

Városi gyepes területek szerepe a faji sokféleség fenntartásában

Godó Laura – Hüse Bernadett

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar,
Biológiai és Ökológiai Intézet, Ökológiai Tanszék, Debrecen
godolaura0306@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt évezredek során az urbanizáció jelentősen átalakította a természetes ökoszisztémákat, miközben új, mesterséges élőhelyek jöttek létre. Az élőhelyek eltűnése és az abiotikus környezet változásai jelentős hatással vannak a városi biodiverzitásra. Kutatásunk során három városi élőhelytípusban (városi telkeken, városi parkokban és városszéli gyepekben) vizsgáltuk a vegetáció összetételét. A vizsgálati területeink Debrecen városában találhatóak, és minden területet félttermészetes gyepre és zavarástűrő közösségekre jellemző fajok jellemeztek. Minden élőhelytípusból öt területet mértünk fel, területenként öt darab 5x5 méteres kvadrátban jegyeztük fel a vegetációban jelen lévő fajokat és azok borítását. Az alábbi hipotéziseket teszteltük:

- (1) a városközpontokra jellemző élőhelyeken (városi parkok) a fajszám és Shannon-diverzitás alacsonyabb, míg a gyom- és a zavarástűrő fajok aránya magasabb, mint a perifériális élőhelyeken (városi telkek és városszéli gyeppek),
- (2) a meleg- és tápanyagigényes fajok aránya magasabb, míg a nedvességigényes fajok aránya alacsonyabb a városközpontokra jellemző élőhelyeken,
- (3) a homogenizációs hipotézis alapján a kozmopolita és idegenhonos fajok arányának növekedése és a természetes flóra elemeinek csökkenése tapasztalható a városközpontokra jellemző élőhelyeken.

Eredményeink alapján a városi élőhelyek fajösszetételét jelentősen befolyásolják a specifikus zavarások és az adott élőhely története. A leginkább városias élőhelyek, a városi parkok rendelkeztek a legalacsonyabb fajszámmal és Shannon-diverzitással. A gyomok és zavarástűrő fajok aránya a városközpontban volt a legmagasabb a nagymértékű taposás és talajbolygatás következtében. A szárazságtűrő fajok nagyobb arányban voltak jelen a városközpontban, mint a városszéli gyepben, melynek oka a belvárosi területek sűrű csatornázottsága. A nitrogénigényes fajok aránya alacsonyabb volt a városi parkokban és a városszéli gyepben, mint a városi telkeken, valószínűleg az élőhelyekre jellemző recens talajbolygatás miatt. Az idegenhonos fajok aránya, bár jelentős különbség volt tapasztalható a két élőhely zavartságában, mind a városi telkeken, mind a városszéli gyepben magas volt. A kozmopolita fajok aránya jelentősen nagyobb volt a városi parkokban, mint a városszéli gyepben vagy a városi telkeken. Az idegenhonos és kozmopolita fajok magas aránya a folyamatos emberi zavarással együtt kompetíciós hátrányba sorítja az őshonos fajokat, ebből következően ezen fajok aránya volt a legalacsonyabb a városközpontban. Annak ellenére, hogy a vizsgált városi élőhelyek nem járulnak hozzá jelentősen a ritka és veszélyeztetett fajok megőrzéséhez, nélkülözhetetlen szerepük van a fennmaradt gyepi vegetáció fenntartásában az intenzíven használt tágakban.

Kulcsszavak: kozmopolita, ökológiai indikáció, közties zavarás hipotézis, homogenizációs hipotézis

SUMMARY

Urbanization has considerably changed natural ecosystems and formed many new artificial habitats. We studied the vegetation composition of three urban habitat types: urban parks, vacant lots and peri-urban grasslands in the city of Debrecen. We used five spatial replicates of each habitat type and five 5x5 meters plots in each site. The species composition of urban habitats was considerably affected by the specific disturbances and site histories. The most urbanised habitats, i.e. urban parks harboured the lowest number of species and the lowest Shannon diversity. The ratio of weeds and disturbance-tolerant species was the highest in the city centre due to the high-intensity trampling and soil disturbances. Plant species of city centre were the most drought-tolerant, which is likely due to the increased level of drainage. The ratio of nitrogen-demanding species was the highest in vacant lots, due to the high level of recent soil disturbances. Even though the studied urban habitats did not harbour rare or endangered plant species, they have an crucial role in preserving the last remnants of grasslands in intensively used landscapes, and can be a good basis for urban greening projects.

Keywords: cosmopolitan, ecological indication, intermediate disturbance hypothesis, urban homogenisation hypothesis

BEVEZETÉS

A természetes gyeppek mind természetvédelmi (Házi et al., 2011, 2012; Valkó et al., 2016a; Wichmann et al., 2015; Zimmermann et al., 2011), mind gyepgazdálkodási szempontból kiemelt értéket képviselnek (Penksza et al., 2013; Saláta et al., 2011, 2012; Tälle et al., 2016; Uj et al., 2013). Emiatt a gyepterületek védelme, valamint a fenntartható gyepgazdálkodás korunk kiemelt természetvédelmi feladata (Deák és Valkó, 2013; Szentes et al., 2014, 2016). Az elmúlt évezred során az urbanizáció alapvető és visszafordíthatatlan változásokat okozott Európa tájainak összetételében és az ökoszisztéma funkciókban, jelentősen átalakította a természetes ökoszisztémát és új, mesterséges élőhelyeket hozott létre (Lososová et al., 2011; Williams et al., 2015; Deák et al., 2016a, b, c; Mészáros et al., 2016). Az urbanizáció többféleképp befolyásolja az élőhelyek faji sokféleségét: megváltoztatja az abiotikus környezetet (pl. hőmérséklet, talajjellemzők, vízellátottság; Csorba és Szabó, 2012; Hüse et al., 2016; Kühn és Klotz, 2006), valamint a természetes élőhelyek megszűnéséhez és izolációjához vezet (McKinney, 2006; Lapaix és Freedman, 2010; Singh, 2016; Szabó et al., 2012a, b, 2016). A városi ökoszisztémákat a különböző élőhelytípusok mozaikja jellemzi (Bajor et al., 2016), melyek általában erősen zavartak és tápanyagban gazdagok

(Lososová et al., 2012a). Számos antropogén eredetű zavarás, mint például a taposás, talajbolygatás és környezetszennyezés elsősorban a városi élőhelyekre jellemző (Kowarik, 1995; Sukopp, 2004; Lapaix és Freedman, 2010; Vince et al., 2014). Számos tanulmány bizonyította, hogy a tájhasználat intenzitása és a zavarás mértéke csökken a városközpontoktól a városszéli területek felé (Mc Donnell és Hahs, 2008; Magura et al., 2013). A városi élőhelyek fajgazdagsága erősen függ a különböző zavarások szintjétől, melyek befolyásolják mind a fajok közötti és fajon belüli kompetíció nagyságát, mind a zavarástűrő fajok arányát (Connell, 1978; Magura et al., 2004). Magura et al. (2004) azt találta, hogy városi környezetben a fajgazdagság csökken a zavarás mértékének növekedésével; melyet kelet-magyarországi városi élőhelyeken előforduló hollyvákön végzett kutatásokkal támasztottak alá. A városi élőhelyeken a kertészeti tevékenységek is jelentősen módosíthatják a természetes növényzetet az intenzív gazdálkodás (pl. kaszálás, trágyázás, fás vegetáció eltávolítása, füvek és légyszárúak előnyben részesítése fásszárúakkal szemben), illetve az idegenhonos fajok arányának növelése által, mely utóbbit az idegenhonos dísznövények kiültetése okozza (McKinney, 2006; Lososová et al., 2012a, b; Huwer és Wittig, 2013; Pándi et al., 2014).

Bár sok zavaró tényező hat rájuk, a városi élőhelyek fontos szerepet játszanak a városok biodiverzitásának megőrzésében. Sok városban a zöldterületek őrzik az egykori féltermészetes élőhelyek maradványait, mint a gyepek és az erdők (Mücke et al., 2013), valamint fontos szerepük van a féltermészetes élőhelyek helyi fajkészletének legalább részben történő megőrzésében is (Lapaix és Freedman, 2010). A városi területek alkalmas élőhelyként szolgálhatnak számos őshonos növényfajnak (McKinney, 2006). Nagyobb városokban az őshonos fajok száma magas. Müller (2010) szerint Németország, Belgium és Hollandia őshonos növényfajainak fele megtalálható Berlinben, Brüsszelben és Maastrichtben. Különböző városi élőhelyek, mint a parkok, telkek, háztetők, útszegélyek és városszéli gyepek alkalmasak rá, hogy fenntartsák a városi biodiverzitást. Fajösszetételük a környezeti jellemzőiktől, idő- és térbeli dinamikájuktól, kezelésüktől és annak intenzitásától függ (Lapaix és Freedman, 2010; Cervelli et al., 2013). Ezen túl, a városi élőhelyek olyan fontos ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtanak a társadalom számára, mint a tiszta levegő és víz biztosítása, és a városi klíma szabályozása (Williams et al., 2009; Cervelli et al., 2013). Az urbanizáció ökoszisztéma funkciókra gyakorolt hatásának jobb megértése segítheti a természetes ökoszisztémák városi környezetben történő megőrzésére használt stratégiák fejlesztését (Magura et al., 2013; Williams et al., 2015).

A városi gyepek magukba foglalják a féltermészetes gyepek maradványait, vagyis tágabb értelemben a városi parkok, lakóövezetek és

útszegélyek is szerves részei a városi zöldterületeknek (Klaus, 2013). Berlin példája, ahol a városi területek 5%-a gyepek (ezek 43%-a védett gyeptípusba sorolt), alátámasztja, hogy a városi gyepek jelentősen hozzájárulnak a biodiverzitás megőrzéséhez és ellensúlyozhatják a városszéli régiókban eltűnő élőhelyeket (Fischer et al., 2003). Annak ellenére, hogy Berlinhez képest a legtöbb városban kevésbé optimális a helyzet a gyepi fajok számára, a városi gyepek így is nagy potenciállal rendelkeznek a faji diverzitás megőrzésével kapcsolatban (Klaus, 2013). Amikor értékeljük a városi gyepek biodiverzitási potenciálját, figyelembe kell vennünk, hogy ezek döntő többsége újonnan kialakult ökoszisztéma, melyet jelentős mértékben befolyásolnak a jelenlegi és múltbeli antropogén zavarások, valamint a speciális városi biotikus és abiotikus környezet (Lososová et al., 2011). Általában minden egyes városi élőhelytípus ezen tényezők egy speciális kombinációjával jellemezhető (McDonnell és Hahs, 2008). Egy 32 európai várost magába foglaló összehasonlító tanulmányban Lososová et al. (2011) a klíma és az élőhelytípusok (történelmi városközpontoktól a korai és középső szukcessziós stádiumban lévő helyekig) hatásait vizsgálta az edényes növények fajösszetételére. Azt találták, hogy az edényes növények fajösszetételében lévő változatosság főként az élőhelytípusok közötti különbségekre vezethető vissza. Kutatásunk során három tipikus városi élőhely növényzetét vizsgáltuk (városi telkek, városi parkok és városszéli gyepek), melyeket a féltermészetes gyepekben és ruderális társulásokban megtalálható fajok jellemeznek.

Az alábbi hipotéziseket teszteltük: (1) A közepes zavarás hipotézis feltételezi, hogy a diverzitás és a zavarás között unimodális kapcsolat van (Connell, 1978). Egy bizonyos szintű zavarás felett az unimodális görbe csökkenő felében, melyet az erősen zavart városi élőhelyeink képviselnek, a növekvő szintű zavarás alacsonyabb diverzitást okoz. Ezért alacsonyabb fajszámot és Shannon-diverzitást várunk a városközpont erősen zavart élőhelyein. A zavarás indikátoraként a gyom- és zavarástűrő fajok magasabb arányát várjuk a leginkább zavart élőhelyeken. (2) A városra jellemző környezeti tényezők jelentősen befolyásolják a városi élőhelyek fajkészletét (Williams et al., 2015). A meleg- és nitrogénigényes fajok arányának növekedését és a nedvességigényes fajok arányának csökkenését várjuk a városközpontra jellemző élőhelyeken. (3) A városi homogenizációs hipotézis szerint az urbanizációnak erős homogenizáló hatása van a városok fajkészletére, a vártnál sokkal hasonlóbbá téve azok növényzetét világszerte (McKinney, 2006). A homogenizáció intenzitása pozitív összefüggést mutat a zavarás mértékével, így a városi magterületek sokkal inkább érintettek, mint a városszéli területek (Kühn és Klotz, 2006; Lapaix és Freedman, 2010). A kozmopolita és idegenhonos fajok magasabb arányát várjuk a zavartabb élőhelyeken, ami a természetes növényfajok arányának csökkenését eredményezi.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgált terület

A vizsgált terület Debrecenben található (Kelet-Magyarország). A város átlagos tengerszint feletti magassága 121 m, területe 461 km², lakosainak száma 207.594 fő (MKSH, 2015). A régió éghajlata kontinentális, az éves átlagos középhőmérséklet 10 °C körüli, az éves csapadékmennyiség 590 mm (Lukács et al., 2015). Három tipikus, gyepi fajok által jellemzett városi élőhelytípust vizsgáltunk: városi telkeket, városi parkokat és városszéli gyepeket. A vizsgált városi telkek olyan területek, amik a városközpontban találhatóak, és az épületek bontása után maradtak hátra. Korai szukcessziós állapotban vannak, és csupán néhány évig léteznek (legfeljebb 10 év), mielőtt újra beépítik őket. Erős taposás jellemző ezeken az élőhelyeken, mivel a helyi lakosok gyakran parkolóhelyként használják őket. Általában gyomos növényzetük van, mely lágyszárúakból áll, amit évente egy vagy két alkalommal kaszálnak, a helyi gyom-visszaszorítási szabályozásokat követve. A városi parkok több tíz éves, állandó jellegű zöldfelületek, melyek kikapcsolódási lehetőséget nyújtanak a városi lakók számára. Nyílt vegetáció jellemzi őket, főként gyepek, elszórtan fás foltokkal. A legjelentősebb zavaró elem az erős taposás és a gyakori kaszálás. Erősen zavart, strukturálatlan talajjal rendelkeznek. A vegetációs időszak alatt legalább egyszer, de jellemzően évente többször kaszálják őket. A városszéli gyepek legtöbbször felhagyott szántók vagy elhagyott ipari területek a szukcesszió középső szakaszában. Jellemzően 10-30 évesek, és spontán regenerálódott gyepek borítják. Főleg az anyagi háttér hiánya miatt évente csupán egyszer kaszálják őket. Míg a városi telkek és városi parkok elszigetelődtek a féltermészetes gyepektől a városi felületek miatt, az izoláció mértéke kisebb a városszéli gyepek esetén. Tapasztalatainkra és a szakirodalomra alapozva feltételezzük, hogy a városközpontban lévő élőhelyeket magasabb szintű zavarás jellemzi, mint azokat, amik az erősen városiasodott környezeten kívül esnek. Vizsgálatunkban a különböző szintű zavarási szinteket tanulmányoztuk közvetett módon úgy, hogy a különböző élőhelytípusok közötti különbségekre összpontosítottunk.

Mintavételi elrendezés

Az Urban Atlas (Európai Környezetvédelmi Ügynökség 2014) és ortofotók segítségével mindhárom vizsgált élőhelytípusból (városi telkek, városi parkok és városszéli gyepek) kiválasztottunk öt-öt reprezentatív területet. Öt random 5×5 méteres mintavételi kvadrátot jelöltünk ki területenként, élőhely-típusonként összesen 25 kvadrátban mértük fel a vegetációt. A területek átlagos mérete 2667,4 m² ± 1161,5 SE volt a városi telkek esetében, 21969,6 m² ± 8248,9 SE a városi parkoknál, és 5003,8 m² ± 1446,5 SE a városszéli gyepeknél. A

mintavételi kvadrátokban 2013-ban felmértük az edényes növények százalékos borítását. A számításokhoz csak a természetes és spontán jelenlévő fajokat vettük figyelembe, beleértve a kerti szökevényeket és a spontán megtelepedett fásszárú fajokat is. Kizártuk az ültetett fajokat, mivel célunk a vegetáció természetes válaszána reprezentálása volt.

Adatelemzés

Kiszámoltuk a kvadrátonkénti fajszámot és a Shannon-diverzitást, valamint az egyes területekre vonatkoztatott össz fajszámot. A fajokat négy csoportba (idegenhonos fajok, gyomfajok, zavarástűrő fajok és természetes élőhelyek fajai) soroltuk a Borhidi-féle szociális magatartástípus besorolás alapján (Borhidi, 1995). Mivel a szociális magatartási típusok rendszere 10 kategóriát tartalmaz, egyszerűsítésképp a fő funkciók típusok szerint összevontuk a csoportokat. Az adventív kompetitorokat, invazívokat és adventíveket idegenhonos fajoknak tekintettük. A ruderalis kompetitorokat és gyomokat gyomként kezeltük. A zavarástűrőket és természetes pionírokat a zavarástűrő fajokhoz soroltuk. A generalistákat, kompetitorokat és specialistákat pedig a természetes élőhelyek fajainak tekintettük. Borhidi (1995) osztályozása alapján leválogattuk a kozmopolita fajokat. Minden kvadrátban kiszámoltuk a relatív fajszámot és a relatív borítási értéket a szociális magatartási típusok csoportjaira és a kozmopolita fajokra. A számolások során a fajok relatív hő-, nitrogén- és vízigény Borhidi-féle ökológiai indikátor értékeit (Borhidi, 1995) súlyoztuk a fajok borításával. Ortofotók segítségével digitalizáltuk a vizsgált területek határait, és kiszámoltuk területüket (Quantum GIS 1.8 open-layers plugin; Quantum GIS Development Team 2012).

Az egyes területek fajszámának összevetéséhez ANOVA-t használtunk. Az egyes élőhelytípusokra jellemző funkcionális csoportok változásait általános lineáris modellel (GLM) és Tukey-tesztel hasonlítottuk össze (Zuur et al., 2009). Sokal és Rohlf (1981) alapján nested elrendezést alkalmaztunk, ahol a nesting faktor az élőhely típus volt. A függő változók az alábbiak voltak: kvadrátonkénti össz fajszám, Shannon-diverzitás, a szociális magatartási típusok relatív fajszáma és relatív borítása, a kozmopolita fajok aránya és a Borhidi-féle ökológiai indikátor értékek borítással-súlyozott értéke. Az ANOVA és a GLM számolásához a Statistica 7.0 programot használtuk. A fajok taxonómiai elnevezéseit Király et al. (2011) nevezéktana alapján tüntettük fel.

EREDMÉNYEK

A vizsgált területeken összesen 140 fajt találtunk; 90 volt jelen a városi telkeken, 44 a városi parkokban, és 96 a városszéli gyepeken. A három élőhelytípus fajszáma szignifikánsan eltért (ANOVA, $F=7,68$; $p=0,007$); a városi parkokban jelentősen kevesebb fajt találtunk a városi telkekhez és

városszéli gyepekhez képest (átlag \pm SE = 23,6 \pm 1,47; 34,6 \pm 2,50 és 34,4 \pm 2,66 faj/hely). A kvadráton belüli fajszám és Shannon-diverzitás a városi parkokban volt a legalacsonyabb, és a városszéli gyepekben a legmagasabb. Az idegenhonos fajok relatív fajszáma és relatív borítási értékei is a városi telkeken és városszéli gyepekben voltak a legmagasabbak, és a városi parkokban a legalacsonyabbak. A gyomok és a zavarástűrő fajok voltak a legjellemzőbbek minden élőhelytípusban. A gyomfajok aránya magasabb volt a városi telkeken és a városi parkokban, mint a városszéli gyepekben, de nem volt szignifikáns különbség a borítási értékek között. A zavarástűrő

fajok száma magasabb volt a városi telkeken és a városszéli gyepekben, mint a városi parkokban, bár relatív borításuk ez utóbbiban volt a legmagasabb. Mind a természetes élőhelyekre jellemző relatív fajszám és borítás a városszéli gyepekben volt a legmagasabb. A kozmopolita fajok relatív fajgazdagsága és relatív borítása a városi parkokban volt a legmagasabb. Nem találtunk különbséget a borítással súlyozott TB értékekben. A borítással súlyozott WB érték a városszéli gyepekben, míg a borítással súlyozott NB érték a városi telkeken volt a legnagyobb (1. táblázat).

1. táblázat

Az élőhelytípusok hatása a vizsgált funkcionális csoportokra

(GLM és Tukey-teszt; átlag és SE; N = 75)

VP – városi park, VT – városi telek, VGY – városszéli gyepek. ***p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05; n.s.: nincs szignifikáns különbség

	Vizsgált élőhelyek(1)			p
	VP(2)	VT(3)	VGY(4)	
Kvadrátonkénti össz fajszám(5)	11.8 \pm 0.5 ^a	14.6 \pm 0.9 ^b	17.0 \pm 0.8 ^c	***
Shannon diverzitás(6)	1.6 \pm 0.1 ^a	1.8 \pm 0.1 ^b	2.2 \pm 0.1 ^c	***
<i>Relatív fajszámok(7)</i>				
Idegenhonos fajok(8)	3.0 \pm 1.0 ^a	10.3 \pm 2.3 ^b	10.7 \pm 1.7 ^b	***
Gyomok(9)	39.6 \pm 2.5 ^a	43.0 \pm 2.1 ^a	32.3 \pm 1.9 ^b	***
Zavarástűrő fajok(10)	55.3 \pm 3.0 ^a	43.4 \pm 2.5 ^b	46.9 \pm 1.9 ^b	***
Természetes élőhelyek fajjai(11)	2.2 \pm 0.7 ^a	3.4 \pm 0.8 ^a	10.1 \pm 1.2 ^b	***
Kozmopolita fajok(12)	57.6 \pm 2.0 ^a	32.0 \pm 2.7 ^b	27.5 \pm 1.8 ^b	***
<i>Relatív borításértékek(13)</i>				
Idegenhonos fajok(8)	2.3 \pm 1.6 ^a	7.9 \pm 3.3 ^{ab}	12.4 \pm 3.6 ^b	**
Gyomok(9)	38.3 \pm 4.9	34.3 \pm 3.8	30.1 \pm 2.5	n.s.
Zavarástűrő fajok(10)	57.6 \pm 4.9 ^a	55.4 \pm 3.3 ^{ab}	46.8 \pm 3.7 ^b	*
Természetes élőhelyek fajjai(11)	1.8 \pm 1.2 ^a	2.5 \pm 1.1 ^a	10.7 \pm 2.4 ^b	***
Kozmopolita fajok(12)	69.2 \pm 4.1 ^a	33.0 \pm 4.5 ^b	25.6 \pm 2.4 ^b	***
<i>Ökológiai indikátor értékek(14)</i>				
TB(15)	5.6 \pm 0.1	5.3 \pm 0.1	5.3 \pm 0.1	n.s.
WB(16)	4.3 \pm 0.1 ^a	4.6 \pm 0.1 ^{ab}	4.9 \pm 0.2 ^b	**
NB(17)	5.4 \pm 0.2 ^a	6.0 \pm 0.1 ^b	5.3 \pm 0.2 ^a	*

Az értékek mellett feltüntetett betűk az egyes csoportok közötti szignifikáns különbségeket mutatják (Tukey-teszt)(18)

Table 1: Effects of habitat types on the studied vegetation characteristics (GLM and Tukey test, mean and SE; N=75)

studied habitat types(1), urban parks(2), vacant lots(3), peri-urban grasslands(4), total species number per plot(5), Shannon diversity(6), relative species numbers(7), alien species(8), weeds(9), disturbance-tolerant species(10), species of natural habitats(11), cosmopolitan species(12), relative values cover(13), ecological indicator scores(14), temperature(15), water(16), nutrients(17), different superscript letters denote significant differences(18)

DISZKUZZIÓ**Zavarás intenzitása**

Az eredmények alátámasztották a hipotézisünket; a leginkább urbanizált és zavart városi parkok rendelkeztek a legalacsonyabb fajszámmal és Shannon-diverzitással. A középső szukcessziós stádiumban lévő városszéli gyepek – amiket kevés zavarás ér – voltak a legfajgazdagabbak a vizsgált élőhelytípusok között. Eredményeink egybecsengenek más kutatások eredményeivel, melyek alátámasztották, hogy az intenzíven kezelt rekreációs területek rendelkeznek a legalacsonyabb fajszámmal (Sukopp, 2004; Lapaix és Freedman, 2010). Lososová et al. (2011) európai léptékű vizsgálata is azt mutatták, hogy a fajgazdagság a

városközpontok felől a kevésbé városiasodott perifériák felé nőtt. A folyamatos, magas intenzitású zavarás a városközpontokban elősegíti a gyom- és zavarástűrő fajok megjelenését, miközben visszaszorítja a természetes élőhelyek fajait (Williams et al., 2015). A gyomfajok magas arányát detektáltuk mindegyik élőhelytípusban, bár a borítási értékük a városközponti élőhelyeken volt a legmagasabb (városi telkek és városi parkok). Ezt főképp a gyakori és intenzív emberi zavarás okozza, mint a taposás és talajbolygatás, melyek lehetővé teszik ezen fajok a megtelepedését (Cervelli et al., 2013). A gyomfajok jó terjedőképességük (pl. szélterjesztés) miatt könnyen telepednek meg ezeken a helyeken, de jelenlétüket elősegíti tartós magbankjuk is (Lososová et al., 2011; Kiss et al., 2016).

Markáns különbségeket tapasztalunk az élőhelyek fajösszetételében; a városi parkok, illetve a korai- (városi telkek) és középső (városszéli gyepek) szukcessziós stádiumú helyek fajösszetétele jól elkülönült (ahogyan Lososová et al., 2011 eredményei is mutatják). A városi parkokat és városi telkeket a zavart és ruderális élőhelyekre jellemző fajok jellemezték, mint az *Erodium cicutarium*, *Hordeum murinum*, *Melandrium album* és *Taraxacum officinale*. Ezen túl találtunk ruderális élőhelyekre jellemző fajok is, mint *Convolvulus arvensis* és a *Cynodon dactylon*, melyek kifejezetten taposástűrő fajok. Európában jellemző a taposástűrő fajok magas aránya a városi élőhelyeken (Lososová et al., 2011; Lundholm, 2011).

Jelentős különbséget mutattunk ki a városszéli gyepek fajösszetételében a városi telkekhez és városi parkokhoz képest, ez az eltérő eredetükre és a tájképi környezetükre vezethető vissza. A városszéli gyepekben leginkább szántóföldi gyomfajokat találtunk, melyek a városi élőhelyekről hiányoznak, de jellemzőek a felhagyott szántóföldekre (*Cirsium arvense*, *Elymus repens*, *Lepidium ruderale*, *Papaver rhoeas* és *Vicia villosa*). Ezen fajok a környező szántóföldekről illetve a tartós magbankból telepedtek be (Cervelli et al., 2013; Májeková és Zaliberová, 2014; Valkó et al., 2016b). A zavarástűrő fajok esetében hasonló mintázatot találtunk: számos fajt, mely jellemzően előfordul a környező féltérmeztes gyepekben, megtaláltunk a városszéli gyepekben is, ilyen fajok az *Achillea collina*, *Daucus carota* és *Plantago lanceolata*.

Ökológiai indikátor értékek

A városokban kialakult „hősziget” következménye, hogy a városi élőhelyek magasabb hőmérséklettel jellemezhetők a környezetükhöz képest, amit főként a mesterséges felületek nagyobb aránya okoz (Kowarik, 1995; McKinney, 2006; McDonnell és Hahs, 2008). Ugyan nem találtunk különbséget a vizsgált élőhelyek borítással-súlyozott TB értékei között, a borítással-súlyozott WB értékek a városi parkokban voltak a legalacsonyabbak és a városszéli gyepekben a legmagasabbak. Ez utóbbit főleg a félszáraz és félnedves élőhelyek fajtái alkották. Ezt más vizsgálatok eredményei is alátámasztják, a városközpontok fajtái sokkal szárazságtűrőbbek, mint a városszéli gyepek fajtái (Godefroid és Koedam, 2007; Williams et al., 2015). Ezt magyarázhatja az aszfaltfelületek, a csatornázás és a talajbolygatás hiánya a városszéli gyepekben (Dolan et al., 2011; Williams et al., 2015). Hiányuk következtében a felszíni víz jobban visszatartható, és a nedves vagy vizes élőhelyekhez kötődő fajok (mint a *Carex vulpina*, *Calystegia sepium*, *Juncus* spp. és *Phalaris arundinacea*) megtelepedhetnek a városszéli gyepek kisebb mélyedéseiben. Ugyanakkor a városszéli gyepekre jellemző invazív fajok (főleg a *Solidago canadensis* és *S. gigantea*) a mezofil élőhelyekre korlátozódnak. A jó termőképességű talajt kedvelő fajok jellemzőek a városi élőhelyekre (Pyšek, 1995). A mi

vizsgálatunkban a magas tápanyagigényű (NB) fajok leginkább a városi telteken fordultak elő, mely megerősíti a városközpontokban található élőhelyek magas tápanyag-tartalmáról szóló tanulmányok eredményeit (Lososová et al., 2006; Williams et al., 2015). Az eredmények értékelésében számításba kell venni azt is, hogy a ruderális fajokat, amelyek kedvelik a bolygatott talajokat, magas NB érték jellemzi, így a tápanyag beáramlás hatása és a zavarás nem választhatók el egymástól tökéletesen.

Homogenizáció

Számos kutatás azt találta, hogy az idegenhonos fajok relatív borítása megnőtt a városközpontokban (Olden és Poff, 2003; Kühn és Klotz, 2006; Cervelli et al., 2013). Lososová et al. (2012a) tesz említést arról, hogy a növényi inváziók fő hajtóereje az erős zavarás, a tápanyag beáramlás és az idegenhonos fajok magesője. Vizsgálatunkban azt találtuk, hogy a spontán kialakult növényzetben az idegenhonos fajok aránya magas volt mind a korai szukcessziós állapotban lévő városi telteken, melyek zavartsága magas volt, mind a középső szukcessziós állapotban lévő városszéli gyepekben, amelyek a legkisebb zavarást szenvedték el. A városi parkokban fordult elő a legkevesebb idegenhonos faj. Bár a legtöbb tanulmány kimutatta, hogy az erősen zavart helyek a leginkább hajlamosak a növényi inváziókra (Chyrtý et al., 2008; Lososová et al., 2012a), a mi esetünkben a szukcessziós állapot volt a kulcsfaktor, nem pedig a zavarás mértéke. Ez összhangban áll Albert et al. (2014) eredményeivel, akik szerint az idegenhonos fajok aránya magasabb a fiatalabb élőhelyeken. A városi telteken a korai szukcessziós állapot, az erős zavarás és a propagulumforrások közelségének együttes előfordulása lehet felelős az idegenhonos fajok magas arányáért. Ezen az élőhelyen az *Ailanthus altissima*, *Celtis occidentalis* és *Solidago canadensis* voltak a legjellemzőbb idegenhonos fajok. Ezek a fajok a zavart felszíni élőhelyfoltokban tudnak megtelepedni, meglétüket elősegítette a többi jelenlévő faj alacsony kompetíciós képessége (Kelemen et al., 2016). Az *A. altissima* és *C. occidentalis* propagulumai legnagyobb valószínűséggel a környező területekről származtak. A városszéli gyepekben a *Solidago gigantea* mellett az *Erigeron annuus* és a *Medicago sativa* is jelen volt, jelentős borításértékekkel. Az *E. annuus* és a *M. sativa* jelenléte valószínűleg a korábbi mezőgazdasági művelés és a környező mezőgazdasági területekről és felhagyott szántókról történő spontán betelepődéssel magyarázható (Kelemen et al., 2010; Török et al., 2011). A kozmopolita fajok aránya minden vizsgált élőhelytípusban magas volt, ahogyan az európai városok hasonló városi élőhelyeiben is tapasztalták (Lososová et al., 2012a). Az idegenhonos fajok arányával ellentétben a kozmopolita fajok aránya szignifikánsan magasabb volt a városi parkokban, mint a városi telteken és a városszéli gyepekben. Ez megegyezik Lososová et al. (2012b) eredményeivel, miszerint a zavartabb élőhelyekre sokkal jellemzőbb

a biotikus homogenizáció. A kozmopolita fajokat elsősorban a *Capsella bursa-pastoris*, *Convolvulus arvensis*, *Erodium cicutarium* és *Poa compressa* képviselte, melyek gyorsan növekvő, rövidéletű és a zavart élőhelyekhez jól alkalmazkodott fajok (Sukopp, 2004).

Számos vizsgálat találta azt, hogy a kozmopolita és az idegenhonos fajok együttes magas aránya folyamatos emberi zavarással kompetíciós hátrányba hozza az őshonos, természetes élőhelyekre jellemző fajokat (Sukopp, 2004; McKinney, 2006; Huwer és Wittig, 2013; Williams et al., 2015). Eredményeink alátámasztották ezt a jelenséget, a természetes élőhelyek fajait a városi telkeken és a városi parkokban találtuk meg legkisebb arányban. Ezek részben ellentmondanak Lososová et al. (2012a) megállapításainak, miszerint a parkok alacsony fajgazdagságuk ellenére kisszámú idegenhonos fajnak adnak otthont. A mi esetünkben az idegenhonos fajok aránya alacsony volt, valószínűleg azért, mert az izoláció gátolta a természetes gyepek fajainak fennmaradását és megtelepedését a kimerült talajmagbank és a gyepi fajok korlátozott terjedőképessége miatt (Novák és Konvička, 2006). Csúpnán pár faj, mint az *Agrostis stolonifera*, *Poa pratensis*, *Potentilla recta* és *Veronica prostrata* volt jelen alacsony borítással néhány helyen. Ahogyan Lososová et al. (2012a) szintén kimutatta, a természetes élőhelyek fajainak jelentősen magasabb aránya volt tapasztalható a középső szukcessziós stádiumú városzéli gyepekben, ahol a vizsgált területek számos féltérmezes és mezofil gyepekre jellemző fajnak adtak otthont (mint például *Achillea collina*, *Agrostis stolonifera*, *Astragalus cicer*, *Poa pratensis* és *Potentilla recta*).

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgáltunkban azt találtuk, hogy a városi élőhelytípusok fajösszetételét jelentősen befolyásolták a specifikus zavarások, melyek gyakran élőhely-specifikusak (lásd Lososová et al., 2012a). A vizsgált élőhelyeket számos zavaró faktor

befolyásolta, mint a taposás, talajbolygatás és kaszálás, melyek egyrészt alacsonyabb fajgazdagságot eredményeztek, másrészt a gyom- és zavarástűrő fajok arányának növekedését. A városi élőhelyeken a száraz és tápanyagban gazdag környezet jelentősen befolyásolta a vegetáció adottságait a növényzet homogenizációjához vezettek. A városi telkeken és városi parkokban a városzéli gyepekhez képest szignifikánsan magasabb arányban figyeltünk meg kozmopolita fajokat és kisebb arányban a természetes élőhelyekre jellemző fajokat. Bár a vizsgált városi élőhelyfoltok nem járultak hozzá jelentősen a ritka és veszélyeztetett növényfajok megőrzéséhez, még így is fontos szerepük van a gyepek maradványainak megőrzésében az intenzíven használt tájban, valamint nélkülözhetetlen ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtanak a társadalomnak.

Vizsgálatunk feltárja, hogy számos városban azonnali szükség van egy koncepcionális, zöld területek kialakításával és fenntartásával kapcsolatos tervre, amely magában foglalja a természetes élőhelyekre jellemző fajok betelepítését és az élőhelyek megfelelő kezelését. Ahogyan Klaus (2013) rámutat, a gyeprekonstrukciós projektek különösen hatékonyak lehetnek városi környezetben, mert a városi ökoszisztémákban nem szükséges például a hozammaximálásra koncentrálni. Hasonló projektekből javasoljuk a helyi flóra évelő, zavarástűrő, kompetítor fajainak használatát (Miglécz et al., 2015), melyek képesek alkalmazkodni a speciális városi környezethez. A lokális magforrásból származó magokat érdemes előnyben részesíteni, annak érdekében, hogy megőrizzük a regionális génállományt (Deák és Kapocsi, 2010; Czóbel et al., 2012; Valkó et al., 2016c).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást az OTKA K 116639 pályázat támogatta.

IRODALOM

- Albert, Á. J.-Kelemen, A.-Valkó, O.-Miglécz, T.-Csecserits, A.-Rédei, T.-Deák, B.-Tóthmérész, B.-Török, P. (2014): Trait-based analysis of spontaneous grassland recovery in sandy old-fields. *Applied Vegetation Science* 17: 214-224.
- Bajor, Z.-Zimmermann, Z.-Szabó, G.-Fehér, Zs.-Járdi, I.-Lampert, R.-Kerényi-Nagy, V.-Penksza, P.-L Szabó, Zs.-Székely, Zs.-Wichmann, B.-Penksza, K. (2016): Effect of conservation management practices on sand grassland vegetation in Budapest, Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research* 14: 233-247.
- Borhidi, A. (1995): Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian Flora. *Acta Botanica Hungarica*. 39: 97-181.
- Cervelli, E. W.-Lundholm, J. T.-Duc, X. (2013): Spontaneous urban vegetation and habitat heterogeneity in Xi'an, China. *Landscape and Urban Planning* 120: 25-33.
- Chytrý, M.-Maskell, L. C.-Pino, J.-Pyšek, P.-Vilá, M.-Font, X.-Smart, S. M. (2008): Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe. *Journal of Applied Ecology* 45: 448-458.
- Connell, J. (1978): Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Csorba, P.-Szabó, S. (2012): The Application of Landscape Indices in Landscape Ecology. In: Tiefenbacher, J. (szerk.): Perspectives on Nature Conservation: Patterns, Pressures and Prospects: 121-140. In Tech, Rijeka
- Czóbel Sz.-Pap K.-Husztai E.-Szirmai O.-Pándi I.-Németh Z.-Vikár D.-Penksza K. (2012): Nyílt homokpusztagyep társulás magszórásos technikával történt kialakításának előzetes eredményei ex situ körülmények között. *Természetvédelmi Közlemények* 18: 127-138.

- Deák B.-Kapocsi I. (2010): Természetvédelmi célú gyepesítés a gyakorlatban: mennyibe kerül egy hektár gyep? *Tájökológiai Lapok* 8: 395-409.
- Deák B.-Valkó O. (2013): Az ökológiai szempontú gyeptelepítéshez és a gyep fenntartásához szükséges szakmai ismeretek összefoglalása. In: Török P. (Szerk.) Gyeptelepítés elmélete és gyakorlata az ökológiai szemléletű gazdálkodásban. Budapest: Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, pp. 73-76.
- Deák, B.-Hüse, B.-Tóthmérész, B. (2016a): Grassland vegetation in urban habitats – Testing ecological theories. *Tuexenia* 36: 379-393.
- Deák, B.-Valkó, O.-Török, P.-Tóthmérész, B. (2016b): Factors threatening grassland specialist plants – A multi-proxy study on the vegetation of isolated grasslands. *Biological Conservation* 204: 255-262.
- Deák, B.-Tóthmérész, B.-Valkó, O.-Sudnik-Wójcikowska, B.-Bragina, T. M.-Moysiyenko, I.-Apostolova, I.-Bykov, N.-Dembicz, I.-Török, P. (2016c): Cultural monuments and nature conservation: The role of kurgans in maintaining steppe vegetation. *Biodiversity and Conservation* 25: 2473-2490.
- Dolan, R. W.-Moore, M. E.-Stephens, J. D. (2011): Documenting effects of urbanization on flora using herbarium records. *Journal of Ecology* 99: 1055-1062.
- Európai Környezetvédelmi Ügynökség (2014): The GMES Urban Atlas. European Environment Agency, Copenhagen. URL: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>
- Fischer, L. K.-von der Lippe, M.-Kowarik, I. (2003): Urban land use types contribute to grassland conservation: The example of Berlin. *Urban Forestry and Urban Greening* 12: 263-272.
- Godefroid, S.-Koedam, N. (2007): Urban plant species patterns are highly driven by density and function of built-up areas. *Landscape Ecology* 22: 1227-1239.
- Házi, J.-Bartha, S.-Szentes, S.-Wichmann, B.-Penksza, K. (2011): Seminatural grassland management by mowing of *Calamagrostis epigejos* in Hungary. *Plant Biosystems* 145: 699-707.
- Házi, J.-Penksza, K.-Bartha, S.-Hufnagel, L.-Tóth, A.-Gyuricza, Cs.-Szentes, Sz. (2012): Cut mowing and grazing effects with grey cattle on plant species composition in case of Pannon wet grasslands. *Applied Ecology and Environmental Research* 10(3): 223-231.
- Huwer, A.-Wittig, R. (2013): Evidence for increasing homogenization and deruralization of the Central European village flora. *Tuexenia* 33: 213-231.
- Hüse, B.-Szabó, Sz.-Deák, B.-Tóthmérész, B. (2016): Mapping ecological network of green habitat patches and their role in maintaining urban biodiversity in and around Debrecen city (Eastern Hungary). *Land Use Policy* 57: 574-581.
- Kelemen A.-Török P.-Deák B.-Valkó O.-Lukács B.-Lengyel Sz.-Tóthmérész B. (2010): Spontán gyepregeneráció extenzíven kezelt lucernásokban. *Tájökológiai Lapok* 8: 33-44.
- Kelemen, A.-Valkó, O.-Kröel-Dulay, Gy.-Deák, B.-Török, P.-Tóth, K.-Miglécz, T.-Tóthmérész, B. (2016): The invasion of common milkweed (*Asclepias syriaca*) in sandy old-fields – Is it a threat to the native flora? *Applied Vegetation Science* 19: 218-224.
- Király G.-Virók V.-Molnár V. A. (szerk.) (2011): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő: 1291 pp.
- Kiss, R.-Valkó, O.-Tóthmérész, B.-Török, P. (2016): Seed bank research in Central-European grasslands - An overview. In: Murphy, J. (ed.): Seed Banks: Types, Roles and Research. Nova Science Publishers pp. 1-34.
- Klaus, V. H. (2013): Urban grassland restoration: A neglected opportunity for biodiversity conservation. *Restoration Ecology* 21: 665-669.
- Kowarik, I. (1995): On the role of alien species in urban flora and vegetation. In: Pyšek, P.-Prach, K.-Rejmanek, M.-Wade, M. (szerk.): Plant Invasions: General Aspects and Special Problems: 85-103. SPB Academic Publishing, Amsterdam
- Kühn, I.-Klotz, S. (2006): Urbanization and homogenization – Comparing the floras of urban and rural areas in Germany. *Biological Conservation* 127: 292-300.
- Lapaix, R.-Freedman, B. (2010): Vegetation structure and composition within urban parks of Halifax Regional Municipality, Nova Scotia, Canada. *Landscape and Urban Planning* 98: 124-135.
- Lososová, Z.-Chytrý, M.-Kühn, K.-Hájek, O.-Horáková, V.-Pyšek, P.-Tichý, L. (2006): Patterns of plant traits in annual vegetation of man-made habitats in Central Europe. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 69-81.
- Lososová, Z.-Horsák, M.-Chytrý, M.-Čejka, T.-Danihelka, J.-Fajmon, K.-Hájek, O.-Juříčková, L.-Kintrová, K.-Láníková, D.-Otýpková, Z.-Řehořek, V.-Tichý, L. (2011): Diversity of Central European urban biota: Effects of human-made habitat types on plants and land snails. *Journal of Biogeography* 38: 1152-1163.
- Lososová, Z.-Chytrý, M.-Tichý, L.-Danihelka, J.-Fajmon, K.-Hájek, O.-Kintrová, K.-Kühn, I.-Láníková, D.-Otýpková, Z.-Řehořek, V. (2012a): Native and alien floras in urban habitats: a comparison across 32 cities of Central Europe. *Global Ecology and Biogeography* 21: 545-555.
- Lososová, Z.-Chytrý, M.-Tichý, L.-Danihelka, J.-Fajmon, K.-Hájek, O.-Kintrová, K.-Láníková, D.-Otýpková, Z.-Řehořek, V. (2012b): Biotic homogenization of Central European urban floras depends on residence time of alien species and habitat types. *Biological Conservation* 145: 179-184.
- Lukács, B. A.-Török, P.-Kelemen, A.-Várbíró, G.-Radócz, Sz.-Miglécz, T.-Tóthmérész, B.-Valkó, O. (2015): Rainfall fluctuations and vegetation patterns in alkali grasslands – Self-organizing maps in vegetation analysis. *Tuexenia* 35: 381-397.
- Lundholm, J. T. (2011): Vegetation of urban hard surfaces. In: Niemelä, J.-Breuste, J.-Elmqvist, T.-Guntenspergen, G.-McIntyre, N. (szerk.): Urban ecology: Patterns, processes and applications: 93-102. Oxford University Press, Oxford
- Magura, T.-Tóthmérész, B.-Molnár, T. (2004): Changes in carabid beetle assemblages along an urbanisation gradient in the city of Debrecen, Hungary. *Landscape Ecology* 19: 747-759.
- Magura, T.-Nagy, D.-Tóthmérész, B. (2013): Rove beetles respond heterogeneously to urbanization. *Journal for Insect Conservation* 17: 715-724.
- Májeková, J.-Zaliberová, M. (2014): Phytosociological study of arable weed communities in Slovakia. *Tuexenia* 34: 271-303.
- McDonnell, M. J.-Hahs, A. K. (2008): The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: Current status and future directions. *Landscape Ecology* 23: 1143-1155.
- McKinney, M. L. (2006): Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127: 247-260.

- Mészáros L.-Wichmann B.-Nagy A.-Penksza K. (2016): Dunaújváros környéki rekultivált felszín és természetes löszterület gyepeinek összehasonlító vizsgálata. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 14(1): 19-29.
- Miglécz T.-Donkó Á.-Valkó O.-Deák B.-Török P.-Kelemen A.-Drexler D.-Tóthmérész B. (2015): Szőlősorköz takarónövényzet létrehozására szolgáló magkeverékekkel kapcsolatos tapasztalatok. *Természetvédelmi Közlemények* 21: 160-169.
- MKSH (2015): Magyar Központi Statisztikai Hivatal, URL: <https://www.ksh.hu/?lang=en> [accessed 2015-09-23].
- Mücke, W.-Deák, B.-Schroiff, A.-Hollaus, M.-Pfeifer, N. (2013): Estimation of dead wood using small footprint airborne laser scanning data. *Canadian Journal of Remote Sensing* 39: 32-40.
- Müller, N. (2010): On the most frequently occurring vascular plants and the role of non-native species in urban areas – a comparison of selected cities in the old and the new worlds. In: Müller, N.-Werner, P.-Kelcey, J. G. (szerk.): *Urban Biodiversity and Design Conservation Science and Practice*: 227-242. Wiley-Blackwell, Oxford
- Novák, J.-Konvička, M. (2006): Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries. *Ecological Engineering* 26: 113-122.
- Olden, J. D.-Poff, N. L. (2003): Toward a mechanistic understanding of prediction of biotic homogenization. *American Naturalist* 162: 442-460.
- Pándi, I.-Penksza, K.-Botta-Dukát, Z.-Kröel-Dulay, Gy. (2014): People move but cultivated plants stay: abandoned farmsteads support the persistence and spread of alien plants. *Biodiversity and Conservation* 23: 1289-1302.
- Penksza K.-Házi J.-Tóth A.-Wichmann B.-Pajor F.-Gyuricza Cs.-Póti P.-Szentés Sz. (2013): Eltérő hasznosítású szürkemarha legelő szezonális táplálékanyag tartalom alakulása, fajdiverzitás változása és ennek hatása a biomassza mennyiségére és összetételére pannon nedves gyeppen. *Növénytermelés* 62 (1): 73-94.
- Pyšek, P. (1995): Approaches to studying spontaneous settlement flora and vegetation in Central-Europe. In: Sukopp, H.-Numata, M.-Huber, A. (szerk.): *Urban Ecology as the Basis of Urban Planning*: 23-39. SPB Academic Publishing, Amsterdam
- Quantum GIS Development Team (2012): QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. URL: <http://qgis.osgeo.org>
- Saláta D.-Wichmann B.-Házi J.-Falusi E.-Penksza K. (2011): Botanikai összehasonlító vizsgálat a cserépfalui és az erdőbényei fás legelők AWETH 7(3): 234-262
- Saláta D.-S.-Falusi E.-Wichmann B.-Házi J.-Penksza K. (2012): Faj- és vegetáció-összetétel elemzése eltérő legeltetési terhelés alatt a cserépfalui és az erdőbényei fáslegelők különböző növényzeti típusaiban. *Botanikai Közlemények* 99 (1-2): 143-159.
- Singh, S. K.-Srivastava, P. K.-Szabó, Sz.-Petropoulos, G. P.-Gupta, M.-Islam, T. (2016): Landscape transform and spatial metrics for mapping spatio-temporal land cover dynamics using Earth Observation datasets. *Geocarto International*. DOI: 10.1080/10106049.2015.1130084
- Sokal, R. R.-Rohlf, F. J. (1981): *Biometry*. W H Freeman and Company, New York: 859 pp.
- Sukopp, H. (2004): Human-caused impact on preserved vegetation. *Landscape and Urban Planning* 68: 347-355.
- Szabó, Sz.-Novák, T.-Elek, Z. (2012a): Distance models in ecological network management: A case study of patch connectivity in a grassland network. *Journal for Nature Conservation* 20, 293-300.
- Szabó, Sz.-Szilassi, P.-Csorba, P. (2012b): Tools for landscape ecological planning– Scale, and aggregation sensitivity of the contagion type landscape metric indices. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 7: 127-136.
- Szabó, Sz.-Bertalan, L.-Kerekes, Á.-Novák, T. (2016): Possibilities of land use change analysis in a mountainous rural area: A methodological approach. *International Journal of Geographical Information Science* 30: 708-726.
- Szentés, Sz.-Sutyinszki, Zs.-Halász, A.-Penksza, K.-Szabó, G.-Zimmermann, Z.-Geiger, B.-Járdi, I.-Racsek, R.-Tasi, J. (2014): Improve species composition in Northern Hungarian mountains on Plains Blue-Stem infested sward by overseeding. *Hungarian Agricultural Research* 23: 14-21.
- Szentés, Sz.-Sutyinszki, Zs.-Halász, A.-Török, G.-Penksza, K.-Szabó, G.-Zimmermann, Z.-Geiger, B.-Járdi, I.-Racsek, R.-Tasi, J. (2016): Improve plains blue-stem infested sward with overseeding. *Agrarnyi Vestnik Urala / Agrarian Bulletin of the Urals* 146: 7-12.
- Tälle, M.-Deák, B.-Poschlod, P.-Valkó, O.-Westerberg, L.-Milberg, P. (2016): Grazing vs. mowing: a meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 15: 200-212.
- Török, P.-Kelemen, A.-Valkó, O.-Deák, B.-Lukács, B.-Tóthmérész, B. (2011): Lucerne dominated fields recover native grass diversity without intensive management actions. *Journal of Applied Ecology* 48: 257-264.
- Uj B.-Juhász L.-Szemán L.-ifj. Viszló L.-Penksza A.-Szentés Sz.-Tóth A.-Penksza K. (2013): Cönológiai és gyepgazdálkodási vizsgálatok különböző telepített és felújított gyepekben. *Agrártudományi Közlemények = Acta Agraria Debreceniensis* (51): 55-58.
- Valkó, O.-Zmhorski, M.-Biurrun, I.-Loos, J.-Labadessa, R.-Venn, S. (2016a): Ecology and conservation of steppes and semi-natural grasslands. *Hacquetia* 15: 5-14.
- Valkó, O.-Deák, B.-Török, P.-Kelemen, A.-Miglécz, T.-Tóth, K.-Tóthmérész, B. (2016b): Abandonment of croplands: problem or chance for grassland restoration? Case studies from Hungary. *Ecosystem Health and Sustainability* 2(2): e01208.
- Valkó, O.-Deák, B.-Török, P.-Kirmer, A.-Tishew, A.-Kelemen, A.-Tóth, K.-Miglécz, T.-Radócz, Sz.-Sonkoly, J.-Tóth, E.-Kiss, R.-Kapocsi, I.-Tóthmérész, B. (2016c): High-diversity sowing in establishment gaps: a promising new tool for enhancing grassland biodiversity. *Tuexenia* 36: 359-378.
- Vince, T.-Szabó, G.-Csoma, Z.-Sándor, G.-Szabó, S. (2014): The spatial distribution pattern of heavy metal concentrations in urban soils - a study of anthropogenic effects in Berehove, Ukraine. *Central European Journal of Geosciences* 6: 330-343.
- Wichman B.-Péter N.-Saláta-Falusi E.-Saláta D.-Szentés Sz.-Penksza K. (2015): Cönológiai és természetvédelmi vizsgálatok a Kiskunsági Nemzeti Park Kelemen-széki magyar szürke marha és házi bivaly legelőin. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 13(1-2): 65-83.

- Williams, N. S. G.-Schwartz, M. W.-Vesk, P. A.-McCarthy, M. A.-Hahs, A. K.-Clemants, S. E.-Corlett, R. T.-Duncan, R. P.-Norton, B. A.-Thompson, K.-McDonnell, M. J. (2009): A conceptual framework for predicting the effects of urban environments on floras. *Journal of Ecology* 97: 4-9.
- Williams, N. S. G.-Hahs, A. K.-Vesk, P. A. (2015): Urbanisation, plant traits and the composition of urban floras. – *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 17: 78-86.
- Zimmermann Z.-Szabó G.-Szentés Sz.-Penksza K. (2011): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyepek növényzetére. *AWETH* 7(3): 234-262.
- Zuur, A. F.-Ieno, E. N.-Walker, N.-Saveliev, A. A.-Smith, G. M. (2009): *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology*. Springer, New York: 574 pp.

