

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**TERMÉSZETVÉDELMI CÉLÚ LEGELTETÉS
HATÁSA A RÖVID FŰVŰ SZIKES GYEPEK
VEGETÁCIÓJÁRA INTENZITÁSI GRÁDIENS
MENTÉN**

**EFFECTS OF LIVESTOCK GRAZING ON THE
VEGETATION OF SHORT-GRASS ALKALI
GRASSLANDS ALONG AN INTENSITY GRADIENT**

Tóth Edina

**Témavezető:
Dr. Török Péter
Tudományos tanácsadó
Az MTA Doktora**



**DEBRECENI EGYETEM
Juhász Nagy Pál Doktori Iskola
Debrecen, 2017**

Bevezetés

A gyepterületek biológiai sokféleségének fenntartása a restaurációs és konzervációs ökológiai kutatások kulcskérdése (Isselstein et al. 2005, Dengler et al. 2014). Az európai gyepek fajkészlete a kontinens biológiai sokféleségének jelentős hányadát jelenti. Számos növény- és állatfaj kötődik gyepekhez életciklusuk valamely szakaszában, így tehát a tájléptékű biodiverzitás megőrzésében is kiemelt jelentőségük van (Cousins & Lindborg 2008).

A gyepterületek leromlása és elvesztése, valamint a helyi és tájléptékű biodiverzitás csökkenése jelentősen károsított számos ökoszisztéma-szolgáltatást (Habel et al. 2013). A gyepek igen fontos agrár-ökoszisztémák is, Közép-Európa mezőgazdasági területeinek 30%-át füves élőhelyek adják (Zimkova et al. 2007). Emiatt a biodiverzitás megőrzésében a féltermészetes és száraz gyepeknek igen nagy jelentősége van a mezőgazdaság által dominált területeken is (WallisdeVries et al. 1998, Dengler et al. 2014).

A gyepterületek eltűnéséhez számos veszélyeztető tényező járult hozzá. Az európai gyepek jelentős részét az utóbbi évtizedekben beszántották, intenzív művelés alá vonták vagy éppen ültetvényszerű fatermesztés céljából hasznosították (Valkó et al. 2016). Ez a változás Nyugat-Európában főként a 20. század első felében volt jellemző, de hasonló változásokat idézett elő Kelet- és Közép-Európa gyepterületeinek esetében is a szocialista kollektivizálás idején. Hazánkban, 1950 és

1980 között a gyepterületek közel kétharmada tűnt el. Tasi et al. (2014) szerint a magyarországi gyepek teljes kiterjedése a MÉTA felmérései alapján 1 050 ezer ha, ebből csupán mintegy 759,1 ezer hektár áll kezelés alatt.

A gyepi élőhelyek egyik fontos sajátossága az eltérő léptékben megfigyelhető mozaikosság, aminek a fenntartásához többnyire alacsony intenzitású kaszálás vagy legeltetés szükséges (Fisher & Wipf 2002, Török et al. 2014). A hagyományos legeltetés, a kaszálás, illetve egyéb természetkímélő gazdálkodási módok alkalmazása a biológiai sokféleség megőrzésének és a természet védelmének hatékony eszközei lehetnek (Tälle et al. 2016). Napjainkban a hagyományos alacsony intenzitású extenzív legeltetési rendszerek egyre gyakoribbak a természetvédelmi gyakorlatban és a gyep-gazdálkodásban egyaránt (Török et al. 2016a).

Célkitűzések

Vizsgálataim során arra helyeztem a hangsúlyt, hogy rövid fűvű szikes gyepekben vizsgáljam eltérő intenzitású szarvasmarha, illetve juhlegelés a növényzet összetételére, diverzitására, fajgazdagságára valamint a növényközösségek funkcionális jellegeire gyakorolt hatásait. Kutatásaim során két tervezett vizsgálattal az alábbi vizsgálati kérdésekre kerestük a választ:

- (i) Hogyan változik növekvő legelési intenzitás mellett a gyepek fajgazdagsága, diverzitása és egyenletessége?
- (ii) Hogyan hat a legeltetés a funkcionális növényi tulajdonságok, illetve jellegek összetételére és eloszlására?
- (iii) Mennyiben helyettesíthető funkcionális szempontból a hagyományos pásztoroló legeltetés a szabad legeltetéssel a kezelt gyepek összetétele és diverzitása tekintetében?
- (iv) Alacsonyabb taxonómiai és funkcionális diverzitást, illetve alacsonyabb kétszikű borítást eredményez-e a juhlegelés a szarvasmarha legeltetéssel összehasonlítva?
- (v) Intenzitásfüggő-e az eltérő állat legeltetés növényzetre gyakorolt hatása?

Anyag és módszer

A vizsgálati terület bemutatása

A vizsgálati területek a Hortobágyi Nemzeti Park területén helyezkedtek el. A vizsgálati terület mérsékelt kontinentális klímájú, 9,5 °C átlagos középhőmérséklettel, és 550 mm átlagos évi csapadékmennyiséggel. Az évi csapadék-maximum általában júniusban van, mely átlagosan 80 mm körüli. A csapadék eloszlásában jellemzően nagy évenkénti fluktuáció

tapasztalható. A vizsgálat céljára rövid fűvű szikes gyepek kerültek kiválasztásra, mivel ezek a típusú gyepek könnyen elkülöníthetőek a többi, magasabb fűvű vegetációtípustól. A kiválasztott szikes gyepekről általában elmondható, hogy az alacsony produktivitású gyepek közé sorolhatóak. Fenntartásuk és kezelésük eszköze általánosan a hagyományos alacsony intenzitású legeltetés, szarvasmarha illetve juh bevonásával.

Mintavétel

Pásztoroló és szabad legeltetés összehasonlítása

Összesen 15 területet vizsgálatunk, melyeket szabad-, illetve hagyományos szarvasmarha legeltetéssel kezeltek. A szabad legeltetéssel fenntartott gyepek közé 3 olyan gyepterület került, melyeket alacsony (0,1 ÁE/ha) legeltetési intenzitás mellett, egész évben Heck-szarvasmarha és Przewalski lovak legeltek. A hagyományos legeltetéssel kezelt területeken a legelő állatfajta a magyar szürke szarvasmarha volt, a legelési intenzitások (mindegyikből 3 terület) pedig a következők szerint alakultak: alacsony – 0,5 ÁE/ha, közepes – 1,5 ÁE/ha illetve magas – 2,5 ÁE/ha. Három túllegeltetett területet is bevontunk a vizsgálatba, melyeken a legelés intenzitása 4 ÁE/ha volt, a legelő állat pedig szarvasmarha, birka, és esetlegesen szamár volt.

Hagyományos szarvasmarha és juhlegelés összevetése

Összesen 28 terület került kiválasztásra, ahol a legelő állat magyar szürke szarvasmarha és juh volt. A kiválasztott területek megoszlása a következő volt: 13 juhokkal legeltetett terület és 15 szarvasmarhával legeltetett terület. A legelési intenzitás szintjei a következők voltak: alacsonytól közepesig terjedő intenzitás 0,5–1,5 ÁE/ha, illetve magas legelési intenzitás 1,5–2,5 ÁE/ha.

A legelési intenzitás szintjei, mindkét esetben, összhangban voltak az alkalmazott, helyi legeltetési rendszerekkel. Az edényes növények valamint a mohák és zuzmók borítási értékei 2014-ben, május végén kerültek felvételezésre, összesen 280 db, 2×2 méter alapterületű mintavételi kvadrátban.

Adatgyűjtés

A funkcionális növényi tulajdonságokon alapuló (trait) vizsgálatokhoz szükséges egyedi növényi tulajdonságok közül az egyszerűsített életforma típusok (rövid életű, évelő egy-, és kétszikűek), a virágzás kezdete (kezdő hónap) és a virágzás teljes időtartama (hónapok száma), rozettaképzés (igen/nem) valamint az átlagos növénytárgasság (cm), Király (2009) határozókönyvéből kerültek kigyűjtésre. A növények klonális terjedő képességére vonatkozó adatokat a CLO-PLA (Klimešová & de Bello 2009) nemzetközi adatbázisból gyűjtöttük ki, a levél tulajdonságok a LEDA (Kleyer et al.

2008) nemzetközi adatbázisból kerültek kigyűjtésre. Azon fajok esetében, ahol nem találtunk publikált adatot, a standardizált mérési gyakorlatnak megfelelően (Cornelissen et al. 2003) végzett saját mérésekkel egészítettük ki az adatokat. A vizsgált levél tulajdonságok a következők voltak: levél szárazanyag tartalom (leaf dry matter content=LDMC), száraz levél tömeg (leaf dry weight=LDW), fajlagos levél terület (specific leaf area=SLA) és levél felület (leaf area=LA). A térbeli terjedési sebességre vonatkozó adatok a LEDA (Kleyer et al. 2008), illetve a D3 (Hintze et al. 2013) adatbázisokból származtak. Az ezermagtömeg adatok saját, helyi adatbázisunkból származtak (Török et al. 2013b, 2016b). Továbbá a fajokat 'pillangós' és 'nem pillangós' csoportra osztottuk fel.

Eredmények

Pásztoroló és szabad legeltetés összehasonlítása

Nem találtunk szignifikáns különbséget a különböző legelési intenzitással jellemezhető területek fajgazdagságában. A Shannon diverzitás és az egyenletesség esetében haranggörbe alakú összefüggés volt kimutatható, növekvő intenzitási gradiens mentén. Magasabb értékeket közepes legelési intenzitás mellett találtunk, illetve az alacsonyabb egyenletességi értékek a szabadon legelt területeken voltak

kimutathatóak. Ami a fajok borítását illeti, növekvő legelési intenzitás mellett növekedett a fajok összborítása. A célfajok borítási értékei pedig szintén haranggörbe alakú összefüggést mutattak a legelési intenzitással. A legmagasabb értékek közepes legelési intenzitás mellett voltak detektálhatóak.

A legelési intenzitás negatívan korrelált az átlagos növénymagassággal, illetve az LDMC-vel, azonban pozitívan korrelált a legtöbb egyedi tulajdonsággal (a rozettaképzéssel, az SLA értékekkel, az ezermagtömeggel, a laterális terjedés sebességével, illetve a virágzási periódussal). A virágzás kezdete azonban sem pozitívan, sem negatívan nem korrelált a legelési intenzitással.

A gyepek funkcionális fajgazdagsága esetében sem volt szignifikáns összefüggés a legelés különböző intenzitásával. A Rao kvadratikus diverzitási index folyamatos csökkenését figyeltük meg az alacsonytól a nagyon magas legelési intenzitás felé, kivéve a szabadon legeltetett területeket, mivel a legmagasabb Rao kvadratikus diverzitási index értékeket az alacsony intenzitású, szabad legeltetéssel kezelt területeken találtuk. A gyepek sok tulajdonságon alapuló funkcionális egyenletessége közepes legelési intenzitás mellett volt a legalacsonyabb, a sok tulajdonságon alapuló funkcionális divergenciája pedig közepes és magas intenzitás mellett egyaránt alacsony értékeket mutatott. Az egyedi növényi tulajdonságokon alapuló funkcionális divergencia esetében ismét egy haranggörbe rajzolódott ki, az alacsonytól a magas intenzitás felé.

Hagyományos szarvasmarha és juhlegelés összevetése

A juh által legelt területek fajgazdagsága szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a szarvasmarha által legeltéké, de a növekvő legelési intenzitás hatására, a legelő állat típusától függetlenül, csökkent a fajgazdagság. A Shannon diverzitás és az egyenletesség értékeire a legelő állat típusa szignifikáns hatást gyakorolt, azonban az intenzitás nem befolyásolta a kapott értékeket. Az alacsonyabb értékek a juh által legelt területeken voltak jellemzőek.

A rövid életű egyszikűek borítása csökkent a növekvő legelési intenzitás hatására mind a szarvasmarhával, mind a juh által legeltetett területeken. Mind a rövid életű, mind az évelő kétszikűek, illetve a pillangósvirágú fajok borítása alacsonyabb volt a juh által legelt területeken, mint a szarvasmarha által legelt területeken, a legelési intenzitástól függetlenül.

A sok tulajdonságon alapuló funkcionális diverzitás szignifikánsan magasabb volt a szarvasmarha által legelt területeken, mint a juh által legeltéken, függetlenül a legelés intenzitásától. Azonban a funkcionális egyenletesség csak a legelési intenzitással mutatott összefüggést, méghozzá a csökkenő legelési intenzitással csökkentek az egyenletességi értékek is. A sok tulajdonságon alapuló funkcionális divergencia összefüggésben volt a legelési intenzitással, de legelő állatfajonként eltérő tendenciák voltak tapasztalhatóak. Növekvő legelési intenzitás mellett a juh legelt területeken csökkentek, a szarvasmarha legeltéken viszont nőttek az

értékek. Az egyedi növényi tulajdonság vizsgálatok eredményei szerint az egyes jellemzők közösségi súlyozott átlagai (CWM= community weighted mean) és funkcionális divergenciájuk is összefüggést mutatott a legelő állat típusával, a legelés intenzitásának hatása viszont csak kevés esetben volt kimutatható. Az átlagos növénymagasság CWM értékeit sem a legelő állat, sem a legelési intenzitás nem befolyásolta szignifikánsan, funkcionális divergenciája viszont magasabb volt marha legelt területeken. A klonális terjedő képesség értékeit sem befolyásolta, sem a legelő állat, sem az intenzitás, míg a rozettáltság csak a legelő állattól függött és a magasabb értékek tipikusan juh legelt területekhez voltak megfigyelhetők.

Következtetések

A disszertációban a természetvédelmi célú legeltetés hatásait vizsgáltuk rövid fűvű szikes gyepekben, intenzitási gradiens mentén. A gyepeknek a legelésre adott válaszai igen specifikusak lehetnek, ezért mindenképpen fontos, a kezelési tervek elkészítéséhez és a gyepek hosszú távú fenntartásához, a gyepek intenzitás- és állatfaj-specifikus válaszainak ismerete. A kapott eredmények ezt az igényt elégítik ki. Az első tanulmányban egyetlen legelő állatfaj (szarvasmarha), növényzetre gyakorolt hatásait vizsgáltuk, különböző intenzitással kezelt területeken. Második vizsgálatunkban már két állatfaj (szarvasmarha és juh) legelésének hatásait

vizsgáltuk, intenzitási gradiens mentén. Mindkét tanulmány során ugyanazokat a diverzitási mutatókat és növényi tulajdonságokat vizsgáltuk.

Az első vizsgálatunk során azt találtuk, hogy a gyepek fajgazdagságára nincs minden esetben szignifikáns hatása a legelési intenzitásnak. Az általunk kapott eredmény azzal magyarázható, hogy a szikes gyepek fajkészlete korlátozott, így valószínűleg a legelés nem a fajkészlet összetételét, hanem a fajok arányát befolyásolja. Jelentős faj összetételbeli különbségeket csak nagyon magas legelési intenzitás esetén találtunk. A gyepek Shannon diverzitási és egyenletességi értékei esetében eredményeink összhangban vannak a közepes zavarási hipotézissel (Connell 1978). Ugyanis abban az esetben, ha csak a különféle intenzitási szintek és egy állatfaj hatásait vizsgáljuk, akkor eredményünk megfelel a közepes zavarási hipotézisnek. Viszont, ha több legelő állatfaj és az intenzitás hatásait együttesen szemléljük, azt látjuk, hogy a Shannon diverzitás és az egyenletesség értékeire a legelő állat gyakorol szignifikáns hatást. Az alacsonyabb értékek tipikusan juh legelt területekhez köthetők.

Vizsgálataink során azt feltételeztük, hogy a juhlegelés alacsonyabb taxonómiai és funkcionális diverzitású gyepeket eredményez, elnyomva a kétszikű fajokat. A vizsgálat során ezen feltevésünk be is igazolódott. Azt tapasztaltuk, hogy a szarvasmarha által legelt területekhez képest valóban alacsonyabb volt a juh által legelt gyepek diverzitása. Továbbá eredményeink is igazolták, hogy a juhlegelés erősen képes csökkenteni a kétszikű fajokat, így a pillangós virágúak, borítási

értékeit is. A növénymagassággal kapcsolatban azt feltételeztük az első tanulmányban, hogy a legelési intenzitás csökkenti a növénymagasságot. Eredményeink szerint az intenzitás negatívan korrelált a növénymagassággal. A második tanulmányban azt feltételeztük, hogy a juhlegelés csökkenti a növénymagasságot, de a kapott eredmények ezt cáfolták. Ugyanis a növénymagasság CWM-jére nem volt szignifikáns hatással sem az intenzitás, sem a legelő állatfaj. Az átlagos növénymagasság funkcionális divergenciája azonban alacsonyabb volt a juh legelt területeken. Ennek magyarázata lehet, hogy a növényi magasságnak nagyobb a variabilitása szarvasmarha legelés esetén, mint juhlegelésnél. A szarvasmarha legelt területeken a nagyobb magasságbeli variabilitás a kétszikű fajoknak köszönhető, melyek a juhhal legelt gyepekből eltűnnek, annak erősen szelektív legelése miatt.

Ami a növényi tulajdonságokat illeti, önmagában vizsgálva már a legelési intenzitás is jelentős hatás gyakorol a növényi tulajdonságokra (pozitívan korrelált a rozettaképzéssel, a SLA-val, az ezermagtömeggel, a laterális terjedés sebességével, a virágzási periódussal). Azonban, ha már a különböző legelő állatfajok hatásait is bevonjuk a vizsgálatba, látható, hogy az intenzitás hatása a legelő állat hatásához képest alárendelt (a juhlegelés hatott a virágzási időszakra, a virágzás kezdetére, a magtömegre, az LDW, az LA és az SLA értékeire).

Megfigyeltük, hogy magasabb Rao kvadratikus diverzitási értékeket alacsonyabb intenzitású, szabad legeltetés mellett kaptunk, tehát a szabad legeltetés megfelelő kezelési mód a

rövid fűvű gyepekben. Eredményeink szerint hasonló növényzeti mintázata van a szabadon legelt gyepeknek, mint az alacsony legelési intenzitással kezeltnek, tehát a két eljárás egymással jól helyettesíthető rövid fűvű, ürmös szikesek gyepekben. Kimutattuk, hogy a közösségek funkcionális divergenciája illetve egyenletessége alacsony volt. Ez azzal magyarázható, hogy a niche terek ki vannak ugyan töltve, de nincsenek maximálisan kihasználva, így alacsony produktivitásúak. Az alacsony funkcionális divergencia alacsony szintű niche differenciálódást jelent és nagyfokú erőforrás kompetíciót (Mason et al. 2005). Önmagában a legelés hatását vizsgálva is alacsonyabb értékeket kaptunk, amikor pedig bevonásra került a kétféle legelő állat hatása a vizsgálatba, akkor pedig a juhlegelt területeken voltak jelentősen kisebbek ezek az értékek. Ezt azzal magyaráztuk, hogy számos kétszikű faj tűnik el a vegetációból az erősen szelektív juhlegelés hatására. Ezért a juh által legelt gyepek fajkészlete olyan fajokat tartalmaz, melyek hasonló funkcionális növényi tulajdonságokkal rendelkeznek.

A legelő állat típusának hatása felülmúlta az intenzitás hatásait rövid fűvű szikes gyepekben. Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy az állattípus megválasztása nagyobb jelentőséggel bír a biológiai sokféleség megőrzésében és a gyepek kezelésében, mint a legeltetési intenzitás beállítása. Azonban a gyepi ökoszisztémák optimális működéséhez és a növényi tulajdonságok nagyobb variabilitása érdekében, a megfelelő legeltetési intenzitást

gondosan kell beállítani és összehangolni az élőhely típus és a legelő állat figyelembe vételével. A disszertáció másik fontos következtetése, hogy az olyan fajszegény gyepek, mint a rövid fűvű szikesek, fajgazdagságának és funkcionális diverzitásának legmagasabb szintje eléréséhez térben- és időben különböző legelési intenzitások alkalmazása szükséges.

Új tudományos eredmények

1. Kimutattuk, hogy a gyepek fajgazdagságára nem minden esetben volt szignifikáns hatása a legelési intenzitásnak. A szikes gyepek fajkészlete korlátozott, a legelési intenzitás pedig valószínűleg a fajok borítását, ezáltal a fajok arányait érinti, nem pedig a fajkészletet.
2. Kimutattuk, hogy a gyepek Shannon diverzitása és egyenletessége közepes legelési intenzitás mellett volt a legnagyobb, tehát a szikes gyepek magasabb diverzitásának eléréséhez a közepes intenzitású hagyományos legeltetés alkalmas kezelési mód lehet.
3. Kimutattuk, hogy a legelés intenzitásának nem volt szignifikáns hatása a funkcionális diverzitásra. Azonban a legmagasabb Rao kvadratikus diverzitási értékek alacsony intenzitás szabad legeltetés mellett voltak megfigyelhetők. Nagyon hasonló mintázatú vegetációja volt az alacsony intenzitással legeltetett területeknek is.

4. Igazoltuk, hogy a hagyományos legelési rendszerek sok esetben jól helyettesítik a szabad legeltetést, tehát a hagyományos pásztoroló legeltetési rendszer megfelelő kezelés lehet a magas diverzitású rövid fűvű gyepek fenntartásához.
5. Kimutattuk, hogy a juhlegelés alacsonyabb taxonómiai és funkcionális diverzitású, homogénebb gyeget hozhat létre, valamint általában csökkenti a kétszikű fajok és a pillangós virágúak borítását. Ezért a juhlegelés kerülendő az olyan magas diverzitású területeken, melyek a rájuk jellemző kétszikű fajokban bővelkednek.
6. Kimutattuk, hogy bár a legelési intenzitás önmagában is jelentős hatást gyakorolhat a legtöbb egyedi növényi tulajdonságra, de a legelő állat hatása jelentősebb, ezért első lépésként sokkal fontosabb a legelő állat megfelelő megválasztása a kezelési gyakorlatban.
7. Kimutattuk, hogy növekvő legelés intenzitás mellett csökken a legelő állatok táplálék-szelektivitásának mértéke.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Török Péternek, valamint Tóthmérész Bélának a munkám során nyújtott segítségükért és tanácsaikért. Köszönöm továbbá a társszerzők- Valkó Orsolya, Deák Balázs, Kelemen András, Miglécz Tamás, Sonkoly Judit, Tóth Katalin, Radócz Szilvia munkáját és segítségét.

A munkámat és az értekezés alapjául szolgáló publikációk elkészítését támogatta a Nemzeti Tehetség Program, az Emberi Erőforrások Minisztériuma és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő NTP-EFÖ-P-15 pályázata. A kutatást támogatták a magyar állam és az Európai Unió együttműködésében az alábbi pályázatok SROP- 4.2.2. B - 15/1/KONV2015-0001, TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0007, TÁMOP 4.2.2/B-10/1-2010-0024. A tárgyi és eszközfeltételeket és az értekezés elkészítését a DE TTK Ökológiai Tanszéke, az NKFIH K 119225 pályázata, illetve az MTA-DE Biodiverzitás és az MTA DE Lendület Funkcionális és Restaurációs Ökológiai Kutatócsoportok biztosították.

Introduction

The sustainability of grassland biodiversity is a key issue of restoration and conservation ecological research (Isselstein et al. 2005, Dengler et al. 2014). European grasslands harbour a significant fraction of the biodiversity in the continent. Many species of plants and animals are connected to grasslands at a certain stage of their life-cycle; so grasslands have a crucial importance in preserving the landscape scale biodiversity (Cousins & Lindborg 2008).

The degradation and loss of grasslands and the decrease of both local and landscape biodiversity also led to a considerable decrease of important ecosystem services (Habel et al. 2013). Grasslands are considered as very important agro-ecosystems, and grassland habitats account for 30% of the agricultural areas of Central Europe (Zimkova et al. 2007). For this reason, the preservation of biodiversity of semi-natural grasslands is very important in agriculture-driven landscapes (WallisdeVries et al. 1998, Dengler et al. 2014).

There have been many threatening factors contributing to the loss of former grassland areas. A large fraction of the European grasslands were in the last decades ploughed, intensively cultivated and used, or transformed to tree plantations (Valkó et al. 2016). These changes were typical in Western-Europe for the first half of the 20th century but similar trends were provoked by the socialist collectivisation under Soviet regimes, when between 1950 and 1980 nearly

two-third of the grasslands was disappeared. According to Tasi et al. (2014) the total area of the Hungarian grasslands based on the META survey was about 1,050 thousand hectares out of only 761 thousand hectares were managed regularly.

Grasslands have in general a more or less mosaic structure, which sustainment is mostly requires low intensity management by mowing or grazing (Fisher & Wipf 2002). Traditional grazing systems, mowing and other nature-friendly farming methods can be effective measures of biodiversity conservation and nature protection (Tälle et al. 2016). Nowadays, the implication of traditional low intensity extensive grazing systems are becoming more and more common practice in nature conservation and grassland management (Török et al. 2016a).

Aims

In my research I studied the effects of variously intense grazing by cattle and sheep on the vegetation composition, diversity, species richness and functional characteristics of plant communities in short-grass alkali grasslands. In particular, we selected the following research questions:

- (i) How does the species richness, diversity and evenness in grasslands change with increasing intensity of grazing?
- (ii) How does grazing affect the composition and distribution of plant functional traits?

(iii) Can the free grazing systems substituted by traditional grazing system by herding in respect of the composition and diversity of affected grasslands?

(iv) Is it a lower taxonomic and functional diversity and a lower amount of forbs typical in sheep grazed grasslands compared to cattle grazed ones?

(v) Is the impact of different type of grazing livestock intensity dependent?

Materials and methods

Study area

The study sites are situated in the Eastern part of Great Hungarian Plain, in Hortobágy National Park. The area has a continental climate with a mean annual temperature of 9.5 °C, and a mean annual precipitation of 550mm/year. The yearly maximum of precipitation is in June with a mean of 80mm characterised by high year-to-year fluctuations. Short-grass alkali grasslands were selected for study. This type of vegetation can be easily distinguished from other rather tall-growing vegetation types and easily identified in the field. The selected grasslands are classified as low-production grasslands. Their management is frequently traditional low intensity cattle or sheep grazing.

Sampling

Comparison of traditional and free grazing systems

We examined altogether 15 areas, which were maintenance by free grazing and traditional cattle grazing. They were 3 free grazed grasslands selected, grazed by Heck cattle and Przewalski horses in a low grazing intensity of 0.1 animal unit/ha throughout the year. In the traditional grazed grasslands the grazing animal was Hungarian Grey cattle; the levels of grazing intensity were (three grasslands for each): low – 0.5 animal unit/ha, moderate – 1.5 animal unit/ha and high – 2.5 animal unit/ha. There were also three overgrazed grasslands selected, where the grazing intensity was 4.0 animal unit/ha, and the grazers were cattle, sheep and occasionally donkey.

Comparison of traditional cattle and sheep grazing

We studied altogether 28 plots where the grazing animals were Hungarian grey cattle and sheep. The distribution of the selected areas was as follows: 13 sheep grazed, and 15 cattle grazed plots. The levels of grazing were as follows: low to moderate 0.5-1.5 animal unit/ha, and high 1.5-2.5 animal unit/ha.

The levels of grazing intensity in both case studies were corresponded to the typical grazing regimes applied in the region. We recorded the cover of vascular plant species, total cover of mosses and lichens in ten, 2×2m-sized plots evenly distributed on a typical 1-ha-large area in each steppes in late May, 2014.

Data collection

The single traits for trait-based studies were obtained from the regional identification book (Király 2009), such as simplified life-form group (short lived and perennial graminoids and forbs), start of flowering (starting month), flowering period (number of month), rosette forming (yes/no), and specific plant height (cm). For the clonal spreading ability, we used the CLO-PLA database (Klimešová & de Bello 2009), and the leaf traits were obtained from LEDA database. When no data was available in databases, we used also own measurements obtained by using standardised measurement protocols (Cornelissen et al. 2003). The studied leaf traits were LDMC (Leaf Dry Matter Content), LDW (Leaf Dry Weight), SLA (Specific Leaf Area), and LA (Leaf Area). Data for terminal velocity were obtained from LEDA (Kleyer et al. 2008) or D3 databases (Hintze et al. 2013). For the seed weights locally compiled own measurements were available (datasets published by Török et al. 2013 and 2016b). We also classified the species as ‘legume’ and ‘non legume’ species groups for the analyses.

Results

Comparison of traditional and free grazing systems

We detected no significant differences in species richness between steppes managed with different intensity of grazing. We detected a hump-shaped curve for Shannon diversity and evenness along an increasing gradient of grazing intensity. The highest scores for both measures were detected in grasslands with medium grazing intensity and lower scores of evenness were typical in free grazed plots. The total cover of species was higher at high grazing intensity. We detected also a hump-shaped curve for scores of target species cover. The highest scores were detected at moderate grazing intensity.

The grazing intensity was negatively correlated with the plant height and LDMC, but positively with most of the single trait values (rosette forming, SLA, seed weight, terminal velocity and flowering period). The start of flowering was neither positively, nor negatively correlated with grazing intensity.

We detected no significant relationship between functional diversity and grazing intensity. The highest scores of Rao's quadratic entropy were in low intensity free grazed plots, and scores of Rao's quadratic entropy were decreased with increased intensity, except for grasslands managed by free grazing. The lowest scores of the multi-trait functional evenness were detected for the medium grazing intensity; while for multi-trait functional divergence both medium and

very high intensity displayed the low scores. The single-trait functional divergence scores showed a humped back relationship with a peak detected in grasslands managed with low to high grazing intensity.

Comparison of traditional cattle and sheep grazing

Species richness of sheep grazed grasslands was lower, than cattle grazed ones. The species richness was decreased with increased grazing intensity, regardless to the type of grazing animal. Shannon diversity and evenness scores were affected only by the type of grazer, not by the grazing intensity, and lower scores were in sheep grazed plots. The cover of short-lived graminoids was decreased both in cattle and sheep grazed ones. The cover of forbs (perennial and short-lived) and legumes was lower in sheep grazed sites, regardless of intensity.

The multi-trait functional diversity was significantly higher in cattle grazed plots, compared to sheep grazed ones, regardless intensity. However, functional evenness scores were affected only by grazing intensity; scores were decreased with decreased intensity level. The multi-trait functional divergence was affected by intensity, but different trends were detected for sheep and cattle. The scores were decreased in sheep grazed plots, and increased in cattle grazed ones, with increased grazing intensity. Trait-based analyses showed that the livestock type affected CWM and functional divergence of most single traits, but intensity only a few cases. The CWM

scores of specific plant height were affected neither by livestock type nor by intensity. But functional divergence of plant height was significantly higher in cattle grazed grasslands. Neither the grazing intensity nor the livestock type affected the clonal spreading ability, while the rosette forming was affected by the livestock type regardless of intensity; and higher scores were typical in sheep-grazed grasslands.

Discussion

In my work the effect of grazing on vegetation of short-grass alkali grasslands was studied along an intensity gradient. The responses of grasslands are very specific, and can only be hardly generalised. Therefore, it is very important to consider these intensity- and livestock-specific effects of vegetation changes also in the management planning and long-term maintenance of grasslands. The obtained results clearly support this view. In the first study we studied the effects of a single livestock type (cattle) on vegetation, in grasslands affected by different intensity of grazing. In the second study we studied the effects of two livestock types (cattle and sheep), along an intensity gradient. In both studies the same diversity measurements applied and the same plant traits were considered.

In the first study we found that grazing intensity has no significant effects on the species richness. This can be explained by the fact, that the species pool of alkali grasslands is rather limited, and intensity affected mostly species covers

and so affected the proportions of species rather than the species pool. We found a marked change in species composition only in the case of very high grazing intensity. We found a humped-back relationship between grazing intensity and Shannon diversity and evenness; these results corroborate the theory of intermediate disturbance (Connell 1978). In fact, if we only examined the effects of different intensity and one animal species, then our results correspond to the theory of intermediate disturbance. However, if we look at the effects of several livestock type and intensity, we can see that the livestock type has a significant effect on the values of Shannon diversity and evenness. Lower scores were typical in sheep grazed plots.

We assumed that sheep grazing results lower taxonomic and functional diversity in grasslands by the suppression of forb species. Almost all of these assumptions were supported by our findings. We found that the diversity of sheep grazed plots was much lower than cattle grazed ones. Furthermore, our results confirmed that sheep grazing strongly reduces the cover of forb and legume species.

We hypothesised in the first study, that grazing intensity decreased the specific plant height. We found that the intensity negatively correlated with the plant height. In the second study we hypothesised that sheep grazing decrease the plant height, but our results not supported this hypothesis. The CWM of specific plant height was affected neither by intensity nor by livestock type. Although the functional divergence of plant height was lower in sheep grazed plots. This means that the

variability of plant height is higher in cattle grazed plots, than in sheep grazed ones. The reason of the higher variability of plant height in cattle grazed plots are the high amount of forb species, because these species vanished from the sheep grazed ones, because the strongly selective forage of sheep.

In terms of plant traits, the grazing intensity itself had a significant effect on many single traits (positively correlated by rosette forming, SLA, seed weight, lateral spreading ability, and flowering period). However, if the effects of different livestock type are included in the study, it can be seen that the effect of the intensity is subordinated to that of the livestock type (sheep grazing correlated by flowering period, start of flowering, seed weight, LDW, LA, SLA).

We found that the higher Rao's quadratic entropy scores were characteristic to low intensity, free grazing, also free grazing may be appropriate management type for short-grass grasslands. We found quite similar vegetation patterns for free grazed grasslands and for low grazing intensity. This means that the two processes can be substitutive to each other in treatment of *Artemisia* grasslands. We found that the functional divergence and evenness of the communities were low. Functional evenness is regularly low in communities where some sections of the niche space are occupied but underutilised, which will result in a lower production. In general, low functional divergence indicates a low degree of niche differentiation and high levels of resource competition (Mason et al. 2005). Studying the effects of the grazing, we found lower values; when the influence of the two livestock

type was included in the study, the scores were significant lower in sheep grazed ones. This is explained by that many forb species vanished from vegetation due to the strong selectivity of the sheep. Therefore, in sheep grazed grasslands are species with more similar functional traits than in cattle grazed ones.

It can be likely explained by that the effect of livestock type overrides the effect of intensity in short-grass alkali grasslands. These findings suggest that the selection of the livestock type is more crucial in biodiversity conservation and management than the adjustment of grazing intensity. For the optimal ecosystem functioning and for highest variability of traits, the proper grazing intensity should be also carefully set and fine-tuned in respect of the habitat type and grazing animal. We suggest that the application of various grazing intensities alternating in space and/or time can be the best way to maintain high species and functional diversity of short-grass alkali grasslands.

New scientific results

1. We revealed that grazing intensity had no significant effect on the species richness in both studies. The species pool of alkali steppes is limited, also grazing intensity affected mostly species covers and so affected the proportions of species rather than the species pool.

2. We found that Shannon diversity and evenness scores were the highest with moderate grazing intensity, also from the highest diversity of alkali grasslands can be appropriate management type the traditional herding system with moderate grazing intensity

3. We found that the grazing intensity has no significant effect on the functional diversity. The highest Rao quadratic entropy scores were with low intensity free grazing. We found quite similar vegetation patterns for free grazed grasslands and for low grazing intensity.

4. We have proven that in some cases the traditional herding systems can be a vital substitute to the free grazing, and thus, traditional herding systems can be an appropriate management for sustaining high functional diversity in short-grass alkali grasslands.

5. We found that sheep grazing creates lower taxonomic and functional diversity and a homogenous vegetation structure compared to cattle grazing. Sheep grazing in general suppress the cover of forbs and legumes species. Thus, sheep grazing should be avoided in grasslands with high richness and abundance of characteristic forb species.

6. We found that the grazing intensity itself strongly affects most single traits but the effect of livestock is more important, also it is more crucial point the selected of appropriate livestock type in conservation management practise.

7. We revealed that the selectivity of animals is very intensity dependent, if grazing intensity increases the selectivity decrease.

Acknowledgements

I'm indebted to Péter Török, Béla Tóthmérész for their help and useful advice during my research and paper writing. I thank the co-authors of the papers, namely Orsolya Valkó, Balázs Deák, András Kelemen, Tamás Migléc, Judit Sonkoly, Katalin Tóth and Szilvia Radócz for their help.

My work was supported by the NTP-EFÖ-P-15 project by National Ability Program, the Human Capacities Grant Management Office and the Hungarian Ministry of Human Capacities. The research support of the SROP- 4.2.2. B - 15/1/KONV2015-0001, TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0007, TÁMOP 4.2.2/B-10/1-2010-0024, NKFIH K 119225 projects correspond with European Union and the State of Hungary is greatly acknowledged. The study work and the write of paper were supported of MTA-DE Biodiversity and Ecosystem Services Research Group and MTA-DE Dynamism Functional and Restoration Research Group.

Irodalom-References

- Connel, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302–1310.
- Cornelissen et al. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51: 335–380.
- Cousins, S.A.O., Lindborg, R. 2008. Remnant grassland habitats as source communities for plant diversification in agricultural landscapes. *Biological Conservation* 141: 233–240.
- Dengler et al. 2014. Biodiversity of Palaearctic grasslands: a synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 182: 1–14.
- Fischer, M., Wipf, S. 2002. Effect of low-intensity grazing on species-rich vegetation of traditionally mown subalpine meadows. *Biological Conservation* 104: 1–11.
- Habel et al. 2013. European grassland ecosystems: threatened hotspots of biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 22: 2131–2138.
- Hintze et al. 2013. D3: the dispersal and diaspore database – baseline data and statistics on seed dispersal – perspect. *Plant Ecology Evolution and Systematics* 15: 180–192.
- Isselstein, J., Jeangros, B., Pavlu, V. 2005. Agronomic aspect of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe-A review. *Agronomy Research* 3: 139–151.
- Király, G. (ed) 2009. New Hungarian Herbal. The Vascular Plants of Hungary. Identification keys. Aggtelek National Park Directorate: Jósvalő.
- Kleyer et al. 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.
- Mason et al. 2005. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos* 111: 112–118.
- Tälle et al. 2016. Grazing vs. mowing: a meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* DOI: 10.1016/j.agee.2016.02.008
- Tasi et al. 2014. Magyarország komplex gyepgazdálkodási adatbázis létrehozásának első lépései és eredményei. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 2014: 57-64.
- Török et al. 2016a. Grazing in European open landscapes: How to reconcile sustainable land management and biodiversity conservation? *Agriculture, Ecosystems and Environment*. DOI: 10.1016/j.agee.2016.06.012
- Török et al. 2013. Seed weights support Social Behaviour Types - Analysis and new thousand seed weight records of the Pannonian flora. *Acta Botanica Hungarica* 55: 429–472.
- Török et al. 2016b. New measurements of thousand-seed weights of species in the Pannonian Flora. *Acta Botanica Hungarica* 58: 187–198.
- Valkó et al. 2016. Abandonment of croplands: problem or chance for grassland restoration? Case studies from Hungary. *Ecosystem Health and Sustainability* 2 (2): e01208
- WallisDeVries, M.F., Bakker, J.P., van Wieren, S.E. (szerk.) 1998. *Grazing and Conservation Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Zimkova et al. 2007. Production and quality of semi natural grassland in South-eastern and Central Europe. *Grassland Science in Europe* 12: 15-26.



Nyilvántartási szám: DEENK/58/2017.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Tóth Edina
Neptun kód: S07Z6S
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10046477

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idégen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

1. **Tóth, E.**, Deák, B., Valkó, O., Kelemen, A., Migléc, T., Tóthmérész, B., Török, P.: Livestock type is more crucial than grazing intensity: Traditional cattle and sheep grazing in short-grass steppes.
Land Degrad. Dev. [Epub], 1-9, 2016. ISSN: 1085-3278.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ldr.2514>
IF: 8.145 (2015)
2. Török, P., Valkó, O., Deák, B., Kelemen, A., **Tóth, E.**, Tóthmérész, B.: Managing for species composition or diversity? Pastoral and free grazing systems in alkali steppes.
Agric. Ecosyst. Environ. 234, 23-30, 2016. ISSN: 0167-8809.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.010>
IF: 3.564 (2015)





További közlemények

Magyar nyelvű közlemények hazai folyóiratban (2)

3. **Tóth, E.**: Szarvasmarha és juh legelés hatásának összehasonlítása szikes gyepek fajösszetételére.
Gyepgazdálk. Kozl. 1-2, 55-63, 2015. ISSN: 1785-2498.
4. Radócz, S., Sonkoly, J., **Tóth, E.**, Kiss, R., Tóth, K.: Gyepesített területek fajgazdagságának növelése kolonizációs ablakok segítségével.
Gyepgazdálk. Kozl. 12, 49-55, 2014. ISSN: 1785-2498.

Idegen nyelvű közlemények hazai folyóiratban (1)

5. Török, P., **Tóth, E.**, Tóth, K., Valkó, O., Deák, B., Kelbert, B., Bálint, P., Radócz, S., Kelemen, A., Sonkoly, J., Migléc, T., Matus, G., Takács, A., Molnár, V. A., Süveges, K., Papp, L., Papp, L. J., Tóth, Z., Baktay, B., Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Peti, E., Schellenberger, J., Szalkovszki, O., Kiss, R., Tóthmérész, B.: New measurements of thousand-seed weights of species in the Pannonian flora.
Acta Bot. Hung. 58 (1-2), 187-198, 2016. ISSN: 0236-6495.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/034.58.2016.1-2.10>

Idegen nyelvű közlemények külföldi folyóiratban (1)

6. Valkó, O., Deák, B., Török, P., Kirmer, A., Tischew, S., Kelemen, A., Tóth, K., Migléc, T., Radócz, S., Sonkoly, J., **Tóth, E.**, Kiss, R., Kapocsi, I., Tóthmérész, B.: High-diversity sowing in establishment gaps: a promising new tool for enhancing grassland biodiversity.
Tuexenia. 36, 359-378, 2016. ISSN: 0722-494X.
IF: 0.795 (2015)

A közlő folyóiratok összesített impact faktora: 12,504

A közlő folyóiratok összesített impact faktora (az érkekezés alapjául szolgáló közleményekre): 11,709

A DEENK a Jelölt által az IDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudomány-metriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2017.03.17.



Candidate: Edina Tóth
Neptun ID: S07Z6S
Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences
MTMT ID: 10046477

List of publications related to the dissertation

Foreign language scientific articles in international journals (2)

1. **Tóth, E.**, Deák, B., Valkó, O., Kelemen, A., Míglicz, T., Tóthmérész, B., Török, P.: Livestock type is more crucial than grazing intensity: Traditional cattle and sheep grazing in short-grass steppes.
Land Degrad. Dev. [Epub], 1-9, 2016. ISSN: 1085-3278.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ldr.2514>
IF: 8.145 (2015)
2. Török, P., Valkó, O., Deák, B., Kelemen, A., **Tóth, E.**, Tóthmérész, B.: Managing for species composition or diversity? Pastoral and free grazing systems in alkali steppes.
Agric. Ecosyst. Environ. 234, 23-30, 2016. ISSN: 0167-8809.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.010>
IF: 3.564 (2015)





List of other publications

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (2)

3. **Tóth, E.**: Szarvasmarha és juh legelés hatásának összehasonlítása szikes gyepek fajösszetételére.
Gyepgazdálk. Közl. 1-2, 55-63, 2015. ISSN: 1785-2498.
4. Radócz, S., Sonkoly, J., **Tóth, E.**, Kiss, R., Tóth, K.: Gyepesített területek fajgazdagságának növelése kolonizációs ablakok segítségével.
Gyepgazdálk. Közl. 12, 49-55, 2014. ISSN: 1785-2498.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

5. Torók, P., **Tóth, E.**, Tóth, K., Valkó, O., Deák, B., Kelbert, B., Bálint, P., Radócz, S., Kelemen, A., Sonkoly, J., Migléc, T., Matus, G., Takács, A., Molnár, V. A., Söveges, K., Papp, L., Papp, L. J., Tóth, Z., Baktay, B., Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Peti, E., Schellenberger, J., Szalkovszki, O., Kiss, R., Tóthmérész, B.: New measurements of thousand-seed weights of species in the Pannonian flora.
Acta Bot. Hung. 58 (1-2), 187-198, 2016. ISSN: 0236-6495.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/034.58.2016.1-2.10>

Foreign language scientific articles in international journals (1)

6. Valkó, O., Deák, B., Torók, P., Kirmer, A., Tischew, S., Kelemen, A., Tóth, K., Migléc, T., Radócz, S., Sonkoly, J., **Tóth, E.**, Kiss, R., Kapocsi, I., Tóthmérész, B.: High-diversity sowing in establishment gaps: a promising new tool for enhancing grassland biodiversity.
Tuexenia. 36, 359-378, 2016. ISSN: 0722-494X.
IF: 0.795 (2015)

Total IF of journals (all publications): 12,504

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 11,709

The Candidate's publication data submitted to the IDEa Tudóster have been validated by DEENK on the basis of Web of Science, Scopus and Journal Citation Report (Impact Factor) databases.

17 March, 2017

