

# A növényfajok együttélését és fajgazdagságát befolyásoló biotikus tényezők száraz szikes gyepekben

Balogh Nóra

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar,  
Ökológiai Tanszék, Debrecen  
balogh.nora.4@gmail.com

## ÖSSZEFOGLALÁS

A növényfajok közötti kölcsönhatások egyik meghatározó eleme a facilitáció, emiatt ennek a növények közötti pozitív kölcsönhatás típusnak a vizsgálata a növényökológiai kutatások frontvonalába tartozik. A legtöbb kutatás szerint a pozitív biotikus kölcsönhatások jelentősége stresszelt környezetben a legnagyobb és az abiotikus stressz csökkenésével egyre inkább a fajok közötti versengés válik jellemzővé. Egy adott növényközösségben jelenlévő fajoknak el kell viselniük az adott élőhely környezeti feltételeit, amelyekhez gyakran hasonló alkalmazkodási stratégiákat fejlesztenek ki, ami miatt ezek a fajok bizonyos jellegekben hasonlóak lesznek egymáshoz. Emellett működik egy másik hatás is, amely az együtt élő növények morfológiai különbözősége, és ezáltal eltérő forrásfelhasználása által teszi lehetővé a fajok együttélését. Kutatásunk célja az volt, hogy megvizsgáljuk a biotikus interakciókat, és a funkcionális jellegek fajok közötti hasonlóságait, illetve különbségeit abiotikusan stresszelt szikes gyepekben, mely során főleg a domináns faj (*Festuca pseudovina*) többi fajra gyakorolt hatására voltunk kíváncsiak. Vizsgálatainkat cickóros szikes pusztá (Achilleo setaceae-Festucetum pseudovinae) 9 állományában végeztük, mely során 20×20 cm-es kvadrátokban begyűjtöttük a teljes földfelszín feletti fitomasszát (összesen 270 fitomassza mintát). A mintákat kiszáritás után szétválogattuk avarra és élő fitomasszára, ez utóbbit fajonként tovább válogattuk, majd a száraz tömegüket lemértük. A jellegalapú elemzések során a következő faji jelleget használtuk: magasság, klonális terjedés, gyökerezési mélység és magtömeg. A főbb fitomassza frakciók (domináns faj fitomasszája, avar, alárendelt fajok élő fitomasszája) között, és ezek, illetve a fajgazdagság között kizárólag pozitív kapcsolatokat mutattunk ki. A domináns faj fitomasszájának növekedése pozitív hatással volt a funkcionális diverzitásra is. Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a stresszelt környezetben egy nagyobb termetű faj jelenléte kedvezőbbé teszi a mikrokörnyezetet, ezáltal több faj kisléptékű együttélését teszi lehetővé, és hogy ez az együttélés leginkább egymástól eltérő tulajdonságokkal rendelkező fajok között valósul meg.

**Kulcsszavak:** facilitáció, fitomassza, funkcionális diverzitás, kompetíció, produktivitás, stressz

## SUMMARY

Community assembly rules and biotic interactions like facilitation and competition are hot topics in plant ecology. Facilitation is an important driver of community structure, and often overwhelms the effect of competition in stressed habitats. Besides facilitation, limiting similarity (via niche partitioning) can also support species coexistence. Our aim was to provide a detailed analysis of the role of these important effects in stressed alkali grasslands. We performed fine-scale biomass sampling in nine stands of dry alkali grasslands dominated by *Festuca*

*pseudovina*. We used the following functional traits of subordinate species in the trait-based analyses: canopy height, lateral spread, rooting depth and seed weight. We detected positive correlations between the main biomass fractions (green biomass of dominant species, litter and green biomass of subordinate species) and between the main biomass fractions and species richness. We detected positive effects of green biomass of *Festuca* on the ranges and Rao indices of the most of traits and on the functional diversity. Our results show that in dry alkali grasslands facilitation is crucial in shaping vegetation composition. The green biomass of dominant *Festuca pseudovina* and total litter increased the biomass production of subordinate species leading to overyielding. We found that facilitation and limiting similarity were jointly shaping the species coexistence in stressed alkali grasslands.

**Keywords:** environmental filtering, biomass, competition, functional diversity, functional traits, trait dissimilarity

## BEVEZETÉS

A növényfajok közötti kölcsönhatások, mint a facilitáció és a kompetíció vizsgálata a növényökológiai kutatások frontvonalába tartozik (McIntire és Fajardo, 2013; Rees, 2013; Kelemen et al., 2017a, b; Sonkoly et al., 2017). A facilitáció a közösségek egyik fontos mozgatórugója, amely jelentősége ellenére jóval kevésbé vizsgált, mint a kompetitív kölcsönhatások. A legtöbb kutatás szerint a pozitív biotikus kölcsönhatások (facilitáció) jelentősége stresszelt környezetben a legnagyobb, és az abiotikus stressz csökkenésével egyre inkább a fajok közötti versengés válik jellemzővé (Eckstein, 2005; le Roux és McGeoch, 2008; Le Bagousse-Pinguet et al., 2014). Az élőhelyeken jelenlévő élő és holt növényi anyag jellemzően mérsékli a hőmérsékleti ingadozásokat, védi a növényeket a közvetlen napsugárzástól és a kiszáradástól (Xiong és Nilsson, 1999; Kelemen et al., 2013a). Ezáltal a nagyobb termetű fajok és az avar együttesen kedvező környezeti feltételeket biztosíthat más növények megtelepedéséhez a csírázás és a fiatal egyedek túlélésének segítése révén különösen stresszelt élőhelyeken, míg kedvezőbb élőhelyek esetében ez a pozitív hatás alacsonyabb mértékű (Eckstein, 2005; Schumacher és Roscher, 2009).

A domináns fajok fitomasszája és az avar mennyisége között általában pozitív kapcsolat áll fenn, ez azzal magyarázható, hogy az avar jelentős részét a domináns fajok fitomasszája teszi ki (Facelli és Pickett, 1991; Török et al., 2009; Penksza et al., 2013; Zimmermann et al., 2012). Ez a kapcsolat azonban negatívba is fordulhat, amennyiben az avar

mennyisége meghalad egy bizonyos értéket, amely már a nagytermetű füvek csírázását és kihajtását is gátolja (Deák et al., 2011; Kelemen et al., 2012, 2014; Szentés et al., 2009c, 2011). Stresszelt élőhelyeken az avar és a domináns fajok fitomasszájának növekedése a fajszám és az alárendelt fajok fitomasszájának növekedéséhez vezethet (Schumacher és Roscher, 2009; Kelemen et al., 2013b; Deák et al., 2015).

Amellett, hogy a facilitátor fajok például az abiotikus környezet kedvezőbbé tétele által elősegítik azt, hogy több faj élhessen együtt közvetlen környezetükben, az együttéléshez az is szükséges, hogy az együttélő fajok legalább egy kicsit eltérő forrásokat használjanak (niche felosztás) (MacArthur és Levins, 1967; Schamp et al., 2008). A fajok közötti niche felosztás lehetővé teszi, hogy a közösség a rendelkezésére álló forrásokat hatékonyabban használja ki, ami azt eredményezi, hogy a fajgazdag közösségekben magasabb lesz a produktivitás, mint a fajszegényebb közösségekben (Loreau és Hector, 2001; Wang et al., 2011; Szentés et al., 2007, 2009a, b).

A stresszelt élőhelyeken azok növényfajok tudnak előfordulni, amelyek el tudják viselni a kedvezőtlen körülményeket, ez pedig az ezen az „élőhelyi szűrőn” átjutott fajok közötti funkcionális hasonlósághoz vezet (Grime, 2006; Laliberté et al., 2013). Ellentétes hatás, hogy a hatékony niche felosztás, amely elősegíti a fajok közösségen belüli együttélését, funkcionális különbözőséghez vezet, ez szükségszerű a fajok együttélésének stabilizálása érdekében (Weiher és Keddy, 1995; Cornwell és Ackerly, 2009). A két fent említett ellentétes hatás vezet oda, hogy a közösséget alkotó fajok sok szempontból hasonlóak egymáshoz, de valamennyire különbözőknek is kell lenniük, ezt nevezzük „korlátozott hasonlóságnak” (HilleRisLambers et al., 2012; Le Bagousse-Pinguet et al., 2014).

A fent említett mechanizmusok hatása az együtt előforduló fajok funkcionális tulajdonságainak vizsgálatával detektálható. Ilyen az adott tulajdonság értéktartománya, súlyozott átlaga és Rao-indexe (Cornwell és Ackerly, 2009). Jelen tanulmányban négy funkcionális jelleget (magasság, klonális terjedés, gyökerezési mélység és magtömeg) vizsgáltunk, az egyes tulajdonságok növekvő értékei az adott faj kompetíciós képességének növekedését jelzik (Schenk és Jackson, 2002; Coomes és Grubb, 2003; Lamb és Cahill, 2006; Violle et al., 2009).

Számos tanulmány foglalkozik a facilitáció jelentőségével, főként stresszelt élőhelyek esetében (lásd le Roux és McGeoch, 2008; Butterfield, 2009; Le Bagousse-Pinguet et al., 2014), de a funkcionális jellegeken alapuló elemzések száma meglehetősen kevés, és szikes gyepeken még alig végeztek ilyen vizsgálatokat (Kelemen et al., 2015a). Célunk ezért az volt, hogy feltárjuk a fitomassza és fajgazdagság kapcsolatokat, illetve a növényfajok közötti kölcsönhatásokat szikes gyepeken. A főbb fitomassza frakciók közötti kapcsolatokat, illetve a fajgazdagság és a funkcionális jellegek eloszlása közötti összefüggéseket a következő kutatási

kérdések segítségével vizsgáltuk. (i) Milyen kapcsolat áll fenn a főbb fitomassza frakciók között (domináns faj élő fitomasszája, avar, alárendelt fajok élő fitomasszája), illetve a főbb fitomassza frakciók és a fajgazdagság között? Várakozásaink szerint az általunk vizsgált, abiotikusan erősen stresszelt gyepekben mind a főbb fitomassza-frakciók között, mind a főbb fitomassza frakciók és a fajgazdagság között pozitív kapcsolatok vannak. (ii) Milyen hatással van az avar mennyisége, a domináns faj élő fitomasszája és a fajgazdagság az együtt élő fajok funkcionális tulajdonságaira? Feltételezésünk szerint a facilitáció miatt a fő fitomassza frakciók mennyiségének növekedésével növekedni fog az együtt előforduló fajok funkcionális jellegeinek értéktartománya, vagyis egymástól egyre különbözőbb fajok együttes előfordulása is lehetségessé válik (lásd Bertness és Callaway, 1994; Laliberté et al., 2013). A fajok alacsony versenyképessége és a közösségekben lévő eltérő funkcionális tulajdonságok elősegítik a fajok együttélését (Aarssen et al., 2006; Cornwell és Ackerly, 2009). Ezért a növekedő fitomassza értékekkel és fajgazdagsággal párhuzamosan emelkedhet a fajok közötti funkcionális különbözőség értéke is (Rao index).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### A vizsgálati terület és a mintavétel

Kutatási területünk a Hortobágyi Nemzeti Park területén található. A régió éghajlata mérsékelt kontinentális, az évi átlagos középhőmérséklet 9,5 °C, az átlagos évi csapadékmennyiség 550 mm (Török et al., 2010; Lukács et al., 2015; Valkó et al., 2016). Vizsgálati objektumunk a terület egyik jellemző növénytársulása, a fajszegény cickóros szikes puszták (*Achilleo setaceae-Festucetum pseudovinae*) volt (Deák et al., 2014). A gyepek jellemző kezelési módja az extenzív legeltetés (Penksza et al., 2009, 2010; Kiss et al., 2008, 2011; Szentés et al., 2009a, b; Szabó et al., 2011). Ezek az élőhelyek kora tavasszal nedvesebbek, majd nyár elejére teljesen kiszáradnak (Valkó et al., 2014; Török et al., 2016a; Tóth et al., 2016). Az intenzív párolgás és a nagy sótartalmú, magas talajvízszint a felső talajrétegekben sófelhalmozódást okoz (Török et al., 2012, 2013a; Valkó et al., 2016). Ezek a tulajdonságok együttesen magas abiotikus stresszhez vezetnek ezeken a szikes gyepeken (Kelemen et al., 2013b).

Vizsgálataink során a szikes gyepek 9 állományát mintavételeztünk, amelyek egymás közelében, egy 15 km-es körön belül helyezkedtek el (a középpont koordinátái: 478280N, 218040E). A mintavétel időpontjában, 2011. június végén a vizsgált területek talajának szárazanyagtartalma 0,07-0,1 m/m%, humusztartalma 3,16-3,97 m/m%, nedvességtartalma pedig 14,6-20,51 mg/kg volt. A domináns faj (*Festuca pseudovina*) minden állomány élő fitomasszájának legalább 50%-át tette ki. Minden mintaterületen véletlenszerűen kijelölt 20×20 cm-es

kvadrátokban begyűjtöttük a teljes földfelszín feletti fitomasszát (összesen 270 fitomassza mintát). A mintákat kiszárítottuk (65 °C-on, 24 órán át), majd szétválogattuk avarra és élő fitomasszára. Ez utóbbit fajonként szétválogattuk, majd a száraz tömegeket 0,01 g pontossággal lemértük.

### Felhasznált adatbázisok

A jellegalapú elemzések során a következő faji jellegeket használtuk (magasság, klonális terjedés, gyökerezési mélység és magtömeg). A magasság adatokat (cm) a LEDA adatbázisból nyertük ki (Kleyer et al., 2008). A klonális terjedési adatokhoz a CLO-PLA adatbázist (Klimešová és de Bello, 2009) használtuk, és a fajokat négy kategóriába soroltuk a klonális terjedőképességük alapján (m/év): (1) nincs klonális terjedés, (2) <0,01 m/év, (3) 0,01-0,25 m/év és (4) >0,25 m/év. A fajokat az alábbi gyökerezési mélység kategóriákba is besoroltuk Kutschera et al. (1982, 1992) alapján: (1) 1-24 cm, (2) 25-49 cm, (3) 50-74 cm, (4) 75-99 cm, és (5) >100 cm. Az ezermagtömeg adatokat (g) Török et al. (2013b, 2016b) alapján adtuk meg.

### Adatelemzés

A főbb fitomassza frakciók (domináns faj élő fitomasszája, avar és az alárendelt fajok fitomasszája) és a fajgazdagság közötti kapcsolatok feltárására parciális korrelációt alkalmaztunk. Kiszámítottuk minden egyes minta esetében, hogy az adott jelleg értékei milyen értéktartományon belül helyezkednek el. Az egyes jellegek élő fitomassza alapján súlyozott átlagát is kiszámoltuk minden mintára. Ezen kívül minden jelleg esetében mintánként kiszámoltuk a fitomassza tömeggel súlyozott Rao-indexet (Rao, 1982; Botta-Dukát, 2005; de Bello et al., 2013a; Lepš et al., 2006). Az egyes minták funkcionális diverzitását (FD) a jellegenkénti Rao-indexek átlagaként számoltuk ki (Lepš et al., 2006).

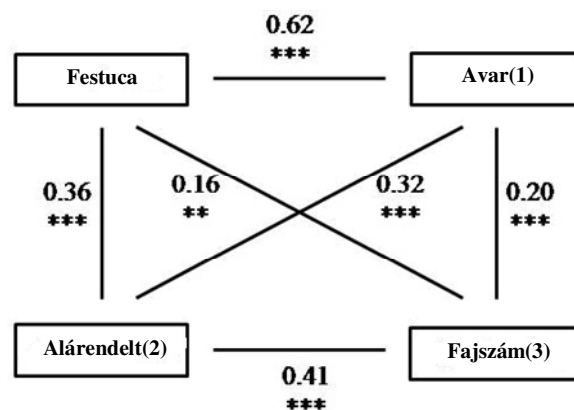
Általános lineáris modellt (GLM) használtunk a két magyarázó változó (domináns faj élő fitomasszája, avar mennyisége) függő változókra kifejtett hatásának feltárására. Függő változóink a vizsgált jellegek (magasság, klonális terjedés, gyökerezési mélység és magtömeg) eloszlásának paraméterei (értéktartomány; súlyozott átlag; Rao-index), illetve a funkcionális diverzitás (FD) voltak. Annak vizsgálatára, hogy az egyes jellegekre vonatkozó Rao-indexek és a funkcionális diverzitás (függő változók) hogyan függ a fajszámtól (magyarázó változó), lineáris regressziót alkalmaztunk, mely során kontrolláltunk a vizsgált gyeppálmányra. Minden statisztikai elemzést a 20x20 cm-es fitomassza minták (összesen 270 minta) alapján számoltunk. A parciális korrelációt STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA), az általános lineáris modelleket és a lineáris regressziót SPSS 20.0 segítségével számoltuk ki.

### EREDMÉNYEK

Várakozásainknak megfelelően a parciális korrelációk azt mutatták ki, hogy minden fitomassza frakció (domináns faj élő fitomasszája, avar és az alárendelt fajok élő fitomasszája) pozitív korrelációban állt a fajgazdagsággal (1. ábra).

A domináns faj (*Festuca pseudovina*) élő fitomasszájának növekedése pozitív hatással volt a magasság, a klonális terjedés kategóriái és a gyökerezési mélység értéktartományára. A domináns faj élő fitomasszájának növekedésével párhuzamosan nőtt a magtömeg súlyozott átlaga, továbbá a magasság, a gyökerezési mélység és a magtömeg Rao-indexe. A domináns faj élő fitomasszájának növekedése negatív hatással volt az alárendelt fajok klonális terjedési kategóriáinak és gyökerezési mélységének súlyozott átlagára, ezen kívül a fajok klonális terjedési kategóriáinak Rao-indexére (1. táblázat). Pozitív összefüggést mutattunk ki a domináns faj élő fitomasszájának mennyisége és a funkcionális diverzitás között (1. táblázat). Az avar hatása a különböző jelleg alapú indexekre általában gyengébb, mint a domináns faj fitomasszájának hatása. Szignifikánsan pozitív avarhatást észleltünk a gyökérmélység értéktartományára, a magasság, a vegetatív terjedés és a gyökérhossz átlagára, valamint a vegetatív terjedés értékeire számolt Rao indexekre (1. táblázat). A fajgazdagság pozitívan befolyásolta a négy funkcionális jelleg mindegyikének Rao indexeit (magasság:  $p < 0,001$ ,  $r = 0,24$ ; vegetatív terjedés:  $p < 0,001$ ,  $r = 0,47$ ; gyökerezési mélység:  $p < 0,001$ ,  $r = 0,53$ ; magtömeg:  $p < 0,001$ ,  $r = 0,35$ ) és FD ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,44$ ) (2. ábra).

1. ábra: A *Festuca pseudovina* élő fitomasszája, az avar mennyisége és az alárendelt fajok élő fitomasszája illetve a fajszám közötti kapcsolatok (parciális korreláció)



Jelmagyarázat: \*\*\* –  $p < 0,001$ ; \*\* –  $p < 0,01(4)$

Figure 1: Partial correlation between green biomass of *Festuca pseudovina*, total litter, green biomass of subordinate species and species richness controlled for stands total litter(1), green biomass of subordinate species(2), species richness(3), notations: \*\*\* $p < 0.001$ ; \*\* $p < 0.01(4)$

## A fitomassza minták alapján számolt általános lineáris modell eredményei

A táblázat a két magyarázó változó (domináns faj élő fitomasszája, avar mennyisége) függő változókra kifejtett hatását szemlélteti

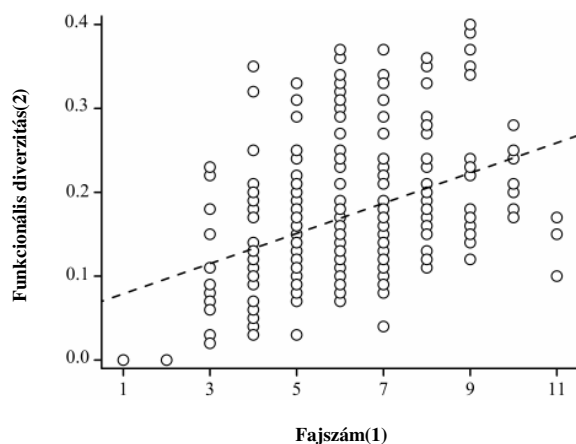
	Festuca élő fitomassza(1)			Avar(2)		
	F	t	p	F	t	p
<b>Értéktartomány(3)</b>						
Magasság(4)	17,15	4,14	***	0,05	-0,23	n.s.
Vegetatív terjedés(5)	0,80	0,90	n.s.	3,55	1,88	n.s.
Gyökerezési mélység(6)	8,14	2,85	**	5,38	2,32	*
Magtömeg(7)	14,46	3,80	***	0,20	0,45	n.s.
<b>Súlyozott átlag(8)</b>						
Magasság(4)	0,24	0,49	n.s.	5,77	2,40	*
Vegetatív terjedés(5)	20,09	-4,48	***	6,71	2,59	**
Gyökerezési mélység(6)	4,30	-2,07	*	17,08	4,13	***
Magtömeg(7)	44,89	6,70	***	0,54	0,73	n.s.
<b>Rao index(9)</b>						
Magasság(4)	8,99	3,00	**	2,72	1,65	n.s.
Vegetatív terjedés(5)	0,04	0,21	n.s.	3,90	1,98	*
Gyökerezési mélység(6)	13,71	3,70	***	1,90	1,38	n.s.
Magtömeg(7)	12,22	3,50	***	2,13	1,46	n.s.
<b>Funkcionális diverzitás(10)</b>						
	8,34	2,89	**	3,77	1,94	n.s.

Jelmagyarázat: \*\*\* –  $p < 0,001$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; n.s. – nem szignifikáns(11)

Table 1: Results of univariate GLMs. Effects of Festuca green biomass and total litter on functional trait indices (ranges, community-weighted means, Rao indices and functional diversity) of subordinate species

Festuca green biomass(1), litter(2), range(3), height(4), lateral spread(5), rooting depth(6), seed weight(7), community-weighted mean(8), Rao index(9), functional diversity(10), non-significant(11)

## 2. ábra: A fajszám és a funkcionális diverzitás közötti kapcsolat

Figure 2: Relationship between species richness and functional diversity of subordinate species  
species richness(1), functional diversity(2)

## DISZKUSSZIÓ

## Fitomassza és fajgazdagság

A fő fitomassza-frakciók között kimutatott pozitív korrelációk összhangban vannak az abiotikusan stresszelt élőhelyeken végzett korábbi vizsgálatok eredményeivel (Foster, 1999; Willms et al., 1986). Az avar mennyisége és a domináns fűvek fitomasszája között általában pozitív kapcsolat áll fenn, mivel az avar nagy része ezekből a fűvekből keletkezik (Odum, 1960; Facelli és Pickett, 1991); ráadásul az alacsony mennyiségű avar jelenléte

elősegítheti az évelő fűvek megtelepedését (Fowler, 1986). Ezek a mechanizmusok magyarázzák a pozitív korrelációt a domináns fűvek fitomasszája és az avar mennyisége között az általunk vizsgált, kis mértékű avar-felhalmozódással jellemezhető, abiotikusan stresszelt gyepekben. Stresszelt élőhelyeken az avar jelenléte és a domináns fajok fitomasszája együttesen megváltoztatják az abiotikus körülményeket, kedvezőbbé téve azokat egyes fajok megtelepedése és túlélése szempontjából (Eviner, 2004). A növényzet jelenléte általában megkönnyíti a csírázást és a csíranövények túlélését; bár gyakran ezután, az adott, korábban facilitált növény növekedésével ez a hatás átfordul kompetícióba, és a faj fitomassza produkciójának és szaporodási sikerének csökkentése irányába hat (Liancourt et al., 2005; le Roux et al., 2013; Kelemen et al., 2015b). A fajok közötti kölcsönhatásoknak ezt az ontogenetikai függését főleg a fényért folytatott versengés okozza (Grime, 1973; Lepš, 1999; Butterfield és Callaway, 2013). Az általunk vizsgált száraz szikes gyepeket nyílt vegetáció jellemzi (Burai et al., 2015; Herczeg et al., 2016; Szabó et al., 2010/11; Wichman et al., 2015), ahol a fény nem olyan erős korlátozó tényező (Soliveres et al., 2010), így a domináns faj hatása az alárendelt növényekre pozitív maradhat az egyedek teljes élettartama alatt. Ez utóbbi feltevést látszik alátámasztani a jelen tanulmány is. Mind a domináns faj fitomasszája, mind az avar mennyisége pozitívan korrelált a fajgazdagsággal, valamint az alárendelt fajok élő fitomasszájával. Stresszelt környezetben a domináns faj és az avar mennyiségének növekedése megkönnyíthetik az alárendelt fajok együttélését, több faj környezeti igényeit is kielégítő, jobb környezeti feltételek biztosítása révén (Isbell et al., 2009; Wang et al., 2011).

A növényközösségekben a fajgazdagság és a niche kitöltöttség között általában pozitív kapcsolat áll fenn, ezért a közösségben élő nagyobb fajszám nagyobb produktivitáshoz vezet (Loreau és Hector, 2001; Roscher et al., 2004; Wang et al., 2011), a jelen tanulmányban is kimutattuk, hogy az alárendelt fajok élő fitomasszája pozitívan korrelált a fajgazdagsággal.

### Funkcionális traitek

A domináns faj elő fitomasszájának 3 jelleg (növénymagasság, gyökerezési mélység, magtömeg) értéktartományára volt pozitív hatása. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a *Festuca pseudovina* növekvő mennyisége a tulajdonságok egyre szélesebb körével rendelkező fajok megtelepedését tette lehetővé, azaz csökkentette a környezeti szűrő erősségét. Ez a hatás valószínűleg arra vezethető vissza, hogy a domináns faj árnyékoló hatása révén kedvezőbbé teszi a mikrokörnyezetet. Kis léptékben növeli a talajnedvességet és csökkenti a közvetlen napsugárzás mértékét és a párolgást, kedvezőbb mikroklimát hozva létre, amely több faj megtelepedését teszi lehetővé (Maestre és Cortina, 2004; Soliveres et al., 2010). A *F. pseudovina* jól fejlett gyökérrendszere a talajeróziót is mérsékli (Maestre és Cortina, 2004; Soliveres et al., 2010). Stresszelt környezetben a domináns fajok ezeken a hatásokon keresztül képesek kiterjeszteni a megtelepedésre képes fajok körét, csökkentve a környezeti szűrő erősségét (see McIntire és Fajardo, 2013). A domináns faj élő fitomasszája és az avar eltérő módon hatnak a különböző jellegek súlyozott átlagára. A *F. pseudovina* hatása csak a magtömeg súlyozott átlagai esetén volt pozitív. A *F. pseudovina* árnyékoló hatása javíthatja a mikroklimát, amely alkalmassá teszi az élőhelyet különböző magméretű fajok számára, mégis a viszonylag nagy magméretű fajok árnyéktűrő képessége a leghatékonyabb, főleg fiatal korban (Csontos, 1998). A vegetatív terjedés és a gyökerezési mélység súlyozott átlagaira negatív hatással volt a *F. pseudovina* fitomasszájának növekedése. Ennek magyarázata, hogy a domináns pázsitfű faj kiterjedt gyökérrendszere és tömött hajtásrendszere megnehezíti a hozzá hasonló tulajdonságokkal rendelkező fajokkal való kisléptékű együttélést (Fitter, 1982; Huber és Stuefer, 1997). A domináns faj fitomasszájával szemben az avar növekedése pozitívan befolyásolta az összes funkcionális jelleg súlyozott átlagát, kivéve a magtömeget. Az észlelt kis mennyiségű avar nem képez akadályt, amely gátolhatja a gyökérművekedést

és a klonális terjedést. Vizsgálatunkban az avar mennyiségének nem volt hatása a magtömeg súlyozott átlagára. Ezzel szemben egy korábbi kísérleti vizsgálatban a különböző mennyiségű avarra adott magtömeg-függő válaszokat mutattak ki (Migléczt et al., 2013). Az idézett kutatásban az avarréteg negatívan befolyásolta a csírázást kis magvú fajok esetén, ha az avar mennyisége meghaladja a 300 g/m<sup>2</sup>-t, a nagyobb magvú fajok esetében pedig nem volt hatása (Migléczt et al., 2013). Jelen vizsgálatban az avar magtömegre gyakorolt hatásának hiánya valószínűleg azzal magyarázható, hogy az avar mennyisége 300 g/m<sup>2</sup> alatt maradt minden vizsgált területen. A domináns faj fitomasszájának növekedése pozitív hatással volt három jelleg Rao indexére (növénymagasság, a gyökerezési mélység, magtömeg) és a funkcionális diverzitásra (FD) is. A Rao indexek növekedése általában niche differenciálódást jelez, mivel a fajok jellegeiben és abundanciájában tapasztalható különbségek növelik ennek az indexnek az értékét (de Bello et al., 2013b). Számos növényfaj esetében a fajon belüli kompetíció nagyobb, mint a fajok közötti (McIntire és Fajardo, 2013). Ezért a domináns faj egyedei nem tudnak egymáshoz túlságosan közel megtelepedni, és így az alárendelt fajoknak lehetősége nyílik a megtelepedéshez a domináns faj közelében (McIntire és Fajardo, 2013). A domináns faj kis léptékben kedvezőbbé teszi az abiotikus környezetet, és ezeket a kisléptékű niche-eket a kis termetű, alárendelt fajok jól ki tudják használni (Aarssen et al., 2006). Így a domináns fajjal együtt attól különböző tulajdonságokkal rendelkező fajok tudnak leginkább előfordulni, ezzel együtt a kedvezőbb környezeti feltételek több, különféle tulajdonságokkal bíró fajnak is lehetővé teszik az együttélést, mely folyamat a funkcionális diverzitás növekedéséhez vezet (Schamp et al., 2008; Cornwell és Ackerly, 2009). A fentiek alapján elmondhatjuk, hogy a stresszelt környezetben egy nagyobb termetű faj jelenléte kedvezőbbé teszi a mikrokörnyezetet, ezáltal több faj kisléptékű együttélését teszi lehetővé, és hogy ez az együttélés leginkább egymástól eltérő tulajdonságokkal rendelkező fajok között valósul meg.

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálás vagyok Kelemen Andrásnak, Valkó Orsolyának, Tóthmérész Bélának, Török Péternek, Migléczt Tamásnak, Deák Balázsnak és Tóth Katalinnak sokrétű segítségükért.

### IRODALOM

- Aarssen, L. W.-Brandon, S. S.-Pither, J. (2006): Why are there so many small plants? Implications for species coexistence. *Journal of Ecology* 94: 569-580.
- Bertness, M. D.-Callaway, R. (1994): Positive interactions in communities. *Trends in Ecology & Evolution* 9: 191-193.
- Botta-Dukát, Z. (2005): Rao's quadratic entropy as a measure of functional diversity based on multiple traits. *Journal of Vegetation Science* 16: 533-540.
- Burai, P.-Deák, B.-Valkó, O.-Tomor, T. (2015): Classification of herbaceous vegetation using airborne hyperspectral imagery. *Remote Sensing* 7: 2046-2066.

- Butterfield, B. J. (2009): Effects of facilitation on community stability and dynamics: synthesis and future directions. *Journal of Ecology* 97: 1192-1201.
- Butterfield, B. J.-Callaway, R. M. (2013): A functional comparative approach to facilitation and its context dependence. *Functional Ecology* 27: 907-917.
- Coomes, D. A.-Grubb, P. J. (2003): Colonization, tolerance, competition and seed-size variation within functional groups. *Trends in Ecology & Evolution* 18: 283-291.
- Cornwell, W. K.-Ackerly, D. D. (2009): Community assembly and shifts in plant trait distributions across an environmental gradient in coastal California. *Ecological Monograph* 79: 109-126.
- Csontos, P. (1998): The applicability of a seed ecological database (SEED) in botanical research. *Seed Science Research* 8: 47-51.
- de Bello, F.-Carmona, C. P.-Mason, N. W. H.-Sebastià, M. T.-Lepš, J. (2013a): Which trait dissimilarity for functional diversity: trait means or trait overlap? *Journal of Vegetation Science* 24: 807-819.
- de Bello, F.-Lavorel, S.-Lavergne, S.-Albert, C. H.-Boulangéat, I.-Mazel, F.-Thuiller, W. (2013b): Hierarchical effects of environmental filters on the functional structure of plant communities: a case study in the French Alps. *Ecography* 36: 393-402.
- Deák, B.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Török, P.-Migléc, T.-Ölvedi, T.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2011): Litter and graminoid biomass accumulation suppresses weedy forbs in grassland restoration. *Plant Biosystems* 145: 730-737.
- Deák, B.-Valkó, O.-Alexander, C.-Mücke, W.-Kania, A.-Tamás, J.-Heilmeyer, H. (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.-Kelemen, A.-Migléc, T.-Szabó, Sz.-Szabó, G.-Tóthmérész, B. (2015): Micro-topographic heterogeneity increases plant diversity in old stages of restored grasslands. *Basic and Applied Ecology* 16: 291-299.
- Eckstein, R. L. (2005): Differential effects of interspecific interactions and water availability on survival, growth and fecundity of three congeneric grassland herbs. *New Phytologist* 166: 525-536.
- Eviner, V. T. (2004): Plant traits that influence ecosystem processes vary independently among species. *Ecology* 85: 2215-2229.
- Facelli, J. M.-Pickett, S. T. A. (1991): Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. *Botanical Review* 57: 1-32.
- Fitter, A. H. (1982): Influence of soil heterogeneity on the coexistence of grassland species. *Journal of Ecology* 70: 139-148.
- Foster, B. L. (1999): Establishment, competition and the distribution of native grasses among Michigan old-fields. *Journal of Ecology* 87: 476-789.
- Fowler, N. L. (1986): Microsite requirements for germination and establishment of three grass species. *The American Midland Naturalist* 115: 131-145.
- Grime, J. P. (1973): Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature* 242: 344-347.
- Grime, J. P. (2006): Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: Mechanisms and consequences. *Journal of Vegetation Science* 17: 255-260.
- Herczeg E.-Szabó G.-Zimmermann Z.-Nagy A.-Wichmann B.-Penksza K. (2016): Természetvédelmi kezelések hatása a déltiszántúli szikes gyepek vegetációjára. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 14(2): 13-27.
- HilleRisLambers, J.-Adler, P. B.-Harpole, W. S.-Levine, J. M.-Mayfield, M. M. (2012): Rethinking community assembly through the lens of coexistence theory. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 43: 227-248.
- Huber, H.-Stuefer, J. F. (1997): Shade-induced changes in the branching pattern of a stoloniferous herb: functional response or allometric effect? *Oecologia* 110: 478-486.
- Isbell, F.-Polley, H. W.-Wilsey, B. J. (2009): Species interaction mechanisms maintain grassland plant species diversity. *Ecology* 90: 1821-1830.
- Kelemen A.-Török P.-Valkó O.-Migléc, T.-Tóthmérész B. (2012): A fitomassza és fajgazdagság kapcsolatát alakító tényezők hortobágyi szikes és löszgyepekben. *Botanikai Közlemények* 100: 1-13.
- Kelemen, A.-Török, P.-Valkó, O.-Deák, B.-Migléc, T.-Kapocsi, I.-Tóthmérész, B. (2013a): Litter and green biomass in a traditionally managed alkali landscape in Hungary (Hortobágy). In: Vrahnakis, M.-Kyriazopoulos, A. P.-Chouvardas, D.-Fotiadis, G. (eds.) *Dry Grasslands of Europe: Grazing and Ecosystem Services*, pp. 175-180. Hellenic Range and Pasture Society (Herpas), Thessaloniki, Greece
- Kelemen, A.-Török, P.-Valkó, O.-Migléc, T.-Tóthmérész, B. (2013b): Mechanisms shaping plant biomass 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. (2015a): Both facilitation and limiting similarity shape the species coexistence in dry alkali grasslands. *Ecological Complexity* 21: 34-38.
- Kelemen, A.-Lazzaro, L.-Besnyői, V.-Albert, Á. J.-Konečná, M.-Dobay, G.-Memelink, I.-Adamec, V.-Götzenberger, L.-de Bello, F.-Le Bagousse-Pinguet, Y.-Lepš, J. (2015b): Net outcome of competition and facilitation in a wet meadow changes with plant's life stage and community productivity. *Preslia* 87: 347-361.
- Kelemen, A.-Tóthmérész, B.-Valkó, O.-Migléc, T.-Deák, B.-Török, P. (2017a): Old-field succession revisited - New aspects revealed by trait-based analyses of perennial-crop-mediated succession. *Ecology and Evolution* doi: 10.1002/ece3.2869.
- Kelemen, A.-Tölgyesi, C.-Kun, R.-Molnár, Z.-Vadász, C.-Tóth, K. (2017b): Positive small-scale effects of shrubs on diversity and flowering in pastures. *Tuexenia* (in press)
- Kiss T.-Penksza K.-Tasi J.-Szentés Sz. (2008): Juh- és marhalegelő cönológia és gyepgazdálkodási vizsgálata kiskunsági területeken. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 6: 39-45.
- Kiss, T.-Lévai, P.-Ferencz, Á.-Szentés, Sz.-Hufnagel, L.-Nagy, A.-Balogh, Á.-Pintér, O.-Saláta, D.-Házi, J.-Tóth, A.-Wichmann, B.-Penksza, K. (2011): Change of composition and diversity of species and grassland management between different grazing intensity – in Pannonian dry and wet grasslands. *Applied Ecology and Environmental Research* 9(3): 197-230.

- Kleyer, M.-Bekker, R. M.-Knevel, I. C.-Bakker, J. P.-Thompson, K.-Sonnenschein, M. & 17 others (2008): The LEDA Traitbase: A database of life-history traits of Northwest European flora. *Journal of Ecology* 96: 1266-1274.
- Klimešová, J.-de Bello, F. (2009): CLO-PLA: the database of clonal and bud bank traits of Central European flora. *Journal of Vegetation Science* 20: 511-516.
- Kutschera, L.-Lichtenegger, E.-Sobotik, M. (1982): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen, Band 1: Monocotyledoneae. Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, Jena, New York
- Kutschera, L.-Lichtenegger, E.-Sobotik, M. (1992): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen, Band 2: Pteridophyta und Dicotyledoneae (Magnoliopsida). Teil 1: Morphologie, Anatomie, Ökologie, Verbreitung, Soziologie, Wirtschaft. Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, Jena, New York
- Laliberté, E.-Norton, D. A.-Scott, D. (2013): Contrasting effects of productivity and disturbance on plant functional diversity at local and metacommunity scales. *Journal of Vegetation Science* 24: 834-842.
- Lamb, E. G.-Cahill, J. F. (2006): Consequence of differing competitive abilities between juvenile and adult plants. *Oikos* 112: 502-512.
- Le Bagousse-Pinguet, Y.-Xiao, S.-Brooker, R. W.-Gross, N.-Liancourt, P.-Straile, D.-Michalet, R. (2014): Facilitation displaces hotspots of diversity and allows communities to persist in heavily stressed and disturbed environments. *Journal of Vegetation Science* 25: 66-76.
- le Roux, P. C.-McGeoch, M. A. (2008): Spatial variation in plant interactions across a severity gradient in the sub-Antarctic. *Oecologia* 155: 831-844.
- Le Roux, P. C.-Shaw, J. D.-Chown, S. L. (2013): Ontogenetic shifts in plant interactions vary with environmental severity and affect population structure. *New Phytologist* 200: 241-250.
- Lepš, J. (1999): Nutrient status, disturbance and competition: an experimental test of relationships in a wet meadow. *Journal of Vegetation Science* 10: 219-230.
- Lepš, J.-de Bello, F.-Lavorel, S.-Berman, S. (2006): Quantifying and interpreting functional diversity of natural communities: practical considerations matter. *Preslia* 78: 481-501.
- Liancourt, P.-Callaway, M.-Michalet, R. (2005): Stress tolerance and competitive-response ability determine the outcome of biotic interactions. *Ecology* 86: 1611-1618.
- Loreau, M.-Hector, A. (2001): Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. *Nature* 412: 72-76.
- 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.
- MacArthur, R.-Levins, R. (1967): The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *American Naturalist* 101: 377-385.
- Maestre, F. T.-Cortina, J. (2004): Do positive interactions increase with abiotic stress? A test from a semi-arid steppe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271: 331-333.
- McIntire, E. J. B.-Fajardo, A. (2013): Facilitation as a ubiquitous driver of biodiversity. *New Phytologist* 201: 403-416.
- 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.
- Odum, E. P. (1960): Organic production and turnover in old field succession. *Ecology* 41: 34-49.
- Penksza K.-Szentes Sz.-Centeri Cs.-Tasi J. (2009): Juhlegelő természetvédelmi célú Botanikai, takarmányozástani és Talajtani vizsgálata a Káli-medencében I. *Animal Welfare Ethology and Housing Systems* 5(1): 49-62.
- Penksza K.-Szentes Sz.-Loksa G.-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.-Szentes Sz. (2013): Eltérő hasznosítású szürkemarha legelő szazonális táplálóanyag tartalom alakulás, fajdiverzitás változása és ennek hatása a biomassa mennyiségére és összetételére nedves pannon gyepekben. *Növénytermelés* 62(1): 73-94.
- Rao, C. R. (1982): Diversity and dissimilarity coefficients: a unified approach. *Theoretical Population Biology* 21: 24-43.
- Rees, M. (2013): Competition on productivity gradients – what do we expect? *Ecology Letters* 16: 291-298.
- Roscher, C.-Schumacher, J.-Weisser, W. W.-Schmid, B.-Schulze, E. D. (2004): Detecting the role of individual species for overyielding in experimental grassland communities composed of potentially dominant species. *Oecologia* 154: 535-549.
- Schamp, B. S.-Chau, J.-Aarssen, L. W. (2008): Dispersion of traits related to competitive ability in an old-field plant community. *Journal of Ecology* 96: 204-212.
- Schenk, H. J.-Jackson, R. B. (2002): Rooting depths, lateral root spreads and below-ground/above-ground allometries of plants in water-limited ecosystems. *Journal of Ecology* 90: 480-494.
- Schumacher, J.-Roscher, C. (2009): Differential effects of functional traits on aboveground biomass in semi-natural grasslands. *Oikos* 118: 1659-1668.
- Soliveres, S.-DeSoto, L.-Maestre, F. T.-Olano, J. M. (2010): Spatio-temporal heterogeneity in abiotic factors modulate multiple ontogenetic shifts between competition and facilitation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12: 227-234.
- Sonkoly, J.-Valkó, O.-Deák, B.-Migléc, T.-Tóth, K.-Radócz, Sz.-Kelemen, A.-Riba, M.-Vasas, G.-Tóthmérész, B.-Török, P. (2017): A new aspect of grassland vegetation dynamics: Cyanobacterium colonies affect establishment success of plants. *Journal of Vegetation Science* doi: 10.1111/jvs.12503.
- Szabó G.-Zimmermann Z.-Szentes Sz.-Sutyinszki Zs.-Penksza K. (2010/11): Természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dinnyési-fertő gyepeiben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 8(2): 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): 431-440.
- Szentes, Sz.-Kenéz, Á.-Saláta, D.-Szabó, M.-Penksza, K. (2007): Comparative researches and evaluations on grassland management and nature conservation in natural grasslands of the Transdanubian mountain range. *Cereal Research Communications* 35(1) (Suppl.): 1161-1164.

- Szentes Sz.-Wichmann B.-Házi J.-Tasi J.-Penksza K. (2009a): Vegetáció és gyep produkció havi változása badacsonytördemici szürkemarha legelőkön és kaszálón. *Tájékológiai Lapok* 7(2): 319-328.
- Szentes Sz.-Tasi J.-Wichmann B.-Penksza K. (2009b): Botanikai és gyepgazdálkodási vizsgálatok 2008. évi eredményei a badacsonytördemici szürkemarha legelőn. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 7: 73-78.
- Szentes Sz.-Tasi J.-Házi J.-Penksza K. (2009c): A legeltetés hatásának gyepgazdálkodási és természetvédelmi vizsgálata Tapolcai- és Káli-medencei lólegelőn a 2008. évi gyepgazdálkodási idényben. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 7: 65-72.
- Szentes, Sz.-Penksza, K.-Orosz, Sz.-Dannhauser, C. (2011): Forage managed investigation on the Hungarian grey cattle pasture near Balaton Uplands. *AWETH* 7: 180-198.
- Török P.-Kelemen A.-Valkó O.-Migléc T.-Vida E.-Deák B.-Lengyel Sz.-Tóthmérész B. (2009): Avar-felhalmozódás szerepe a gyepesítést követő vegetáció-dinamikában. *Természetvédelmi Közlemények* 15: 160-170.
- Tóth, E.-Deák, B.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Migléc, T.-Tóthmérész, B.-Török P. (2016): Livestock type is more crucial than grazing intensity: Traditional cattle and sheep grazing in short-grass steppes. *Land Degradation & Development*, doi: 10.1002/ldr.2514
- 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.-Kapocsi, I.-Deák, B. (2012): Conservation and management of alkali grassland biodiversity in Central-Europe. *Grasslands: Types, Biodiversity and Impacts* (ed W.J. Zhang), pp. 109-118. Nova Science Publishers Inc, New York
- Török, P.-Migléc, T.-Kelemen, A.-Tóth, K.-Valkó, O.-Tóthmérész, B. (2013a): Density and richness of soil seed banks in loess grasslands. In: Vrahnakis, M.-Kyriazopoulos, A. P.-Chouvardas, D.-Fotiadis, G. (eds.) *Dry Grasslands of Europe: Grazing and Ecosystem Services*, pp. 175-180. Hellenic Range and Pasture Society (Herpas), Thessaloniki, Greece
- Török, P.-Migléc, T.-Valkó, O.-Tóth, K.-Kelemen, A.-Albert, Á.-Matus, G.-Molnár, V. A.-Ruprecht, E.-Papp, L.-Deák, B.-Horváth, O.-Takács, A.-Hüse, B.-Tóthmérész, B. (2013b): Seed weights support Social Behaviour Types - Analysis and new thousand seed weight records of the Pannonian flora. *Acta Botanica Hungarica* 55: 1-44.
- Török, P.-Valkó, O.-Deák, B.-Kelemen, A.-Tóth, E.-Tóthmérész, B. (2016a): Managing for species composition or diversity? Pastoral and free grazing systems of alkali grasslands. *Agriculture Ecosystems & Environment* 234: 23-30.
- Török, P.-Tóth, E.-Tóth, K.-Valkó, O.-Deák, B.-Kelbert, B.-Bálint, P.-Radócz, Sz.-Kelemen, A.-Sonkoly, J.-Migléc, T.-Matus, G.-Takács, A.-Molnár, V. A.-Süveges, K.-Papp, L.-ifj. Papp, L.-Tóth, Z.-Baktay, B.-Málnási Csizmadia, G.-Oláh, I.-Peti, E.-Schellenberger, J.-Szalkovszki, O.-Kiss, R.-Tóthmérész, B. (2016b): New measurements of thousand-seed weights of species in the Pannonian Flora. *Acta Botanica Hungarica* 58: 187-198.
- Valkó, O.-Tóthmérész, B.-Kelemen, A.-Simon, E.-Migléc, T.-Lukács, B.-Török, P. (2014): Environmental factors driving vegetation and seed bank diversity in alkali grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 182: 80-87.
- Valkó, O.-Deák, B.-Magura, T.-Török, P.-Kelemen, A.-Tóth, K.-Horváth, R.-Nagy, D. D.-Debnár, Zs.-Zsigrai, Gy.-Kapocsi, I.-Tóthmérész, B. (2016): Supporting biodiversity by prescribed burning in grasslands – a multi-taxa approach. *Science of the Total Environment* 572: 1377-1384.
- Violle, C.-Garnier, E.-Lecoeur, J.-Roumet, C.-Podeur, C.-Blanchard, A.-Navas, M. L. (2009): Competition, traits and resource depletion in plant communities. *Oecologia* 160: 747-755.
- Wang, G.-Li, H.-An, M.-Ni, J.-Ji, S.-Wang, J. (2011): A regional-scale consideration of the effects of species richness on above-ground biomass in temperate natural grasslands of China. *Journal of Vegetation Science* 22: 414-424.
- Weih, E.-Keddy, P. A. (1995): Assembly rules, null models, and trait dispersion: new questions from old patterns. *Oikos* 74: 159-164.
- Wichman B.-Péter N.-Saláta-Falusi E.-Saláta D.-Szentes 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.
- Willms, W. D.-Smoliak, S.-Bailey, A. W. (1986): Herbage production following litter removal on Alberta native grasslands. *Journal of Range Management* 39: 536-539.
- Xiong, S.-Nilsson, C. (1999): The effects of plant litter on vegetation: a meta-analysis. *Journal of Ecology* 87: 984-994.
- Zimmermann Z.-Szabó G.-Szentes Sz.-Penksza K. (2012): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyepök növényzetére. *AWETH* 8(1): 103-117.