

## Gyepesített területek fajgazdagságának növelése kolonizációs ablakok segítségével

Radócz Szilvia – Sonkoly Judit – Tóth Edina –  
Kiss Réka – Tóth Katalin

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar,  
Ökológiai Tanszék, Debrecen  
radoczszilvia88@gmail.com

### ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálatunk célja vetett gyepek fajgazdagságának növelése volt, melynek során egy sokfajos magkeveréket vetettünk úgynevezett „kolonizációs ablakokba”. A Hortobágyi Nemzeti Parkban nyolc – 2005-ben gyepesített területen –, 2013 őszén területenként három darab (1 m<sup>2</sup>, 4 m<sup>2</sup> és 16 m<sup>2</sup>) kolonizációs ablakot létesítettünk. Talajmunkákat követően az ablakokba szikes- és löszgyepi célfajok magjait tartalmazó, 35 fajból összeállított sokfajos magkeveréket vetettünk. A vizsgálat során a vetett fajok mindegyikét sikerült megtalálnunk: 31 faj már 2014-ben megtelepedett, 7 faj borítása szignifikánsan nőtt 2015-re. Kimutattuk, hogy a célfajok fajszáma és összborítása is a nagyobb méretű ablakokban volt a legnagyobb. A legsikeresebben betelepülő faj a *Dianthus ponederae* volt, amelynek minden ablaktípusban növekedett a borítása. A gyomok borítása 2014-ben 26-31%, 2015-ben 16-23% volt, így intenzív gyomosodás nem veszélyezteti a gyepesített területeket. A kolonizációs ablakok alkalmasak a gyepesített területek fajgazdagságának növelésére. A talajelőkészítés alkalmas volt a vetett kompetitor fűvek dominanciájának megtörésére, ezáltal csökkentette a mikroélőhely-limitációt, a diverz magkeverék vetése pedig csökkentette a propagulum-limitációt. Ahhoz, hogy a célfajok a környező területekre is kiterjedjenek, elengedhetetlen a területek hosszú távú megfelelő kezelése.

**Kulcsszavak:** gyepesítés, Hortobágyi Nemzeti Park, legeltetés, löszgyep, magkeverék, szikes gyep

### SUMMARY

Our aim was to test a novel approach, the establishment of colonisation windows to increase the diversity of species-poor sown grasslands. We selected eight 8-year-old grasslands restored by low-diversity seed sowing in the Hortobágy National Park, where we created colonisation windows by destruction of the grass sward and sowing of a high-diversity seed mixture containing 35 native species. Altogether, we established three grazed (1 m<sup>2</sup>, 2 m<sup>2</sup> and 4 m<sup>2</sup>) windows per site in the autumn of 2013. We found that all sown species established in the colonisation windows. 31 species established in 2014 and 7 species increased their cover by 2015. The most successful coloniser was *Dianthus ponederae*, which increased in cover in all types of colonisation windows. We found that larger colonisation windows were characterised by higher total vegetation cover and higher cover and number of sown target species. Weed cover was moderate in 2014 (26-31%) and decreased significantly by 2015 (16-23%), regardless of window size. Our results showed that by creating establishment windows we were able to overcome microsite- and propagule limitation, successfully introducing target species into the species-poor grasslands. Management by extensive grazing is crucial for the long-term sustainability of grassland diversity in order to

*disperse propagules of target species and to create proper microsites for their establishment.*

**Keywords:** grassland restoration, Hortobágy National Park, grazing, loess grassland, seed mixture, alkali grassland

### BEVEZETÉS

Az elmúlt évezredek során az egyre intenzívebbé váló tájhasználat miatt a természetes gyepek kiterjedése és fajgazdagsága Európa-szerte csökkent (Dengler et al., 2014; Valkó et al., 2012). Az intenzív városiasodás (Wittig et al., 2010), a gyepek beszántása (Carlier et al., 2009), a cserjésedés (Erdős et al., 2013, 2014a, b), a vizes élőhelyek lecsapolása (Krause et al., 2011) és egyéb élőhely-átalakító tevékenységek jelentősen hozzájárultak a természetes gyepek területének csökkenéséhez. Fentiek miatt az európai természetvédelem legfontosabb feladatai közé tartozik a gyepek fajgazdagságának megőrzése és helyreállítása (Pullin et al., 2009).

Napjainkban Európa szerte növekszik a szántóföldi művelés alól kivont területek aránya. A felhagyott területek gyepesítése megoldást nyújthat a természetes élőhelyek csökkenésének megállítására és az élőhelyek fragmentálódásának mérséklésére, visszafordítására (Bartha et al., 2014; Cramer et al., 2008; Valkó et al., 2016). Gyeptelepítéssel nem csupán új élőhelyeket hozhatunk létre, de így összekapcsolhatóak természetes állapotban megmaradt gypfoltok, valamint növelhető a táj átjárhatósága is (Critchley et al., 2003; Török et al., 2011). Számos aktív gyepesítési módszer alkalmaznak a mezőgazdasági és a természetvédelmi gyakorlatban a gyepesedési folyamatok elősegítésére, ezek közül az alacsony diverzitású magkeverék vetése a legelterjedtebb módszer (Czóbel et al., 2012; Kiehl et al., 2010; Török et al., 2010; Valkó et al., 2010). Az alacsony diverzitású magkeverékek általában a céltársulás domináns, jó kompetíciós képességű fűfajainak magjait tartalmazzák (Barcsák és Kertész, 1986; Hajnóczki et al., 2014; Lepš et al., 2007; Pywell et al., 2002; Szemán, 2005; Szentes et al., 2013). Az ilyen magkeverékek előnye az, hogy előállításuk olcsó, és a szükséges fajok magjai a legtöbb természetes gypből nagy mennyiségben, a mezőgazdaságban általánosan használt géppark segítségével betakaríthatóak (Deák és Kapocsi, 2010; Deák et al., 2013). A módszer hátránya, hogy a természetes gyepekre jellemző kétszikűek betelepülése egyes esetekben lassú lehet, mert a vetett jó kompetítor képességű fűfajok csökkentik a

többi faj betelepülését (Deák et al., 2011; Kelemen et al., 2014; Sengl et al., 2015).

Európa egyik legjelentősebb gyepesítési projektje a „Gyepterületek rekonstrukciója és mocsarak védelme Egyek-Pusztakócsan” című LIFE Nature program keretén belül zajlott (LIFE 04 NAT/HU/000119). A projekt során a Hortobágyi Nemzeti Parkban az Egyek-Pusztakócsi mocsárrendszer területén található egykori szántók visszagyepesítése történt meg, összesen mintegy 760 hektáron 2005 és 2008 között (Deák et al., 2008). A kompetitor fűvek magjainak vetésével már a vetést követő második évre sikerült a gyomokat visszaszorítani, és egy élő fűfajok által dominált, zárt gyepet sikerült kialakítani (Deák et al., 2011; Török et al., 2012). Bár a létrehozott zárt gyepetartó hatékonyan visszaszorította a rövidéletű gyomokat (például *Anthemis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Descurainia sophia* és *Tripleurospermum perforatum*), és megelőzte több olyan pázsitfűfaj (például *Bothriochloa ischaemum*, *Calamagrostis epigeios*) felszaporodását, amelyek közepidős parlagokon gyakran csökkentik a gyepek diverzitását és strukturális komplexitását (Házi et al., 2009, 2011; Szentés et al., 2011, 2012a, b; Bartha et al., 2014), ugyanakkor a mikroélőhely-limitáció révén gátolta a kísérő fajok betelepülését (Bartha et al., 2003; Jongepierová et al., 2007; Kelemen et al., 2014). Ezekre a gyepesített területekre a kísérőfajok betelepülését a mikroélőhely-limitáció mellett a propagulum-limitáció gátolja, melynek fő oka, hogy az intenzíven használt agrártájakban kevés az olyan propagulum forrásként szolgáló természetes gyep, ahonnan a kísérőfajok magjai a gyepesített területekre betérhetnek.

Munkánk során célunk a gyepesített területek fajgazdagságának növelése volt, egy, a hazai természetvédelmi gyakorlatban eddig nem alkalmazott módszer – a kolonizációs ablakok létrehozásának – tesztelésével. A kolonizációs ablakok olyan kisebb foltok, ahol a növénytakarót eltávolítjuk, és talaj-előkészítést követően sokfajos magkeverékeket vetünk (Deák et al., 2015). A megtelepedő gyepi kísérőfajok a későbbiekben propagulum forrásként szolgálhatnak a nagy kiterjedésű, fajszegény telepített gyepek fajgazdagságának növelésére. Az alábbi kérdésekre kerestük a választ: Mely vetett fajok megtelepedése a legsikeresebb? Hogyan változik a vetett célfajok és a gyomok borítása rövidtávon a kolonizációs ablakokban a vetést követően? Milyen méretű kolonizációs ablakok a leginkább alkalmasak a fajgazdagság növelésére?

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Mintaterületek

Kutatásunkat az Egyek-Pusztakócsi mocsárrendszer területén, Tiszafüred és Egyek községek közigazgatási határában végeztük. A terület átlagos tengerszint feletti magassága 88-92 m.

Az éves középhőmérséklet 9,5 °C, az átlagos évi csapadék összege 550 mm (Lukács et al., 2015). A 2005-2008 között megvalósított LIFE projekt célja a terület táji szintű rekonstrukciója és a vízrendezések előtt jellemző természetközeli tájszerkezet helyreállítása volt. Ennek érdekében egykori szántóterületek helyén az eredetileg jellemző szikes- és löszgyepeket állították helyre alacsony diverzitású magkeverékek vetésével (Deák et al., 2008; Török et al., 2010). A gyeprekonstrukció céltársulásai szikes és löszgyepek voltak (Deák et al., 2014; Tóth és Hüse, 2014; Valkó et al., 2014). A vetés során szik (*Poa angustifolia* és *Festuca pseudovina*), valamint lösz magkeveréket (*Festuca rupicola*, *Bromus inermis* és *Poa angustifolia*) alkalmaztak (Deák et al., 2008). Az általunk vizsgált egykori szántóterületeken a magkeverékeket 2005 októberében vetették 20 kg/ha-os vetőmagnorma alkalmazásával.

### Kolonizációs ablakok létesítése

A Pro-Seed DBU (Deutsche Bundestiftung Umwelt) magyar-német együttműködésen alapuló projekt során, a gyepesített területeken kialakított úgynevezett „kolonizációs ablakokba” egy fajgazdag, főként kétszikű fajokból álló magkeveréket vetettünk 2013 őszén. A diverz magkeverék 35 fajból állt, a magokat a gyepesítés során helyreállítani kívánt vegetációtípusok állományából gyűjtöttük be a Nagykunság és a Hortobágy térségéből 2013 nyarán. Vizsgálatunkhoz 4 szik és 4 lösz magkeverékkel gyepesített egykori szántóterületet jelöltünk ki. A kijelölt ablakok területét felástuk, majd rotációs kapával a magvetéshez legalkalmasabb aprómorzás talajszerkezetet hoztunk létre, amelyet gereblyével elegyengettünk. Területenként összesen három kolonizációs ablakot hoztunk létre: (1) 1 m×1 m-es, (2) 2 m×2 m-es és (3) 4 m×4 m-es ablakokat, amelyek extenzív szarvasmarha legeltetéssel voltak kezelve. A vetési denzitás 10 g/m<sup>2</sup> volt, így az 1 m×1 m-es ablakokba 10 g, a 2 m×2 m-es ablakokba 40 g, a 4 m×4 m-es ablakokba pedig 160 g magkeveréket vetettünk.

### Mintavétel és adatfeldolgozás

A vetést követő két év (2014 és 2015) júliusában feljegyeztük a kolonizációs ablakokban az előforduló edényes növényfajok százalékos borítás értékeit. A fajnevek használata Király (2009) nevezéktanát követi. Az ablakméret (1 m×1 m, 2 m×2 m és 4 m×4 m; fix faktor), az előtörténet (szik/lösz magkeverékkel gyepesített terület; fix faktor) és a terület (előtörténetbe ágyazott random faktor) egyes vegetációjellemzőkre gyakorolt hatását általános lineáris modellek (GLM) segítségével vizsgáltuk, külön elemezve a vetést követő első és második év adatait (Zuur et al., 2009). A 35 vetett faj 1. és 2. évben egyazon méretű kolonizációs ablakokban tapasztalt borításértékeit t-tesztel végeztük össze. A statisztikai elemzésekhez SPSS 22.0 programot használtunk.

**EREDMÉNYEK**

Összesen 149 fajt mutattunk ki a mintaterületekről: 2014-ben 31 vetett és 80 nem vetett fajt, 2015-ben 34 vetett és 91 nem vetett fajt találtunk. A vetett fajok mindegyikét megtaláltuk legalább egy területen legalább az egyik évben. A legtöbb faj borítása nem változott szignifikánsan az első évről a másodikra. Az alábbi fajoknál tapasztaltunk szignifikáns borítás növekedést: *Allium*

*scorodoprasum*, *Carthamus lanatus*, *Centaurea sadleriana*, *Dianthus ponederae*, *Galium verum*, *Plantago media*, *Podospermum canum* és *Silene viscosa*, valamint egy fajnál (*Aegilops cylindrica*) borítás csökkenést.

2014-ben a vegetáció összborítása, a vetett fajok és az évelő fajok borítása, valamint az összes vizsgált csoport fajszáma szignifikánsan nőtt az ablakméret növekedésével (1. és 2. táblázat).

1. táblázat

**A kolonizációs ablakok vegetációjellemzői 2014-ben és 2015-ben (átlag±SE)**

Ablakméret(1)	2014			2015		
	1 m×1 m	2 m×2 m	4 m×4 m	1 m×1 m	2 m×2 m	4 m×4 m
<b>Borítás (%) (2)</b>						
Összes(3)	60,63±5,70	65,63±3,33	74,13±2,33	68,75±8,39	76,75±2,94	74,62±3,13
Vetett fajok(4)	9,25±1,01	13,88±1,20	17,63±1,03	10,50±1,22	15,75±1,08	19,25±0,88
Évelő fajok(5)	27,89±6,64	38,91±4,45	41,35±6,39	41,69±7,93	44,96±7,32	61,16±8,72
2005-ben vetett füvek(6)	4,75±2,16	3,71±0,89	2,19±0,33	9,60±2,72	6,88±1,56	7,20±1,24
Gyomok(7)	25,99±3,96	29,21±5,60	30,72±4,62	19,30±6,15	16,15±4,78	23,31±3,30
<b>Fajszám (faj/ablak) (8)</b>						
Összes(3)	21,38±1,46	30,13±0,97	36,38±1,76	25,38±1,63	35,50±1,95	43,13±1,67
Vetett fajok(4)	9,25±1,01	13,88±1,20	17,63±1,03	10,50±1,22	15,75±1,08	19,25±0,88
Évelő fajok(5)	10,88±0,88	14,63±1,36	18,63±0,84	13,00±0,76	18,25±1,25	22,00±1,28
Gyomok(7)	8,75±0,84	10,50±0,94	12,25±0,96	7,00±0,91	8,50±1,43	11,38±1,57

Table 1: Vegetation characteristics of the colonisation windows in 2014 and 2015

Window size(1), Cover (%) (2), Total(3), Sown species(4), Perennial species(5), Grasses sown in 2005(6), Weeds(7), Species number (species/colonisation window)(8)

2. táblázat

**Az ablakméret, előtörténet és terület hatása a vegetáció jellemzőire 2014-ben és 2015-ben (GLM)**

Vegetáció jellemző(1)	Ablakméret(2)		Előtörténet(3)		Terület(4)	
	F	p	F	p	F	p
<b>Borítás (2014)(5)</b>						
Összes(6)	<b>4,90</b>	<b>0,024</b>	0,75	0,420	<b>3,28</b>	<b>0,031</b>
Vetett fajok(7)	<b>0,90</b>	<b>0,024</b>	0,75	0,420	<b>3,28</b>	<b>0,031</b>
Évelő fajok(8)	<b>3,87</b>	<b>0,046</b>	0,61	0,465	<b>6,23</b>	<b>0,002</b>
2005-ben vetett füvek(9)	1,14	0,346	1,92	0,215	1,61	0,215
Gyomok(10)	0,25	0,781	0,16	0,703	1,07	0,427
<b>Fajszám (2014)(11)</b>						
Összes(6)	<b>39,01</b>	<b>0,001</b>	0,32	0,591	2,49	0,074
Vetett fajok(7)	<b>54,13</b>	<b>0,000</b>	0,01	0,940	<b>10,36</b>	<b>0,001</b>
Évelő fajok(8)	<b>41,71</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,04	0,843	<b>8,40</b>	<b>0,001</b>
Gyomok(10)	3,71	0,051	2,30	0,180	0,89	0,529
<b>Borítás (2015)(12)</b>						
Összes(6)	1,21	0,327	0,04	0,849	<b>4,94</b>	<b>0,007</b>
Vetett fajok(7)	<b>30,87</b>	<b>0,000</b>	0,74	0,422	<b>3,62</b>	<b>0,022</b>
Évelő fajok(8)	<b>3,87</b>	<b>0,046</b>	2,87	0,140	<b>3,82</b>	<b>0,018</b>
Vetett füvek(9)	0,78	0,479	<b>7,81</b>	<b>0,031</b>	1,01	0,456
Gyomok(10)	0,67	0,529	0,61	0,466	1,80	0,170
<b>Fajszám (2015)(13)</b>						
Összes(6)	<b>60,24</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,78	0,411	<b>5,20</b>	<b>0,010</b>
Vetett fajok(7)	<b>30,89</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,74	0,422	<b>3,62</b>	<b>0,022</b>
Évelő fajok(8)	<b>53,23</b>	<b>0,000</b>	1,00	0,357	<b>7,84</b>	<b>0,001</b>
Gyomok(10)	<b>5,34</b>	<b>0,019</b>	2,90	0,139	<b>2,95</b>	<b>0,045</b>

Table 2: Effects of window size, site history and site on vegetation characteristics in 2014 and 2015, calculated by general linear models (GLMs)

Vegetation characteristic(1), Window size(2), Site history(3), Site(4), Cover in 2014(5), Total(6), Sown species(7), Perennial species(8), Grasses sown in 2005(9), Weeds(10), Species numbers in 2014(11), Cover in 2015(12), Species numbers in 2015(13)

A 2005-ben vetett fűvek borítására, illetve a gyomok fajszáma és borítására a vizsgált tényezők egyike sem volt szignifikáns hatással. A terület a 2005-ben vetett fűvek és a gyomok borítása kivételével az összes változóra szignifikáns hatást gyakorolt. 2015-ben a vetett fajok és az évelő fajok borítása, valamint az összes vizsgált csoport fajszáma szignifikánsan nőtt az ablakméret növekedésével (1. és 2. táblázat). Az előtörténet a 2005-ben vetett fűvek borítás értékeire volt szignifikáns hatással. A terület a 2005-ben vetett fűvek és a gyomok borítása kivételével az összes változóra szignifikáns hatást gyakorolt.

## DISZKUSSZIÓ

Vizsgálatunkkal kimutattuk, hogy a kolonizációs ablakok létrehozásával sikeresen csökkenthetjük a mikroélőhely- és propagulum-limitációt, és ezáltal növelhetjük a gyepesített területek fajgazdagságát. A növényzet eltávolítása és az alapos talaj-előkészítés alkalmas volt a vetett kompetítor fűvek dominanciájának megtörésére, ezáltal csökkentette a mikroélőhely-limitációt. Korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy a térségben a gyepesített területeken a vetett fűvek borítása 75% feletti volt a vetést követő harmadik évben (Török et al., 2010; Valkó et al., 2016). Ezek az értékek idővel valamelyest csökkennek: Kelemen et al. (2014) a vetést követő hatodik évben 65-71%-os vetett fűborításról számolt be. Jelen vizsgálatban a 2005-ben vetett fűvek borítása 10% alatti volt minden területen 2014-ben. A kevésbé intenzív kompetíció jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy a vetett diverz magkeverék fajai jól meg tudtak telepedni az ablakokban. Ugyanakkor 2015-re a 2005-ben vetett fűvek borítása enyhén növekedett a kolonizációs ablakokban függetlenül azok méretétől. Tekintettel arra, hogy a szikes és löszgyepek vázalkotó fűfajainak (*Bromus inermis*, *Festuca pseudovina*, *F. rupicola*, *Poa angustifolia*) borításnövekedése nem volt negatív hatással a megtelepedett célfajok borítására, a fűvek enyhe borítás növekedése természetvédelmi szempontból egyértelműen kedvező.

A diverz magkeverék vetésével célunk a propagulum-limitáció csökkentése volt. A magkeverék változatos összetétele miatt alkalmazhatósága szélesebbé vált: több területen és eltérő környezeti viszonyok között is számíthatunk arra, hogy lesznek olyan fajok, amelyek képesek megtelepedni (Valkó és Deák, 2013). Az általunk összeállított 35 fajos diverz magkeverék nemzetközi szinten is kiemelten fajgazdagnak számít (ld. Warren et al., 2002 – 14 faj, Jongepierová et al., 2007 – 27 faj, Foster et al., 2007 – 32 faj, Pywell et al., 2002 – 25-41 faj). A kolonizációs ablakok sikerét mutatja, hogy a legtöbb vetett fajnak nem csökkent a borítása 2014-ről 2015-re, hét faj esetén pedig borításnövekedést tapasztaltunk, a diverz magkeverékkel vetett fajok többsége tartósan is megtelepedhet a területeken.

A gyepesített szántók talajában a gyomfajoknak általában jelentős magbankja van (Bekker et al.,

1997; Hutchings és Booth, 1996; Török et al., 2012). Ezek a magok akár évtizedekig is csíráképesek lehetnek, és talajbolygatás hatására a gyomok gyorsan képesek felújulni a perzisztens magbankjukból (Davis et al., 2005). Vizsgálatunkban az intenzív talajbolygatás hatására számos rövidéletű gyomfaj telepedett meg a kolonizációs ablakokban (például *Polygonum aviculare*, *Capsella bursa-pastoris* és *Setaria pumila*), melyek valószínűleg a talaj magbankjából újultak fel. Borításuk az első évben 26-31%, a második évben 16-23% között volt. Ez jóval alacsonyabb mértékű gyomosodás, mint ami a 2005-ös gyepesítést követően volt jellemző (Török et al. (2012) 64-70%-os gyomborításról számolt be). Ez az eredmény a gyomok magbankjának hosszú távú csökkenésére is utal. Mivel a kolonizációs ablakok kis méretűek, a tapasztalt enyhe gyomosodás hosszú távon nem jelenthet jelentős kockázatot sem a kolonizációs ablakra, sem a terület egészére nézve.

A célfajok megtelepedési sikerére a kolonizációs ablak mérete jelentős hatást gyakorolt: a nagyobb ablakokban nagyobb volt az összborítás, valamint a vetett fajok borítása és fajszáma is. A területkezelők sokszor tartanak az ablakok létesítését követő gyomosodástól. Bár a kolonizációs ablakok területe elenyésző a nagy kiterjedésű gyepesített területekhez képest, fontos figyelembe venni, hogy a nagyobb ablakméret nagyobb gyomosodási gócot is jelenthet. Azonban eredményeink alapján az ablakméretnek nem volt szignifikáns hatása a gyomok borítására és fajszáma. Mindezek figyelembe vételével a természetvédelmi gyakorlatban a nagyobb méretű kolonizációs ablakok létrehozását javasoljuk. A kolonizációs ablakok fenntartása során is fontos a megfelelő kezelés biztosítása, ez lehet legelés és kaszálás is (Besnyői et al., 2012; Kelemen et al., 2013; Penksza et al., 2010; Szentes és Tasi, 2012a, b; Szentes et al., 2007a, b, 2009a, b, 2012; Penksza et al., 2013). Kelemen et al. (2014) eredményei alapján a vizsgálati területen található gyepesítésekben a kaszálás elmaradása már rövid távon is a vetett gyepek leromlását és diverzitásuk csökkenését eredményezte az évelő gyomok borítás növekedése és az avar-felhalmozódás által.

A kolonizációs ablakok sikerességének vizsgálatát a jövőben is folytatjuk. Vizsgáljuk, hogy a vetett fajok milyen sikeresen képesek megmaradni a kolonizációs ablakokban, illetve, hogy képesek-e megtelepedni és terjedni a környező fajszegény gyep-mátrixban.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnénk köszönetet mondani Dr. Deák Baláznak, Dr. Valkó Orsolyának, Prof. Tóthmérész Bélának, Dr. Török Péternek, Dr. Kelemen Andrásnak és Dr. Miglécz Tamásnak a kísérlettervezésben, a terepmunkában és adatfeldolgozásban nyújtott segítségükért.

Köszönjük a Hortobágyi Nemzeti Park munkatársainak, Kapocsi Istvánnak és Gál Lajosnak a terepi munka során nyújtott segítségét és hasznos tanácsait.

Köszönjük Dr. Anita Kirmer, Dr. Sabine Tischew és Matthias Stolle közreműködését a projektben.

Köszönjük a Pro-Seed DBU pályázat, illetve az OTKA PD 111807 és OTKA PD 115627 anyagi támogatását.

A szerzőket az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Emberi Erőforrások Támogatáskezelő és a Nemzeti Tehetség Program támogatta.

#### IRODALOM

- Barcsák Z.-Kertész I. (1986): Gazdaságos gyeptermesztés és hasznosítás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 261. pp.
- Bartha, S.-Meiners, S. J.-Pickett, S. T. A.-Cadenasso, M. L. (2003): Plant colonization windows in a mesic old field succession. *Applied Vegetation Science* 6, 205-212.
- Bartha, S.-Szentés, S.-Horváth, A.-Házi, J.-Zimmermann, Z.-Molnár, C.-Dancza, I.-Margóczy, K.-Pál, R.-Purger, D.-Schmidt, D.-Óvári, M.-Komoly, C.-Sutyinszki, Z.-Szabó, G.-Csathó, A. I.-Juhász, M.-Penksza, K.-Molnár, Z. (2014): Impact of mid-successional dominant species on the diversity and progress of succession in regenerating temperate grasslands. *Applied Vegetation Science* 17, 201-213.
- Bekker, R. M.-Verweij, G. L.-Smith, R. E. N.-Reine, R.-Bakker, J. P.-Schneider, S. (1997): Soil seed banks in European grassland: Does land use affect regeneration perspectives? *The Journal of Applied Ecology* 34, 1293-1310.
- Besnyői V.-Szerdahelyi T.-Bartha S.-Penksza K. (2012): Kaszálás felhagyásának kezdeti hatása nyugat-magyarországi üde gyepek fajkompozíciójára. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 10(1-2), 13-20.
- Carlier, L.-Rotar, I.-Vlahova, M.-Vidican, R. (2009): Importance and functions of grasslands. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 37, 25-30.
- Cramer, V. A.-Hobbs, R. J.-Standish, R. J. (2008): What's new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly. *Trends in Ecology and Evolution* 23, 104-112.
- Critchley, C. N. R.-Burke, M. J. W.-Stevens, D. P. (2003): Conservation of lowland semi-natural grasslands in the UK: a review of botanical monitoring results from agri-environment schemes. *Biological Conservation* 115, 263-268.
- Czöbel S.-Pap K.-Husztai E.-Szirmai O.-Pándi I.-Németh Z.-Vikár D.-Penksza K. (2012): Nyílt homokpusztagyep társulás magvetéses technikával történt kialakításának előzetes eredményei ex situ körülmények között. *Természetvédelmi Közlemények* 18, 127-128.
- Davis, A. S.-Cardina, J.-Forcella, F.-Johnson, G. A.-Kegode, G.-Lindquist, J. L.-Luschei, E. C.-Renner, K. A.-Sprague, C. L.-Williams, M. M. (2005): Environmental factors affecting seed persistence of annual weeds across the US corn belt. *Weed Science* 53, 860-868.
- Deák B.-Kapocsi I. (2010): Természetvédelmi célú gyepesítés a gyakorlatban: mennyibe kerül egy hektár gyep? *Tájékológiai Lapok* 8, 395-409.
- Deák B.-Török P.-Kapocsi I.-Lontay L.-Vida E.-Valkó O.-Lengyel S.-Tóthmérész B. (2008): Szik- és löszgyep-rekonstrukció vázfajokból álló magkeverék vetésével a Hortobágyi Nemzeti Park területén (Egyek-Pusztaköcs). *Tájékológiai Lapok* 6: 323-332.
- Deák, B.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Török, P.-Migléc, T.-Ölvedi, T. B.-Lengyel, S.-Tóthmérész, B. (2011): Litter and graminoid biomass accumulation suppresses weedy forbs in grassland restoration. *Plant Biosystems* 145, 730-737.
- Deák B.-Valkó O.-Kapocsi I. (2013): Általános és alternatív természetvédelmi célú gyeptelepítési módszerek technológiai kivitelezése és költségei. In: Török P. (szerk.) *Gyeptelepítés elmélete és gyakorlata az ökológiai szemléletű gazdálkodásban*. Budapest: Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, 2013. pp. 77-82.
- Deák, B.-Valkó, O.-Alexander, C.-Mücke, W.-Kania, A.-Tamás, J.-Heilmeier, H. (2014): Fine-scale vertical position as an indicator of vegetation in alkali grasslands - case study based on remotely sensed data. *Flora* 209, 693-697.
- Deák B.-Valkó O.-Török P.-Tischew S.-Kirmer A.-Kapocsi I.-Radócz Sz.-Migléc T.-Tóth K.-Kelemen A.-Stolle M.-Tóthmérész B. (2015): Sokfajos magkeverékek szerepe telepített gyepek fajgazdagságnak növelésében – A Pro-SEED DBU projekt eredményei. In: Török P.-Tóthmérész B. (szerk.): *Ökológiai szemléletű gyeptelepítés elmélete és gyakorlata*. Budapest, Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft. (ÖMKi), 111-118. pp
- Dengler, J.-Janišová, M.-Török, P.-Wellstein, C. (2014): Biodiversity of Palearctic grasslands: a synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 182: 1-14.
- Erdős, L.-Cserhalmi, D.-Bátori, Z.-Kiss, T.-Morschhauser, T.-Bénye, B.-Dénes, A. (2013): Shrub encroachment in a wooded-steppe mosaic: combining GIS methods with landscape historical analysis. *Applied Ecology and Environmental Research* 11: 371-384.
- Erdős, L.-Bátori, Z.-Tölgyesi, Cs.-Körmöczy, L. (2014a): The moving split window (MSW) analysis in vegetation science – an overview. *Applied Ecology and Environmental Research* 12: 787-805.
- Erdős, L.-Tölgyesi, Cs.-Dénes, A.-Darányi, N.-Fodor, A.-Bátori, Z.-Tolnay, D. (2014b): Comparative analysis of the natural and semi-natural plant communities of Mt Nagy and other parts of the Villány Mts (south Hungary). *Thaiszia Journal of Botany* 24: 1-21.
- Foster, B. L.-Murphy, C. A.-Keller, K. R.-Aschenbach, T. A.-Questad, E. J.-Kindscher, K. (2007): Restoration of prairie community structure and ecosystem function in an abandoned hayfield: a sowing experiment. *Restoration Ecology* 15, 652-661.
- Hajnáczi S.-Illyés E.-Donkó Á.-Szabó G.-Zimmermann Z.-Penksza K. (2014): Magas biológiai értékű tömegtakarmányt biztosító gyep kialakítása az ökológiai gazdálkodás keretei között: előzetes eredmények. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 2014 (1-2), 11-16.
- Házi J.-Nagy A.-Szentés Sz.-Tamás J.-Penksza K (2009): Adatok a siska nádtippán (*Calamagrostis epigeios*) (L.) Roth. Cönológiai viszonyaihoz Dél-tiszántúli gyepekben. *Tájékológiai Lapok* 7(2): 1-13.
- Házi, J.-Bartha, S.-Szentés, Sz.-Wichmann, B.-Penksza, K. (2011): Seminatural grassland management by mowing of *Calamagrostis epigeios* in Hungary. *Plant Biosystems* 145: 699-707.

- Hutchings, M. J.-Booth, K. D. (1996): Studies on the feasibility of re-creating chalk grassland vegetation on ex-arable land. I. The Potential roles of the seed bank and the seed rain. *Journal of Applied Ecology* 33, 1171-1181.
- Jongepierová, I.-Mitchley, J.-Tzanopoulos, J. (2007): A field experiment to recreate species rich hay meadows using regional seed mixtures. *Biological Conservation* 139, 297-305.
- Kelemen A.-Török P.-Valkó O.-Migléc T.-Tóthmérész B. (2013): A fitomassza és fajgazdagság kapcsolatát alakító tényezők hortobágyi szikes és löszgyepekben. *Botanikai Közlemények* 100, 47-59.
- 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.
- Király G. (szerk.) (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósavfő, 616. pp.
- Krause, B.-Culmsee, H.-Wesche, K.-Bergmeier, E.-Leuschner, Ch. (2011): Habitat loss of floodplain meadows in north Germany since the 1950s. *Biodiversity and Conservation* 20, 2347-2364.
- Lepš, J.-Doležal, J.-Bezemer, T. M.-Brown, V. K.-Hedlund, K.-Igal Arroyo, M.-Jørgensen, H. B.-Lawson, C. S.-Mortimer, S. R.-Peix Geldart, A.-Rodríguez Barrueco, C.-Santa Regina, I.-Šmilauer, P.-van der Putten, W. H. (2007): Long-term effectiveness of sowing high and low diversity seed mixtures to enhance plant community development on ex-arable fields. *Applied Vegetation Science* 10, 97-110.
- Lukács, B. A.-Török, P.-Kelemen, A.-Várbíró, G.-Radócz, Sz.-Migléc, T.-Tóthmérész, B.-Valkó, O. (2015): Rainfall fluctuations and vegetation patterns in alkali grasslands – Self-organizing maps in vegetation analysis. *Tuexenia* 35, 381-397.
- Penksza K.-Szentés Sz.-Loksa G.-Dannhauser C.-Házi J. (2010): A legeltetés hatása a gyepekre és természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és a Káli-medencében. *Természetvédelmi Közlemények* 16, 25-49.
- 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 gyepekben. *Növénytermelés* 62:(1) pp. 73-94.
- Pullin, A. S.-Báldi, A.-Can, O. E.-Dieterich, M.-Kati, V.-Livoreil, B.-Lövei, G.-Mihók, B.-Nevin, O.-Selva, N.-Sousa-Pinto, I. (2009): Conservation focus on Europe: Major conservation policy issues that need to be informed by Conservation Science. *Conservation Biology* 23, 818-824.
- Pywell, R. F.-Bullock, J. M.-Hopkins, A.-Walker, K. J.-Sparks, T. H.-Burke, M. J. W.-Peel, S. (2002): Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. *Journal of Applied Ecology* 39, 294-309.
- Sengl, P.-Wagner, V.-Magnes, M. (2015): Semi- dry grassland restoration in the SE Alpine foreland of Austria – a study of early spontaneous colonisation patterns. *Hacquetia* 14, 97-112.
- Szemán L. (2005): A fajgazdag vadvirágos gyepek jelentősége. In: Gyep-Állat-Vidék-Kutatás-Tudomány (szerk. Jávor A.) DE Agrártudományi Centrum, Debrecen
- Szentés Sz.-Tasi J. (2012a): A kaszálás, mint extenzív gyepterkezelési mód természetvédelmi vonatkozásai, In: Kozák L. (szerk.): Természetvédelmi élőhelykezelés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 134-136.
- Szentés Sz.-Tasi J. (2012b): A legeltetés, mint extenzív gyepterkezelési mód természetvédelmi vonatkozásai. In: Kozák L. (szerk.): Természetvédelmi élőhelykezelés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 124-133.
- Szentés, Sz.-Kenéz, Á.-Saláta, D.-Szabó, M.-Penksza, K. (2007a): Comparative researches and evaluations on grassland management and nature conservation in natural grasslands of the Transdanubian mountain range. *Cereal Research Communications* 35: 1161-1164.
- Szentés Sz.-Penksza K.-Tasi J. (2007b): Gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dunántúli középhegység néhány természetes gyepeiben. *AWETH* 3: 127-149.
- Szentés Sz.-Tasi J.-Wichmann B.-Penksza K. (2009a): Botanikai és gyepgazdálkodási vizsgálatok 2008. évi eredményei a badacsonytördemici szürkemarha legelőn. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 7: 73-78.
- Szentés Sz.-Wichmann B.-Házi J.-Tasi J.-Penksza K. (2009b): Vegetáció és gyep termelés havi változása badacsonytördemici szürkemarha legelőn és kaszálón. *Tájékológiai Lapok* 7(2): 319-328.
- Szentés, Sz.-Dannhauser, C.-Coetzee, R.-Penksza, K. (2011): Biomass productivity, nutrition content and botanical investigation of Hungarian Grey cattle pasture in Tapolca basin. *AWETH* 7(2): 180-198.
- Szentés, Sz.-Sutyinszki, Zs.-Szabó, G.-Zimmermann, Z.-Házi, J.-Wichmann, B.-Hufnágel, L.-Penksza, K.-Bartha, S. (2012): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. *Cent. Eur. J. Biol.* – 7(6): 1055-1065.
- Szentés Sz.-Kelemen A.-Török P. (2013): Eltérő termőhelyekre és hasznosítási módokra alkalmazható magkeverékek javasolt összetétele. In: Török P. (szerk.): Gyeptelepítés elmélete és gyakorlata az ökológiai szemléletű gazdálkodásban. *Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet*, Budapest. pp. 39-48.
- 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 and Conservation* 20, 2311-2332.
- Török, P.-Migléc, T.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Deák, B.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2012): 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.
- Tóth, K.-Hüse, B. (2014): Soil seed banks in loess grasslands and their role in grassland recovery. *Applied Ecology and Environmental Research* 12, 537-547.
- Valkó O.-Deák B. (2013): Az ökológiai gyepgazdálkodás alapelvei – Természetvédelmi és gazdasági szempontok összehangolása. In: Török P. (szerk.) (2013): Gyeptelepítés elmélete és gyakorlata az ökológiai szemléletű gazdálkodásban. Budapest: *Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet*, pp. 11-14.

- Valkó O.-Vida E.-Kelemen A.-Török P.-Deák B.-Miglécz T.-Lengyel Sz.-Tóthmérész B. (2010): Gyeprekonstrukció napraforgó- és gabonatóblák helyén alacsony diverzitású magkeverék vetésével. *Tájökológiai Lapok* 8, 77-88.
- 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.-Tóthmérész, B.-Kelemen, A.-Simon, E.-Miglécz, 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.-Deák, B.-Török, P.-Kelemen, A.-Miglécz, T.-Tóth, K.-Tóthmérész, B. (2016): Abandonment of croplands: problem or chance for grassland restoration? Case studies from Hungary. *Ecosystem Health and Sustainability* (in press)
- Warren, J.-Christal, A.-Wilson, F. (2002): Effects of sowing and management on vegetation succession during grassland habitat restoration. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93, 393-402.
- Wittig, R.-Becker, U.-Nawrath, S. (2010): Grassland loss in the vicinity of a highly prospering metropolitan area from 1867/68 to 2000 – The example of the Taunus (Hesse, Germany) and its Vorland. *Landscape and Urban Planning* 95, 175-180.
- Zuur, A.-Ieno, E. N.-Walker, N.-Saveiliev, A. A.-Smith, G. M. (2009): *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer, New York, USA

