

Fitomassza dinamika homoki gyepek szekunder szukcessziója során

Bálint Piroska – Balogh Nóra – Kelbert Bernadett
– Radócz Szilvia – Tóth Katalin

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar,
Ökológiai Tanszék, Debrecen
balint.piroska90@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

A szántóföldi művelés alól kivont területek kiterjedése egész Európában, így hazánkban is növekszik és természetvédelmi szempontból kívánatos, hogy ezeken a területeken gyepek jöjjenek létre. Gyepterületek létrehozása támaszkodhat csupán spontán szukcessziós folyamatokra, mely akkor lehet hatékony, ha a természetes gyepek fajainak lokális propagulum-forrásai biztosítottak. A gyepregeneráció során végbemenő vegetációdinamikai folyamatok és fajgazdagság változások finom léptékű elemzésére remek lehetőséget nyújtanak a fitomassza frakciók elemzésén alapuló vizsgálati módszerek. A fitomassza mérése pontosabb képet ad a növények tényleges mennyiségi viszonyairól, emellett ezzel a módszerrel megállapítható a holt fitomassza mennyisége is, ami jelentősen befolyásolja a növényfajok csírázási és megtelepedési esélyeit. Célunk a Kiskunsági Nemzeti Park területén található homoki parlagok spontán szukcessziójának tér-idő helyettesítéses vizsgálatával a következő kutatási kérdések megválaszolása volt: (1) Hogyan változik a homoki gyepekre jellemző célfajok fajszáma és tömegessége a szukcesszió során? (2) Hogyan változik a fő fitomassza frakciók mennyisége a szukcesszió során? (3) Milyen a természetközeli gyepek regenerálódásának dinamikája a vizsgált parlagokon? Eredményeink alapján a homoki gyepekre jellemző célfajok mennyisége nagyobb volt az idősebb parlagokon, mint a fiatalabb parlagokon. Kimutattuk, hogy a célfajok többsége már a fiatal parlagokon is megtelepedett, ehhez képest csupán néhány új célfaj jelent meg az idős parlagokon.

Ezek az eredmények összhangban vannak a „initial floral composition” és a lassuló szukcesszió elméletével, melyek szerint a szukcesszió végkimenetelét a már kezdeti szakaszban jelen lévő fajok határozzák meg, és a vegetációs változások mértéke évről évre csökken a szukcessziós kor előrehaladtával. Vizsgálatainkban kimutattuk, hogy a talaj kálium- és foszfor-tartalma a fiatal parlagokon volt a legnagyobb, a nitrogén mennyiségének tekintetében azonban növekedést tapasztaltunk a parlagok korának növekedésével. Feltehetően a talaj nitrogénmennyiségének növekedésével magyarázható az is, hogy az összfitomassza és az avar mennyisége az idős parlagokon volt a legmagasabb. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a közép- és idős parlagok fajkészlete jól elkülönült a fiatal parlagok fajkészletétől és a parlagokon zajló vegetációfejlődés a referencia gyepek irányába mutatott.

Kulcsszavak: felhagyás, homokpusztagyep, Kiskunság, parlag, talaj tápanyagtartalom

SUMMARY

The area of old-fields is increasing throughout Europe due to the abandonment of intensified agricultural production in extended areas. This process provides an opportunity to establish grasslands, which is important from a nature conservation point of

view. We studied spontaneous vegetation development of old-fields in the Kiskunság, a calcareous sand region in Central-Hungary, with space-for time substitution, using biomass data. We asked the following questions: (i) How do the amounts of target species change during succession? (ii) How do the amounts of main biomass fractions change during succession? (iii) How successful is spontaneous succession in the recovery of sandy grasslands? We found that the biomass of target species increased with time, however, the majority of target species established already in the young old-fields. This result indicates that the vegetation changes become slower during the increase of successional age and the initial floristic composition is an important driver of succession process. We found that the phosphorus and potassium content of soil decreased, while the soil nitrogen content increased with increasing age of old-fields. This latter is the possible reason of increasing total biomass and litter scores during the succession. We found that vegetation development on old-fields led towards the reference sandy grasslands, suggesting that spontaneous succession can be a vital option in the recovery of sandy grassland vegetation.

Keywords: abandonment, calcareous sand, old-field, sandy grassland, soil nutrient content, spontaneous succession

BEVEZETÉS

Az intenzív mezőgazdasági művelés alól kivont területek kiterjedése egész Európában növekszik és természetvédelmi szempontból kívánatos, hogy ezeken a területeken gyepek jöjjenek létre (Cramer és Hobbs, 2007; Valkó et al., 2016). Így a még épen maradt gyepek élővilága is nagyobb eséllyel óvható meg a gyp-fragmentumok közötti átjárhatóság biztosításával, illetve a nagyobb, összefüggő gyepeken a természetvédelmi szempontból előnyös extenzív legeltetés (Penksza et al., 2008, 2009a, b, 2010; Szentés et al., 2008; Szabó et al., 2010, 2011; Szentés és Tasi, 2012; Zimmermann et al., 2011, 2012) is könnyebben kivitelezhető (Critchley et al., 2003; Kelemen et al., 2014; Deák et al., 2015). A cserjésedés is csökkentheti a gyepterületeket (Erdős et al., 2013, 2014a, b; Kerényi-Nagy, 2012, 2015). Gyepterületek létrehozása támaszkodhat csupán spontán szukcessziós folyamatokra (Prach et al., 2001; Kelemen et al., 2010; Török et al., 2008), mely akkor lehet hatékony, ha a természetes gyepek fajainak lokális propagulum-forrásaira támaszkodhat (Halassy, 2001; Prach és Pyšek, 2001; Ruprecht, 2005; Lepš et al., 2007). Ha ezek a propagulumok nem találhatóak meg a talajmagkészletben, vagy a természetes gyepek fajtái nem fordulnak elő a regenerálódó parlag közvetlen közelében, a spontán szukcesszió viszonylag lassú lehet (Török et al.,

2008), ami miatt a végkimenetel nehezen megjósolható, és a gyepesedés gyakran sikertelen (Manchester et al., 1999; Halassy, 2001). Így sokáig fennmaradhat egy inváziós növények vagy gyomok által dominált stádium (Kelemen, 2010; Kelemen et al., 2016), továbbá néhány, a középídős parlagokon gyakran felszaporodó pázsitfűfaj (pl. *Bothriochloa ischaemum*, *Calamagrostis epigeios*) szintén csökkentheti a gyepek diverzitását és strukturális komplexitását (Házi et al., 2011, 2012; Szentes et al., 2011a, 2012a, b; Bartha et al., 2014). Ilyen esetekben aktív gyeprekonstrukciós beavatkozásokra lehet szükség, mint például a célfajok magjainak vetéssel vagy szénaráfordással történő bejuttatása (Vida et al., 2008, 2010; Török et al., 2012, 2014).

A gyepregeneráció során végbemenő vegetációdinamikai folyamatok és fajgazdagság változások finom léptékű értelmezésére remek lehetőséget nyújtanak a fitomassza frakciók elemzésén alapuló vizsgálati módszerek (Szentes et al., 2009a, b, 2011b; Kelemen et al., 2013, 2015). A gyepeken jelen lévő fitomassza mennyisége kismértékű zavarás esetén azok produktivitásától függ, így a fitomassza értékek elemzése segítségével a produktivitást értékelhetjük. A fitomassza mérése pontosabb képet ad a növények tényleges mennyiségi viszonyairól (Chiarucci et al., 1999), és pontosabban becsli a kriptogámok mennyiségét, valamint a fajdiverzitást (Fraser et al., 2015), mint a százalékos borításértékek becslésén alapuló mintavételi módszerek. Emellett a fitomassza vizsgálatával megállapítható a holt fitomassza mennyisége is, ami jelentősen befolyásolja a növényfajok csírázási és megtelepedési esélyeit (Deák et al., 2011; Kelemen et al., 2013; Miglécz et al., 2013).

Célunk a Kiskunsági Nemzeti Park területén található homoki parlagok spontán szukcessziójának tér-idő helyettesítéses vizsgálata volt. Referenciaként a térségben jellemző nyílt és zárt homoki gyepek állományait vizsgáltuk. Az alábbi kérdésekre kerestük a választ: (1) Hogyan változik a homoki gyepekre jellemző célfajok fajszáma és tömegessége a szukcesszió során? (2) Hogyan változik a fő fitomassza frakciók (avar, fűnemű és dudvanemű fitomassza) mennyisége a szukcesszió során? (3) Milyen a természetközeli gyepek regenerálódásának dinamikája a vizsgált parlagokon?

ANYAG ÉS MÓDSZER

Mintavételi terület

Vizsgálatainkat a Kiskunsági Nemzeti Park területén elhelyezkedő Fülöpházi buckavidék (N 47° 34', E 20° 55') területén végeztük, Fülöpháza, Izsák, Orgovány és Ágasegyháza települések közigazgatási határában. A Kiskunság meleg kontinentális éghajlatú, enyhe szubmediterrán hatással, évi középhőmérséklete 10 °C, az éves átlagos csapadékmennyiség 500-550 mm, júniusi és novemberi csapadék-maximummal (Borhidi, 1993).

A területen az alacsony humusztartalmú (<3%), meszes homoktalajok jellemzőek (Csecserits, 2007). A Fülöpházi buckavidéken a török hódoltság utáni időkben kezdték a legelőket szántókká vagy szőlőültetvényekké alakítani (Für, 1983). A II. világháborút követően a birtokviszonyok és a gazdasági környezet jelentősen átalakult, emiatt először a legrosszabb adottságú helyeken hagytak fel a szántóföldi műveléssel, főként az utaktól, településektől távoli, futóhomokos vagy humuszban szegény homoktalajokon (Csecserits, 2007). Az 1960-as és '70-es években még jobban felerősödött a térségben a szántóterületek felhagyása, főként a talajvízszint jelentős mértékű csökkenése miatt, ez a felhagyási hullám 1990 után még inkább fokozódott. Jelenleg a vizsgálati területeket extenzív módon birkával legeltetik.

A legszárazabb és tápanyagban legszegényebb homoktalajokon mészkedvelő évelő nyílt homokpusztagyepek (*Festucetum vaginatae*) jellemzőek. Még ma is viszonylag nagy kiterjedésben fordulnak elő, mivel nem függenek közvetlenül a talajvíztől és fajaik jól alkalmazkodtak a szárazsághoz, így az emberi tevékenység által okozott és klimatikus vízhiány negatív hatása nem olyan jelentős. A tápanyagokban gazdagabb és jobb vízellátottságú talajokon fordulnak elő a zárt homokpusztagyepek (*Galio veri – Holoschoenetum vulgaris*). Ezek jelentős részét kedvezőbb talajadottságaik miatt felszántották. A társulási átmeneti helyzete miatt igen érzékeny a talajvízszint csökkenésére. A zárt szürke kákás homoki gyepek eredetileg a kis buckaközi lápszemek vagy mocsarak parti zónájára voltak jellemzőek, napjainkra a talajvízszint csökkenés hatására a buckaközi laposok aljára húzódtak le (Borhidi és Sánta, 1999).

Mintavétel

A fitomassza mintavételt 2012. április végén végeztük. Összesen 16 parlagot vizsgáltunk, ezeket 4 korcsoportra osztottuk: (1) 10 évnél fiatalabb parlagok, (2) 10-20 év közötti parlagok, (3) 20-40 év közötti és (4) 40 évnél idősebb parlagok. Korcsoportonként 4 parlagot vizsgáltunk, minden parlagon kijelöltünk egy 5 m×20 m-es mintaterületet, melyen belül random elrendezésben 20 darab 20 cm×20 cm-es földfelszín feletti fitomassza mintát vettünk. A mintavétel során begyűjtöttük az élő és holt fitomasszát, közvetlenül a talajfelszín felett levágva.

Ugyanezzel a mintavételi elrendezéssel és módszerrel vizsgáltuk a nyílt és zárt homokpusztagyepek 3-3 állományát referenciaként. A begyűjtött fitomassza mintákat 65 °C-on, 24 órán keresztül szárítottuk, majd élő és holt frakciókra válogattuk. Az élő frakciót fajonként elkülönítettük, majd a száraztömegeket 0,01 g-os pontossággal mértük. A vizsgált parlagok és referenciagyeppek minden állományából talaj átlagmintákat vettünk. A parlagok és a referencia gyepek talajjellemzőit az 1. táblázat foglalja össze.

A vizsgált parlagok és referencia gyepek talajjellemzői (átlag±szórás)

Korcsoport(1)	1	2	3	4	nyílt(2)	zárt(3)
pH (KCl)	7,51±0,17	7,59±0,08	7,58±0,07	7,61±0,05	7,73±0,06	7,64±0,10
Szénsavas mész [m/m%](4)	5,57±3,65	7,99±0,52	7,58±1,49	7,99±3,32	8,16±3,12	8,44±0,96
Humusz [m/m%](5)	0,94±0,41	0,86±0,24	1,49±0,64	1,19±0,30	0,87±0,19	1,35±0,69
Nitrit + nitrát [mg/kg](6)	1,02±0,67	1,31±0,89	1,77±0,88	1,68±0,42	1,54±0,10	1,75±0,84
Foszfor-pentoxid [mg/kg](7)	95,67±57,12	56,19±14,70	61,15±21,44	44,60±6,99	28,74±4,08	30,79±4,11
Kálium-oxid [mg/kg](8)	83,83±24,21	60,29±11,33	70,50±15,14	59,73±9,51	58,95±1,51	52,87±3,95

Table 1: Soil properties of old-fields with different age (1: <10 yrs old; 2: 10-20 yrs old; 3: 20-40 yrs old; 4: >40 yrs old) and reference grasslands (mean±SE)

Age-group(1), Open sandy grasslands(2), Closed sandy grasslands(3), CaCO₃(4), Humus(5), Nitrite+nitrate(6), Phosphorus pentoxide(7), Potassium oxide(8)

Adatfeldolgozás

A mintákban detektált fajok közül célfajoknak tekintettük a *Festuco-Brometea* osztály fajait (Borhidi, 1995). A fajokat a továbbiakban az alábbi két funkcionális csoportba soroltuk: fűnemű (Poaceae, Cyperaceae és Juncaceae), dudvanemű (kétszikűek és Orchidaceae, Liliaceae és Iridaceae). A fűnemű csoportba interkaláris merisztémákkal rendelkező, gyepképző, klonálisan is könnyen szaporodó fajok tartoznak, míg a dudvaneműeket apikális dominancia és döntően generatív szaporodás jellemzi (Török et al., 2007).

A fitomassza adatokat általános lineáris modell segítségével (GLM) elemeztük (Zar, 1999), melyben a korcsoportot fix faktorként, míg a mintavételi elrendezést random faktorként kezeltük. A függő változók a következők voltak: az egyes életformacsoportok fitomassza értékei, az avar mennyisége, a célfajok fajszáma és a célfajok fitomasszája. A parlagok és referencia gyepek fajösszetételét CCA ordinációval hasonlítottuk össze, háttérváltozóként a talajparamétereket használtuk. A statisztikai elemzéseket az SPSS 17.0, valamint a CANOCO 4.5 programcsomagokkal végeztük (Lepš és Šmilauer,

2003). A fajnevek nomenklatúrája Király (2009), a társulás nevéké Borhidi és Sánta (1999) munkáját követi.

EREDMÉNYEK

A vizsgált parlagok és referencia gyepek fitomassza mintáiban összesen 78 fajt találtunk, melyek közül 17 fűnemű és 61 dudvanemű volt. Az 1. korcsoportban összesen 49 fajt, a 2. korcsoportban 45 fajt, a 3. korcsoportban 35 fajt, míg a 4. korcsoportban 32 fajt találtunk (átlagos fajszámokat lásd a 2. táblázatban).

A kor hatása nem volt szignifikáns az össz fajszámra és a célfajok fajszámára sem (3. táblázat). Ugyanakkor az össz fajszám a fiatal parlagokon, a célfajok száma pedig az idős parlagokon volt a legnagyobb (2. táblázat). Az évelő fajok fitomasszájára nem volt szignifikáns hatása a parlagok korának. A rövidéletű fűneműek és dudvaneműek fitomasszája szignifikánsan csökkent a szukcesszió során (3. táblázat). Az avar mennyisége szignifikánsan magasabb volt az idős parlagokon, mint a fiatalokon (F=8,30; p=0,026).

A vizsgált parlagok és referencia gyepek fitomassza jellemzői (faj/0,04 m²; g/0,04 m²; átlag±szórás; jelölések: nyílt= nyílt homoki gyep; zárt=zárt homoki gyep)

Korcsoport(1)	1	2	3	4	nyílt(2)	zárt(3)
Fajszám(4)						
Össz(5)	20,25±5,44	15,75±5,12	13,5±3,70	15,25±5,74	11±1,73	13,67±3,06
Célfaj(6)	4,25±1,71	5±2,16	5,5±1,29	6,25±3,59	7,25±1,71	8,33±1,15
Fitomassza(7)						
Célfaj(8)	0,49±0,77	0,94±0,72	1,19±0,37	1,18±0,80	2,15±0,43	1,58±0,57
Évelő fű(9)	0,55±0,76	0,84±0,56	1,14±0,64	1,21±0,82	1,27±0,51	1,17±0,14
Évelő dudvanemű(10)	0,47±0,24	0,49±0,37	0,33±0,36	0,33±0,02	0,99±0,46	0,60±0,56
Rövidéletű fű(11)	0,48±0,32	0,19±0,27	0,05±0,09	0,10±0,14	0,001±0,001	0,01±0,02
Rövidéletű dudvanemű(12)	0,11±0,08	0,01±0,01	0,02±0,02	0,01±0,01	0,002±0,002	0,003±0,01
Avar(13)	8,37±3,77	7,74±3,10	7,64±3,77	9,52±1,44	7,90±5,19	14,04±6,25

Table 2: Species numbers and biomass scores of studied old-fields and reference grasslands (species/0.04 m²; g/0.04 m²; mean±SE). Age-group: 1: <10 yrs old; 2: 10-20 yrs old; 3: 20-40 yrs old; 4: >40 yrs old

Age-group(1), Open sandy grasslands(2), Closed sandy grasslands(3), Species number(4), Total species number(5), Number of target species(6), Biomass(7), Target species(8), Perennial grasses(9), Perennial forbs(10), Short-lived grasses(11), Short-lived forbs(12), Litter(13)

3. táblázat

A kor hatása a parlagok és a referencia gyepek fitomasszájára
(GLM; n.s.=nem szignifikáns, *= $p<0,05$; **= $p<0,01$)

	F	p
Összfajszám(1)	1,684	n.s.
Célfajok fajszáma(2)	1,506	n.s.
Célfajok fitomasszája(3)	2,463	n.s.
Évelő fűnemek fitomasszája(4)	0,324	n.s.
Évelő dudvaneműek fitomasszája(5)	1,153	n.s.
Rövidéletű fűnemek fitomasszája(6)	0,123	*
Rövidéletű dudvaneműek fitomasszája(7)	5,372	**

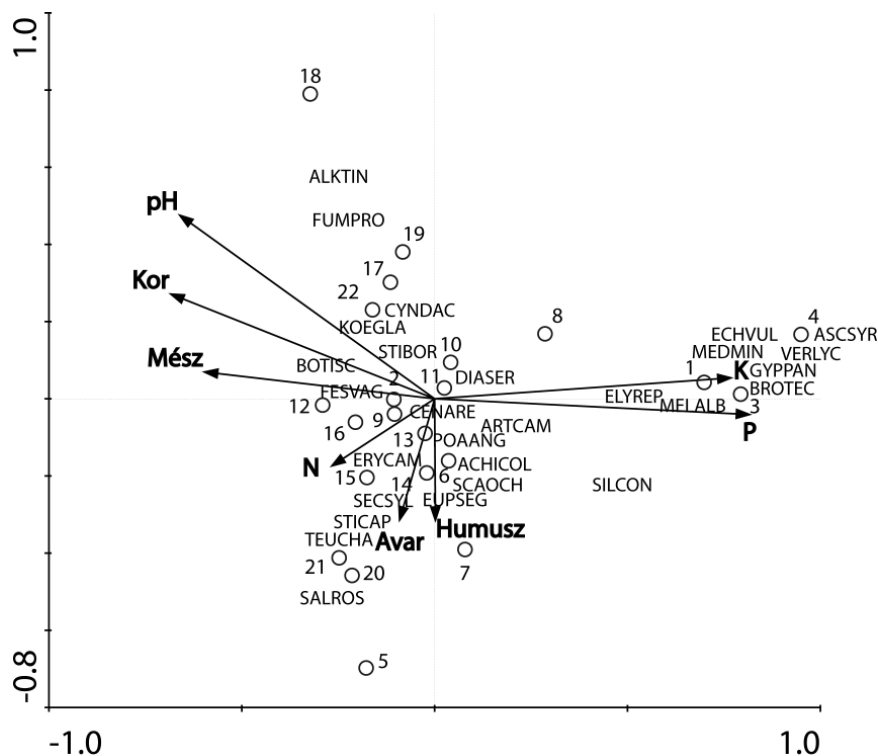
Table 3: GLM results about the effect of age of old-fields on species numbers and biomass scores (n.s.=non-significant, *= $p<0.05$; **= $p<0.01$)

Species number(1), Number of target species(2), Biomass of target species(3), Biomass of perennial grasses(4), Biomass of perennial forbs(5), Short-lived grasses(6), Short-lived forbs(7)

A CCA ordinációs ábrán látható, hogy a referencia gyepek pontjai közelebb találhatók a

középidős és idős parlagokéihoz, mint a fiatal parlagokéihoz. A fiatal parlagok egy jól elkülönülő csoportot alkotnak, kivéve a 2. parlagot, mert itt a magyar csenkesz (*Festuca vaginata*) nagyobb fitomasszával volt jelen. Annak ellenére, hogy a talaj nitrogéntartalma a parlagok korával növekedett, a fiatal parlagok talajának magasabb kálium- és foszfor-tartalma miatt ezeken rövidéletű (pl. apró lucerna – *Medicago minima*, fehér mécsvirág – *Melandrium album*) és évelő gyomok (pl. közönséges tarackbúza – *Elymus repens*) voltak jellemzőek, illetve különösen a 4. parlagon az évelő inváziós faj, a selyemkóró (*Asclepias syriaca*) magas fitomassza értékekkel fordult elő. A fiatal parlagokon a rövidéletű fűnemek (például fedél rozsnok – *Bromus tectorum*) és a rövidéletű dudvaneműek (például homoki habszegfű – *Silene conica* és a terjőke kígyószisz – *Echium vulgare*) nagyobb mennyiségben fordultak elő. A középidős és idősebb parlagokon évelő fajok domináltak, emellett a rövid életű fajok közül a vadrozs (*Secale sylvestre*) volt jellemző (1. ábra).

1. ábra: A parlagok és referencia gyepek fitomassza adatain alapuló CCA ordináció



Parlagok: 1-4: 1. korcsoport; 5-8: 2. korcsoport; 9-12: 3. korcsoport; 13-16: 4. korcsoport; Referenciagyeppek: 17-19: nyílt; 20-22: zárt. Rövidítések: K-kálium; N-nitrogén; P-foszfor; ACHICOL-Achillea collina; ALKTIN-Alkanna tinctoria; ARTCAM-Artemisia campestris; ASCSYR-Asclepias syriaca; BOTISC-Botriochloa ischaemum; BROTEC-Bromus tectorum; CENARE-Centaurea arenaria; CYNDAC-Cynodon dactylon; DIASER-Dianthus serotinus; ECHVUL-Echium vulgare; ELYREP-Elymus repens; ERYCAM-Eryngium campestre; EUPSEG-Euphorbia segueriana; FESVAG-Festuca vaginata; FUMPRO-Fumana procumbens; GYPPAN-Gypsophila paniculata; KOEGLA-Koeleria glauca; MEDMIN-Medicago minima; MELALB-Melandrium album; POAANG-Poa angustifolia; SALROS-Salix rosmarinifolia; SCAOCH-Scabiosa ochroleuca; SECSYL-Secale sylvestre; SILCON-Silene conica; STICAP-Stipa capillata; STIBOR-Stipa borystenica; TEUCHA-Teucrium chamaedrys; VERLYC-Verbascum lychitis.

Figure 1: CCA ordination based on biomass data (1-4: <10 yrs old old-fields; 5-8: 10-20 yrs old old-fields; 9-12: 20-40 yrs old old-fields; 13-16: >40 yrs old old-fields; 17-19: open sandy grasslands; 20-22: closed sandy grasslands; K-potassium; N-nitrogen; P-phosphorus)

DISZKUSSZIÓ

Eredményeink alapján a homoki gyepekre jellemző célfajok mennyisége nagyobb volt az idősebb parlagokon, mint a fiatalabb parlagokon, bár a különbségek nem voltak szignifikánsak. Kiskunsági parlagokon korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy a célfajok többsége már a fiatal parlagokon is megtelepedett, ehhez képest csupán néhány új célfaj jelent meg az idős parlagokon (Csecserits et al., 2011; Albert et al., 2014). Ezek az eredmények összhangban vannak a „initial floral composition” és a lassuló szukcesszió elméletével, melyek szerint a szukcesszió végkimenetelét a már kezdeti szakaszban jelen lévő fajok határozzák meg, és a vegetációs változások mértéke évről évre csökken a szukcessziós kor előrehaladtával (Egler, 1954; Grime, 1998; Albert et al., 2014). A lassuló szukcesszió elméletének magyarázata a fajkicserélődési ráta csökkenése a biotikus filter (kompetíció) intenzitásának és a vegetációt alkotó fajok életidejének növekedése miatt (Lepš, 1987; Foster és Tilman, 2000). Ezt a jelenséget a jelen vizsgálat is igazolja, ahol az évelők előretörését és a célfajok betelepülési rátájának csökkenését detektáltuk.

A megtelepedés dinamikája azt jelzi, hogy az új célfajok megjelenése valószínűleg egy propagulum-limitált folyamat, amit a szomszédos gyepek fajkészlete jelentősen befolyásol (Prach és Řehouňková, 2006; Török et al., 2011). A legtöbb lágyszárú faj esetében a hatékony terjedési távolság kevesebb, mint 100 m-nek bizonyult korábbi vizsgálatok alapján (Novák és Konvička, 2006), így az olyan parlagokon, melyek környezetében nincsenek jelen megfelelő propagulum-források, a célfajok betelepülése igen lassú lehet. A propagulum limitáció mellett a célfajok megtelepedését az évelő-fitomassza növekedésével kialakuló mikroélőhely-limitáltság is gátolhatja (Coulson et al., 2001).

A szántóföldi művelést követően a fiatal parlagok tápanyagtartalma általában magasabb, mint a természetes gyepeké, ezért a megtelepedő növényzet fitomassza produkciója, és emiatt az avar mennyisége is általában nagyobb (Huston, 1999; Kovářová, 1990; Török et al., 2009a; Deák et al., 2011). Vizsgálatunkban kimutattuk, hogy a talaj kálium- és foszfor-tartalma a fiatal parlagokon volt a legnagyobb. A növények által felvehető nitrogénformák mennyiségének tekintetében azonban növekedést tapasztaltunk a parlagok korának növekedésével. Ez az eredményünk egybevág Jiao et al. (2013) vizsgálatával, melyben azt találták, hogy a talajban levő növények által felvehető nitrogéntartalom növekedett a szukcesszió során. A mezőgazdasági művelésből származó maradék-nitrogén a felhagyást követően a laza talajból rövid

időn belül kimosódik, később az elhalt növényi anyag bomlásából és a baktériumok nitrogénkötéséből adódóan a talaj nitrogéntartalma eléri a természetes gyepekre jellemző szintet (Jiao et al., 2013). Feltehetően a talaj nitrogénmennyiségének növekedésével magyarázható az is, hogy a összfitomassza mennyisége, főleg az avar mennyiségének növekedése miatt az idős parlagokon a legmagasabb. A vizsgált nyílt közösségekben az avar jelenléte feltehetően védi a csíranövényeket a direkt napsugárzástól, mérsékli a párolgást és a talajeróziót, segítve ezzel megtelepedésüket és túlélésüket (Xiong és Nilsson, 1999; Acosta et al., 2008).

Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a parlagokon zajló vegetációfejlődés a referencia gyepek irányába mutatott. A középidős és idős parlagok fajkészlete jól elkülönült a fiatal parlagok fajkészletétől, a rövidéletű kétszikűek és fűvek fitomasszája szignifikánsan csökkent a szukcesszió során. Számos szekunder szukcessziós vizsgálatban kimutatták, hogy a rövidéletű fajok a parlagokon a felhagyást követő korai időszakban (az első 3-5 évben) vannak jelen tömegesen (Molnár és Botta-Dukát, 1998; Prach és Pyšek, 2001; Matus et al., 2003, 2005; Prach et al., 2007). A rövidéletű fajok általános jellemzője, hogy a változásokra, zavarásokra sokkal gyorsabban reagálnak, mint az évelő fajok, gyors generációs idejük és az ebből fakadó gyorsabb alkalmazkodóképességük miatt. Éppen ezért válhatnak uralkodóvá a szukcesszió kezdeti szakaszában, ahol főleg a nyílt, bolygatott helyeket elsőként foglalják el (Pianka, 1970). Vizsgálatunkban az egyéves gyomfajok (*Apera spica-venti*, *Conyza canadensis*, *Medicago minima*) jelentős fitomasszával voltak jelen (lásd Csecserits és Rédei, 2001; Albert et al., 2014). Számos vizsgálat kimutatta, hogy a szukcesszió során ezeket a rövidéletű fajokat a parlagokon fokozatosan felváltják az évelők (Ruprecht, 2005; Csecserits et al., 2007; Török et al., 2009b; Latzel et al., 2011), amely leginkább az évelők jobb kompetíciós képességének köszönhető (Prach et al., 1997).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük Dr. Valkó Orsolya, Dr. Kelemen András, Dr. Török Péter és Prof. Dr. Tóthmérész Béla, Dr. Migléc Tamás, Dr. Deák Balázs, Dr. Csecserits Anikó, Dr. Rédei Tamás és Albert Ágnes munkánk során nyújtott segítségét. A munkát az OTKA PD 100 192 és az OTKA PD 111 807 azonosító számú pályázatok támogatták.

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

IRODALOM

Acosta, B.-Sánchez-Jardón, L.-del Pozo, A.-García-Ibáñez, E.-Casado, M. A.-Montalvo, J.-Pineda, F. D. (2008): Grassland species composition and morpho-functional traits along an

altitudinal gradient in a Mediterranean environment: Relationship with soil water availability and evaporative dynamic. *Acta Oecologica* 34: 26-37.

- Albert, Á. J.-Kelemen, A.-Valkó, O.-Migléc, T.-Csécsérics, 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.
- Bartha, S.-Szentes, Sz.-Horváth, A.-Házi, J.-Zimmermann, Z.-Molnár, C.-Dancza, I.-Margóczy, K.-Pál, R.-Purger, D.-Schmidt, D.-Óvári, M.-Komoly, C.-Sutyinszki, Zs.-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(2): 201-213.
- Borhidi, A. (1993): Characteristics of the climate of the Danube-Tisza Mid-region. In: Szujkó-Lacza, J.-Kováts, D. (szerk.): *The flora of the Kiskunság National Park*, pp. 9-20. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest
- 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.
- Borhidi A.-Sánta A. (szerk.) (1999): *Vörös Könyv Magyarország növényfajléteiről. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest*
- Chiarucci, A.-Wilson, J. B.-Anderson, B. J.-De Dominicis, V. (1999): Cover versus fitomass as an estimate of species abundance: does it make a difference to the conclusions? *Journal of Vegetation Science* 10: 35-42.
- Coulson, S. J.-Bullock, J. M.-Stevenson, M. J.-Pywell, R. F. (2001): Colonization of grassland by sown species: dispersal versus microsite limitation in responses to management. *Journal of Applied Ecology* 38: 204-216.
- Cramer, V. A.-Hobbs, R. J. (szerk.) (2007): *Old fields: dynamics and restoration of abandoned farmland*. Island Press, Washington
- 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.
- Csécsérics A. (2007): *Másodlagos szukcesszió vizsgálata homoki parlagokon. Doktori értekezés, ELTE, Budapest*
- Csécsérics, A.-Rédei, T. (2001): Secondary succession on sandy old-fields in Hungary. *Applied Vegetation Science* 4: 63-74.
- Csécsérics, A.-Szabó, R.-Halassy, M.-Rédei, T. (2007): Testing the validity of successional predictions on an old-field chronosequence in Hungary. *Community Ecology* 8: 195-207.
- Csécsérics, A.-Czúcz, B.-Halassy, M.-Kröel-Dulay, G.-Rédei, T.-Szabó, R.-Szitár, K.-Török, K. (2011): Regeneration of sandy old-fields in the forest steppe region of Hungary. *Plant Biosystems* 145: 715-729.
- Deák, B.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Török, P.-Migléc, T.-Ölvedi, T.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2011): Litter and graminoid fitomass accumulation suppresses weedy forbs in grassland restoration. *Plant Biosystems* 145: 730-737.
- Deák, B.-Valkó, O.-Török, P.-Kelemen, A.-Migléc, T.-Szabó, Sz.-Szabó, G.-Tóthmérész, B. (2015): Micro-topographic heterogeneity supports plant diversity: fine-scale patterns and age effect. *Basic and Applied Ecology*, 16: 291-299.
- Egler, F. E. (1954): Vegetation science concepts I: Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development. *Vegetatio* 4: 412-417.
- Erdős, L.-Cserhalmi, D.-Bátori, Z.-Kiss, T.-Morschhauser, T.-Benyhe, 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.-Körmöczi, 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.-Tilman, D. (2000): Dynamic and static views of succession: testing the descriptive power of the chronosequence approach. *Plant Ecology* 146: 1-10.
- Fraser, L. H.-Pither, J.-Jentsch, A.-Sternberg, M.-Zobel, M.-Askarizadeh, D.-Bartha, S.-Beierkuhnlein, C.-Bennett, J. A.-Bittel, A.-Boldgív, B.-Boldrini, I. I.-Bork, E.-Brown, L.-Cabido, M.-Cahill, J.-Carlyle, C. N.-Campetella, G.-Chelli, S.-Cohen, O.-Csérgo, A. M.-Díaz, S.-Enrico, L.-Ensing, D.-Fidelis, A.-Fridley, J. D.-Foster, B.-Garris, H.-Goheen, J. G.-Henry, H. A. L.-Hohn, M.-Jouri, M. H.-Klironomos, J.-Koorem, K.-Lawrence-Lodge, R.-Long, R.-Manning, P.-Mitchell, R.-Moora, M.-Müller, S. C.-Nabinger, C.-Naseri, K.-Overbeck, G. E.-Palmer, T. M.-Parsons, S.-Peseck, M.-Pillar, V. D.-Pringle, M. R.-Roccaforte, K.-Schmidt, A.-Shang, Z.-Stahlmann, R.-Stotz, G. C.-Sugiyama, S.-Szentes, Sz.-Thompson, D.-Tungalag, R.-Undrakhbold, S.-van Rooyen, M.-Wellstein, C.-Wilson, J. B.-Zupo, T. (2015): Worldwide evidence of a unimodal relationship between productivity and plant species richness. *Science* 349 (6245): 302-305.
- Für L. (1983): *Kertes tanyák a futóhomokon*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Grime, J. P. (1998): Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *Journal of Ecology* 86: 902-910.
- Halassy, M. (2001): Possible role of the seed bank in the restoration of open sand grassland in old fields. *Community Ecology* 2: 101-108.
- Házi, J.-Bartha, S.-Szentes, Sz.-Wichmann, B.-Penksza, K. (2011): Seminatural grassland management by mowing of *Calamagrostis epigejos* in Hungary. *Plant Biosystems* 145(3): 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.
- Huston, M. A. (1999): Local processes and regional patterns: appropriate scales for understanding variation in the diversity of plants and animals. *Oikos* 86: 393-401.
- Jiao, F.-Wena, Z. M.-An, S. S.-Yuan, Z. (2013): Successional changes in soil stoichiometry after land abandonment in Loess Plateau, China. *Ecological Engineering* 58: 249-254.
- Kelemen A. (2010): Szántóföldi kultúrák helyén végzett gyepvetés korai szakaszában megjelenő gyomközösségek vizsgálata a Hortobágyi Nemzeti Parkban. *Tájökológiai Lapok* 8: 1-10.
- Kelemen A.-Török P.-Deák B.-Valkó O.-Lukács B. A.-Lengyel Sz.-Tóthmérész B. (2010): Spontán gyepregeneráció extenzíven kezelt lucernásokban. *Tájökológiai Lapok* 8: 33-44.
- Kelemen, A.-Török, P.-Valkó, O.-Migléc, T.-Tóthmérész, B. (2013): Mechanisms shaping plant fitomass and species richness: plant strategies and litter effect in alkali and loess grasslands. *Journal of Vegetation Science* 24: 1195-1203.

- 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 and Conservation* 23: 741-751.
- 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.-Valkó, O.-Kröel-Dulay, Gy.-Deák, B.-Török, P.-Tóth, K.-Migléc, 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* (in press)
- Kerényi-Nagy V. (2012): A Történelmi Magyarország területén élő őshonos, idegenhonos és kultúr-reliktum rózsák kismonográfiája. NYME Egyetemi Kiadó, Sopron, 434. pp.
- Kerényi-Nagy V. (2015): A Karpát-Pannon és Illír régió vadon termő galagonyáinak monográfiája. Szent István Egyetem, Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 323. pp.
- Kovárová, M. (1990): Water and nutrient economy. In: Osbornová, J.-Kovárová, M.-Leps, J.-Prach, K. (szerk.) (1990): *Succession in Abandoned Fields: Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 127-134.
- Latzel, V.-Klimešová, J.-Doležal, J.-Pyšek, P.-Tackenberg, O.-Prach, K. (2011): The association of dispersal and persistence traits of plants with different stages of succession in Central European man-made habitats. *Folia Geobotanica* 46: 289-302.
- Lepš, J. (1987): Vegetation dynamics in early old field succession: a quantitative approach. *Vegetatio* 72: 95-102.
- Lepš, J.-Šmilauer, P. (2003): *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*. Cambridge: Cambridge University Press
- Lepš, J.-Doležal, J.-Bezemer, T. M.-Brown, V. K.-Hedlund, K.-Igual 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.
- Manchester, S. J.-McNally, S.-Trewick, J. R.-Sparks, T. H.-Mountford, J. O. (1999): The cost and practicality of techniques for the reversion of arable land to lowland wet grassland – an experimental study and review. *Journal of Environmental Management* 55: 91-109.
- Matus, G.-Tóthmérész, B.-Papp, M. (2003): Restoration prospects of abandoned species-rich sandy grassland in Hungary. *Applied Vegetation Science* 6: 169-178.
- Matus, G.-Papp, M.-Tóthmérész, B. (2005): Impact of management on vegetation dynamics and seed bank formation of inland dune grassland in Hungary. *Flora* 200: 296-306.
- Migléc, T.-Tóthmérész, B.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Török, P. (2013): Effects of litter on seedling establishment: an indoor experiment with short-lived Brassicaceae species. *Plant Ecology* 214: 189-193.
- Molnár, Zs.-Botta-Dukát, Z. (1998): Improved space-for-time substitution for hypothesis generation: secondary grasslands with documented site history in SE-Hungary. *Phytocoenologia* 28: 1-29.
- Novák, J.-Konvička, M. (2006): Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries. *Ecological Engineering* 26: 113-122.
- Penksza K.-Tasi J.-Szentes Sz.-Centeri Cs. (2008): Természetvédelmi célú botanikai, takarmányozástani és talajtani vizsgálatok a Tapolcai és Káli-medence szürkemarha és bivaly legelőin. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 6: 47-53.
- Penksza K.-Szentes Sz.-Tasi J. (2009a): Gyepetakarmány-termesztéstől a Természetvédelmi gyepgazdálkodásig, gyepértékek, gyepértékelések. *Tájökológiai Lapok* 7(1): 1-26.
- Penksza K.-Tasi J.-Szabó G.-Zimmermann Z.-Szentes Sz. (2009b): Természetvédelmi célú botanikai és takarmányozástani vizsgálatok adatai Káli-medencei juhlegelőhöz. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 7: 51-58.
- Penksza K.-Szentes 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.
- Pianka, E. R. (1970): On r- and k-selection. *American Naturalist* 104: 592-597.
- Prach, K.-Pyšek, P. (2001): Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological Engineering* 17: 55-62.
- Prach, K.-Řehouňková, K. (2006): Vegetation succession over broad geographical scales: Which factors determine the patterns? *Preslia* 78: 469-480.
- Prach, K.-Pyšek, P.-Šmilauer, P. (1997): Changes in species traits during succession: a search for pattern. *Oikos* 79: 201-205.
- Regional Patterns. In: Cramer, V. A.-Hobbs, R. J. (szerk.): *Old fields: dynamics and restoration of abandoned farmland*. Island Press, Washington, DC, pp. 180-202.
- Prach, K.-Bartha, S.-Joyce, C. B.-Pyšek, P.-van Diggelen, R.-Wiegand, G. (2001): The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science* 4: 111-114.
- Prach, K.-Lepš, J.-Rejmánek, M. (2007): Old Field Succession in Central Europe: Local and Regional Patterns. In: Cramer, V. A.-Hobbs, R. J. (szerk.) (2007): *Old fields: dynamics and restoration of abandoned farmland*. Island Press, Washington, DC, pp. 180-202.
- Ruprecht, E. (2005): Secondary succession in old-fields in the Transylvanian Lowland (Romania). *Preslia* 77: 145-157.
- Szabó G.-Zimmermann Z.-Szentes Sz.-Sutyinszki Zs.-Penksza K. (2010): Természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dinnyési-Fertő gyepeiben. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 8: 31-38.
- Szabó G.-Zimmermann Z.-Bartha S.-Szentes Sz.-Sutyinszki Zs.-Penksza K. (2011): Botanikai, természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok Balaton-felvidéki szarvasmarha-legelőkön. *Tájökológiai Lapok* 9(2): 437-446.
- Szentes Sz.-Tasi J. (2012): A legeltetés, mint extenzív gyepkezelési mód természetvédelmi vonatkozásai. In: Kozák L. (szerk.): *Természetvédelmi élőhelykezelés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 124-133.
- Szentes Sz.-Penksza K.-Tasi J.-Malatinszky Á. (2008): A legeltetés természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és Káli-medencében. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia* 4(2): 829-835.
- Szentes Sz.-Tasi J.-Wichmann B.-Penksza K. (2009a): Botanikai és gyepgazdálkodási vizsgálatok 2008. évi eredményei a badacsonytördemici szürkemarha legelőn. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 7: 73-78.
- Szentes Sz.-Wichmann B.-Házi J.-Tasi J.-Penksza K. (2009b): Vegetáció és gyep termelés havi változása badacsonytördemici szürkemarha legelőkön és kaszálón. *Tájökológiai Lapok* 7(2): 319-328.

- Szentes Sz.-Sutyinszki Zs.-Zimmermann Z.-Szabó G.-Járdi I.-Házi J.-Penksza K.-Bartha S. (2011a): A fenyérfű (*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng 1936) gyep béta-diverzitására gyakorolt hatásainak vizsgálata és értékelése mikrocönológiai módszerekkel. Tájékológiai Lapok 9 (2): 463-475.
- Szentes Sz.-Dannhauser C.-Coetsee R.-Penksza K. (2011b): Nedves fekvésű gyep botanikai összetételének, produkciójának és beltartalmi értékeinek növedékenkénti változása szürkemarha-legelőn a Tapolcai-medencében. Animal welfare, etológia és tartástechnológia 7(2): 180-198.
- Szentes Sz.-Sutyinszki Zs.-Szabó G.-Zimmermann Z.-Járdi I.-Házi J.-Bartha S.-Penksza K. (2012a): A fenyérfű (*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng 1936) gyep-fajösszetételére gyakorolt hatásainak vizsgálata mikrocönológiai módszerekkel. Animal welfare, etológia és tartástechnológia 8(1): 88-102.
- Szentes, Sz.-Sutyinszki, Zs.-Szabó, G.-Zimmermann, Z.-Házi, J.-Wichmann, B.-Hufnágel, L.-Penksza, K.-Bartha, S. (2012b): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. Cent. Eur. J. Biol. – 7(6): 1055-1065.
- Török P.-Arany I.-Prommer M.-Valkó O.-Balogh A.-Vida E.-Tóthmérész B.-Matus G. (2007): Újrakezdett kezelés hatása fokozottan védett kékperjés láprét fitomasszájára, faj- és virággazdagságára. Természetvédelmi Közlemények 13: 173-184.
- Török, P.-Matus, G.-Papp, M.-Tóthmérész, B. (2008): Secondary succession in overgrazed Pannonian sandy grasslands. Preslia 80: 73-85.
- Török P.-Kelemen A.-Valkó O.-Miglécz T.-Vida E.-Deák B.-Lengyel Sz.-Tóthmérész B. (2009a): Avar-felhalmozódás szerepe a gyepesítést követő vegetáció-dinamikában. Természetvédelmi Közlemények 15: 160-170.
- Török, P.-Matus, G.-Papp, M. (2009b): Seed bank and vegetation development of sandy grasslands after goose breeding. Folia Geobotanica 44: 31-46.
- 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.
- Török, P.-Miglécz, T.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Tóth, K.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2012): Fast restoration of grassland vegetation by a combination of seed mixture sowing and low-diversity hay transfer. Ecological Engineering 44: 133-138.
- Török, P.-Deák, B.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Kapocsi, I.-Miglécz, T.-Tóthmérész, B. (2014): Recovery of alkali grasslands using native seed mixtures in Hungary. In: Kiehl, K.-Kirmer, A.-Shaw, N.-Tischew, S. (eds.): Guidelines for native seed production and grassland restoration, Cambridge University Press, pp. 182-197.
- 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)
- Vida E.-Török P.-Deák B.-Tóthmérész B. (2008): Gyeppek létesítése mezőgazdasági művelés alól kivont területeken: a gyepesítés módszereinek áttekintése. Botanikai Közlemények 95: 115-125.
- Vida, E.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Török, P.-Deák, B.-Miglécz, T.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2010): Early vegetation development after grassland restoration by sowing low-diversity seed mixtures in former sunflower and cereal fields. Acta Biologica Hungarica 61: 246-255.
- Xiong, S.-Nilsson, C. (1999): The effects of plant litter on vegetation: a meta-analysis. Journal of Ecology 87: 984-994.
- Zar, J. H. (1999): Biostatistical analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Zimmermann Z.-Szabó G.-Bartha S.-Szentes Sz.-Penksza K. (2011): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyeppek növényzetére AWETH 7(3), 234-262.
- Zimmermann Z.-Szabó G.-Szentes Sz.-Penksza K. (2012): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyeppek növényzetére. AWETH 8:(1) pp. 103-117.