évről évre szignifikánsan csökkent, különösen a lősz magkeveréssel gyepesített szántókon (RM ANOVA, $p < 0,001$). A lősz magkeveréssel gyepesített szántók nagy részén az évelő gyomok vagy alacsony borítással, vagy csökkenő borítással voltak jelen a vetést követő harmadik évben.

A magbankból kelt 21 leggyakoribb faj közül 13 gyom volt, melyek szinte minden gyepesített szántó magbankjának közel 70 %-át adták. A gyomok mellett csak néhány pionír (*Gypsophila muralis* és *Matricaria recutita*) és higrofiton fajnak (*Typha* fajok és az *Epilobium tetragonum*) volt számottevő magbankja. A vetett fűvek közül számottevő magbankkal csak a *Poa angustifolia* rendelkezett (maximálisan 1260 mag/m²). A legtöbb évelő dudvanemű gyom alacsony denzitású magbankkal rendelkezett (általában néhány száz mag/m²), az évelő

fűnemű gyomoknak nem volt kimutatható magbankja. A vegetációból és magbankból összesen 146 edényes növényfajt mutattunk ki. A magbank fajösszetétele leginkább az első évi vegetáció fajkészletéhez hasonlított, azonban csak kis mértékben; a Jaccard hasonlóság 0,16 és 0,38 szélső értékek között változott. A hasonlósági értékek átlagai az első évtől a harmadikig csökkentek mindkét magkeverék típussal gyepesített szántókon. Több az első éven nagy borítású, majd visszaszoruló rövid életű gyomfaj jelentős magbankkal rendelkezett (például *Capsella bursa-pastoris*, *Tripleurospermum perforatum*). Több a vegetációban kis borítással rendelkező rövid életű gyomnak jelentős magbankja volt (például *Echinochloa crus-galli*, *Setaria pumila*, *S. viridis*).

A kaszálás felhagyását követően a növényzet összborítása szignifikánsan csökkent (GLM, $p < 0,001$). A vetett füvek borítására mind a kezelésnek, mind a területnek szignifikáns hatása volt (GLM, $p < 0,001$). A vetett füvek borítása minden területen alacsonyabb volt a nem kaszált blokkokban és az évek során egyre csökkent. Az évelő gyomok (*Cirsium arvense*, *Elymus repens*) borítása szignifikánsan nagyobb volt a nem kaszált blokkokban (GLM, $p < 0,01$). Az évelő gyomok mennyisége a lösz magkeverékkel gyepesített területeken szignifikánsan kisebb volt, mint a szik magkeverékkel gyepesített területeken (GLM, $p < 0,001$). A kaszálás felhagyása a Shannon diverzitásra szignifikánsan negatív hatást gyakorolt (GLM, $p < 0,05$).

Löszgyepek vegetációja és magbankja

A vizsgált löszgyepek vegetációjából és magbankjából összesen 94 fajt mutattunk ki. A Magdolna-pusztáról kétszer több fajt mutattunk ki a vegetációban, mint a Nyírőlaposon, a magbankból pedig Nyírőlaposról csíráztattunk több fajt. A megtalált fajok közül 56 faj esetében volt lehetséges magbank-típus besorolás (a megtalált fajkészlet 82 %-a, 16 fajról tudomásunk szerint eddig nem volt publikált hazai adat). A Magdolna-pusztán szignifikánsan magasabb fajszám volt jellemző, mint a Nyírőlaposon (rendre 27,0 illetve 10,2 faj/m², t-próba, $p < 0,001$). A vegetációban gyakori fajok közül jelentősebb, 1 000 mag/m²-t is meghaladó sűrűségű magbankkal a Nyírőlaposon a *Galium verum*-ot

mutattuk ki, Magdolna-pusztán pedig a *Poa angustifolia*-át. A vegetációból is kimutatott fajok közül a Nyírólapon még a *Carex praecox*, a *C. stenophylla* és az *Achillea collina*, a Magdolna-pusztán pedig a *Plantago lanceolata*, *Potentilla arenaria*, *P. argentea*, *Hypericum perforatum* és a *Myosotis stricta* rendelkezett jelentősebb magbankkal. A csak magbankból kimutatott fajok közül a Nyírólapon a *Conyza canadensis*, a *Carduus acanthoides* és az *Epilobium tetragonum*, a Magdolna-pusztán pedig a *Juncus compressus* és a *Veronica persica* rendelkezett 1 000 mag/m² körüli, vagy azt meghaladó magbankkal. A Nyírólapos növényzetében a természetközeli állapotokra jellemző fajok csak kis borítással voltak megtalálhatóak és csupán szórványos magbankkal rendelkeztek.

A magbank átlagos sűrűsége nem mutatott jelentősebb eltérést a két terület között (Magdolna-pusztá: 20 200 mag/m²; Nyírólapos: 22 800 mag/m²). Hasonlóan a magbank sűrűséghez a fajszámok esetében sem tapasztaltunk szignifikáns eltéréseket (t-próba, $p=0,299$, magbank fajszámok átlaga rendre 17,0 és 15,4 faj/m²). Degradáltsági állapottól függetlenül a magbank és a földfelszín feletti vegetáció hasonlósága alacsony volt (a Jaccard hasonlóság értékei a Magdolna-pusztán: 0,35 és a Nyírólapon: 0,31). A földfelszín feletti vegetációban jelen levő fajoknak a Nyírólapon 76 %-a, a Magdolna-pusztán pedig 46 %-a rendelkezett rövid- vagy hosszútávú perzisztens magbankkal.

Szikes gyepek vegetációja és magbankja

Összesen 39 fajt találtunk a vegetációban és 46 fajt találtunk a magbankban. A higrofitonok borítása az *Agrostio-Caricetum* gyepekben volt a legmagasabb és az *Artemisio-Festucetum* gyepekben volt a legalacsonyabb. A halofitonok borítása a *Puccinellietum* gyepekben volt a legmagasabb és az *Artemisio-Festucetum* gyepekben volt a legalacsonyabb. A Jaccard hasonlósági index értéke a *Puccinellietum* gyepekben volt a legalacsonyabb (0,16) és az *Agrostio-Caricetum* gyepekben volt a legmagasabb (0,23). A legkisebb sűrűségű magbankot a *Puccinellietum* gyepekben találtuk, a legnagyobb magsűrűséget az *Agrostio-Caricetum* gyepekben. A halofitonok borítása, fajszáma és

magbank sűrűsége a *Puccinellietum* gyepekben volt a legnagyobb. A *Puccinellietum* gyepek magbankjában mindössze 17 faj fordult elő és csak két faj (*Spergularia salina* és *Juncus compressus*) magsűrűsége haladta meg az 1 000 mag/m² értéket. A *Puccinellietum* gyepek magbankjának 71,5-81,8 %-át a *Spergularia salina* alkotta, emellett a halofiton fajok közül magasabb denzitással a *Camphorosma annua* és a *Matricaria recutita* rendelkeztek. A felszín feletti vegetációban a legnagyobb borítású fajok közül csak a *Juncus compressus* rendelkezett számottevő magbankkal mindhárom vizsgált gyeptípusban. A legtöbb higrofiton faj az *Agrostio-Caricetum* gyepekben rendelkezett a legnagyobb magbank sűrűséggel. A magbankban leggyakrabban előforduló fajok közül mindegyik előfordult az *Agrostio-Caricetum* gyepek magbankjában.

Nem találtunk szignifikáns összefüggést a sótartalom, valamint a vegetáció és magbank Shannon diverzitása között. A sótartalom növekedésével szignifikánsan csökkent a higrofitonok fajszáma a vegetációban, illetve a higrofitonok denzitása és fajszáma a magbankban. A talaj nedvességtartalmának a magbank fajsámára és a halofitonok magbankjának denzitására volt szignifikáns hatása. A felszín feletti vegetációban csökkent a higrofitonok borítása és fajgazdagsága a növekvő tengerszint feletti magassággal. A tengerszint feletti magasságnak nem volt szignifikáns hatása a higrofitonok magbank sűrűségére.

Következtetések

Kutatásaink során a magbank vegetációdinamikában betöltött szerepét vizsgáltuk rekonstruált gyepekben, illetve természetes löszgyepekben és szikes gyepekben. Az első vizsgálat során alacsony diverzitású magkeverék vetésével és évi egyszeri kaszálással három év alatt sikerült vetett fűfajokból álló gyepet létrehozni az egykori szántóterületeken (Kelemen et al. 2014). Az évelő füvek kompetitív kizárással már két-három év alatt visszaszorították a rövidéletű gyomokat. Az összefüggő gyepetakaró kialakulását egyes területeken hátráltatták a növekvő borítással megjelenő évelő gyomok (*Elymus*

repens, *Cirsium arvense*). A vizsgálatunkban gyorsan kialakult évelő fű borítás és a talajbolygatás hiánya visszaszorította ugyan a rövid életű gyomfajokat és megakadályozta csírázásukat, de ezzel együtt segítette a magbankjuk megőrzését a talajban.

Mindhárom vizsgált élőhelytípusban kimutattuk, hogy a vázfajoknak csak töredéke rendelkezik perzisztens magbankkal. A vegetációban nagyobb borítással rendelkező fűnemű fajok közül a legtöbb nem rendelkezett számottevő magbankkal. A természetes gyepekre jellemző célfajok többségének csak kis sűrűségű magbankja volt. A vegetáció és magbank hasonlósága mindhárom vizsgált gyeptípusban alacsony volt. Az alacsony hasonlósági értékeket a vegetációban tömeges fűfajok perzisztens magbankjának hiánya okozhatta (Valkó et al. 2011, Török et al. 2012a). A gyomfajok magbankja gyepesített szántókon és löszgyepekben is számottevő mértékben kimutatható volt. Ezeknek a gyomfajoknak a magbankból való felújulásuk elkerülésére nagyon fontos, hogy ezeken a területeken megfelelő kezelést alkalmazzuk. Eredményeink alapján elmondható, hogy a rendszeres évi egyszeri kaszálás szükséges és elégséges lehet a gyepesített területek kedvező állapotban való fenntartásához. A természetközeli, fajgazdag gyepekhez hasonló vegetáció kialakulása érdekében azonban további természetvédelmi beavatkozásokra lehet szükség (Török et al. 2012b).

A vizsgált löszgyepekben aligha várható az eltűnt löszfajok magbankból történő felújulása, ezért későbbiekben kerülendőek az olyan kezelési módszerek – például a túlzott mértékű legeltetés vagy taposás – melyek elősegítik a szabad talajfelszín kialakulását és növelik a gyomok számára kedvező mikro-élőhelyek számát. A szikes gyepek esetén a magbankban több fajt mutattunk ki, mint a vegetációban, ami arra utal, hogy a magbanknak fontos szerepe van a biodiverzitás fenntartásában. Ugyanakkor a vegetáció domináns fajainak többsége ezen élőhelytípusokban sem rendelkezett számottevő magbankkal, így nagyobb területen jelentkező zavarást követően nem számíthatunk a teljes fajkészlet magbankból történő regenerációjára.

Introduction

Grasslands contribute with a considerable part to the biodiversity of Europe harbouring a very diverse flora and fauna at multiple spatial scales (Valkó et al. 2012). The extension and diversity of grasslands are in a serious decline in the past decades; thus, conservation and restoration of grasslands is an urgent task (Török et al. 2011). Grassland restoration can be used to establish grasslands and to create connections between and buffer zones around grassland fragments. It is vital to understand mechanisms sustaining grassland biodiversity for an effective planning of conservation, (Valkó et al. 2014).

The maintenance and recovery of species diversity in grasslands can be supported by local propagule sources preserved in the form of persistent soil seed banks (Bossuyt & Honnay 2008, Valkó et al. 2011). There are contrasting views on the role of soil seed banks in sustaining grassland biodiversity. Several studies stress that soil seed banks form an important source for re-colonization, especially when species dispersal is limited (Bossuyt & Honnay 2008). However, other studies found that target species often lack persistent seed banks (Valkó et al. 2011; Tóth & Hüse 2014). To design conservation and restoration measures in grasslands it is necessary to study soil seed banks as potential propagule sources for grassland recovery. Species composition and density of seed banks varies considerably across grassland types and regions, thus it is necessary to have seed bank analysis and persistency records for each grassland type of high conservation value.

Loess grasslands are among the most species-rich communities in Europe and harbour many threatened plant and animal species (Tóth & Hüse 2014). In many regions, only species-poor degraded fragments of formerly species rich grasslands remained surrounded by croplands and other intensively managed agricultural lands. In spite of the high conservation value of loess grasslands, only sparse seed bank data is available for their characteristic species. A crucial question is whether target species already missing from aboveground vegetation of degraded stands are still present in the soil seed banks.

Inland alkali grasslands are of special interest of the Natura 2000 network, typical to the Pannonian biogeographical region. They are environmentally stressed grasslands which harbour a unique flora and fauna (Kelemen et al. 2015). There are contrasting views regarding the role of persistent seed banks in sustaining biodiversity of stressed grasslands. Several authors argue that in stressful conditions a higher investment in clonal spread is necessary, suggesting that seed bank plays a subordinate role (Chang et al. 2001). However, seed banks can play a crucial role in vegetation dynamics in stressed communities, because they allow species to bridge temporally unsuitable conditions for germination and establishment (Bossuyt & Honnay 2008).

I studied the role of soil seed banks in sustaining the diversity of restored grasslands and natural grasslands. First, we studied the vegetation and seed banks of former croplands restored by seed sowing and tested the effects of post-restoration management on diversity. Second, we studied the vegetation and seed banks of a species-rich and a degraded loess grassland and evaluated the restoration potential of seed banks. Finally, we studied the vegetation and seed banks of alkali grasslands in relation to environmental parameters.

Material and Methods

Vegetation sampling

Our study sites are located in the Hortábagy National Park. In the first study site, a landscape-level grassland restoration project, low-diversity seed mixtures of native grasses were sown on 13 former crop fields in 2005 and 2006 (Török et al. 2010). We selected one sampling site (5 m × 5 m) per restored field; in every site, four 1 m × 1 m plots were permanently marked. For the first three years after sowing all restored grasslands were managed by mowing once a year in late June. From the fourth year onwards, one of the sites were mown, and the other one was left unmown. In the plots, the cover of vascular plant species was recorded in early June in the first six years after sowing.

In the second study we studied loess grasslands: a species-rich mown loess grassland (*Salvia nemorosae-Festucetum rupicolae*; Magdolna-pusztá) and an abandoned loess pasture (*Cynodonti-Poëtum angustifoliae*; Nyírőlapos). In each stand, the percentage cover of vascular plants was recorded in twelve 1 m×1 m plots in June 2009.

In the third study we selected three alkali grassland types along an elevation gradient (Kelemen et al. 2013): (i) *Artemisio santonici-Festucetum pseudovinae* dry alkali grasslands at highest elevations; (ii) *Puccinellietum limosae* alkali swards at medium elevations and (iii) *Agrostio stoloniferae-Caricetum distantis* wet alkali grasslands at the lowest elevations. In three stands of each alkali grassland type we designated five 1m×1m plots. We measured the elevation in the centre of each plot and collected soil samples for soil analysis. The percentage cover of vascular plants was recorded in each plot in June 2009.

Seed bank sampling

Seed bank was analysed with the seedling emergence method. Seed bank of sown grasslands was sampled in the third year after the sowing, while seed banks of natural grasslands were sampled in the year after vegetation sampling. Samples were collected after snowmelt, three soil cores were bored per plot (d=4 cm, h=10 cm). Sample volume was reduced by 60–80% by the sample concentration method of ter Heerdt et al. (1996). Concentrated samples were spread in a thin layer on trays, filled with steam-sterilised potting soil in a greenhouse. Seedlings were regularly counted, identified or transplanted and grown identification.

Results

Restored grasslands

We found that the first-year vegetation characterised by short-lived species was gradually replaced by a perennial vegetation dominated by sown grasses. Total species richness and the species richness of short-lived weeds were highest in the first year and decreased significantly

thereafter. We found considerably dense seed banks of short-lived weed species (especially *Capsella bursa-pastoris*) in all fields. Only a few nonweedy forbs and wind-dispersed and small-seeded hygrophytes had a considerable dense seed bank. The sown grasses had mostly sporadic seed banks, only *Poa angustifolia* had considerably dense seed banks. Species composition of the seed bank showed the highest similarity with the species composition of the vegetation of the first year. The cover of sown grasses was significantly higher in the mown sites compared to the unmown ones (GLM, $p < 0,001$). The cover of perennial weeds (*Cirsium arvense* and *Elymus repens*) was significantly higher in the unmown sites (GLM, $p < 0,01$). Shannon diversity was lower in the unmown sites (GLM, $p < 0,05$).

Loess grasslands

We detected significantly lower species numbers in the vegetation of the degraded loess pasture (10.2 species/m²) than in the semi-natural loess grassland (27.0 species/m²; t-test, $p < 0.001$). The mean seed density was 22,800 seeds/m² in the degraded loess pasture and 20,200 seeds/m² in the species-rich loess grassland. The Jaccard similarity of vegetation and seed banks were 0.31 in the degraded loess pasture and 0.35 in the species-rich loess grasslands, respectively. In the degraded loess pasture 76%, while in the semi-natural loess grassland 46% percent of species detected in the aboveground vegetation possessed at least short-term persistent seed banks.

Alkali grasslands

We found that Jaccard similarity of vegetation and seed banks ranged from 0.16 in *Puccinellietum* to 0.23 in *Agrostio-Caricetum*. The lowest seed density scores were found in *Puccinellietum*, and the highest ones in *Agrostio-Caricetum*. The seed bank of *Puccinellietum* was composed of a few species, and the only species with considerable seed densities were *Spergularia salina* and *Juncus compressus*. Out of the frequent species in aboveground vegetation, *Juncus compressus* was the

only species with considerable seed bank in every studied grassland types. The majority of hygrophyte species had the highest seed densities in *Agrostio-Caricetum* and most of the most frequent seed bank species had viable seeds in that grassland type. We found that salinity did not correlate with Shannon diversity of the vegetation and that of the seed bank. The cover and species richness of hygrophytes in the vegetation decreased with increasing elevation, but elevation did not have a significant effect on total- and hygrophyte seed density.

Conclusions

We found that sowing native grass seed mixtures and yearly mowing enabled a fast grassland recovery. We found that short-lived weed assemblages were easily suppressed by yearly mowing. However grassland recovery can be delayed by weedy perennials (*Elymus repens* and *Cirsium arvense*.) which could not be suppressed by the used restoration method. The sown perennial grasses suppressed short-lived weeds aboveground and prevented their germination, but allowed the preservation of their seed banks. The re-establishment of weeds from the seed bank can be enhanced by creating gaps in the vegetation; thus, management actions that increase suitable vegetation gaps, such as intensive grazing and other types of soil disturbance should be avoided.

We found that most of the characteristic species of restored grasslands and natural loess and alkali grasslands possessed no or only sparse seed banks. Thus we cannot rely on their spontaneous recovery from seed banks after large-scale disturbances. However, we found that in alkali grasslands, seed bank plays an important role in sustaining diversity, because there were more species in the seed bank than in the aboveground vegetation. Low similarity was found between vegetation and seed banks in all studied grassland types. The likely reasons for this low similarity can be that perennial grasses of the aboveground vegetation usually lack persistent seed banks and seed banks are mainly characterised by weedy and disturbance-tolerant species on restored grasslands and loess grasslands.

Irodalom/References

- Bossuyt, B. & Honnay, O. 2008: Can the seed bank be used for ecological restoration? An overview of seed bank characteristics in European communities. *Journal of Vegetation Science* 19: 875-884.
- Chang, E.R., Jefferies, R.L., Carleton, T.J. 2001: Relationship between vegetation and soil seed banks in an arctic coastal marsh. *Journal of Ecology* 89: 367-384. Csontos (2001
- Deák, B., Valkó, O., Kelemen, A., Török, P., Migléc, T., Ölvedi, T., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B. 2011: Litter and graminoid biomass accumulation suppresses weedy forbs in grassland restoration. *Plant Biosystems* 145: 730-737.
- Deák, B., Valkó, O., Alexander, C., Mücke, W., Kania, A., Tamás, J., Heilmeyer, H. 2014a: Fine-scale vertical position as an indicator of vegetation in alkali grasslands - case study based on remotely sensed data. *Flora* 209: 693-697. Dengler et al. 2014
- Kelemen, A., Török, P., Valkó, O., Deák, B., Tóth, K., Tóthmérész, B. 2015: Both facilitation and limiting similarity shape the species coexistence in dry alkali grasslands. *Ecological Complexity* 21: 34-38.
- Kelemen, A., Török, P., Valkó, O., Deák, B., Migléc, T., Tóth, K., Ölvedi, T., Tóthmérész, B. 2014: Sustaining recovered grasslands is not likely without proper management: vegetation changes and large-scale evidences after cessation of mowing. *Biodiversity & Conservation* 23: 741-751.
- Kiehl, K., Kirmer, A., Donath, T.W., Rasran, L., Hölzel, N. 2010: Species introduction in restoration projects - Evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. *Basic and Applied Ecology* 11: 285-299.
- Koncz, G., Török, P., Papp, M., Matus, G., Tóthmérész, B. 2011: Penetration of weeds into the herbaceous understorey and soil seed bank of a Turkey oak-sessile oak forest in Hungary. *Community Ecology* 12: 227-233.

- ter Heerdt, G.N.J., Verweij, G.L., Bekker, R.M., Bakker, J.P. 1996: An improved method for seed-bank analysis: Seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology* 10: 144-151.
- Tóth, K., Hüse, B. 2014: Soil seed banks in loess grasslands and their role in grassland recovery. *Applied Ecology and Environmental Research* 12(2): 537-547.
- Török, P., Deák, B., Vida, E., Valkó, O., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B. 2010: Restoring grassland biodiversity: Sowing low-diversity seed mixtures can lead to rapid favourable changes. *Biological Conservation* 143: 806-812.
- Török, P., Vida, E., Deák, B., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B. 2011: Grassland restoration on former croplands in Europe: an assessment of applicability of techniques and costs. *Biodiversity & Conservation* 20: 2311-2332.
- Török, P., Migléc, T., Valkó, O., Kelemen, A., Deák, B., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B. 2012a: Recovery of native grass biodiversity by sowing on former croplands: Is weed suppression a feasible goal for grassland restoration? *Journal for Nature Conservation* 20: 41-48.
- Török, P., Migléc, T., Valkó, O., Kelemen, A., Tóth, K., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B. 2012b: Fast recovery of grassland vegetation by a combination of seed mixture sowing and low-diversity hay transfer. *Ecological Engineering* 44: 133-138.
- Valkó, O., Tóthmérész, B., Kelemen, A., Simon, E., Migléc, T., Lukács, B., Török, P. 2014: Environmental factors driving vegetation and seed bank diversity in alkali grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 182: 80-87.
- Valkó, O., Török, P., Matus, G., Tóthmérész, B. 2012: Is regular mowing the most appropriate and cost-effective management maintaining diversity and biomass of target forbs in mountain hay meadows? *Flora* 207 (4): 303-309.
- Valkó, O., Török, P., Tóthmérész, B., Matus, G. 2011: Restoration potential in seed banks of acidic fen and dry-mesophilous meadows: Can restoration be based on local seed banks? *Restoration Ecology* 19: 9-15.



Jelölt: Tóth Katalin
Neptun kód: JAYJZ4
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (2)

1. Miglécz T., **Tóth K.**: Lokális talajmagbank szerepe löszgyepek helyreállításában.
Termékd. Kozl. 18, 370-382, 2012. ISSN: 1216-4585.
2. Miglécz T., **Tóth K.**: Alkalmazható-e gyepesítés gyomok visszaszorítására? A Hortobágyi Nemzeti Parkban végzett gyeprekonstrukciók tapasztalatai.
Tájékozl. Lapok. 9 (2), 251-267, 2011. ISSN: 1589-4673.

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (2)

3. **Tóth, K.**, Hüse, B.: Soil seed banks in loess grasslands and their role in grassland recovery.
Appl. Ecol. Environ. Res. 12 (2), 537-547, 2014. ISSN: 1589-1623.
IF: 0.557
4. Torók, P., Miglécz, T., Valkó, O., **Tóth, K.**, Kelemen, A., Albert, Á., Matus, G., Molnár V., A., Ruprecht, E., Papp, L., Deák, B., Horváth, O., Takács, A., Hüse, B., Tóthmérész, B.: New thousand-seed weight records of the Pannonian flora and their application in analysing social behaviour types.
Acta Bot. Hung. 55 (3-4), 429-472, 2014. ISSN: 0236-6495.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/ABot.55.2013.3-4.17>





Idégen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (2)

5. Kelemen, A., Torók, P., Valkó, O., Deák, B., Migléc, T., **Tóth, K.**, Ólvedi, T., Tóthmérész, B.:
Sustaining recovered grasslands is not likely without proper management: vegetation changes after cessation of mowing.
Biodivers. Conserv. 23 (3), 741-751, 2014. ISSN: 0960-3115.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-014-0631-8>
IF: 2.365
6. Torók, P., Migléc, T., Valkó, O., Kelemen, A., **Tóth, K.**, Lengyel, S., Tóthmérész, B.: Fast restoration of grassland vegetation by a combination of seed mixture sowing and low-diversity hay transfer.
Ecol. Eng. 44, 133-138, 2012. ISSN: 0925-8574.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.03.010>
IF: 2.958

Idégen nyelvű konferencia közlemény(ek) (1)

7. Torók, P., Migléc, T., Kelemen, A., **Tóth, K.**, Valkó, O., Tóthmérész, B.: Density and richness of soil seed banks in loess grassland.
In: Dry Grasslands of Europe: Grazing and Ecosystem Services : Proceedings of 9th European Dry Grassland Meeting (EDGM) Prespa, Greece, 19-23 May 2012. Ed.: by Vrahnakis M., A.P. Kyriazopoulos, D. Chouvardas, G. Fotiadis, Hellenic Range and Pasture Society, Prespa, 263-267, 2013. ISBN: 9789608641655





További Közlemények

Magyar nyelvű közlemény(ek) hazai folyóiratban (3)

8. **Tóth K.**, Babai D., Kelemen A., Deák B., Albert Á., Valkó O.: Sisyinchium bermudiana L. új előfordulási adata a Kárpát-medencében.
Kitaibelia. 20 (1), 172-173, 2015. ISSN: 1219-9672/ISSN: 2064-4507.
9. Miglécz T., Donkó Á., Török P., Valkó O., Deák B., Kelemen A., **Tóth K.**, Drexler D., Tóthmérész B.: Magkeverékek fejlesztése fajgazdag szőlősorköz-takaró növényzethez.
Gyepgazdálk. Közli. 2013 (1-2), 37-42, 2013. ISSN: 1785-2498.
10. **Tóth K.**: Biomassza-fajgazdagság kapcsolatok vizsgálata szikes gyepekben és vizes élőhelyeken.
Gyepgazdálk. Közli. 2012 (1-2), 57-61, 2012. ISSN: 1785-2498.

Idegen nyelvű közlemény(ek) külföldi folyóiratban (2)

11. Deák B., Valkó O., Török P., Kelemen A., **Tóth K.**, Miglécz T., Tóthmérész B.: Reed cut, habitat diversity and productivity in wetlands.
Ecol. Complex. 22, 121-125, 2015. ISSN: 1476-945X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecocom.2015.02.010>
IF: 1.931 (2014)
12. Kelemen A., Török P., Valkó O., Deák B., **Tóth K.**, Tóthmérész B.: Both facilitation and limiting similarity shape the species coexistence in dry alkali grasslands.
Ecol. Complex. 21, 34-38, 2015. ISSN: 1476-945X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecocom.2014.11.004>
IF: 1.931 (2014)

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 9,742

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre): 5,88

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

Debrecen, 2015.09.07.



Candidate: Katalin Tóth
Neptun ID: JAYJZ4
Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences

List of publications related to the dissertation

Hungarian scientific article(s) in Hungarian journal(s) (2)

1. Miglécz T., **Tóth K.**: Lokális talajmagbank szerepe lőszgyepek helyreállításában.
Termvéd. Kozl. 18, 370-382, 2012. ISSN: 1216-4585.
2. Miglécz T., **Tóth K.**: Alkalmazható-e gyepesítés gyomok visszaszorítására? A Hortobágyi Nemzeti Parkban végzett gyeprekonstrukciók tapasztalatai.
Tájékozt. Lapok 9 (2), 251-267, 2011. ISSN: 1589-4673.

Foreign language scientific article(s) in Hungarian journal(s) (2)

3. **Tóth, K.**, Hüse, B.: Soil seed banks in loess grasslands and their role in grassland recovery.
Appl. Ecol. Environ. Res. 12 (2), 537-547, 2014. ISSN: 1589-1623.
IF: 0.557
4. Torók, P., Miglécz, T., Valkó, O., **Tóth, K.**, Kelemen, A., Albert, Á., Matus, G., Molnár V., A., Ruprecht, E., Papp, L., Deák, B., Horváth, O., Takács, A., Hüse, B., Tóthmérész, B.: New thousand-seed weight records of the Pannonian flora and their application in analysing social behaviour types.
Acta Bot. Hung. 55 (3-4), 429-472, 2014. ISSN: 0236-6495.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/ABot.55.2013.3-4.17>





Foreign language scientific article(s) in international journal(s) (2)

5. Kelemen, A., Torók, P., Valkó, O., Deák, B., Miglécz, T., **Tóth, K.**, Ólvedi, T., Tóthmérész, B.:
Sustaining recovered grasslands is not likely without proper management: vegetation
changes after cessation of mowing.
Biodivers. Conserv. 23 (3), 741-751, 2014. ISSN: 0960-3115.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-014-0631-8>
IF: 2.365
6. Torók, P., Miglécz, T., Valkó, O., Kelemen, A., **Tóth, K.**, Lengyel, S., Tóthmérész, B.: Fast
restoration of grassland vegetation by a combination of seed mixture sowing and low-
diversity hay transfer.
Ecol. Eng. 44, 133-138, 2012. ISSN: 0925-8574.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.03.010>
IF: 2.958

Foreign language conference proceeding(s) (1)

7. Torók, P., Miglécz, T., Kelemen, A., **Tóth, K.**, Valkó, O., Tóthmérész, B.: Density and richness of
soil seed banks in loess grassland.
In: Dry Grasslands of Europe: Grazing and Ecosystem Services : Proceedings of 9th
European Dry Grassland Meeting (EDGM) Prespa, Greece, 19-23 May 2012. Ed.: by
Vrahnakis M., A.P. Kyriazopoulos, D. Chouvardas, G. Fotiadis, Hellenic Range and Pasture
Society, Prespa, 263-267, 2013. ISBN: 9789608641655





List of other publications

Hungarian scientific article(s) in Hungarian journal(s) (3)

8. **Tóth K.**, Babai D., Kelemen A., Deák B., Albert Á., Valkó O.: Sisyrrinchium bermudiana L. új előfordulási adata a Kárpát-medencében.
Kitaibelia. 20 (1), 172-173, 2015. ISSN: 1219-9672|ISSN: 2064-4507.
9. Miglécz T., Donkó Á., Török P., Valkó O., Deák B., Kelemen A., **Tóth K.**, Drexler D., Tóthmérész B.: Magkeverékek fejlesztése fajgazdag szőlősorkoz-takarónövényezethez.
Gyepgazdálk. Kozl. 2013 (1-2), 37-42, 2013. ISSN: 1785-2498.
10. **Tóth K.**. Biomassa-fajgazdság kapcsolatok vizsgálata szikes gyepekben és vizes élőhelyeken.
Gyepgazdálk. Kozl. 2012 (1-2), 57-61, 2012. ISSN: 1785-2498.

Foreign language scientific article(s) in international journal(s) (2)

11. Deák, B., Valkó, O., Török, P., Kelemen, A., **Tóth, K.**, Miglécz, T., Tóthmérész, B.: Reed cut, habitat diversity and productivity in wetlands.
Ecol. Complex. 22, 121-125, 2015. ISSN: 1476-945X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecocom.2015.02.010>
IF:1.931 (2014)
12. Kelemen, A., Török, P., Valkó, O., Deák, B., **Tóth, K.**, Tóthmérész, B.: Both facilitation and limiting similarity shape the species coexistence in dry alkali grasslands.
Ecol. Complex. 21, 34-38, 2015. ISSN: 1476-945X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecocom.2014.11.004>
IF:1.931 (2014)

Total IF of journals (all publications): 9,742

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 5,88

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of Web of Science, Scopus and Journal Citation Report (Impact Factor) databases.

07 September, 2015

Address: 1 Egyetem tér, Debrecen 4032, Hungary Postal address: Pf. 39, Debrecen 4010, Hungary
Tel.: +36 52 410 443 Fax: +36 52 512 900/63847 E-mail: publikaciosk@lib.unideb.hu, © Web: www.lib.unideb.hu