

Biomassza-fajgazdagság kapcsolatok vizsgálata szikes gyepekben és vizes élőhelyeken

Tóth Katalin

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar,
Ökológia Tanszék, Debrecen
kissa0306@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

A természetes gyepek és vizes élőhelyek kezeléséhez és helyreállításához elengedhetetlen a faj gazdagságát kialakító és fenntartó folyamatok értelmezése és magyarázata. A biomassza és a fajgazdagság kapcsolatának vizsgálata természetvédelmi és gazdálkodási szempontból egyaránt kulcsfontosságú. Vizsgálatunkban a teljes földfelszín feletti biomassza és a holt biomassza fajgazdagságra gyakorolt hatását vizsgáltuk természetközeli állapotú száraz gyepekben és vizes élőhelyeken. Kutatásainkat a Hortobágyi Nemzeti Park területén végeztük; nyolc száraz gyept (szikes és löszgyep), illetve öt vizes vegetáció típust vizsgáltunk. Kimutattuk, hogy a vizsgált gyepek és vizes élőhelyek esetében a földfelszín feletti fitomassza és a fajszám kapcsolata unimodális (humped-back) görbével írható le. A fajgazdagság maximumát gyepek esetében 750 g/m^2 , vizes élőhelyek esetén 2000 g/m^2 teljes biomassza értékeknél mutattuk ki. Eredményeink alapján a természetvédelmi kezelések megtervezésekor érdemes lenne figyelembe venni, hogy az adott közösség a biomassza – fajszám görbe melyik részén helyezkedik el.

Kulcsszavak: fitomassza, avar, fajszám, gyepezés, szikes mocsár, legeltetés

SUMMARY

For an effective conservation and management in grasslands and wetlands it is essential to understand mechanisms sustaining biodiversity. Understanding biomass-species richness relationships is in the focus of recent scientific interest both from the agricultural and nature conservation point of view. We provided a detailed analysis of the relationship between major biomass components (total aboveground biomass and litter), and species richness along a long productivity gradient in grasslands and wetlands. We studied eight types of alkali and loess grasslands and five types of alkali wetlands in Hortobágy National Park, East-Hungary. We found that the relationship between total biomass and species richness can be described by humped-back curves both in grasslands and wetlands. was valid for the relation of total biomass and species richness. We detected the maximum of species richness at total biomass scores of 750 g/m^2 in grasslands and at 2000 g/m^2 in wetlands. Our results suggest that litter is one of the major factors controlling species richness in highly productive grasslands and wetlands.

Keywords: biomass, litter, species richness, alkali grassland, alkali marsh, wetland, grazing

BEVEZETÉS

Az elmúlt évszázadban a gyepek és vizes élőhelyek fajgazdagsága drámaian csökkent

világszerte (Bakker, 1989; Török et al., 2011b). Ennek a diverzitás csökkenésnek az okai gyakran a megváltozott élőhelykezelésben keresendők (Kelemen et al., 2013a; Pénksza et al., 2010; Valkó et al., 2011). A gyepek hagyományos kezelésének felhagyása, illetve a hasznosítás intenzívebbé válása egyaránt eredményezheti a fajgazdagság csökkenését (Molnár és Botta-Dukát, 1998; Bischoff et al., 2005; Pénksza et al., 2007; Valkó et al., 2012; Kenéz et al., 2007; Herczeg et al., 2005; Póti, 1998; Bedő és Póti, 1999; Pajor et al., 2007; Póti et al., 2007). A kezelés intenzitásának megváltozása a biomassza viszonyok megváltoztatásán keresztül fejti ki hatását (Deák et al., 2011, 2012; Kelemen et al., 2013b; Szentés et al., 2007, 2009, 2011; Uj et al., 2013; Valkó et al., 2013a). A szárazgyepek és vizes élőhelyek biomasszája és a faj gazdagsága közötti kapcsolatok vizsgálata kulcsfontosságú a bennük zajló vegetációdinamikai folyamatok megértésének szempontjából.

Kismértékű zavarás esetén a keletkező biomassza mennyisége függ a produktivitástól, így a produktivitás jól jellemezhető a biomassza értékek elemzésével. Számos tényező lehet hatással a produktivitás-fajgazdagság kapcsolatokra, ilyen például az adott terület földrajzi elhelyezkedése, kiterjedése, fragmentáltsága, a vizsgált közösség típusa és szukcessziós állapota (Kelemen et al., 2013b). A produktivitás fajgazdagság összefüggést alapvetően befolyásoló tényező a vizsgálat léptéke. Tájléptékben az unimodális (humped-back) összefüggés a legáltalánosabban megfigyelt jelenség a fajgazdagság és a biomassza között (Mittelbach et al., 2001). Az összefüggést vizsgálva alacsony és magas biomassza értékeknél alacsony fajgazdagságot figyelhetünk meg, e között a két érték között közepes biomasszával észlelhetjük a legmagasabb fajgazdagságot. A humped-back görbe emelkedő részét általában a csökkenő stresszel, a különféle tápanyagok és az avar mennyiségének növekedésével, valamint a nedvességviszonyok megváltozásával magyarázzák (Grime, 1973; Rajaniemi, 2003; Török et al., 2009). A görbe csökkenő részét a növekvő kompetíció, a csökkenő mikroélelőhely-elérhetőség, illetve az avarfelhalmozódás mértéke alakítja (Mittelbach et al., 2001; Xiong és Nilsson, 1999).

A szárazgyepek és vizes élőhelyek által képviselt biológiai sokféleség, illetve ökoszisztéma funkciók megóvása korunk legfontosabb természetvédelmi kihívásai közé tartozik. A természetes gyepek kezeléséhez és helyreállításához elengedhetetlen a biodiverzitást kialakító és fenntartó folyamatok

értelmezése és magyarázata (Habel et al., 2013; Dengler et al., 2013; Valkó et al., 2013b). A biomassza-fajgazdagság kapcsolatok vizsgálata nélkülözhetetlen a természetes gyepek és vizes élőhelyek fajgazdagságának megőrzéséhez és az ezek által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások fenntartásához (Török et al., 2013a).

CÉLKITŰZÉSEK

A produktivitás-fajgazdagság összefüggések elemzésére leginkább az olyan vizsgálatok alkalmasak, ahol egy táji környezetben különböző produktivitású élőhelyek is megtalálhatóak. Vizsgálatunkban nyolc típusú szikes- és löszgyepben és öt típusú vizes szikes vegetációtípusban elemeztük a főbb biomassza frakciók (élő és holt biomassza) és a fajgazdagság kapcsolatát.

Gyepek és vizes élőhelyek széles spektrumát vizsgáltuk, amelyek a hortobágyi szikes tájban nagy területen széles produktivitási gradienst fednek le.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Mintaterületek

Mintaterületeink a Hortobágyi Nemzeti Park területén, Karcag, Nádudvar, Egyek, Tiszafüred, Hortobágy, illetve Balmazújváros települések közigazgatási határában helyezkednek el.

A térség klímája mérsékelt kontinentális, az átlagos évi középhőmérséklet 9,5 °C, az évi átlagos csapadék 550 mm (Molnár, 2004).

Vizsgált gyeptípusok

A Hortobágy aktuális vegetációját nagy kiterjedésű, mocsarakkal mozaikoló szikes gyepek és a magasabb térszinteken elhelyezkedő, kis területű löszgyepek jellemzik (Török et al., 2011b). A száraz gyepi és a vizes élőhely típusokat jellemzően kaszálással, illetve legeltetéssel (szarvasmarha, juh) kezelik.

Az alábbi öt, a víz által különböző mértékben befolyásolt, szikes vegetáció-típust vizsgáltuk: (i) szikfok növényzet (*Puccinellietum limosae* Magyar ex Soó 1933); (ii) ürmös szikes puszták (*Artemisio santonici-Festucetum pseudovinae* Soó in Máthé 1933 corr. Borhidi 1996) és (iii) cickafarkfüves szikes puszták (*Achilleo setaceae-Festucetum pseudovinae* Soó (1933) 1947 corr. Borhidi 1996); (iv) réti szittyós szikes (*Scorzonero parviflorae-Juncetalia gerardii* (Wenzl 1934) Wendlebg 1943) (Borhidi, 2007) és (v) ecsetpázsitos sziki rét (*Agrostio stoloniferae-Alopecuretum pratensis* Soó 1933 corr. Borhidi 2003).

A löszgyepeknek (*Salvio nemorosae-Festucetum rupicola* Soó 1940 corr. 1964) az alábbi típusait, fáciéseit vizsgáltuk: (vi) barázdált csenkeszes (*Festuca rupicola*) löszpusztarét, (vii) árva roznokos (*Bromus inermis*) löszmezsgye és (viii) kunkorgó árvalányhajas (*Stipa capillata*) löszgyep.

A legalacsonyabb produktivitású szikfok növényzet magas talaj-sótartalommal és magas évszakos talajvízszint ingadozással jellemezhető (Valkó et al., 2013b). Ezek a gyepek általában szomszédosak a magasabban fekvő száraz gyeptípusokkal, az ürmös és cickafarkfüves szikes pusztákkal (Deák et al., 2008; Török et al., 2011a).

A réti szittyós szikes gyepekre alacsonyabb sótartalom és magasabb talajnedvesség jellemző, mint a szikfok növényzetre. Az alacsonyabb fekvésű, mérsékelt nedves, de alacsony sótartalmú és magas produktivitású területekre jellemzőek az ecsetpázsitos rétek. A löszgyepek a legmagasabb térszintekre jellemzőek, talajuk magas tápanyagtartalmú mezőségi talaj. A szikfok növényzetre, illetve az ürmös és cickafarkfüves szikes pusztákra mind a szárazság-stressz, mind a só-stressz jellemző. A réti szittyós szikesre csak só-stressz, a löszgyepekre pedig csupán a szárazság-stressz, az ecsetpázsitos rétre pedig egyik stressz-hatás sem jellemző (Kelemen et al., 2013b).

Vizsgált vizes vegetáció típusok

A szikes élőhely-komplexumok legalacsonyabb fekvésű területeire jellemzőek a különböző típusú mocsarak. A vizsgált vizes vegetáció-típusok a következők voltak: (ix) zsiókás szikes mocsár (*Bolboschoenetum maritimi* Egger 1933), (x) széles levelű gyékényes (*Typhetum latifoliae* G. Lang 1973), (xi) hólyagos sásos magassásos (*Caricetum vesicariae* Br.-Bl. & Denis 1926), (xii) keskenylevelű gyékényes (*Typhetum angustifoliae* (Soó 1927) Pignatti 1953) és (xiii) nádas (*Phragmitetum communis* Soó 1927 em. Schmale 1939). A zsiókásokra magas sótartalom jellemző, míg a többi vizsgált vizes élőhely típusra általában alacsonyabb sótartalom jellemző.

Mintavétel

Három állományt vizsgáltunk minden egyes szárazgyep és vizes vegetációtípus esetében. A gyepek esetében minden állományban tíz darab 20×20 cm-es földfelszínfeletti biomassza mintát gyűjtöttünk be 2009 júniusában. A vizes vegetáció típusok esetében állományonként három 50×50 cm-es földfelszín feletti biomassza mintát gyűjtöttünk be 2011 júniusában. Minden esetben egyaránt begyűjtöttük az élő és holt biomasszát közvetlenül a talajfelszín felett levágva. A mintavételt a biomassza produkció csúcán, júniusban végeztük. A mintákat tömegállandóságig szárítottuk (65 °C-on, 48 órán át), majd különválogattuk az élő és holt frakciót, az élő frakció esetén elkülönítetten mérve az egyes edényes növényfajokat. A fajlistát minden biomassza mintánál feljegyeztük. Az egyes frakciók száraz tömegét század gramm pontossággal lemértük. A különböző biomassza és fajgazdagság adatok között fennálló kapcsolatokat Spearman rangkorrelációval vizsgáltuk (Zar, 1999). A vegetációtípusok Borhidi et al. (2012) nevezékét követik.

EREDMÉNYEK**Biomassza-fajgazdagság kapcsolata szikes- és löszgyepekben**

Az egyes gyeptípusok teljes biomassza holt biomassza és fajszám értékeit az 1. táblázat foglalja össze. Mintáinkban összesen 114 fajt mutattunk ki, 22 egyszikűt és 92 kétszikűt. A legfajgazdagabbak az árva rozsnokos löszmezsgyék (átlagosan 15,1 faj/0,04 m²), míg a legfajszegényebbek az ecsetpázsitos rétek voltak (átlagosan 2,4 faj/0,04 m²). A legalacsonyabb teljes biomassza és holt biomassza értékeket a szikfok növényzetben találtuk, míg a legmagasabb értékeket a szikes rétek esetén detektáltuk.

A gyepben a teljes biomassza és a fajgazdagság közötti kapcsolat humped-back összefüggést mutatott ($R^2=0,79$). A legnagyobb fajgazdagságot 750 g/m² teljes biomassza mennyiségénél találtuk.

Azokban a gyeptípusokban, ahol a holt biomassza mennyisége viszonylag alacsony volt (kevesebb, mint 400 g/m²), erős pozitív összefüggést találtunk a holt biomassza mennyisége és a fajgazdagság között (Spearman, $R=0,84$, $P<0,001$).

Azokban a gyeptípusokban, ahol a holt biomassza mennyisége magasabb volt (nagyobb mint 400 g/m²), a holt biomassza negatívan korrelált a fajgazdagsággal (Spearman, $R= -0,95$, $P<0,001$). A korreláció az élő biomassza és fajgazdagság között pozitív az egész gradiens mentén (Spearman, $R=0,47$, $P<0,05$).

1. táblázat

A vizsgált száraz gyeptípusok teljes biomassza, holt biomassza és fajszám mennyiségei (átlag ± SE)

| Gyeptípusok(1) | Teljes biomassza (g/m ²)(2) | Holt biomassza (g/m ²)(3) | Fajszám(4) |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|------------|
| Szikfok növényzet(5) | 112,5±30,2 | 39,7±14,6 | 4,3±0,5 |
| Cickafarkfüves szikes puszta(6) | 155,9±19,1 | 76,2±14,4 | 4,9±0,4 |
| Ürmös szikes puszta(7) | 197,0±6,4 | 82,6±6,5 | 4,3±0,1 |
| Réti szittyós szikes(8) | 352,1±42,0 | 208,6±38,5 | 5,6±0,3 |
| Ecsetpázsitos rét(9) | 2315,7±18,8 | 1856,4±108,1 | 2,4±0,1 |
| Löszpusztaré(10) | 378,2±7,3 | 210,5±8,6 | 13,2±0,8 |
| Árva rozsnokos löszmezsgye(11) | 832,0±74,2 | 160,8±56,4 | 15,1±1,6 |
| Kunkorgó árvalányhajás löszgyep(12) | 1117,8±52,3 | 516,0±77,1 | 8,6±0,6 |

Table 1: Total biomass, litter and species richness scores in the studied grassland types (mean ± SE)

Grassland types(1), Total biomass (g/m²)(2), Litter (g/m²)(3), Species number(4), *Puccinellietum limosae*(5), *Artemisio santonici-Festucetum pseudovinae*(6), *Achilleo setaceae-Festucetum pseudovinae*(7), *Scorzonero parviflorae-Juncetalia gerardii*(8), *Agrostio stoloniferae-Alopecuretum pratensis*(9), *Festuca rupicola* - dominated loess grassland(10), *Bromus inermis* - dominated loess grassland(11), *Stipa capillata* - dominated loess grassland(12)

Biomassza-fajgazdagság kapcsolata a vizes vegetáció típusokban

Az egyes vizes vegetáció típusok teljes biomassza, holt biomassza és fajszám értékeit a 2. táblázat foglalja össze. Mintáinkban összesen 29 fajt mutattunk ki, 15 egyszikűt és 14 kétszikűt. A legfajgazdagabbak a széleslevelű gyékényesek (5,7 faj/0,25 m²), míg a legfajszegényebbek a hólyagos sásosok (2,3 faj/0,25 m²) voltak. A legnagyobb fajgazdagságot vizes vegetáció típusok esetében 2000 g/m² teljes biomassza mennyiségénél találtuk.

A vizes vegetáció típusok közül a legalacsonyabb teljes biomassza mennyiséget a zsiókásokban találtunk, míg a legmagasabb értékeket a nádasokban detektáltuk (2. táblázat). A holt biomassza mennyisége a széleslevelű gyékényesekben volt a legalacsonyabb, a legmagasabb pedig a nádasokban. Vizes vegetáció típusokban a teljes biomassza és a fajgazdagság közötti kapcsolat humped-back görbével volt jellemezhető; azonban nem volt szignifikáns összefüggés sem a teljes biomassza és fajgazdagság, sem a holt biomassza és a fajgazdagság között.

2. táblázat

A vizsgált vizes vegetáció típusok teljes biomassza, holt biomassza és fajszám mennyiségei (átlag ± SE)

| Vizes vegetáció típusok(1) | Teljes biomassza (g/m ²)(2) | Holt biomassza (g/m ²)(3) | Fajszám(4) |
|----------------------------|---|---------------------------------------|------------|
| Zsiókás(5) | 989,7±156,7 | 386,1±92,2 | 3,7±1,5 |
| Széleslevelű gyékényes(6) | 1568,8±222,0 | 344,5±80,0 | 5,7±0,8 |
| Hólyagos sásos(7) | 1851,8±250,9 | 844,5±168,0 | 2,3±1,0 |
| Keskenylevelű gyékényes(8) | 2442,4±353,6 | 1254,1±31,9 | 3,3±1,5 |
| Nádas(9) | 3051,5±272,0 | 1268,0±190,6 | 3,0±1,2 |

Table 2: Total biomass, litter and species richness scores in the studied wetland types (mean ± SE)

Wetland types(1), Total biomass (g/m²)(2), Litter (g/m²)(3), Species number(4), *Bolboschoenetum maritimi*(5), *Typhetum latifoliae*(6), *Caricetum vesicariae*(7), *Typhetum angustifoliae*(8), *Phragmitetum communis*(9)

DISZKUSSZIÓ

Kimutattuk, hogy a teljes földfelszín feletti biomassza és a fajgazdagság közötti kapcsolat unimodális görbével írható le a vizsgált szárazgyep, és vizsgált vizes vegetáció típusok esetén. A legtöbb olyan vizsgálatban, ahol széles produktivitási gradiens mellett vizsgálták a biomassza-fajszerkezet kapcsolatokat, szintén ilyen típusú összefüggést kaptak (Lamb, 2008; Schaffers, 2002; Waide et al., 1999; Szentes et al., 2009, 2011), hasonló összefüggést találtak. Vizsgálatunkban a fajgazdagság maximuma (vagyis a humped-back görbe csúcsa) gyepes esetén a vizsgált biomassza maximum 31%-nál (750 g/m²-nél) volt, míg a vizes vegetáció típusok esetén a vizsgált biomassza maximum 40%-nál (2000 g/m²-nél). Más tájleptéki vizsgálatok esetében a fajgazdagság maximuma tipikusan a vizsgált biomassza maximum 25,7% és 60%-a között helyezkedett el (Cornwell és Grubb, 2003).

A fajgazdagság maximumának elhelyezkedését számos tényező befolyásolhatja, például a táji környezettől és a vizsgált közösségek típusa (Cornwell és Grubb, 2003; Dolt et al., 2005; Emanuel et al., 2011). Vizsgálatunkban gyepes esetében a humped-back görbe csúcsán a löszgyepes helyezkednek el. Ezek a gyepes általában fragmentált, sérülékeny közösségek (Bölöni et al., 2011; Házi et al., 2011, 2012; Kiss et al., 2011; Török et al., 2013b).

A löszgyepes aktuális veszélyeztetettségéhez hozzájárulhat az is, hogy biomassza viszonyaiknak már kismértékű növekedése vagy csökkenése a fajgazdagság csökkenését vonhatja maga után (Kelemen et al., 2013a; Zimmermann et al., 2011). A gyepes természetvédelmi kezelésének megtervezésekor tehát érdemes lenne figyelembe venni, hogy az adott gyepstípus a biomassza – fajszerkezet görbe melyik részén helyezkedik el.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm Tóthmérész Bélának, Valkó Orsolyának, Török Péternek, Kelemen Andrásnak, Miglécz Tamásnak, Deák Balásznak, Lukács Balázs Andrásnak, Radócz Szilviának, Ölvedi Tamásnak és Tasnády Szabolcsnak a terepi és labormunkában nyújtott segítségét. A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. Köszönöm a kutatás infrastruktúráját támogató pályázatok (a Debreceni Egyetem Belső Kutatási pályázata, illetve a TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KONV-2010-0007, valamint a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 program) anyagi támogatását.

IRODALOM

- Bakker, J. P. (1989): Nature management by grazing and cutting. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London
- Bedő S.-Póti P. (1999): A legelő mint takarmány szerepe a juhtenyésztésben. Állattenyésztés és Takarmányozás 48.:(6.) 690-692.
- Bischoff, A.-Auge, H.-Mahn, E. G. (2005): Seasonal changes in the relationship between plant species richness and community biomass in early succession. Basic and Applied Ecology 6: 385-394.
- Borhidi, A.-Kevey, B.-Lendvai, G. (2012): Plant communities of Hungary. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Bölöni J.-Molnár Zs.-Kun A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
- Cornwell, W. K.-Grubb, P. J. (2003): Regional and local patterns in plant species richness with respect to resource availability. Oikos 100: 417-428.
- Deák B.-Török P.-Kapocsi I.-Lontay L.-Vida E.-Valkó O.-Lengyel Sz.-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.-Miglécz, 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.-Schmotzer A.-Kapocsi I.-Tóthmérész B.-Török P. (2012): Gyepes égetésének természetvédelmi megítélése Magyarországon: Problémák és pozitív tapasztalatok. Tájékológiai Lapok 10: 287-303.
- Dengler, J.-Janišová, M.-Török, P.-Wellstein, C. (2013): Biodiversity of Palearctic grasslands: a synthesis. Agriculture, Ecosystems & Environment, in press
- Dolt, C.-Goverde, M.-Baur, B. (2005): Effects of experimental small-scale habitat fragmentation on above and below-ground plant biomass in calcareous grasslands. Acta Oecologica 27: 49-56.
- Emanuel, R. E.-Riveros-Iregui, D. A.-McGlynn, B. L.-Epstein, H. E. (2011): On the spatial heterogeneity of net ecosystem productivity in complex landscapes. Ecosphere 2(7): art86.
- Grime, J. P. (1973): Competitive exclusion in herbaceous vegetation. Nature 242: 344-347.
- Habel, J. C.-Dengler, J.-Janišová, M.-Török, P.-Wellstein, C.-Wiezik, M. (2013): European grassland ecosystems: Threatened hotspots of biodiversity. Biodiversity & Conservation 22: 2131-2138.
- Házi, J.-Bartha, S.-Szentes, Sz.-Wichmann, B.-Penksza, K. (2011): Seminatúrális grassland management by mowing of *Calamagrostis epigejos* in Hungary. Plant Biosystems 145: 699-707.
- Házi, J.-Penksza, K.-Bartha, S.-Hufnagel, L.-Tóth, A.-Gyuricza, Cs.-Szentes, Sz. (2012): Cut mowing and grazing Effects with grey cattle on plant species composition in case of Pannon wet grasslands. Applied Ecology and Environmental Research 10(3): 223-231.

- Herczeg E.-Pottyondy Á.-Penksza K. (2005): Cönológiai vizsgálatok eltérő gazdálkodású dél-tiszántúli löszgyepekben. *Tájökológiai Lapok* 3: 259-265.
- Kelemen A.-Török P.-Valkó O.-Migléc T.-Tóthmérész B. (2013a): A fitomassza és fajgazdagság kapcsolatát alakító tényezők hortobágyi szikes és löszgyepekben. *Botanikai Közlemények* 100: 1-13.
- 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.
- Kenéz Á.-Szemán L.-Szabó M.-Saláta D.-Malatinszky Á.-Penksza K.-Breuer L. (2007): Természetvédelmi célú gyephasznosítási terv a pénzegyőr-hárskúti hagyásfás legelő élőhely védelmére. *Tájökológiai Lapok* 5: 35-41.
- 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.
- Lamb, E. G. (2008): Direct and indirect control of grassland community structure by litter, resources, and biomass. *Ecology* 89: 216-225.
- Mittelbach, G. G.-Steiner, C. F.-Scheiner, S. M.-Gross, K. L.-Reynolds, H. L.-Waide, R. B.-Willig, M. R.-Dodson, S. I.-Gough, L. (2001): What is the observed relationship between species richness and productivity? *Ecology* 82: 2381-2396.
- 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.
- Molnár A. (2004): A Hortobágy éghajlati jellemzői. In: Ecsedi Z. (szerk.): A Hortobágy madárvilága. Hortobágy Természetvédelmi Egyesület, Winter Fair, Balmazújváros-Szeged, pp. 39.
- Pajor, F.-Láczó, E.-Póti, P. (2007): Sustainable sheep production: evaluation of effect of temperament on lamb production. *Cereal Research Communications* 35:(2) 873-876.
- Penksza K.-Tasi J.-Szentés Sz. (2007): Eltérő hasznosítású dunántúli-középhegységi gyepek takarmányértékeinek változása. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 5: 26-33.
- Penksza K.-Szentés S.-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.
- Póti P. (1998): Korszerű tartástechnológiák a juhtenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 47: 337-342.
- Póti, P.-Pajor, F.-Láczó, E. (2007): Sustainable grazing in small ruminants. *Cereal Research Communications* 35:(2) 945-948.
- Rajaniemi, T. K. (2003): Explaining productivity-diversity relationships in plants. *Oikos* 101: 449-457.
- Schaffers, A. P. (2002): Soil, biomass, and management of semi-natural vegetation. Part II. Factors controlling species diversity. *Plant Ecology* 158: 247-268.
- Szentés Sz.-Penksza K.-Tasi J. (2007): Gyepgazdálkodási vizsgálatok a Dunántúli középhegység néhány természetes gyepében. *AWETH* 3: 127-149.
- Szentés Sz.-Wichmann B.-Házi J.-Tasi J.-Penksza K. (2009): Vegetáció és gyepek termelési havi változása badacsonytördemici szürkemarha legelőkön és kaszálón. *Tájökológiai Lapok* 7: 11-20.
- 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.
- 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.
- Török, P.-Vida, E.-Deák, B.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2011a): Grassland restoration on former croplands in Europe: an assessment of applicability of techniques and costs. *Biodiversity and Conservation* 20: 2311-2332.
- Török, P.-Kapocsi, I.-Deák, B. (2011b): Conservation and management of alkali grassland biodiversity in Central-Europe. In: Zhang W. J. (edit.) *Grasslands: Types, Biodiversity and Impacts*. Nova Science Publishers Inc., New York, pp. 109-118.
- Török P.-Migléc T.-Valkó O. (2013a): A természetközeli gyepek szerepe a változatos élővilág és az ökológiai folyamatok fenntartásában. In: Török P. (szerk.) 2013. Gyeptelepítés elmélete és gyakorlata az ökológiai szemléletű gazdálkodásban. *Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest*, pp. 7-10.
- Török, P.-Migléc, T.-Kelemen, A.-Tóth, K.-Valkó, O.-Tóthmérész, B. (2013b): 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
- Uj B.-Juhász L.-Szemán L.-ifj. Viszló L.-Penksza A.-Szentés Sz.-Tóth A.-Penksza K. (2013): Cönológiai vizsgálatok különböző telepített és felújított gyepekben, *Agrártudományi Közlemények* 51. 55-58.
- Valkó, O.-Török, P.-Tóthmérész, B.-Matus, G. (2011): Restoration potential in seed banks of acidic fen and dry-mesophilous meadows: Can restoration be based on local seed banks? *Restoration Ecology* 19: 9-15.
- 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: 303-309.
- Valkó, O.-Török, P.-Deák, B.-Tóthmérész, B. (2013a): Prospects and limitations of prescribed burning as a management tool in European grasslands – Review paper, *Basic and Applied Ecology*, DOI:10.1016/j.baae.2013.11.002.
- Valkó, O.-Tóthmérész, B.-Kelemen, A.-Simon, E.-Migléc, T.-Lukács, B.-Török, P. (2013b): Environmental factors driving vegetation and seed bank diversity in alkali grasslands. *Agriculture Ecosystems & Environment*. doi: 10.1016/j.agee.2013.06.012
- Waide, R. B.-Willig, M. R.-Steiner, C. F.-Mittelbach, G.-Gough, L.-Dodson, S. I.-Juday, G. P.-Parmenter, R. (1999): The relationship between productivity and species richness. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30: 257-300.
- 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 International, London
- Zimmermann, Z.-Szabó, G.-Bartha, S.-Szentés, Sz.-Penksza, K. (2011): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyepek növényzetére. *AWETH* 7(3): 234-26