

**DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS
TÉZISEI**

**KUN RÓBERT
GÖDÖLLŐ
2023**



**MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM**

**KÜLÖNBÖZŐ GYEPHASZNOSÍTÁSI
FORMÁK HATÁSAINAK VIZSGÁLATA
TURJÁNVIDÉKI GYEPEK
KOMPOZÍCIÓJÁRA TERMÉSZETVÉDELMI
KEZELÉSEK TERVEZÉSÉHEZ**

DOI: 10.54598/004060

KUN RÓBERT

Gödöllő

2023

A doktori iskola

megnevezése:

Környezettudományi Doktori Iskola

Tudományága:

Környezettudományok

Vezetője:

Csákiné Dr. Michéli Erika

az MTA lev. tagja, tanszékvezető, egyetemi tanár

MATE Környezettudományi Intézet

Témavezetők:

Dr. Vadász Csaba

természetvédelmi örkerület-vezető, PhD

Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság

Dr. habil. Malatinszky Ákos

egyetemi docens, PhD

MATE Vadgazdálkodási és

Természetvédelmi Intézet

Természetvédelmi és Tájgazdálkodási

Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető(k) jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

Az ember által kialakított és fenntartott fajgazdag gyepterületek Európa alapvető természetvédelmi, gazdasági és tájképi értékei. A hagyományos, többnyire extenzív körülmények között, sok esetben évszázados, akár évezredes időléptékben hasznosított gyepterületet igen gyakran jelentős növényi diverzitás, endemikus növényfajokban való gazdagság is jellemzi.

Hazánkban és Európában a magas természeti értékű gyepek jelentős része irtáseredetű, mivel jelentősebb hányaduk könnyen erdősülő régiókban helyezkedik el. Ezekben alapvető a rendszeres, és a lokális körülményekhez illeszkedő gyephasználat. A korábbi, hagyományos gyephasználatához köthető tudásrendszereket jelentős arányban jellemezte a különböző formák együttes, hosszú távú alkalmazása. Gazdag eszköztárukhoz tartoztak az egyes használati típusok (pl. kaszálás, legeltetés, trágyázás, égetés) és intenzitási szintjeik tudatos megválasztása, illetve tér-időbeli ütemezési módja is.

A használati típusok és intenzitási szintek térbeli (pl. meghatározott területarányban, meghatározott térbeli elrendezésben) és időbeli (pl. évek közötti és éveken belüli) ütemezési módja adja az adott rendszer tér-időbeli komplexitását. Ha ez nagy, annak konzervációs előnyei jelentősek lehetnek, összefüggésben a használati heterogenitási hipotézissel. Ugyanakkor ez a gyepterületkonzervációban is fontos tényező általában hiányzik a természetvédelmi kezelések gyakorlatából. Ezek többnyire vagy csak a kaszálásra, vagy csak a legeltetésre ügyelnek, évről-évre nagyjából állandó intenzitással, és minden évben nagyjából azonos ütemezésben; hatásaikat pedig általában nem ellenőrzik annak ellenére, hogy gyakran a diverzitás csökkenéséhez, a gyepterület struktúra elszegényedéséhez vezetnek. Fontos meghatározni, hogy a különböző gyepterületi tényezők és tényezőegyüttesek milyen funkcionális és kompozicionális hatásokat, növényi és strukturális interakciókat váltanak ki a gyepekben. Ennek vizsgálatával várhatóan nemcsak a specifikus használati tényezőhatások lesznek részletesebben átláthatóak, hanem a különböző használati tényezők által generált komplex hatásfolyamatok megalapozottabb és rendszerszintű értelmezése válik lehetővé.

A Felső-kiskunsági turjánvidék fajgazdag átmeneti jellegű gyepterületjein végzett természetvédelmi kezelés által a gyepterület növényzetben kiváltott összetett hatásfolyamatok megértéséhez az alábbi kérdéseket fogalmaztam meg:

- A gyepterületi típus, intenzitás, tér-időbeli komplexitás különböző fokozatai szignifikáns hatásúak-e a növényi diverzitás, funkcionális csoportok dominanciaviszonyai és a gyepterület fiziológiai viszonyok tekintetében?
- A fent említett összefüggések mennyire állandóak a különböző vizsgálati évek eredményei alapján?
- Természetvédelmi szempontból melyek a legfontosabb gyepterületi tényezők és tényező-kombinációk és hogyan adaptálhatóak a gyakorlatban?

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A vizsgált táj és a felvételezett gyepek

A vizsgált gyepterületek Magyarországon belül a Duna–Tisza közén, a Turjánvidék régióban helyezkednek el és a Kiskunsági Nemzeti Park Peszéradacsi-rétek területéhez tartoznak, Kunpeszér, Kunadacs és Tatárszentgyörgy települések közelében (47.04023°N 19.15289°E). A Turjánvidék és a vizsgált terület jellegzetessége az igen változatos mozaikosság és kiemelhetőek a gyepekre ható tájbéli átmenetek is, amire példa a gyakori lép- és sztyeppréti növényzet folyamatos átmeneteket képező változatossága is. Ehhez hozzájárul a régió makroklimájának átmeneti jellege, mely alapján a kontinentális és az egyhén szubmediterrán klímatispusok határán helyezkedik el.

Az éves középhőmérséklet 1960-tól 1990-ig 10,4°C volt, a csapadék éves mennyisége 520-550 mm között alakult. A talajok dominánsan homoktalajok, gyakran láptalajokkal mozaikolnak. A potenciális vegetációtípus elsősorban a homokos talajú, kontinentális és részben szubmediterrán karakterű erdősztyepp-tölgyes kisebb ligeterdei és láperdei mozaikkal. A Turjánvidék, ill. a Peszéradacsi-rétek vonzáskörzetének jelentős hányada évszázadok óta legeltetett, jórészt extenzíven használt táj volt. 1975-től a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság kezeli természetvédelmi szempontok alapján. Jelenleg a táj jelentős részét szarvasmarhákkal legeltetett kékperjés rétek, láprétek és pannon homoki gyepek alkotják, valamint ezek széles átmeneti zónája.

2.2. Mintavételi elrendezés és a vizsgált gyephasználati tényezők

Minden vizsgált gyepterület legalább 5 ha-os volt, sőt jelentős részük több 100 ha-os, és hasonló fajkészletű gyepekkel érintkezett, a szegélyhatásból adódó varianciaforrások kizárása érdekében. A vizsgálatok a fent jellemzett, nagy kiterjedésű, átmeneti gyepi zónában történtek. Kiválasztásuk további kritériuma volt a természetes lép- és sztyeppréti zóna karakterfajainak borítási és fajszám-beli túlsúlya (>70%) a zavarástűrő, ruderális és idegenhonos fajokhoz képest. A vizsgálatokat random kezdőpontból kiindulva vonalak mentén végeztük 2015-ben július első felében (1 m x 1 m-es kvadrátokban borításbecslés minden növényfajra 17 helyszínen), 2016-ban június második felében (tér sorozati vizsgálat 9 helyszínen), valamint 2017., 2018. és 2019. nyarán június második felében (2×2 m-es kvadrátokban borításbecslés minden regisztrált fajra és gyepfiziológiai felmérések).

2.3. Vizsgált függő változók

A különböző használatoknak 3 alfa diverzitási tényezőre (fajszám, Shannon és Simpson diverzitás) és 11 funkciós növényi típus borítására és fajszámára tett hatásait vizsgáltam: 1.) nem perjevirágú, két- és egyszikű lágyszárú (továbbiakban NPKEL) fajok, 2.) fűfélék (Poaceae), 3.) perjevirágúak (Poales), 4.) fásszárú fajok, 5.) zavarástűrő fajok, 6.) generalista fajok, 7.) természetes kompetitor fajok, 8.) ruderális kompetitor fajok, 9.) specialista fajok, 10.) egyéves fajok és 11.) védett fajok.

Emellett 4 gyeptüzet (és gyeptüzetstruktúráját is) befolyásoló függő változót (növényzet átlagmagassága, növényzet összborítása, avaros és csupasz talajfelszínek) vizsgáltam.

1. táblázat. Az egyes vizsgált használati tényezők részletei és fokozatai a 2017-2018-2019-es kísérleti elrendezésben

Használati elem	Jelentések és fokozatok
Használati típus (<i>T</i>)	Kaszálás: jellemzően géppel, 15 cm-es tarlómagassággal, 2-3-es hagyás sávokkal történik, június végén, július elején. Legeltetés: változó intenzitással és éven belüli kezdéssel (lásd lentebb ezen táblázat tér-időbeli használati komplexitás részénél), jellemzően szarvasmarhával. Kombinált: kaszáló-legelő váltott használat éven belül, vagy évek között is váltva (lásd lentebb ezen táblázat tér-időbeli használati komplexitás részénél)
Használati intenzitás (<i>I</i>)	Alacsony: a legelőnyomás <0,5 ÁE/ha, vagy évi egyszeri kaszálás Magas: 0,5-0,8 ÁE/ha, vagy egyszeri kaszálás és sarjülegeltetés ugyanabban az évben
Tér-időbeli komplexitás (<i>C</i>)	Alacsony: egy adott évben két (intenzitási) szintű legeltetés, vagy egy kaszálás 10%-os búvósáv meghagyással, vagy egy kaszálás sarjülegeltetéssel Magas: a területen évek között kaszálás és legeltetés is történt, vagy 4 éves rotációban, minden évben más időbeli sorrendben legeltették

2.4. Elemzési módszerek

Az adatelemzéseket a numerikus változók (pl. diverzitási indexek) adatelemzésének meghatározásával kezdtem, melyet a Shapiro–Wilk normalitási tesztek és gamma eloszlási tesztek segítségével végeztem. A lineáris modellekkel végzett adatelemzésekben a kvadrátonként meghatározott diverzitási indexek, a növényi funkció típusok borításai és fajszámok, valamint fiziológiai mutatók függő változókként szerepeltek, míg a három, vizsgált használati tényező (*T*, *I*, *C*) kategóriális magyarázóváltozó volt (1. táblázat). LMER és GLMER típusú kevert modellek AICc és béta R^2 értékei segítségével határoztam meg és hasonlítottam össze a kategóriális magyarázó változók és változókombinációk illeszkedését és predikciós erejét. A használati tényezők közötti szignifikáns eltéréseket, vagy ezek hiányát LMER Tukey post hoc tesztekkel állapítottam meg. A kategóriális magyarázóváltozók (használati tényezők) minden kombinációjában (*T+I*, *T+C*, *I+C*, *T+I+C*) az egyes változók a többitől elkülöníthető varianciái külön-külön összeadásra kerültek. A használati tényezőket interakciós hatásaik szempontjából (pl. *T*I*, *T*C*) nem vizsgáltam.

A minőségi és mennyiségi változók minden típusú összefüggésének esetében a már figyelembe veendő összefüggés $R^2 \geq 0,100$ értékű lett meghatározva a 2017-2018-2019-es évek adatainak elemzésekor: ez az összefüggés a vizsgálataim alapján már relatíve erősebbnek bizonyult és ezen értékhatár volt az, ahol már várhatóak voltak jelentős eltérések, vagy összefüggések két változó között.

A 2015-ös év eredményeinek elemzése esetében azonban a relatíve erős összefüggés már $R^2 \geq 0,250$ értéknek adódott, mivel a 2015-ös év elemzése során jóval több volt az erősebb összefüggések száma is. Mind a két R^2 értékhatár felett több ízben szignifikáns összefüggéseket voltak valószínűsíthetőek, ahogy a post hoc tesztek esetében is jelenős eltérések voltak várhatóak, valamint ezen értékhatárok voltak azok, amelyek felett boxplotok segítségével kiábrázolásra kerültek a post hoc tesztek eredményei.

Két mennyiségi változó (növényi típusok és a diverzitási mutatók) összefüggésvizsgálata esetén minden modellnél négyzetes tagot építettem be, hogy az elemzések során kezeljem a nemlinearitásból fakadó összefüggésproblémákat, a nem lineáris összefüggések pontos leképezése érdekében. Minden kevert modellben fix tényező volt valamely használati tényező (minőségi változó) és növényi típus (mennyiségi változó), illetve fiziognomiális tényező (mennyiségi változó), a vizsgált területek (2015-ben 17 db, 2017-18-19-ben 12 db) viszont minden esetben random tényezőként kerültek beépítésre. Az egy- és többtényezős modellek maximumának illeszkedéskülönbség-vizsgálata során a már jelentősnek számító illeszkedésnövekedés $R^2 \geq 0,100$ értéként került meghatározásra a 2017-2018-2019-es évek esetében.

A 2016-os év faj–area lineáris összefüggésének vizsgálatakor az adott évben felvételezett három fő használati típusú gyepek különböző léptékben ($0,0025 \text{ m}^2 - 100 \text{ m}^2$) felvett kvadrátjai típusonként egyben kerültek elemzésre az adott év mindhárom vizsgált használati típusú gyepe minden adott kvadrátléptékének fajszámátlagára.

A védett fajok adatsorainak elemzésekor is végeztem normál eloszlási teszteket (Shapiro–Wilk teszt). Normál eloszlás esetén egy utas ANOVA-t, a normálistól eltérő esetén Kruskal–Wallis tesztet végeztem, majd Tukey HSD és Kruskal–Dunn-féle post hoc teszteket, hogy megvizsgáljam a használati tényezőkkel összefüggő szignifikáns eltérések meglétét vagy hiányát. A különböző használati tényezőknek a gyepek fajkészletének hasonlóságaira és különbségeire tett hatását az NMDS sokváltozós elemzés és a Jaccard-féle disszimilitási index segítségével vizsgáltam. Az elemzéseket R 3.5.1 programozási környezetben végeztem 'MuMIn', 'goft', 'r2glmm', 'lme4', 'multcomp', 'visreg', 'vegan', 'ggplot2', 'dplyr' programcsomagokkal.

3. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

3.1. Természetvédelmi gyephasználati tényezők hatásai a vizsgálati években

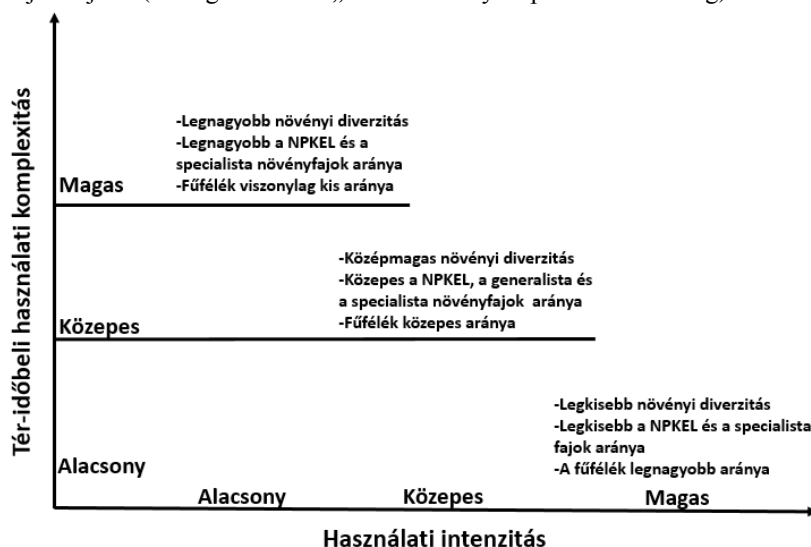
3.1.1. Gyephasználati tényezők összefüggései a diverzitással, a növényi funkciós típusokkal és a gyepfiziognómiai tényezőkkel a 2015-ös évben

A használat típusa nem befolyásolta jelentősen a növényi diverzitást és a NFT-k borítását és fajszámait. A nagyobb használati intenzitásnak jelentősen erősebb, de negatív hatásai voltak főleg a Shannon diverzitásra és a fajszámra; a

fűfélékre pozitív, a generalista és az NPKEL fajokra negatív hatással volt. A nagyobb tér-időbeli használati komplexitásnak volt a legerősebb, pozitív hatása a kompozicionális diverzitásra és a fajszámra, és jelentős hatása volt a generalista fajok borítására és fajszámára, miként a NPKEL, a specialista és a zavarástűrő fajok fajszámaira is.

A Shannon és a Simpson diverzitások esetében az egyszerű, szimplán a tér-időbeli komplexitást magában foglaló modell volt a legjelentősebb magyarázóerejű, azonban a 19 vizsgált függőváltozó közül 5 esetben a legkomplexebb, mindhárom használati tényezőt magában foglaló modell ($T+I+C$) volt a legjobb magyarázóerejű a fajszám, valamint a természetes és ruderális kompetitorok, valamint a védett fajok borítása esetében és a generalisták fajszáma esetében. Az NPKEL csoport fajszáma és a fűfélék borítása esetében is növekedett a magyarázóerő a használati típus, a használati intenzitás és/vagy a használat tér-időbeli komplexitásának kombinált beépítése révén (1. ábra).

1. ábra. A 2015-ös elemzések alapján a növényzetre legerősebb hatással lévő két használati tényező, a tér-időbeli komplexitás és az intenzitás szintjei függvényében tapasztalt, konzervációs tekintetben fontos különbségek. Az NPKEL mozaikszó a nem perjevirágú, két- és egyszikű lágyszárú fajokat jelzi (az angol eredetű „forbs” növénycsoportnak felel meg).



3.1.2. Gyephasználati tényezők fontosabb összefüggései a diverzitással, a növényi funkciós típusokkal és gyepfizionómiai tényezőkkel a 2017-18-19-es években

A 2017-18-19-es években a használati tényezők közül a használat tér-időbeli komplexitása bizonyult leginkább mérvadónak elsősorban a diverzitás, kis mértékben az NPKEL és a perjevirágúak borításának alakulása tekintetében. A magasabb tér-időbeli komplexitás nagyobb gyepdiverzitást eredményezett a 2018-as és 2017-es években.

A használat típusának figyelembevétele fontos volt a 2018-as évben a Shannon és Simpson diverzitás alakulása tekintetében, a legelőkön és kombinált használati típusú területeken szignifikánsan nagyobb diverzitást látunk. A fásszárúak a legelőkön szignifikánsan nagyobb arányban vannak jelen a 2018-as évben, mint a kaszálókon, míg a kombinált típusú területek köztes értéket mutatnak. A csak avarborított felszínek aránya 2018-ban a kombinált használatú területeken szignifikánsan nagyobb volt a legelőkhöz képest, a kaszálók pedig köztes értéket mutatnak. Emellett a 2019-es évben is jelentős hatása volt a használat típusának, mivel a legelőkön szignifikánsan nagyobb növényzeti összborítást tapasztaltunk a kombináltakhoz képest, míg a kaszálók köztes értéket mutatnak.

Az avarborítás esetében kiemelhető a 2017-es év alapján a használati intenzitás általános fontossága, azonban jelentős eltérést már nem tapasztalhatunk a magas és az alacsony intenzitású gyepek értékei között.

A legkomplexebb, háromtényezős modell ($T+I+C$) alapján minden használati tényező figyelembevétele fontos lehet a csak avaros felszínek aránya, a növényzeti összborítás és a gyepmagasság alakulása tekintetében.

A növényi funkcionális típusok és a gyept diverzitás interakciói alapján a perjevirágú fajok borítási aránya a 2017-18-19-es évek alapján 40-50% között eredményezte a legnagyobb gyept diverzitást. Az NPKEL fajok 50% körüli borításához volt köthető a legnagyobb gyept diverzitás, míg a fásszárúak esetében 10-15% közötti borítási aránynál. A csak avaros felszínek körülbelül 25%-os aránya, a csupasz, felnyílt talajfelszínek 5-7%-os, míg a növényzet 70%-os összborítása és 15-20 cm-es gyept magasság esetében volt tapasztalható a legnagyobb gyept diverzitás.

3.2. Védett fajok természetvédelmi kezelési tényezők szerinti megoszlása. A vizsgált függőváltozók hatásai a védett növények relatív gyakoriságaira és tömegességére a 2017-es, 2018-as és 2019-es évek nyarain

Az *Iris spuria* elsősorban a nagyobb tér-időbeli komplexitású és a kisebb használati intenzitású területeket preferálta, míg az *Ophry scolopax* a kaszált, a *Koeleria javorkae* a kaszált és alacsonyabb használati komplexitású területeket részesítette előnyben. A *Schoenus nigricans* ezzel szemben a legelőket preferálta, ahogy a *Centaurea sadleriana* is, amely utóbbi a nagyobb tér-időbeli használati komplexitású területeken is nagyobb arányban volt megtalálható. A további védett fajok többsége csekélyebb, vagy semmilyen összefüggést sem mutatott a különböző gyept használati formákkal, többek között ezen gyepeken jellemző ritkaságuk miatt sem (pl. *Astragalus asper*, *Dianthus superbus*, *Iris sibirica*).

3.3. A hipotetikus összefüggések tesztelése alapján beigazolódott és be nem igazolódott összefüggések

A hipotetikus használati és növényi interakciók összefüggései közül a tér-időbeli használati komplexitás, valamint az NPKEL fajok borítása és/vagy fajszáma több évben is jelentősen pozitív összefüggést mutatott vagy a gyepek fajszámával, vagy a kompozicionális diverzitással (fajok borításarányain alapuló Shannon és Simpson diverzitás). Hasonlóan határozottan pozitív hatással volt a gyeptaxa diverzitására a fásszárúak 5-15%-os jelenléte és a csupasz talajfelszín 2-5%-os jelenléte is (ezen értékek felett hatásuk inkább negatív volt). Ezzel együtt az is látható, hogy több vizsgálati évben is negatív hatással volt a perjevirágú fajok borítása, valamint a gyepi átlagmagasság a növényzet diverzitására. Számos kevésbé határozott, inkább 1-1 évben beigazolódottnak tekinthető összefüggést is tapasztaltam. Mindezekből látható, hogy az összesen 31 db hipotetikus összefüggésből 4 határozottan pozitív volt, 2 határozottan negatív, míg 7 db összefüggés kevésbé határozottan pozitív volt és további 3 db kevésbé határozottan negatív. Így a 31 hipotetikus összefüggés több mint fele (16 db) határozottan, vagy kevésbé határozottan beigazolódottnak tekinthető, míg további 15 nem igazolódottnak tekinthető egyik vizsgálati év alapján sem.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A perjevirágú és az NPKEL növény csoportok megfelelő arányú fenntartása az alacsony használati intenzitás és a nagyobb használati komplexitás révén segítheti a gyepek diverzitásának fenntartását. A nagyobb használati intenzitás jelentősen növelheti (a kisebb intenzitás csökkentheti) a jelentősebb kompetíciós erejű, jórészt klonális fajokat magában foglaló fűfélék arányát (pl. *Chrysopogon gryllus*, *Molinia caerulea*), míg negatívan hat az NPKEL csoport borítására. A perjevirágúak optimális borítása a gyeptdiverzitás maximalizálása szempontjából 50-60%, míg az NPKEL csoporté 40-50% közötti, amelynek elérését elsősorban a kisebb intenzitású és nagyobb tér-időbeli használati komplexitású használattal lehet elősegíteni.

A használat típusai közül a legeltetés a leginkább előnyös a gyeptdiverzitás és az őshonos cserjefajokat (pl. *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*) magában foglaló fásszárúak, és a zavarástűrő fajok borításának alakításában. A vizsgált táj gyepei az erdőssztyepp zóna részét képezik, gyakorta mezofil termőhelyek és eredetüket tekintve az esetek döntő többségében igen idős, ember által jelentősen megnövelt méretű erdőssztyepp erdei és velük mozaikoló láperdei tisztások. Így ebben a régióban a gyepeken található fásszárú vegetáció megfelelő arányú fenntartása lényeges természetvédelmi feladat: a 10-25%-os fásszárú borítás esetén volt tapasztalható a legnagyobb gyeptdiverzitás. A szarvasmarhával történő legeltetés annak szelektív jellege miatt kapcsolatba hozható a cserjés gyeptszakaszok megmaradásával és a gyeptstruktúra változatosabbá tételével.

Azon specialista és védett fajok, melyek a vizsgált gyepek üdebb mikroklímájú és mezofil fáciéseikhez kötődnek, így a *Blackstonia acuminata*, *Koeleria javorkae*, *Ophrys scolopax*, jelentősen nagyobb arányban találhatóak meg a kaszálókon. Az évi egyszeri, nyár közepi, legalább 10-15 cm-es tarlómagassággal végzett, időben és térben váltott helyen meghagyott sávokkal történő kaszálás kiegyensúlyozottan üdebb mikroklímát és árnyékolást is jelenthet a legeltetéshez képest. Így a korábban még jóval nedvesebb Turjánvidék gazdag, üdeséget kedvelő flórájának fenntartása szempontjából helyenként előnyös használati forma lehet az évenként váltott sávok meghagyásával történő kaszálás.

A gyeptfiziognómiai tényezők közül az avaros felszínek 15-30%-os, a növényzet összborítottságának 70%-os, a csupasz talajfelszínek 3-9%-os aránya segítette elő leginkább a diverzitás maximalizálását. Ezen arányok elősegítéséhez és így a gyeptdiverzitás növeléséhez, vagy fenntartásához elsősorban a kombinált és az extenzív legeltetéses használat preferálandó a vizsgált gyepekben. A legeltetéses használat segítheti a fűaváros felszínek mennyiségének csökkentését, a kombinált használat inkább a növelését segítheti és ezen keresztül a gyeptdiverzitás növelését, a kompozicionális viszonyok javítását is. A nagy tér-időbeli komplexitással kivitelezett, extenzív legeltetés konzervációs hatékonysága itt is előnyben részesítendő, mivel ennek híján a növényzet aránylag nagymértékű, homogén, kis rések nélküli tömörödöttsége hosszú távon is

negatívan hathat a gyepdiverzitásra. A kaszálás tekintetében emiatt is inkább a kizárólag az évről évre váltott helyen meghagyott sávos kaszálás, vagy a legeltetéssel történő kombinálás preferálható. Számos korábbi vizsgálat hangsúlyozta a fűavar és az avarosodás negatív hatásait a gyepnövényzet fenntartásával, megőrzésével kapcsolatban, mely a vizsgálataimban csak részben bizonyult igaznak.

A vizsgálati évek eredményei alapján összességében erősen valószínűsíthető, hogy a gyepdiverzitás pozitív alakítása és a természetvédelmi gyepgazdálkodás hatékonysága szempontjából a nagy tér-időbeli használati komplexitás megvalósítása a leglényegesebb. Ez több évben is jelentős, pozitív összefüggést mutatott a gyepdiverzitással és számos konzervációs tekintetben lényeges növényi funkciók típusával, melyek egy részének borítási aránya szintén meghatározó a gyepdiverzitás szempontjából (pl. perjevirágúak, NPKEL fajok). E konzervációs szempontból pozitív állapot elsősorban a térben és időben komplexebb gyephasználat és az extenzív legeltetés révén létrejövő térben és időben változatosabb gyepfiziológiai viszonyok révén valósulhatott meg. Feltételezhető, hogy a nagy tér-időbeli használati komplexitás révén létrejött több időbeli niche által keletkezett, változatosabb növényi reprodukciós lehetőségek révén valósulhatott meg a nagyobb gyepdiverzitás is.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A nagyobb használati komplexitás hosszabb távon (>20 év) jelentősen pozitív hatással volt a növényi diverzitásra, a növényi funkciók típusokra és a gyepek fiziológiájára is.
2. A különböző természetvédelmi gyephasználatok közül azok tér-időbeli komplexitásának és típusának helyes megválasztása nagyobb szereppel bírhat a természetvédelmi célok elérésében, mint a használat intenzitása.
3. Jelentős eltérések adódtak az évek között és éven belül is a tényezőkombinációk hatásainak erőssége tekintetében.
4. Meghatározható, hogy a vizsgált gyepekben a magas tér-időbeli komplexitással végzett legeltetés a legtöbb esetben igen előnyös, azonban az évi egyszeri (nyári) kaszálás egyes területeken önmagában is lényeges a védett fajok megőrzéséhez.
5. A gyepmegőrzési stratégiákban különösen a használat tér-időbeli komplexitása régióként különböző formáinak, módszereinek vizsgálata és alkalmazása szorgalmazandó.

6. AZ ÉRTEKEZÉSHEZ KÖTHETŐ TÉMÁJÚ PUBLIKÁCIÓK

Kun, R., Szépligeti, M., Malatinszky, Á., Virágh, K., Szentirmai, I., & Bartha, S. (2014). Egy inváziós faj, a *Solidago gigantea* Aiton által kolonizált mocsárrétek diverzitása és fajkompozíciós koordináltsága. *Botanikai Közlemények*, 101, 65-78.

Kun, R., Bartha, S., Malatinszky, Á., Molnár, Z., Lengyel, A., & Babai, D. (2019a). “Everyone does it a bit differently!”: Evidence for a positive relationship between micro-scale land-use diversity and plant diversity in hay meadows. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 283, 106556.

Kun, R., Babai, D., Csathó, A. I., Vadász, C., Kálmán, N., Máté, A., & Malatinszky, Á. (2021). Simplicity or complexity? Important aspects of high nature value grassland management in nature conservation. *Biodiversity and Conservation*, 30, 3563-3583.

Molnár, Z., Kelemen, A., Kun, R., Máté, J., Sáfián, L., Provenza, F., ... & Vadász, C. (2020). Knowledge co-production with traditional herders on cattle grazing behaviour for better management of species-rich grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 57, 1677-1687.

Vadász, Cs., Máté, A., Kun, R., & Vadász-Besnyői, V. (2016). Quantifying the diversifying potential of conservation management systems: An evidence-based conceptual model for managing species-rich grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 234, 134–141.