

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**Szarvasmarhák szelektív legelésének
gyepvegetációra gyakorolt hatásai**

Balogh Nóra

Témavezető: Dr. Kelemen András tudományos munkatárs



DEBRECENI EGYETEM

Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2021

Bevezetés

A gyepeknek kiemelt jelentőségük van a tájléptékű biodiverzitás megőrzésében és fenntartásában. Jó példa erre, hogy az európai endemikus edényes növényfajok 18,1%-a gyepterületekhez kötődik (Hobohm és Bruchmann 2009), emellett számos állatfaj élő-, táplálkozó- vagy szaporodóhelyei (Kiss és mtsi. 2016). Az elmúlt évtizedekben a nagy kiterjedésű és összefüggő gyepterületek Európa-szerte jelentős területcsökkenésen, fragmentálódáson és zavarások miatti átalakuláson mentek keresztül, amelyek biodiverzitásuk jelentős csökkenéshez vezettek (Dengler és mtsi. 2014; Habel és mtsi. 2013).

A gyepegzálkodásban bekövetkező változások gyakran a gyepek fitomassza viszonyainak megváltoztatásán keresztül fejtik ki hatásukat (Deák és mtsi. 2015; Kelemen és mtsi. 2015). Az élőhelyi stressz mellett a zavarástól (diszturbancia) is függ a gyepeken található fitomassza mennyisége, ilyen diszturbancia például a legelés is. A gyepek kezelésének természetvédelmi és gazdasági szempontból is hatékony formája a legeltetés, melynek szerepe meghatározó szerepet tölt be a fitomassza szezonális eltávolításában, illetve az avar -felhalmozódás és a cserjésedés megakadályozásában vagy mérséklésében (Deák és mtsi. 2011). A legelők kedvező ökológiai állapotának hosszútávú fenntartása szempontjából fontos ismernünk az elfogyasztott biomassza mennyiségét és az állatok legeléspreferenciáját, azaz azt, hogy mely növényfajokat részesítik előnyben. Az állatok szelektív legelése megváltoztathatja a gyepek fajösszetételét és a vegetáció jellegeloszlását, bizonyos tulajdonságokkal rendelkező fajok feldúsulhatnak míg mások visszaszorulhatnak a vegetációban (Tóth és mtsi. 2018; Molnár és mtsi. 2020).

A legeltetés hatással lehet a növényfajok közötti kölcsönhatások irányára és intenzitására is. A növények közötti pozitív (facilitáció) és negatív (kompetíció) kölcsönhatások komponensei együttesen vannak jelen a fajok együttélése során és a legelés befolyásolhatja ezen interakciók kimenetelét (Kelemen és mtsi. 2015). A legelők dinamikai folyamataiban meghatározó szerepük van a legelő állatok által nem kedvelt növényfajoknak, ugyanis a növények közötti kölcsönhatások függhetnek a nem legeltetett fajok tömegességétől, főleg ha nagytermetű fajokról van szó. Bizonyos nagytermetű, a herbivórok által nem kedvelt fajok, amelyek legelés hiányában negatívan hatnak a mellettük élő növényekre (kompetíció) a legelőkön pozitívan hathatnak rájuk (facilitáció). A gyepek megóvása és fenntartható kezelése szempontjából fontos ismernünk, hogy a legelő állatok által nem kedvelt fajok mennyiségének növekedése hogyan hathat a többi növényfajra, ezáltal a legelő vegetációjára. A legelők fitomassza változásainak vizsgálata, az állatok legeléspreferenciájának meghatározása és a legelők növényfajai közötti interakciók megismerése alapján jól tervezhető az élőhelyek hosszútávú kezelése.

Célkitűzések

Disszertációm legfontosabb célkitűzése a gyepközösségek legelésre adott válaszainak elemzése, főleg fitomassza viszonyaik, illetve az őket felépítő lágyszárúak közötti biotikus interakciók változásának vizsgálatán keresztül. A témát két esettanulmányon keresztül mutatom, melyekben kiskunsági fajgazdag rétsztyeppeken a szarvasmarha legelés hatására bekövetkező vegetációs változásokat vizsgáltuk.

Az első, legeléspreferenciával kapcsolatos vizsgálat során szarvasmarhával legeltetett, fajgazdag rétsztyeppeken vizsgáltuk az egyes fitomassza frakciók legelés hatására bekövetkező fogyását és az állatok legeléspreferenciáját. A következő fő kérdésekre kerestük a választ: (i) A fő fitomassza frakciók (moha, avar, kétszikű, egyszikű) mekkora részét legelik le a marhák? (ii) Milyen funkcionális jellegeikben különböznek a preferált és a nem preferált edényes növényfajok?

A második, a növényi interakciókkal kapcsolatos tanulmányban közepes intenzitással legelt rétsztyeppeken a növények közötti kölcsönhatásokat és a vegetáció kisléptékű heterogenitásának változásait vizsgáltuk egy gyakori, őshonos, a legelő állatok által nem kedvelt növényfaj, az orvosi ziliz (*Althaea officinalis*) sűrűséggradiense mentén. Hipotéziseink a következők voltak: (i) A virágzási siker és a fajgazdagság unimodális görbét követ a növekvő zilizborítás mentén. (ii) Az orvosi ziliz sűrűségének növekedésével csökken a vegetáció kisléptékű heterogenitása.

Anyag és módszer

Mintaterületek

Mindkét kutatási területünk a Kiskunsági Nemzeti Park területén, Kunpeszér, illetve Izsák települések mellett helyezkedtek el. A terület növényföldrajzilag a pannóniai flóratartomány (*Pannonicum*) Alföld flóraidékébe (*Eupannonicum*), ezen belül a Duna-Tisza köze flórajárásba (*Prematricum*) tartozik. A vizsgálatokat fajgazdag rétsztyeppeken végeztük, amely vegetáció réti talajon jött létre, azonban a terület szárazodásával a réti talaj sztyeppesedése indult meg.

Mintavétel és adatfeldolgozás

Legeléspreferencia vizsgálat

A vizsgált területeket Charolais szarvasmarhával legeltetik, április és november között, közepes legeltetési intenzitással (0,3-0,5 állategység/ha). Mindkét vizsgált gyept két, egymással szomszédos területre (legelési egységre) volt osztva. A kontroll egység a mintavétel időpontjáig (június közepéig) a vizsgálat évében (2014) még nem volt legeltetve. A legelt egységet az adott évben április közepe óta (azaz három hónapon keresztül) folyamatosan legeltették. Mindkét mintavételi területen a kontroll és a legelt legelőegységben is 35-35 db, 20×20 cm-es fitomassza mintát vettünk, amelyekből az edényes növényeket szárítás után fajonként szétválogattunk, különválogatva az avart és a mohát is, majd a különválogatott egységek száraztömegét lemértük és megszámláltuk a fajok virágzó vagy termést érlelő hajtásainak számát.

A fő fitomassza frakciókat, illetve az egyszikűek és a kétszikűek virágzó hajtás- és fajszerkezetét lineáris kevert modellekkel (LME), míg a fajok fitomassza tömegét t-teszt, Welch t-teszt vagy Mann–Whitney U teszt segítségével hasonlítottuk össze a kontroll és a legelt területek között. A jelleg (trait) alapú legeléspreferencia elemzésbe a 29 leggyakoribb fajt vontuk be. A fajok szarvasmarhák általi preferáltságát három kategóriába soroltuk be fogyasztás alapján: 1. nem kedvelt; 2. közepesen kedvelt; 3. nagyon kedvelt. Annak vizsgálatára, hogy a különböző kategóriákba tartozó fajok funkcionális jellegei hogyan térnek el egymástól ANOVA-t használtunk, Fisher LSD post-hoc teszttel. A fajok 3-3 egyedén mértük az alábbi tulajdonságokat: levél szárazanyag-tartalom (LDMC; %), levél száraz tömeg (LDW; mg), levél terület (LA; mm²), fajlagos levélterület (SLA; mm²/mg). Mértük továbbá a fajok hajtásainak nitrogén- és foszfortartalmát (m/m%), illetve meghatároztuk az adott faj hajtásainak szőrözöttségét és a fajok átlagos magasságát, Király (2009) alapján.

Növényi interakciók vizsgálata

A kutatás során az orvosi ziliz (*Althaea officinalis*) tömegességi gradiense mentén vizsgáltuk a fajgazdagságot, a fajok virágzási sikerét (virágzó fajszerkezet, virágzó hajtásszám) és a közösség kis léptékű mozaikosságát (béta-diverzitást, Bray-Curtis különbözőségi index alapján). Mintavételünket három, közepes intenzitással legeltetett

(1°marha/ha, áprilistól július végéig) gyepen végeztük, növekvő zilizborítás mentén. Mindhárom vizsgált legelőn 32 db, 0,5m × 0,5m méretű mintavételi kvadrátot jelöltünk ki, így összesen 96 minta szerepelt a vizsgálatban. A kvadrátokat ziliz nélküli foltokban (nyolc kvadrát/legelő), valamint különböző zilizborítással rendelkező növényzetben jelöltük ki (9–90% az 1. állományban; 10–97% a 2. állományban; 6–90% a 3. állományban). A 2016. július végi mintavétel során az egyes edényes növényfajok virágzó hajtásainak számát adtuk meg, illetve borítási értékeiket becsültük meg.

A statisztikai elemzések során lineáris és kvadratikus regressziós modelleket alkalmaztunk, melyekben a zilizborítás magyarázó változóként szerepelt. A függő változók a virágzó hajtásszám és a fajszám, valamint a minták közötti különbséget leíró Bray-Curtis index voltak. A virágzó hajtásszám és a fajszám értékeinek megadásánál az orvosi zilizt nem vettük figyelembe. A vizsgálati terület random faktorként szerepelt a modellekben. Minden függő változó esetén egy lineáris és egy kvadratikus kevert modellt illesztettünk (lásd Steiner és Leibold 2004). A lineáris és a kvadratikus modellt ANOVA-val hasonlítottuk össze. Amennyiben az ANOVA nem jelzett szignifikáns különbséget a két modell között, a lineáris modellt tartottuk meg. Amikor azonban az ANOVA szignifikáns különbséget mutatott ki a lineáris és a kvadratikus modellek között, azt a modellt tartottuk meg, amelynél alacsonyabb volt a reziduális négyzetösszeg (RSS, residual sum of squares). A kvadratikus modellek esetében Mitchell-Olds és Shaw tesztet (MOS-teszt) használtunk arra, hogy kimutassuk, hogy a függő változó és a magyarázó változó közötti kapcsolat a zilizborítás adott értékei által meghatározott gradiensben belül unimodális-e (Mitchell-Olds és Shaw 1987).

Eredmények

Legeléspreferencia vizsgálat

Az általunk vizsgált fő fitomassza frakciók közül az avar és a moha fogyása nem volt szignifikáns. A kontrollhoz viszonyítva az edényes növények élő biomasszája szignifikánsan kevesebb volt a legelt területen, és ez igaz volt mind az egyszikűek, mind a kétszikűek tekintetében. Az egyszikűek és a kétszikűek fogyása között nem volt szignifikáns különbség.

Kimutattuk, hogy a virágzó fajsza és hajtássza is szignifikánsan alacsonyabb volt a legelt területen mind az egyszikűek, mind a kétszikűek esetében. 9 olyan egyszikű és 11 kétszikű faj volt, amely a legelt és a nem legelt egységben is előfordult, de csak a nem legelt területen virágzott.

Az eltérő preferáltsági kategóriákba tartozó fajok csupán két növényi jelleg alapján tértek el szignifikánsan, ezek a fajlagos levélterület (SLA) és a nitrogéntartalom voltak. A szarvasmarhák jobban kedvelték a magasabb SLA-val és nitrogéntartalommal rendelkező növényfajokat. A többi vizsgált növényi jelleg esetében nem volt szignifikáns különbség az eltérő preferáltsági kategóriákba tartozó fajok között.

Növényi interakciók vizsgálata

Szignifikáns kvadratikus összefüggést detektáltunk mind a zilizborítás és a virágzó hajtássza, mind a zilizborítás és a fajsza között. A lineáris és kvadratikus modellek összehasonlítása a virágzó hajtássza és a fajsza esetében is szignifikáns különbséget mutatott. A MOS-tesztek eredményei alapján mindkét összefüggés unimodális volt. A görbe csúcsa a virágzó hajtássza esetében 39,7%-os; a fajgazdagság esetében pedig 27,4%-os a zilizborításnál volt. A kisléptékű mozaikosság szignifikánsan csökkent a zilizborítás növekedésével; itt az összefüggést lineárisnak tekintettük, mivel a lineáris és a kvadratikus modellek között nem volt szignifikáns különbség. A mintavételi területnek egyik változó esetében sem volt szignifikáns hatása.

Diszkusszió

Legeléspreferencia vizsgálat

A különböző fitomassza-frakciók legelés hatására bekövetkező fogyásának közvetlen vizsgálata nélkülözhetetlen, ha a terület eltartóképességének évek közötti változására vagyunk kíváncsiak vagy arra, hogy egy területen mennyi ideig lehet alkalmazni egy bizonyos legelési intenzitást a vegetáció károsodása nélkül. A legelés általában megnöveli a vegetáció primer produktóját, Altesor et al. (2005) tanulmánya szerint ez a növekedés több mint 50% is lehet. Az avar esetében a jelen vizsgálathoz hasonlóan kimutatták, hogy közvetlenül csak kevésbé fogyasztják a marhák (Carilla és mtsi. 2011). Ott, ahol edényes vegetáció is nagy mennyiségben áll rendelkezésre a mohákon kívül a szarvasmarhák számára, amely takarja is a mohákat, ott a mohák fogyasztása is minimális. Számos cikkben a miénkhez hasonló eredményre jutottak az edényes növények élő biomasszájának legelés hatására történő közvetlen fogyásával kapcsolatban (Kauffman és mtsi. (2004) – 63,1%-os csökkenés; Amiaud és mtsi. (2008) – 67,9%-os csökkenés; Hofstede és mtsi. (1995) – 63%-os csökkenés). A legelés közvetlen hatása természetesen negatív a virágzó hajtás- és fajszaakra is, azonban itt is különbséget kell tenni a rövid és a hosszú távú hatás között.

A korábbi publikációkkal összhangban a mi eredményeink is azt mutatják, hogy a nagy fajlagos levélterülettel és magas nitrogéntartalommal rendelkező növényeket részesítik előnyben leginkább a szarvasmarhák (Illius és mtsi. 1992; Diaz és mtsi. 2001,). A nagy fajlagos levélterülettel (SLA) rendelkező növényfajok leveleiben rendszerint magas a táplálékkészítő alapszövet aránya, így az SLA és a nitrogéntartalom között pozitív korreláció figyelhető meg és ezeknek a fajoknak a tápértéke is magasabb (Westoby 1998).

Eredményeink alapján megállapítható, hogy egy terület legelő állat eltartó képességét és hosszú távú kezelését jól lehet tervezni a növényzet biomasszájának mérésével, illetve növények tápértékének becslésével, amelynek jó indikátora néhány egyszerűen mérhető növényi tulajdonság, mint amilyen például a fajlagos levélterület (SLA). Konklúzióként elmondható, hogy a legelők hosszú távú fenntartása érdekében természetvédelmi szempontból a közepes legelési intenzitással történő, térben és időben mozaikos legeltetés javasolható.

Növényi interakciók vizsgálata

Az orvosi ziliz borítása, valamint a virágzó hajtásszám és a fajgazdagság között unimodális összefüggést mutattunk ki, tehát a facilitáció ún. „humped-back” mintázatot mutatott a ziliz sűrűség gradiense mentén. Noha a legelő állatok gyakran elkerülik az általuk amúgy kedvelt fajok virágzó egyedeinek (különösen a virágzó fűféléknek) fogyasztását, mégis a biotikus refúgiumok nélküli nyílt legelőkön a szarvasmarhák lelegelik ezeket még mielőtt virágzó hajtásokat fejleszthetnének; ezáltal csökkentve a generatív szaporodás hatékonyságát (Milchunas és Noy-Meir 2002; Mladek és mtsi. 2013). A szarvasmarhák általában elkerülik az általuk nem kedvelt fajok által dominált területeket. Ennek megfelelően az általuk kedvelt fajok

elfogyasztásának valószínűsége csökken az általuk nem fogyasztott növények sűrűségének növekedésével (McNaughton 1978). E hatás ellenére a virágzási siker csak a facilitátor faj sűrűséggradiensének kezdeti szakaszában növekszik, a gradiens végén a magas és nagy levélméretű, nem legelt faj egyre nagyobb kompetíciós nyomása miatt (Kiær és mtsi. 2013; Kelemen és mtsi. 2015).

A vizsgált legelőkön az orvosi ziliz az egyik legnagyobb termetű növényfaj, a legelési nyomás pedig csökken a faj sűrűségének növekedésével. Emiatt mind a közepes produktivitás, mind a közepes zavarás fennáll a védő növényfaj közepes borítása esetén. A vizsgált legelőket közepes intenzitással legeltetik, ezért a közepes mértékű zavarás nem csak a facilitátor faj alacsony borításával jellemezhető foltokra jellemző, hanem a nyílt legelőkre is. Következésképpen a fajgazdagság a ziliz sűrűséggradiense elején csak enyhe emelkedést mutatott és alacsonyabb zilizborításnál (27%) érte el a maximális értéket, mint a virágzási siker (40%). A zilizborítás növekedési gradiense mentén csökkent a vegetáció a kisléptékű heterogenitása, ahogy azt például a „zavarás heterogenitása modell” (Kolasa és Rollo 1991) is prediktálja.

Az orvosi ziliz hatása kutatásunk alapján sűrűség-függő, ahol kis mennyiségben van jelen a legelőkön, ott pozitívan hat mind a fajgazdagságra mind a fajok virágzási sikerére, mert közvetlenül megvédi őket a lelegeléstől. 30-40%-os borítás felett azonban ez a hatás negatívba fordul át. Eredményeink alapján tehát elmondható, hogy az orvosi ziliz teljes visszaszorítása nem szükséges a legelőkön, mert amíg a borítása alacsony, addig természetvédelmi szempontból nincs káros hatása, bár gazdasági szempontból ilyen lehet a legelő minőségének csekély mértékű romlása. Ugyanakkor azt sem érdemes megvárni, hogy 30% feletti borítást érjen el, mert ez megnehezíti a visszaszorítását.

Új tudományos eredmények

Legeléspreferencia vizsgálat

- Ott, ahol az edényes növényfajok élő biomasszája bőségesen rendelkezésre áll a szarvasmarhák számára, az avar, illetve a moha fogyasztása elenyésző mértékű.
- Közepes legelési nyomás esetén a rétsztyepek élő biomasszájának 65%-át fogyasztották el a marhák.
- Kimutattuk, hogy a rétsztyepeken legelő szarvasmarhák táplálkozásuk során a nagy fajlagos levélterülettel és magas nitrogén-tartalommal rendelkező növényfajokat részesítették előnyben.
- A vegetáció biomasszája, és a növényfajok tömegessége illetve tápértéke alapján egy legelő eltartóképessége jól becsülhető, és ez alapján a hosszú távú kezelés is jól tervezhető. Az egyes fajok tápértékének jó indikátora néhány jól mérhető növényi jelleg, mint például a fajlagos levélterület (SLA).

Növényi interakciók vizsgálata

- Vizsgálatunkban először mutattunk ki unimodális kapcsolatot egy a legelő állatok által nem kedvelt lágyszárú faj tömegessége és a vegetáció vegetáció fajgazdagsága, illetve a növényfajok virágzási sikere között.
- A vegetáció kisléptékű heterogenitása csökkent a legelő állatok által nem kedvelt lágyszárú faj borításának növekedésével.

Értekezés alapjául szolgáló közlemények



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/341/2021.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Balogh Nóra
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10074974

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

1. **Balogh, N.**, Tóthmérész, B., Valkó, O., Deák, B., Miglécz, T., Tóth, K. Á., Molnár, Z., Vadász, C., Tóth, E., Kiss, R., Sonkoly, J., Török, P., Antal, K., Budai, J., Kelemen, A.: Szarvasmarhák legelőhasználata és legeléspreferenciája.
Termvéd. Közl. 24, 15-24, 2018. ISSN: 1216-4585.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17779/tvk-jnatconserv.2018.24.15>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

2. Vojtkó, A. E., **Balogh, N.**, Deák, B., Kelemen, A., Kis, S., Kiss, R., Lovas-Kiss, Á., Löki, V., Lukács, K., Molnár, V. A., Nagy, T., Sonkoly, J., Süveges, K., Takács, A., Tóth, E., Tóth, K., Tóthmérész, B., Török, P., Valkó, O., Vojtkó, A., Lukács, B. A.: Leaf trait records of vascular plant species in the Pannonian flora with special focus on endemics and rarities.
Folia Geobot. 55 (2), 73-79, 2020. ISSN: 1211-9520.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12224-020-09363-7>
IF: 1.242 (2019)
3. Kelemen, A., Tölgyesi, C., Valkó, O., Deák, B., Miglécz, T., Fekete, R., **Balogh, N.**, Török, P., Tóthmérész, B.: Density-dependent plant-plant interactions triggered by grazing.
Front. Plant Sci. 10, 2019. EISSN: 1664-462X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2019.00876>
IF: 4.402

További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (4)

4. Kiss, R., László, S., Tóth, K., **Balogh, N.**, Godó, L., Körmöczi, Z., Radócz, S., Lukács, K.: Eltérő kezelési típusok alkalmazása kékperjés láprétek fenntartására.
Gyepgazdálk. Közl. 16 (1), 19-24, 2018. ISSN: 1785-2498.





5. **Balogh, N.:** A növényfajok együttélését és fajgazdagságát befolyásoló biotikus tényezők száraz szikes gyepekben.
Gyepgazdálk. Közl. 15 (1), 5-12, 2017. ISSN: 1785-2498.
6. Bálint, P., **Balogh, N.**, Kelbert, B., Radócz, S., Tóth, K.: Fitomassza dinamika homoki gyepek szekunder szukcessziója során.
Gyepgazdálk. Közl. 1-2, 3-10, 2014. ISSN: 1785-2498.
7. **Balogh, N.:** Homoki gyepek spontán regenerációja kiskunsági parlagokon.
Gyepgazdálk. Közl. 1-2, 5-12, 2012. ISSN: 1785-2498.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

8. Kiss, R., Sonkoly, J., Török, P., Tóthmérész, B., Deák, B., Tóth, K., Lukács, K., Godó, L., Kelemen, A., Miglécz, T., Radócz, S., Tóth, E., **Balogh, N.**, Valkó, O.: Germination capacity of 75 herbaceous species of the Pannonian flora and implications for restoration.
Acta Bot. Hung. 60 (3-4), 357-368, 2018. ISSN: 0236-6495.
DOI: <https://doi.org/10.1556/034.60.2018.3-4.7>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

9. Sonkoly, J., Valkó, O., **Balogh, N.**, Godó, L., Kelemen, A., Kiss, R., Miglécz, T., Tóth, E., Tóth, K., Tóthmérész, B., Török, P.: Germination response of invasive plants to soil burial depth and litter accumulation is species-specific.
J. Veg. Sci. 31 (6), 1079-1087, 2020. ISSN: 1100-9233.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jvs.12891>
IF: 2.698 (2019)

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 8,342

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 5,644

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudánymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2021.06.01.



**SHORT THESIS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
(PHD)**

Effects of selective grazing on grasslands

by Nóra Balogh

Supervisor: Dr. Kelemen András



UNIVERSITY OF DEBRECEN
JUHÁSZ-NAGY PÁL DOCTORAL SCHOOL

DEBRECEN, 2021

Introduction

Grasslands are most important for the conservation and maintenance of landscape biodiversity. A good example of this is that 18.1% of endemic vascular plant species in Europe are associated with grasslands (Hobohm and Bruchmann 2009), and grasslands also serve as habitats, feeding or breeding grounds for many animal species (Kiss et al. 2016). In recent decades, large-scale and contiguous grasslands across Europe have undergone significant transformation, fragmentation, and disturbance, leading to significant reductions in their biodiversity (Dengler et al. 2014; Habel et al. 2013). Changes in grassland management often have an effect through changes in the biomass conditions of grasslands (Deák et al. 2015; Kelemen et al. 2015). In addition to habitat stress, the amount of biomass on grasslands also depends on disturbance, such as grazing. Grazing is a cost-effective form of both grassland management and nature conservation which plays a key role in the seasonal removal of biomass and in the prevention or reduction of litter accumulation and shrub encroachment (Deák et al. 2011). In order to maintain the favourable ecological status of the pastures in the long run, it is important to know the amount of biomass consumed by grazers and the grazing preference of the animals, i.e. which plant species are preferred. Selective grazing of animals can change the species composition of grasslands and the distribution of vegetation, species with certain traits may become more abundant while others may decline in the vegetation (Tóth et al. 2018; Molnár et al. 2020). Grazing can also affect the direction and intensity of interactions between plant species. The components of positive (facilitation) and negative (competition) interactions between plants are present together during the coexistence of species and grazing can influence the outcome of these interactions (Kelemen et al. 2015). Plant species that are not favoured by grazing animals play a key role in the dynamic processes of pastures, as plant interactions may depend on the abundance of non-grazed species, especially on the abundance of large-stature species. Certain large species not favoured by herbivores, which, in the absence of grazing, have a negative effect on the plants living next to them (competition) can have a positive effect on pastures (facilitation). For the conservation and sustainable management of grasslands, it is important to know how the increasing abundance of species not favoured by grazing animals can affect other plant species, and thus the vegetation of the pasture. Long-term habitat management can be planned effectively based on the changes in grassland biomass, the grazing preferences of animals, and the understanding of interactions between pasture plant species.

Aims and hypotheses

The most important goal of my dissertation is to analyse the responses of grassland communities to grazing, mainly through the study of their biomass conditions and the changes in biotic interactions between the herbaceous species that constitute them. In my thesis I study the issue through two case studies in which we examined the effects of cattle grazing on the vegetation of pastures in the Kiskunság region.

In the first study related to grazing preference, we examined the grazing loss of each phytomass fraction and the grazing preference of the grazing animals in species-rich meadows grazed by cattle. For this purpose, we addressed the following questions: (i) What are the direct effects of grazing on the main biomass fractions (litter, moss, forbs and graminoids)? (ii) Which traits distinguish the preferred and non-preferred vascular plant species?

In the second study related to plant interactions, we examined the interactions between plant species and changes in the small-scale vegetation heterogeneity of meadows managed by medium intensity cattle grazing. We studied the vegetation along the density gradient of a common native plant species, *Althaea officinalis*, which is not preferred by grazing animals. In this study, we tested the following hypotheses: (i) Flowering success and species richness of understory species follow humped-back curve along the gradient of *Althaea officinalis* density. (ii) Small-scale heterogeneity decreases with increasing *Althaea officinalis* density.

Materials and methods

Study Area and Sampling

Both of our research areas were located in the Kiskunság National Park, next to the settlements of Kunpezér and Izsák. Phytographically, the area belongs to the Pannonian flora region (Pannonicum), including Eupannonicum, and the Duna-Tisza köze flora region (Prematricum). The studies were carried out on species-rich meadow steppes.

Sampling and data processing

Grazing preference test

The study sites have been managed by grazing for decades, nowadays extensive Charolais cattle grazing is typical with moderate grazing intensity from April to November, with 0.4 livestock unit/ha. Both study sites were divided into two adjacent units which were managed differently in the study year (2014), giving an opportunity to use split-plot design. The grazed units were grazed for three months before the sampling while the control units remained ungrazed in the study year until the sampling. Within each unit 35 above-ground biomass samples were collected from 20 cm × 20 cm plots. After drying, all samples were separated to litter, moss and living biomass of vascular plants, and the latter fraction was sorted to species. Dry weights were measured with 0.01 g accuracy. The number of flowering shoots were also counted for each species in the biomass samples.

The main biomass fractions, the total number of flowering shoots and species numbers of monocotyledons and dicotyledons were calculated using linear mixed-effect models (LME), while the biomass of the species was compared between control and grazed areas using t-test, Welch t-test, or Mann-Whitney U test. The 29 most common species were included in the trait-based grazing preference analysis. The preference of species by cattle was classified into three categories based on their weight loss: 1. not preferred; 2. moderately popular; 3. very popular. To examine how the functional characteristics of the different categories of species differ, ANOVA was used with Fisher LSD post-hoc test. For the leaf trait measurements, we collected three individuals of each species and measured the following traits: leaf dry matter content (LDMC; %), leaf area (LA; mm²) and specific leaf area (SLA; mm²/mg). Moreover, we measured the nitrogen content of shoots (N; m/m%). We assigned shoot hairiness (present/absent) and shoot height of the species based on Király et al. (2009).

Investigation of plant interactions

We studied the changes of plant–plant interactions along the density gradient of a common, native unpalatable species (*Althaea officinalis*). In the research, we examined species richness, species flowering success (flowering species number, flowering shoot number) and community small-scale mosaicism (beta diversity, based

on Bray-Curtis difference index) along a density gradient of *Althaea officinalis*. Three stands of mesic meadow steppes with medium intensity cattle grazing (one animal unit/ha from April to the end of July) were surveyed along increasing *Althaea* density. In the three studied stands we surveyed 32 plots of 0.5 m × 0.5 m size in each pasture (site); altogether there were 96 plots. Plots were placed in patches with differing *Althaea* density. We recorded the number of flowering shoots and cover scores of each vascular plant species in the plots in the end of July 2016.

During the statistical analyses we used linear and quadratic regression models, which included *Althaea* cover as continuous predictor. The number of flowering shoots and species number of understory species and compositional dissimilarity (measured by Bray-Curtis dissimilarity) were dependent variables. *Althaea officinalis* was not taken into account when giving the values of flowering shoot number and species number. Study site was included in the models as random factor. We used for each dependent variable, a linear and a quadratic mixed model (see Steiner and Leibold 2004). We used ANOVA to compare the linear and quadratic model terms. When the ANOVA indicated non-significant difference between the two models, we kept the linear model. When ANOVA revealed significant difference between the linear and quadratic models, we kept the model characterized by the lower residual sum of squares (RSS). In case of quadratic effect terms, we applied the Mitchell-Olds and Shaw test (MOS-test) to assess whether the relationship was unimodal and to obtain the location of the peak (Mitchell-Olds and Shaw 1987).

Results

Grazing preference test

Among the main biomass fractions we examined, the loss of litter and moss was not significant. Compared to the control, the living biomass of vascular plants was significantly less in the grazed area, and this was true for both monocotyledons and dicotyledons. There was no significant difference between the weight loss of monocotyledons and dicotyledons. We showed that both the number of flowering species and the number of shoots were significantly lower in the grazed area for both monocotyledons and dicotyledons. There were 9 monocotyledonous and 11 dicotyledonous species that occurred in both grazed and non-grazed units, but flowered only in the non-grazed area. Species belonging to different preference categories differed significantly only in two plant traits, these were the specific leaf area (SLA) and the nitrogen content. Cattle preferred species with high SLA and nitrogen content. For the other plant traits studied, there was no significant difference between species belonging to different preference categories.

Investigation of plant interactions

We detected a significant quadratic relationship between the *Althaea* cover and both the number of flowering shoots and species number. Comparison of the linear and quadratic models also showed a significant difference in the number of flowering shoots and the number of species. Based on the results of the MOS tests, both correlations were unimodal. The peak of the curve for the flowering shoot number was at 39.7% *Althaea* cover, and in the case of species richness the peak was at 27.4% *Althaea* cover. Small-scale mosaicism decreased significantly with increasing *Althaea* cover; here, the relationship was considered linear because there was no significant difference between the linear and quadratic models. The sampling area had no significant effect on any of the variables.

Discussion

Grazing preference test

A direct study of the loss of different biomass fractions due to grazing is essential if we are interested in the change in the carrying capacity of an area over the years or how long a certain grazing intensity can be applied in an area without damaging the vegetation. Grazing generally increases the primary production of vegetation (Altesor et al. 2005), this increase can be more than 50%. In the case of litter, similar to the present study, it has been shown to be directly consumed little by cattle (Carilla et al. 2011). Where vascular vegetation is also available in large quantities for cattle, there is minimal consumption of mosses. In several previous studies, similar results were obtained for the direct loss of live biomass of vascular plants as a result of grazing (Kauffman et al. (2004) - 63.1% decrease; Amiaud et al. (2008) - 67.9% decrease; Hofstede et al. (1995) - 63% reduction). Of course, the direct effect of grazing is also negative for the number of flowering shoots and species number, but here, too, a distinction must be made between short-term and long-term effects. Consistent with previous publications, our results also show that plants with high specific leaf area and high nitrogen content are most preferred by cattle (Illius et al. 1992; Diaz et al. 2001). Leaves of plant species with high specific leaf area (SLA) usually have a high proportion of nutrient-producing basal tissue, so a positive correlation between SLA and nitrogen content is observed and the nutritional value of these species is also higher (Westoby 1998). Based on our results, it can be concluded that the livestock carrying capacity of an area and long-term management of grasslands can be well planned by measuring vegetation biomass and estimating plant nutritional value, which is well indicated by some easily measurable plant properties such as specific leaf area and nitrogen content. In conclusion, in order to maintain the pastures in the long run, from a nature conservation point of view, mosaic grazing with medium grazing intensity in space and time can be recommended.

Investigation of plant interactions

The relationships between the *Althaea* cover and both the number of flowering shoots and species richness were unimodal, indicating a humped-back pattern of facilitation along the density gradient of the benefactor. Although grazers often avoid consuming flowering individuals (particularly graminoids), in open pastures without biotic refuges cattle repeatedly graze the palatable plants before they reach the flowering state; thus, they decrease the efficiency of generative propagation (Milchunas and Noy-Meir 2002; Mladek et al. 2013). Therefore, cattle generally avoid areas occupied by unpalatable species. Accordingly, the probability of palatable species being eaten decreases with the increasing density of unpalatable plants (McNaughton 1978). In spite of this effect, the flowering success increases only in the initial part of the density gradient of benefactor, because of the increasing size-asymmetric competition by the tall, large-leaved unpalatable species at the terminal

part of the gradient (Kiær et al. 2013; Kelemen et al. 2015). *Althea officinalis* is among the largest plants in the studied pastures, and grazing pressure presumably decreases with increasing benefactor density. Therefore, both the intermediate productivity and the intermediate disturbance were situated at medium benefactor density. The studied pastures are grazed by moderate intensity; therefore, the intermediate disturbance is typical not only in the patches with sparse benefactor cover but also in the open pastures. Consequently, species richness increased slightly with a gentle slope and reached its maximum at lower benefactor density (27%) than experienced in the case of flowering success (40%). The “disturbance heterogeneity model” (Kolasa and Rollo 1991) suggests that disturbance such as moderate grazing promotes habitat heterogeneity. The effect of *Althaea officinalis* is, according to our research, density-dependent, where it is present in small amounts on pastures it has a positive effect on both species richness and the flowering success of the species because it directly protects them from grazing. However, above 30-40% coverage, this effect turns negative. Based on our results, it can be said that it is not necessary to completely eradicate *Althaea* on pastures, because as long as its cover is low, it has no detrimental effect from a nature conservation point of view, although from an economic point of view there may be a slight deterioration of pasture quality. However, it is not worth waiting to reach 30% coverage either, as this makes it difficult to reduce.

New scientific results /Novel scientific findings

Grazing preference test

- Where the living biomass of vascular plant species is abundantly available to cattle, the consumption of litter and moss is negligible.
- At moderate grazing pressure, cattle consumed 65% of the living biomass of meadows.
- We have shown that cattle grazing on meadow steppes preferred plant species with high specific leaf area and high nitrogen content in their diet.
- Based on the biomass of the vegetation and the mass and nutritional value of the plant species, the carrying capacity of a pasture can be well estimated, and based on this, the long-term management can be well planned. A good indicator of the nutritional value of each species is some well-measurable plant characteristics, such as specific leaf area (SLA).

Investigation of plant interactions

- For the first time in our study, we showed a unimodal relationship between the mass of an herbaceous species that is not favoured by grazing animals and the species richness of vegetation and the flowering success of plant species.
- The small-scale heterogeneity of vegetation has decreased with increasing cover of a herbaceous species not favoured by grazing animals.

Irodalomjegyzék / References

- Altesor, A., Oesterheld, M., Leoni, E., Lazama, F., Rodríguez, C. 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecology* 179(1): 83–91.
- Amiaud, B., Touzard, B., Bonis, A., Bouzillé, J.-B. 2008. After grazing exclusion, is there any modification of strategy for two guerrilla species: *Elymus repens* (L.) Gould and *Agrostis stolonifera* (L.)? *Plant Ecology* 197(1): 107–117.
- Carilla, J., Aragón, R., Gurvich, D.E. 2011. Fire and grazing differentially affect aerial biomass and species composition in Andean grasslands. *Acta Oecologica* 37(4): 337–345.
- 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(3): 730–737.
- Deák, B., Valkó, O., Török, P., Kelemen, A., Tóth, K., Miglécz, T., Tóthmérész, B. 2015. Reed cut, habitat diversity and productivity in wetlands. *Ecological Complexity* 22: 121–125.
- Dengler, J., Janisova, M., Török, P., Wellstein, C. 2014. Biodiversity of Palaearctic grasslands: a synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 182: 1–14.
- Díaz, S., Noy-Meir, I., Cabido, M. 2001. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology* 38(3): 497–508.
- Habel, J.C., Dengler, J., Janišová, M., Török, P., Wellstein, C., Wiezik, M. 2013. European grassland ecosystems: threatened hotspots of biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 22(10): 2131–2138.
- Hobohm, C., Bruchmann, I. 2009. Endemische Gefäßpflanzen und ihre Habitate in Europa: Plädoyer für den Schutz der Grasland-Ökosysteme. *Ber Reinhold-Tüxen-Ges* 21: 142–161.
- Hofstede, R., M., Castillo, M.X.M., Osorio, C.M.R. 1995. Biomass of grazed, burned, and undisturbed paramo grasslands, Colombia. I. Aboveground Vegetation. *Arctic and Alpine Research* 27(1): 1–12.
- Illius, A.W., Clark, D.A., Hodgson, J. 1992. Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. *Journal of Animal Ecology* 61(1): 183–194.
- Kauffman, J.B., Thorpe, A.S., Brookshire, J.E.N. 2004. Livestock exclusion and belowground ecosystem responses in riparian meadows of eastern oregon. *Ecological Applications* 14(6): 1671–1679.
- 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. 2015.

- Net outcome of competition and facilitation in a wet meadow changes with plant's life stage and community productivity. *Preslia* 87(4): 347–361.
- Kiær, L.P., Weisbach, A.N., Weiner, J. 2013. Root and shoot competition: a meta-analysis. *Journal of Ecology* 101(5): 1298–1312.
- Kiss, O., Tokody, B., Deák, B., Moskát, Cs. 2016. Increased landscape heterogeneity supports the conservation of European Rollers (*Coracias garrulus*) in southern Hungary. *Journal for Nature Conservation*.
- Kolasa, J., Rollo, C.D. 1991. "Introduction: the heterogeneity of heterogeneity: a glossary," in *Ecological Heterogeneity*, eds J. Kolasa and S. T. A. Pickett (New York: Springer-Verlag), 1–23.
- McNaughton, S.J. 1978. Serengeti ungulates: feeding selectivity influences the effectiveness of plant defense guilds. *Science* 199(4330): 806–807.
- Milchunas, D.G., Noy-Meir, I. 2002. Grazing refuges, external avoidance of herbivory and plant diversity. *Oikos* 99(1): 113–130.
- Mitchell-Olds, T., Shaw, R.G. 1987. Regression analysis of natural selection: statistical inference and biological interpretation. *Evolution* 41(6): 1149–1161.
- Mladek, J., Mladkova, P., Hejzmanová, P., Dvorský, M., Pavlu, V., De Bello, F., Duchoslav, M., Hejzman, M., Pakeman, R.J. 2013. Plant trait assembly affects superiority of Grazer's foraging strategies in species-rich grasslands. *PLoS One* 8(7): e69800.
- Molnár, Zs., Kelemen, A., Kun, R., Máté, J., Sáfián, L., Provenza, F., Díaz, S., Barani, H., Biró, M., Máté, A., Vadász, Cs. 2020. Knowledge co-production with traditional herders on cattle grazing behaviour for better management of species-rich grasslands. *Journal of Applied Ecology* 57(9): 1–11.
- Steiner, C.F., Leibold, M.A. 2004. Cyclic assembly trajectories and scaledependent productivity–diversity relationships. *Ecology* 85(1): 107–113.
- Tóth, E., Deák, B., Valkó, O., Kelemen, A., Miglécz, T., Tóthmérész, B., Török P. 2018. Livestock type is more crucial than grazing intensity: Traditional cattle and sheep grazing in short-grass steppes. *Land Degradation and Development* 29(2): 231–239
- Westoby, M. 1998. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil* 199(2): 213–227.

Publications related to the dissertation



UNIVERSITY of
DEBRECEN

UNIVERSITY AND NATIONAL LIBRARY
UNIVERSITY OF DEBRECEN

H-4002 Egyetem tér 1, Debrecen

Phone: +3652/410-443, email: publikaciok@lib.unideb.hu

Registry number: DEENK/341/2021.PL
Subject: PhD Publication List

Candidate: Nóra Balogh

Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences

MTMT ID: 10074974

List of publications related to the dissertation

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (1)

1. **Balogh, N.**, Tóthmérész, B., Valkó, O., Deák, B., Migléc, T., Tóth, K. Á., Molnár, Z., Vadász, C., Tóth, E., Kiss, R., Sonkoly, J., Török, P., Antal, K., Budai, J., Kelemen, A.: Szarvasmarhák legelőhasználata és legeléspreferenciája. *Termvéd. Közl.* 24, 15-24, 2018. ISSN: 1216-4585.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17779/tvk-jnatconserv.2018.24.15>

Foreign language scientific articles in international journals (2)

2. Vojtkó, A. E., **Balogh, N.**, Deák, B., Kelemen, A., Kis, S., Kiss, R., Lovas-Kiss, Á., Löki, V., Lukács, K., Molnár, V. A., Nagy, T., Sonkoly, J., Süveges, K., Takács, A., Tóth, E., Tóth, K., Tóthmérész, B., Török, P., Valkó, O., Vojtkó, A., Lukács, B. A.: Leaf trait records of vascular plant species in the Pannonian flora with special focus on endemics and rarities. *Folia Geobot.* 55 (2), 73-79, 2020. ISSN: 1211-9520.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12224-020-09363-7>
IF: 1.242 (2019)
3. Kelemen, A., Tölgyesi, C., Valkó, O., Deák, B., Migléc, T., Fekete, R., **Balogh, N.**, Török, P., Tóthmérész, B.: Density-dependent plant-plant interactions triggered by grazing. *Front. Plant Sci.* 10, 2019. EISSN: 1664-462X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2019.00876>
IF: 4.402

List of other publications

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (4)

4. Kiss, R., László, S., Tóth, K., **Balogh, N.**, Godó, L., Körmöczi, Z., Radócz, S., Lukács, K.: Eltérő kezelési típusok alkalmazása kékperjés láprétek fenntartására. *Gyepgazdálk. Közl.* 16 (1), 19-24, 2018. ISSN: 1785-2498.





5. **Balogh, N.**: A növényfajok együttélését és fajgazdagságát befolyásoló biotikus tényezők száraz szikes gyepekben.
Gyepgazdálk. Közl. 15 (1), 5-12, 2017. ISSN: 1785-2498.
6. Bálint, P., **Balogh, N.**, Kelbert, B., Radócz, S., Tóth, K.: Fitomassza dinamika homoki gyepek szekunder szukcessziója során.
Gyepgazdálk. Közl. 1-2, 3-10, 2014. ISSN: 1785-2498.
7. **Balogh, N.**: Homoki gyepek spontán regenerációja kiskunsági parlagokon.
Gyepgazdálk. Közl. 1-2, 5-12, 2012. ISSN: 1785-2498.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

8. Kiss, R., Sonkoly, J., Török, P., Tóthmérész, B., Deák, B., Tóth, K., Lukács, K., Godó, L., Kelemen, A., Migléc, T., Radócz, S., Tóth, E., **Balogh, N.**, Valkó, O.: Germination capacity of 75 herbaceous species of the Pannonian flora and implications for restoration.
Acta Bot. Hung. 60 (3-4), 357-368, 2018. ISSN: 0236-6495.
DOI: <https://doi.org/10.1556/034.60.2018.3-4.7>

Foreign language scientific articles in international journals (1)

9. Sonkoly, J., Valkó, O., **Balogh, N.**, Godó, L., Kelemen, A., Kiss, R., Migléc, T., Tóth, E., Tóth, K., Tóthmérész, B., Török, P.: Germination response of invasive plants to soil burial depth and litter accumulation is species-specific.
J. Veg. Sci. 31 (6), 1079-1087, 2020. ISSN: 1100-9233.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jvs.12891>
IF: 2.698 (2019)

Total IF of journals (all publications): 8,342

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 5,644

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

01 June, 2021

