

DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS

KONCZ NÓRA

DEBRECEN

2024.

DEBRECENI EGYETEM
ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:

Dr. Komlósi István D.Sc.

egyetemi tanár
az MTA doktora

Témavezetők:

Dr. Béri Béla C.Sc.

egyetemi docens

Dr. Valkó Orsolya D.Sc.

tudományos tanácsadó

MÉLYFEKVÉSŰ HORTOBÁGYI GYEPEK ÉLŐHELY KEZELÉSE
KÜLÖNBÖZŐ SZARVASMARHA GENOTÍPUSOK
LEGELTETÉSÉVEL

Készítette:

Koncz Nóra

doktorjelölt

Debrecen

2024.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	2
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1. A legeltetés hatása a gyepes és vizes élőhelyek vegetációjára	6
2.2. A legeltetés hatása a nedves élőhelyek talajára	12
2.3. A legelőtavak ökológiája	16
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	19
3.1. A kutatási hely bemutatása	19
3.2. A vizsgált legelők, társulások jellemzése, és a szarvasmarha típusok bemutatása	20
3.3. A kutatáshoz használt meteorológiai adatok	23
3.4. A kutatás során végzett vizsgálatok és azok módszerei	24
3.5. Az eredmények statisztikai értékelése	27
4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE	29
4.1. A legelőhasználat hatása a gyep borítottságára, a növényzet összetételére	29
4.2. A legelőhasználat hatása a biomassza frakciók mennyiségére és a vegetáció magasságára	38
4.3. A legelőhasználat hatása a növényzet táplálóanyagtartalmára	47
4.4. A talajvizsgálatok összehasonlító elemzése	49
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	52
5.1. A legelőhasználat hatása a növényzetre	52
5.2. A talajvizsgálatok	58
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	60
7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK	62
8. ÖSSZEFOGLALÁS	64
9. SUMMARY	68
10. IRODALOMJEGYZÉK	72
11. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN	86
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	89
12. NYILATKOZATOK	90
13. MELLÉKLETEK	91

1. BEVEZETÉS

Hazánkban található 1,1 millió ha gyepterületből megközelítőleg 250 000 ha tartozik természetvédelemi oltalom alá (Ángyán et al., 2003; Kárpáti, 2007). Gyepeink fajgazdagsága kiemelkedő: a védett növényfajok 75%-a, a védett állatfajok közel fele tartozik ezekhez a területekhez (Kárpáti, 2001). A védett területek megfelelő természetvédelmi állapotának fenntartásához és helyreállításához olyan természetvédelmi gyepgazdálkodási módszer kidolgozása szükséges, ahol kiemelkedően fontos a mezőgazdaság és a természet, a biológiai sokféleség megőrzésének szoros kapcsolata, a védelem és a használat, a környezeti érzékenység és termelési potenciál, azaz a mezőgazdaság és a természetvédelem összehangolása. Különösen igaz ez azokon az érzékeny természeti területeken, amelyeken a mezőgazdasági művelés fenntartása a biodiverzitás megőrzésének alapfeltétele.

Az ökológiai kutatások és természetvédelmi gyakorlat egyik fontos kérdése a füves élőhelyek biológiai sokféleségének helyreállítása és megőrzése (Deák et al., 2008; Valkó et al., 2011, 2014, 2016). Természetvédelmi célú a gyepfenntartás, amikor a termelési cél nem a takarmány előállítás, hanem az oltalom alatt álló élőlények élőhelyének biztosítása gyepgazdálkodási módszerekkel (Szemán, 2006). A természetvédelmi szempontból értékes gyepterületek kezelésének egyik lehetősége a haszonállatokkal való legeltetés, amely megoldás lehet a gyepterület fajgazdagságának megőrzésére.

A hagyományos legeltetés világszerte fontos szerepet játszik, a gyepek megőrzését célzó természetvédelmi kezelési programokban (Török et al., 2014). A legeltetés sikeres alkalmazása a környezetvédelmi és biodiverzitási célok elérése érdekében alapos tervezést igényel, és a helyi körülményekhez kell igazítani (Tóth et al., 2018). Ezért van szükség átfogó programokra az extenzív legeltetés területén, kiegészítve ökológiai, botanikai, agronómiai, állattenyésztési kutatási eredményekkel.

A szarvasmarha, a ló vagy a juhok legeltetése általánosan alkalmazott ökológiai gazdálkodási mód, és jelentős mezőgazdasági hasznosítási gyakorlat Európa számos természetes és fél-természetes élőhelyén (Metera et al., 2010; Leiber-Sauheitl et al., 2015; Rupprecht et al., 2016). Továbbá, a legelő állatoknak fontos szerepük van a tápanyagok újraelosztásában a trágya és a vizelet lerakódása révén (Gillet et al., 2010; Ma et al., 2016), a talaj tömörítésében és az erózióban a taposás útján (Eichberg és Donath, 2018), valamint a magok és termések terjesztésében a szőrükön, patájukon vagy trágyájukon keresztül (Couvreur et al., 2005; Freund et al., 2015; Will és Tackenberg, 2008).

Ezen mechanizmusok révén a legelő állatok megváltoztatják az élőhely körülményeit, és mikro-élőhelyeket hoznak létre a növényfajok számára (Deák et al., 2017; Smit és Putman, 2011).

Természetvédelmi szempontból a legeltetés általános hatásain túl meghatározó az állat faja és fajtája. A különböző állatfajoknak eltérőek a legelési szokásai, de e tekintetben sokszor még a fajták között is nagy eltérések mutathatók ki (Pauler et al., 2019). Ennek következtében minden fajnak, illetve fajtának más hatása van a füves területekre. Az egyes fajok és fajták eltérő táplálékválasztása, illetve legelési módja meghatározza a gyeppé fajösszetételét és szerkezetét (pl. minél kevesebb időt tölt el egy faj legeléssel, annál kisebb a taposáskár). A szarvasmarha legelés közben egyenletesen eloszlik a területen, ezért a legelőt egyenletesebben használja, mint a juh. Vannak szétterülve és kevésbé szétterülve legelő fajták. Legelési szokásai miatt a szarvasmarha alkalmasabb a nedvesebb, magasabb fűvű területek legeltetésére és a gyeppé szerkezetének fellazítására. Szelektív táplálkozása következtében mozaikos gyeppé kialakulását eredményezi. A fiatal állatok és egyes élénkebb vérmérsékletű fajták jóval többet mozognak, mint mások, így jóval nagyobb a taposási hatásuk is. A legnyugodtabbak a tejelő tehének (Ángyán et al., 2003). A bivalyok táplálkozási szokásai sokban megegyeznek a szarvasmarháéval, azonban sokkal inkább kedvelik a nedves gyepeket (Napolitano et al., 2007). Szívesen dagonyáznak, gyakran ún. legelőtavakat alakítanak ki. Természetvédelmi szempontból inkább a vizes területek kezelésében célszerű az alkalmazásuk.

A védett területek legeltetésében az őshonos fajtáknak fontos szerepe van. Főleg az alföldi szikes gyepeken terjedt el az őshonos magyar szürke szarvasmarha. Ezek a fajták alkalmazkodtak legjobban a területi adottságokhoz, ellenállóak és nem igényelnek különösebb gondozást, továbbá idegenforgalmi jelentőségük is egyre nagyobb (Gencsi, 2005; Kárpáti et al., 2004). A magyar szürke „kíméletesebb” legelésének köszönhetően, több természetes faj életfeltétele maradhat meg, mely által diverzebb legelőterületek alakulhatnak ki (Szentés et al., 2009a). A természetes körülmények között termelt élelmiszerek iránti igény egyre inkább növekszik, ami maga után vonja a magyar szürke marha gazdasági jelentőségének növekedését. Hizlálásra, vágómarhaként mégis kevésbé alkalmas, mert növekedési erélye közepes, kevésbé mutat jó húsformákat. Nem versenyképes a világfajták termelési mutatóival, de igazi jelentőségét ma az adja, hogy géntartalékot képvisel, húsából speciális termékek, hungarikumok készülnek, továbbá nemzeti parkok, természetvédelmi, vidékfejlesztési programok fontos állata.

Az intenzív fajták közül a charolais kiváló tulajdonságai, gyarapodó képessége, húsminősége miatt a világ legjobb húsmarhafajtáinak az egyike. Nagy testtömegük miatt eleve nagyobb fűigénnyel lépnek fel, ezen kívül igényesebbek is a takarmány minőségére. A természetvédelmi célú gyepkezelésben kisebb szerepet játszanak, annak ellenére, hogy számos olyan tulajdonsággal rendelkeznek (kiváló legelőképesség-, takarmányhasznosítás és a szélsőséges körülményekhez való alkalmazkodás), melyek kedveznek a fenntartható legeltetésnek. Elsősorban száraz területek legeltetésére alkalmasak. Mivel nagy testű fajtákról van szó, ezért jelentős a talajra, növényzetre kifejtett taposásuk, főleg nedves területeken okozhat ez gondot. A fajta típusai extenzív és intenzív viszonyok között is döntő többségben tartalmazzák a fajtát világfajtává emelő minőségi jellemzőket – kiváló hízákonysági-, vágási tulajdonságokkal és kedvező húsformákkal rendelkeznek (Herd Book Charolais, 2004).

Az elmúlt évtizedekben több kísérlet is indult a korábbi hagyományos gazdálkodás visszaállítására, azonban csak néhány olyan tanulmány áll rendelkezésre, amely az extenzív és intenzív fajtáknak a vegetáció összetételére gyakorolt hatását hasonlítja össze (Rook és Tallowin, 2003; Pauler et al., 2019). Szabó et al. (2011) több éves munkája során arra a következtetésre jutott, hogy a magyar szürke szarvasmarha az intenzív fajtákhoz képest kevésbé szelektív legelése valószínűleg több „léket” alakít ki a gyepben, ahová az egyéb, döntően kétszikű növények megtelepedhetnek. Ezzel szemben az intenzív tartástechnológiát igénylő állatok homogénebben legelnek, a fenti fajbetelepülés korlátozottabb, ez mutatkozik meg a kisebb fajszámban, illetve a fajkombinációk számának kisebb értékében is.

A kutatásom egy természetvédelmi, mezőgazdasági vonatkozású téma, amely szorosan kapcsolódik a „Legelőtavak élőhely kezelése a Hortobágyon” című LIFE+ projekt keretében végzett munkához. A program során felszámolták a legelőtavak vízgyűjtő területeit veszélyeztető mesterséges csatornákat, gátakat, valamint jelentősen megemelték a projektterületen a legelő állatok létszámát és természetvédelmi legeltetési rendszert vezettek be. A kutatásunkkal a LIFE+ program ezen a pontján kapcsolódtunk be.

Célkitűzések

Kutatásom fő célja a különböző élőhelytípusokon (nedves szikes legelő, szikes mocsárrét) alacsony és közepes intenzitású legeltetés mellett, hasonló környezeti feltételek esetén annak megállapítása, hogy a magyarszürke szarvasmarhafajtánál jövedelmezőbb, gazdaságosság szempontjából kedvezőbb, intenzívebb húsmarhafajtákkal szintén megvalósítható-e a természetvédelmi célú legeltetés.

A kutatás során az alábbi célokat tűztük ki:

- Két eltérő élőhelytípus (nedves szikes legelő és szikes mocsárrét) hatása közötti különbség meghatározása a gyepék növényzeti jellemzőire különböző genotípusú húsmarhákkal történő legeltetésekor.
- Alacsony és közepes állatlétszámú legeltetés hatásának kimutatása a legelő növényzetének összetételére, sokféleségére, borítottsági értékeire, táplálóanyag-tartalmára és a biomassa mennyiségére (továbbiakban: a növényzeti jellemzőkre).
- Különböző genotípusú húsmarha (magyar szürke és egy vegyes genotípusú intenzív húsmarha) legeltetése közötti különbség meghatározása a gyepék növényzetére.
- Eltérő élőhelyek talajának összehasonlítása fizikai és kémiai tulajdonságuk alapján.

Az így kapott eredményeinkkel hozzájárulhatunk a legelőn tartott különböző intenzitású fajták viselkedése és a növényzet, valamint a talajtulajdonságok alakulása közötti összefüggések elemzéséhez. Továbbá, tudományos adatokat szolgáltatunk a természetvédelmi értékeket még inkább figyelembe vevő technológiák kidolgozásához a gazdálkodók számára.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A legeltetés hatása a gyepek és vizes élőhelyek vegetációjára

Számos kutatási eredmény számolt be a legeltetés pozitív hatásáról, miszerint a legeltetés az egyik legfontosabb tényező a vizes élőhelyek megfelelő állapotának és biológiai sokféleségének fenntartásában (Ruifrok et al., 2014; Schaich et al., 2010; Joyce et al.,).

Az emberi tevékenység következtében világszerte megjelenő idegenhonos fajokkal szembeni védekezés, visszaszorításuk vagy féken tartásuk egyelőre megoldatlan feladat, miközben rendkívüli mértékű gazdasági károkat okoznak. Számos faj közülük komoly közegészségügyi kockázatot jelent, illetve egyes élőhelyeken súlyosan veszélyeztetik a természetes élővilág fennmaradását. Az invazív növények visszaszorításának egyik hatékony eszköze a nagytestű haszonállatokra alapozott komplex tájhasznosítás. Megfelelő legelői nyomással jelentősen lehet csökkenteni az invazív fajok abundanciáját, és növelni az őshonos fajok gazdagságát (Dean et al., 2015; Wasson és Woolfolk, 2011; Marty, 2015).

A vizes élőhelyek élővilágának regenerálódóképessége a szárazabb élőhelyekénél jelentősen gyorsabb. Helyreállításuknak hatékony eszköze a rotációs vagy szezonális legeltetés, amely lehetővé teszi ezen élőhelyek fennmaradását. A folyamatos legeltetés a gyepek növényzetének elszegényedéséhez vezethet, ez a takarmány-erőforrás értékének csökkenését okozhatja. A pihentető fázist magába foglaló legeltetési rendszerek szükségesek a florisztikailag változatos növényállományok fenntartásához, és biztosítják az ösgyepek hosszú távú termelékenységét (Collantes et al., 2013; Mesa et al., 2015).

A felhagyott és degradált nedves gyepek rehabilitálhatóak. A felhalmozódott tápanyagok eltávolításának egyik leghatékonyabb módja a legeltetés. A gyepek tápanyag szintjét csökkenthetjük a talaj felső rétegének eltávolításával, a kaszálással és a növényzet begyűjtésével is (Joyce et al., 2014).

Számos tanulmány említi a legeltetés kedvezőtlen hatásait is vizes élőhelyeken. Ezt többen azzal magyarázzák, hogy ezek az élőhelyek strukturálisan összetettek, és a legeltetés okozta zavarás megváltoztathatja a vegetáció szerkezetét, csökkentheti a biológiai sokféleséget és a növényzet borítottságát és növelheti a csupasz talajfelszín kiterjedését (Epele et al., 2015; Andrew et al., 2014; Sarneel et al., 2014; Wasson és Woolfolk, 2011; Bergamini et al., 2008; Grace et al., 1999.; Jutila, 1999; Holmquist et al., 2013).

Ezek a hatások azonban a legelő állat fajának, fajtájának, valamint a legeltetés módjának és intenzitásának megfelelő megválasztásával kiküszöbölhetőek vagy csökkenthetőek.

Többen is hangsúlyozták, hogy a legelő állatok jelentős mennyiségű növényzetet fogyasztanak és jelentős mértékben tapossák a talajt, ezáltal a gerinctelen állatfajok számára megfelelő mikroélethely-rendszer sérülhet, ami a gerinctelen közösségek szerkezetére és fajösszetételére is hatással lehet (Epele et al., 2015; Imentai et al., 2015.).

A legelő állatok által okozott hatások közül a taposás az egyik legjelentősebb. A taposás során az állat letöri, vagy legalábbis ideiglenesen letapossa a hajtásokat, és ezek a növény töredékek, vagy náduszok ott gyökereznek bele az üledékbe, ahova a taposás során kerültek. Ugyanakkor, a domináns főhajtás eltávolítása ösztönözheti az oldalhajtások növekedését (Brock és Casanova, 1991).

A rendszeres legeltetésnek köszönhetően újra megjelenhetnek a területről eltűntnek hitt növény- és állatfajok. A különböző állatok különböző hatást gyakorolnak a gyepre, hiszen eltérő módon legelnek. A szarvasmarha magasabban legel, a juhok alacsonyabban, így a juh legeltetés a rövid fűvű gyepekre a legalkalmasabb. A növényzet fajösszetételét a legelés intenzitása is befolyásolja (Tóth et al., 2018). Az alacsony vagy közepes intenzitású legeltetéssel megőrizhetőek a fontosabb növényfajok.

Számos szerző foglalkozott a helyes legelési intenzitás megválasztásával. Többen kihangsúlyozták, hogy a legeltetés kedvező természetmegőrző hatása a megfelelően megválasztott intenzitástól függ (van Klink et al., 2015, 2016; Nolte et al., 2013). Nolte et al. (2013) azt is leírták, hogy a mérőszámok, mint az állat/terület egységek, nem közvetlen összehasonlíthatóak a növényevő fajok között, mivel ezek a fajok különböző takarmány-szükségletekkel rendelkeznek, és különböző legeltetési intenzitást eredményeznek. Így a növényevők sűrűségének hatása fajfüggő, ezért a herbivórok sűrűségét és az állatok fajtát körültekintően kell megválasztani a természetvédelmi célú legeltetés során.

Az optimális állatlétszám és legeltetési időszak tervezése során figyelembe kell venni a legelő állattartó képességét, a területen előforduló természeti értékeket és a legelő talajának érzékenységét a legeltetéssel járó taposásra és zavarásra. A legelő állattartó képessége az állatok táplálékszükséglete és a gyeptertermőképessége alapján számolható ki. Abban az esetben, ha az állatok táplálékszükséglete nem haladja meg a legelő termőképességét, akkor gazdasági értelemben nem kell túllegeltetéstől tartani, csupán az egyéb természetvédelmi szempontokra kell tekintettel lenni.

Azonban, ha az állatok igénye nagyobb, mint a legelő állattartó képessége, akkor már gazdasági értelemben sem tartható fenn az adott állatlétszám. Az állatok táplálékigénye fajonként változik, de az állat fajtájától, hasznosítási irányától, korától és ivarától is függ.

Általánosságból elmondható, hogy a túllegeltetés hatására a vegetáció struktúrája könnyen sérülhet, a gyep záródása hiányossá válhat, ezáltal csökken a fajszám, láthatóvá válik a csupasz talajfelszín, ami kedvez a gyomok és bokrok elszaporodásának, és az erózióknak. Bár egyes természetvédelmi szempontból fontos fajok, mint például az ugartyúk (*Burhinus oediconemus*), széki csér (*Glareola pratincola*) kedvezően reagálnak bizonyos mértékű túllegeltetésre, viszont nagy területeken ez nem lehet cél. A gyepek kezelése nem alapozható csak egy-egy faj igényeire, hanem az élőhely egészén kell több faj számára megfelelő feltételeket biztosítani. Ezért a legeltetéssel a mozaikos élőhelyszerkezet kialakítására kell törekedni.

Számos olyan eredmény született, mely a nagy legelői intenzitás hatásával foglalkozott (Tóth et al., 2018; Varga et al., 2021). A nagyszámú legelő állat jelentősen megzavarja a talajokban a természetes folyamatokat: fokozva a párolgást - így növelve a talaj szikesedését - megnöveli a talaj felszínének sótartalmát, ezáltal csökkenti a vegetáció növekedését, befolyásolja a növényi stratégiákat. A mocsári növényzet degradálódik, csökken a biológiai sokféleség. A sokféleség és a legeltetési intenzitás negatív kapcsolatának lehetséges magyarázatai között lehet az állatok trágyázásának hatása is, amely növeli a tápanyagszintet, amely bizonyos fajokat (például nitrofil fajokat) előnyben részesít, és végső soron csökkenti a fajok sokféleségét a kompetitív kizárás által. A biomasza folyamatos eltávolítása és a szarvasmarhák jelentős taposása is hozzájárul a túllegeltetett élőhelyek degradációjához (Meir és Kaplan, 2002; Cauwer et al., 2009; Nolte et al., 2013; Teuber et al., 2013; Andrew et al., 2014; Veenklaas et al., 2015; Varga és Csízi, 2020).

Viszonylag kevés olyan eredmény született, mely a nagy állománysűrűség kedvező hatását bizonyítaná. Jones et al. (2011) részletesen leírják, hogy a megnövekedett állatlétszám kedvez az alacsonyabb növényeknek, és ezzel egyidejűleg, a magas, rizómás fajok gyakorisága csökken. Megállapították, hogy a legeltetés e hatása kifejezettebb mocsáron, mint nedves réten.

Van Klink et al. (2016) arra a következtetésre jutottak, hogy a nagy szarvasmarha állománysűrűség kedvezett a növényfajok gazdagságának, amit a vegetáció magasságának csökkenésével magyaráztak. Ez a kedvező hatás azonban csak a magasabb

növényállománynál volt megfigyelhető, míg az alacsonyabb sós mocsáron nem volt különbség.

Tölgyesi et al. (2015) szerint, a magas legeltetési intenzitás szintén pozitív hatásokat eredményez nedves réteken. Azt is kihangsúlyozták, hogy a sztyeppeken és a nedves réteken nem ajánlott ugyanaz az intenzitású legeltetés. A sztyeppeken az intenzív legeltetést meg kell állítani, ugyanis csökken a területek diverzitása.

Az alullegetetés esetében is különböző vélemények születtek. Általánosságban elmondható, hogy célszerű elkerülni a túl alacsony intenzitású legeltetést, ugyanis ez kedvez a magasabb füvek és a cserjék elszaporodásának, így a megváltozott kompetíciós viszonyok miatt az alacsonyabb növésű növényfajok el is tűnhetnek a területről. A hosszabb időn át tartó alullegetetés vagy a legeltetés felhagyása megnehezíti a megfelelő legeltetési rendszer visszaállítását, mivel a hagyományosan legeltetett állatfaj szempontjából kedvezőtlené válhat a gyepek állapota. Ugyanakkor számos szerző leírta, hogy az alacsony intenzitású legeltetési rendszerek növelhetik a vizes élőhelyek sokféleségét (Ausden et al., 2005; Schaich et al., 2010; Jones et al., 2011; Schrautzer et al., 2016). Ez a kezelési rendszer azonban hosszú távon a biológiai sokféleség csökkenéséhez is vezethet, ugyanis elősegítheti a kevésbé kedvelt kompetitor lágyszárú és fásszárú fajok terjedését. A megfelelő intenzitású legeltetésnek azonban jelentős szerepe van a gyomok visszaszorításában (De Bruijn és Bork, 2006).

Ruifrok et al. (2014) azt vizsgálták, hogy az alacsony intenzitású legeltetés és a topográfiai heterogenitás közötti kölcsönhatás hogyan befolyásolja a növényfajok gazdagságát. Megállapították, hogy az alacsony intenzitású legeltetés növeli leginkább a növényzet fajgazdagságát alacsony topográfiai heterogenitás esetén. Ezek az eredmények rendkívül fontosak a sós mocsarak és más hasonló élőhelyek védelmében.

Máshogyan hatnak a legeltetési intenzitások különböző élőhelyeken: a nagyon alacsony legeltetési intenzitás az alacsonyabban fekvő sós mocsarakban homogén növényzethez vezethet, míg a magasabban fekvő hasonló élőhelyeken a legeltetés növelheti a heterogenitást (Nolte et al., 2014).

Az utóbbi évtizedekben a gyepek diverzitása hazánkban és Európa szerte egyaránt csökkent (Bakker és Berendse, 1999). Ennek a csökkenésnek az okai a gyepek beépítésén, feltörésén és feldarabolódásán túlmenően a megváltozott területkezelésben keresendő (Fischer és Stöcklin, 1997; Penksza et al., 2010). A területek kezelésének felhagyása, illetve a hasznosítás intenzívebbé válása (például műtrágyázás, peszticidek használata,

túllegeltetés) egyaránt vezethet a diverzitás csökkenéséhez (Bischoff et al., 2005; Penksza et al., 2007; Valkó et al., 2011). Ezek a tényezők gyakran a gyepek fitomassza viszonyainak megváltoztatásán keresztül fejtik ki hatásukat (Guo, 2007; Szentés et al., 2009b), ezért ökológiai és természetvédelmi szempontból is elengedhetetlen a fitomassza–fajgazdagság kapcsolatok vizsgálata természetes gyepekben. Kelemen et al. (2013a) hortobágyi szikes és löszgyepeken végzett természetvédelmi kezelésekor hívák fel a figyelmet a fitomassza-fajgazdagság kapcsolat fontosságára, a fitomassza és a fajszám közötti szoros kapcsolatra. Vizsgálatokkal kimutatták, hogy a fitomassza mennyiség kismértékű növekedése, vagy csökkenése jelentősen befolyásolja a gyepek diverzitását, továbbá hogy a biomassza és a diverzitás között unimodális kapcsolat áll fenn, a legmagasabb fajgazdagság köztes biomassza értékeknél jellemző.

A fitomassza értékek elemzésekor pontosabb képet kaphatunk a növények tényleges mennyiségéről, produktivitásáról és a fajdiverzitásról egy adott területen. Megállapítható a holt biomassza mennyisége is, ezáltal következtethetünk a növényfajok csírázási és megtelepedési esélyeire is (Chiarucci et al., 1999; Miglécz et al., 2013).

A rendszeres biomassza eltávolítás nélkülözhetetlen a gyepek fenntartásában (Tälle et al., 2016). Ez történhet kaszálással vagy legeltetéssel egyaránt. Így növelhetjük a fajgazdagságot és elősegíthetjük új fajok betelepülését. A legeltetéssel és kaszálással, illetve ezek kombinálásával vissza tudjuk szorítani a gyomok megtelepedését is. A legelő állatok jelentős hatással vannak a növények növekedésére, és reprodukciós képességére. Általánosságban elmondható, hogy fitomassza veszteséget okoznak, de a legtöbb növény képes ezt a fitomassza veszteséget hatékonyan kompenzálni (Huhta et al., 2003).

Legelők és rétek természetvédelmi és gyepgazdálkodási értéke nagymértékben függ a botanikai összetételüktől, melyet a hasznos, a káros és az egyéb fajok egymáshoz viszonyított aránya határoz meg (Haraszi, 1977). Sala (1988) és Gatti et al. (2007) eredményei azt erősítik meg, hogy a legeltetés a növényzet fajösszetételére és fajszámára kedvezően hat.

A tápanyagtartalom alatt a klasszikus weende-i analízissel meghatározott tulajdonságokat értjük, vagyis a nyershamu, nyersfehérje, nyersrost, nyerszsír és a számított nitrogén-mentes kivonható anyag mennyiségét. Tasi és Barcsák (2000) összefüggést mutattak ki a vizsgált fajok esetében a növénymagasság, a fejlődési fázis, az általános emészthetőség és a takarmányminőség (a nyersrost-, a fehérje tartalom, a fehérje-rost arány és a szerves anyagok emészthetősége) között.

Amíg a nyersfehérje tartalom folyamatosan, addig a nettó- és az életfenntartó-energiatartalom csak május közepéig csökken jelentős mértékben. A csökkenő fehérjetartalmat kompenzálhatja a pillangósok jelenléte, amelyek a második növedékben nagy mennyiségben jelenhetnek meg. A jó emészthetőség a növekedés kezdeti szakaszára jellemző, ekkor a gyepek magassága megegyezik az optimális legelőmagassággal. Az emészthetőség pozitív összefüggésben van a takarmány fehérjetartalmával.

Warner (2004) munkájában összefoglalta az emészthetőség és a táplálóanyagtartalom alakulását és ezek összefüggését a betakarítás idejével. A nyersfehérje tartalomra a következő tényezők hatottak: a betakarítás időpontja, a nyersrost tartalom, a tengerszint feletti magasság, a gyepek faji összetétele, a nettóenergia tartalom és a gyephasznosítás módja. A gyepek összetétele erős befolyást gyakorolt a nyersrost tartalomra, a trágyázás intenzitásának viszont nem volt szignifikáns a hatása. Megvizsgálták a nyersrost- és nyersfehérje-tartalom közötti kölcsönhatást is.

A legelés befolyásolja a gyepek fajösszetételét, a taposás hatással van az aljfű:szálfű arányra, a gyomok elterjedésére és a pillangósok mennyiségére (Nyárai Horvát et al., 2005). Bánszki (1988) szerint „a gyepek növénycsoportjai, valamint a növénycsoportokon belül a fajok és fajták mennyisége és aránya szerint lényegesen változik a gyepek tápanyagtartalma”. A fajok közötti különbségeket okozhatja az adott faj rostosodási hajlama, a levélzet és a szár arányában tapasztalható különbségek (Horn et al., 2006). Továbbá a gyepek között a fehérjetartalomban is jelentős változatosság tapasztalható (Märtinger et al., 1997). A pillangósoknak nagyobb, a pázsitfűeknek mérsékeltebb a fehérjetartalma (Schmidt, 1996).

A takarmányminőség vizsgálatnak az első növedék esetén van nagy jelentősége, mivel a legtöbb fű csak ekkor fejleszt szárat (Steinwider, 2001). Märtinger et al. (1972) munkájuk szerint a friss gyepeknek 18 % szárazanyagot kell tartalmaznia, a szárazanyagban 20-26 % nyersrostot, 16-23 % nyersfehérjét és 55 %-os nettóenergia-koncentrációt írnak elő. A szárazanyag-tartalomról megállapították, hogy az értékük függ az időjárástól és a termőhely nedvesséviszonyaitól, valamint hogy a növények öregedésével nő a szárazanyag-tartalom. A nyersfehérje az egyik legfontosabb minőséget meghatározó paraméter. A gyepek fehérjetartalma nagyban függ a növénymagasságtól, a fejlődési fázistól. Ahogy haladunk a késői fejlődési stádium felé úgy csökken a fehérje-tartalom (Daccord, 2002; Tasi és Barcsák, 2001). Elsődleges értékmérő paraméterek: a rosttartalom, a rostösszetétel (frakciók) és a rost emészthetősége, mert meghatározzák a bendőtartalom áthaladási sebességét, következésképpen hatással vannak az étvágyra,

meghatározzák a többi táplálóanyag emészthetőségét (a sejtfal-hatás révén), végső soron pedig megalapozzák az energiatartalmat. A nyersrost-tartalom az öregedéssel növekvő tendenciát mutat. A rost hosszabb rágásra és kérődzésre készíti az állatot, amivel hozzájárul a nagyobb mennyiségű nyál termeléséhez, ezáltal tompítva a bendőaciditást (Schmidt, 1996). A gyakran hasznosított, fiatal gyeprózszegegyben a ritkán hasznosított, előregedett gyeptakarmánynál. A folyamattal együtt jár a takarmány nettóenergia-tartalmának és emészthetőségének csökkenése. A kérődzőknél nettó energiát használunk az energiaszükséglet és a takarmányok energiaértékének meghatározásához. Az állatok életfenntartó energiaszükséglete magában foglalja az életfenntartó takarmányadag elfogyasztásához, emésztéséhez, táplálóanyagainak felszívásához, valamint az alapanyagcsere folyamatokhoz (szívműködés, légzés, kiválasztás, idegrendszer működése) szükséges energiát (Märten et al., 1997).

2.2. A legeltetés hatása a nedves élőhelyek talajára

A legeltetés vizes élőhelyek állapotára gyakorolt hatása az alábbi folyamatokon keresztül érvényesül: a taposás, a növényi magok terjedése, a vizelet/ürülék lerakódása és a legelés. A trágya lerakódása és bomlása megváltoztathatja a növényi diverzitást, a növényközösségek szerkezetét és fajösszetételét az endozoochor magterjesztés révén (Kohler et al., 2004b; Dai, 2000). Ezek a hatások befolyásolják a vizes élőhelyek ökológiai állapotát, amelyek változásokhoz vezethetnek a víz minőségében, a vízrendszerben, a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaiban, az invazív fajok mennyiségében és a növényzet egészségi állapotában, szerkezetében és összetételében. Ezek a változások általában károsak, de bizonyos körülmények között a legeltetés előnyös is lehet egyes vizes élőhelyek tulajdonságaira, ha megfelelően kezelik őket.

A legelő növényi közösségének összetételét szabályozó fő tényezők a hidrológiai rendszer és a legeltetés, melyek közösen befolyásolják a talaj szerves anyag tartalmát. A legelés során az állatok által elfogyasztott tápanyag nagy mennyisége a trágyával visszajut a talajba, amely fontos N és P forrása a legelőnek (Ma et al., 2016).

A legeltetett állatok az elfogyasztott tápanyagoknak csak kis részét asszimilálják, és ennek következtében jelentős mennyiségű N, P és K ürül a széklettel és a vizelettel (Kirkham, 2006). Becslések szerint a szarvasmarhák által elfogyasztott N 80-90%-a, a P és a K 50%-50% -a ürül. A növénytakaró csökkenése a felszíni és a talajban levő szénraktárak csökkenését jelenti. Ez befolyásolja a talaj organizmusainak életfolyamatait,

a tápanyagok feldolgozását, ami szintén hatással van a növények növekedésére (Kay et al., 2013).

A vizes élőhelyeken a trágyából és a vizeletből a víztestbe jutó tápanyagokat előnyben részesítő versenyképes fajok száma emelkedhet (beleértve az invazív fajokat is), ezáltal csökkenthet a fajok sokfélesége.

A nitrifikációs-denitrifikációs folyamat fontos szempont a vizes élőhelyek nitrogénmérlegében. A denitrifikációval az N 30-40% -a távozhat. Számos tényező (hőmérséklet, pH, szén, aerob és anaerob zónák jelenléte) szabályozza a vizes élőhelyeken a nitrifikációért és a denitrifikációért felelős mikroorganizmusok aktivitását. Kimutatták, hogy a szarvasmarhák általi taposás a talaj tömörítésével és a denitrifikációhoz szükséges anaerob körülmények elősegítésével növelik a denitrifikáció sebességét. A vizes élőhelyeken a szarvasmarhák jelenléte jelentősen növeli a víz tápanyag tartalmát, ugyanis stimulálják a P és N felszabadulását a vízben azáltal, hogy mozgásuk során felkavarják az üledéket (Mesa et al., 2015).

Különböző eredmények születtek a magas tápanyag ellátottság hatásának vizsgálatakor: Bucher et al. (2016) szerint a magas tápanyag-ellátottság a legelőkön nem csökkentette a növényfajok gazdagságát, hanem csak a veszélyeztetett növényfajok gazdagságát. Epele et al. (2015) a legeltetett vizes élőhelyeken az algák és makrofiták összetételének és tömegességének vizsgálatakor azt állapították meg, hogy a vizes élőhelyek tápanyag-gazdagítása a fajok gazdagságának csökkenéséhez és az idegenhonos fajok megnövekedett tömegességéhez vezetett. Andrew et al. (2014) megállapították, hogy a graminoidok teljes diverzitása és sokfélesége csökken a trágya mennyiségének növekedésével.

A rotációs legelési rendszer lehetővé teszi a vizes élőhelyek helyreállítását, minimalizálva a vízi élőhelyeket ért kedvezőtlen hatásokat. Minimálisra csökkentené a tápanyagok vízben való növekedését, megőrizve a vizes élőhelyek ökológiai integritását (Mesa et al., 2015).

A legeltetés intenzitásának hatását a mineralizációra többen is kutatták. Általánosságban elmondható, hogy az intenzíven legeltetett területeken az ásványosodás és a nitrifikáció mértéke kisebb volt, mint az enyhén, vagy a nem legeltetett területeken (Enriquez et al., 2014; Kiehl et al., 2001). Kiehl et al. (2001) kihangsúlyozta, hogy a juh legeltetés a N mineralizáció szezonális mintázatát befolyásolta csak, a nettó N mineralizáció éves mértékét nem. A téli és a kora tavaszi magasabb N mineralizációs ráta kompenzálja a késő tavaszi és a kora nyári alacsonyabb rátát. Ez azt jelenti, hogy a növény

növekedése tavasszal korábban kezdődhet, és a növényi növekedéshez szükséges nitrogén elérhetősége fokozottabban érvényesül az erősen legeltetett területeken, ami kedvező hatást gyakorolhat a takarmányminőségre.

Luan et al. (2014) szintén a legeltetés intenzitását vizsgálták és megállapították, hogy a legeltetés szüneteltetése (5 éves kihagyás) nem okozott jelentős változásokat a talaj felső rétegének C és N tartalmában mocsarakban és nedves réteken.

Általánosságban elmondható, hogy a legeltetett mocsaras területek magasabb ammónium mineralizációs rátával rendelkeznek a nitráthoz viszonyítva. Általában a NO_3^- oxidációja oxidált körülmények között a növényi asszimilációnak vagy a kimosódásnak tudható be (Enriquez et al., 2014).

Wheeler et al., (2002) munkájuk során megállapították, hogy a talaj tömörödése visszafordítható változás, a legeltetés felhagyása után a természetes folyamatok, mint a talajnedvesség állapota és a pihentetési időszak alatt lejátszódó egyéb folyamatok visszaállítják a talaj eredeti fizikai állapotát.

A vizes élőhelyeken az állatállomány tömöríti a talajt, csökkentve a talajban lévő pórusok méretét és számát. Ezeket a változásokat általában a talaj térfogatsűrűségének (a talaj grammja térfogategységben) növekedésében vagy a talaj porozitásának csökkenésében mérik. A telített vagy közeli telítettségű talajok mechanikai szilárdsága alacsony, fizikai sérüléseknek vannak kitéve (Evans, 1997).

A taposás növelheti a heterogenitást, mivel a tömörítéssel számos *finom vízrendszer* alakul ki, amelyek lehetővé tehetik a különböző vízigényű növényfajok együttélését. Ugyanakkor, ismételt taposással a tömörödöttség mélysége növekszik, a víz beszivárgása, valamint a levegő behatolása csökken, amely akadályozhatja a növények betelepülését (Greenwood és McKenzie, 2001).

Általánosságban elmondható, hogy az állatállomány negatív hatást gyakorol a talaj szerkezetére, azonban számos olyan változót azonosítottak, amelyek módosíthatják a talaj tömörödésének nagyságát és tartósságát. A tömörödés a talaj nedvességével növekszik, és akkor a legnagyobb, ha a legfelső talajréteg a nedvesebb. A talaj tömörülésre való érzékenysége növekszik az agyagtartalom növekedésével (Greenwood és McKenzie, 2001). Továbbá, a szerves anyagok nagy üregeket hoznak létre, amelyek javítják a víz és a levegő beszivárgását. A talaj tömörülésének fennmaradását számos természetes folyamat befolyásolja, amelyek segítenek a talaj szerkezetének helyreállításában:

nedvesítési és szárítási ciklusok, fagyasztási és felolvasztási ciklusok, és a gyökerek jelenléte (Whalley et al., 1995).

A talajszilárdság a talaj deformálódásához (töréséhez vagy megcsúszásához) szükséges erő mértékére utal. Van egy felső és alsó talajszilárdsági küszöb, amely optimális a növények számára. Az alacsony talajerősségű talajok túl instabilak ahhoz, hogy a növények biztonságosan rögzüljenek. Abban az esetben, ha nagyobb a talaj szilárdsága a gyökér behatolása korlátozott, a növények sekélyebben gyökereznek, ezért a legeltetés során kiszolgáltatottabbak. A sekélyen gyökerező növények korlátozottabb hozzáférést kapnak a vízhez és a tápanyagokhoz, csökkentve a növekedést és a szárítási toleranciát (Masle és Passioura, 1987), továbbá a magvak csírázása is gátolt (Bacon et al., 1994).

Számos szerző arra a következtetésre jutott, hogy a növényevők, különösen a nagytestű húsmarhák jelentős taposó és tömörítő hatást fejtenek ki a talajra, továbbá felületi durva földfelszín hoznak létre, és ezáltal növelik a növényzet nyitottságát, ezáltal megváltoztatják a növény- és talajfauna közösségek összetételét (Booth et al., 2014; Laurila et al., 2015; van Klink et al., 2015;). Van Klink et al. (2016) megállapították, hogy az egyes állatfajok taposásának hatása interakcióban van a táplálkozásukkal és legelői viselkedésükkel. Nagyobb például a taposási kár a lóval való legeltetés során, mint a szarvasmarha legeltetéssel – magas állománysűrűség mellett – a lovak nagyobb mozgékonyasága miatt. Ellenben alacsony állománysűrűség mellett jelentősebb a szarvasmarhák taposási kára, mert szelektívebben legelnek.

Schrama et al. (2012) eredményei azt mutatják, hogy a nagy növényevők a talaj tömörítésével csökkentik a nitrogén mineralizációját és károsítják a talajfaunát agyagos talajon. Megállapították, hogy a legeltetés (tömörítés) hatására megnövekedett talajnedvesség miatt jelentkező denitrifikáció szintén szerepet játszhat a szerves nitrogén veszteségében. Liu et al. (2014) hasonló eredményeket kaptak ártéri vizes élőhelyeken Kínában, ahol a taposás egy felső tömörített réteget képzett a talajban, és hatására csökkent a N és P koncentráció.

A taposás jelentős szerepet játszik a tőzegtáblák CO₂-kibocsátásában. Az eredmények azt mutatták, hogy a fotoszintézis és a széndioxid-kibocsátás szignifikánsan csökkent a taposás miatt. A taposás megszűnése (már három hónappal a felhagyás után) a talaj légcseréjének jelentős növekedését eredményezte (Clay et al., 2012).

Az egységnyi felületre jutó nagyobb súly hatása a talaj tömörödésénél is kifejezésre jut és ez részben a talajnedvességi állapot függvénye.

Climo és Richardson (1984) szerint esős időszakban a felszín közelében a többszöri taposás az eredeti talajszerkezet elvesztését vonhatja maga után. Ferencz (1997) vizsgálatai szerint a képlékenységi határnál magasabb nedvességtartalom esetén a legeltetés károsítja a talajt.

A talajtömörödés akkor a legnagyobb, amikor a talaj víztartalma a természetes vízkapacitás 20-30%-a (CAST, 2002). Czeglédi et al. (2002) is megállapították, hogy a marha a puha talajú legelőt zsombékossá teszi, valamint azt, hogy ha az állat az előtte járó csapásába lép bele, a nedves talajfelszínen egyenetlenségek alakulnak ki.

Murphy et al. (1995) megfigyelték, hogy a szarvasmarha, szarvasmarha és juh, illetve juh két éves szakaszos legeltetéssel történő gyephasznosítása után a penetrációs ellenállás 20 cm-es mélységig mutatott szignifikáns különbségeket a különböző fajokkal legeltetett területeken. Seithleko et al. (1993) az A szintben mérték a legnagyobb tömörödést, amikor 4 számosállat/ha állatsűrűséggel legeltettek szarvasmarhával.

2.3. A legelőtavak ökológiája

A vizes élőhelyek (wetlands) olyan vízhatás alatt álló területet jelentenek (pl. folyóártér, mocsár, láp, fertő, sekély kistavak), ahol középvízállás esetén az átlagos felületarányos vízmélység kisebb, mint 2 méter. A *legelőtó* egy olyan speciális vizes élőhely, amely nyílt vízzel rendelkező, szolonyec típusú szikes legeltetett mocsarak, mocsárrétek és kiterjedt rétek általános gyűjtőneve. Nem ökológiai, hanem tájhasználati fogalom (Balla és Ecsedi, 2017).

Korábban a természetes vízjárás időszakában, a legelőtavak vízének lebegőanyag tartalma magasabb lehetett, mivel vízének jelentős része árvíz formájában érkezett. Jelenleg ezek az árasztások nem vesznek részt a legelőtavak vízpótlásában. A szikes és a sós tavak elkülönítésére alkalmas paraméterek még a vizek tényleges sótartalmi és a pH-értékei. Hortobágyon végzett kutatások alapján a legelőtavak átlagos sótartalma 0,82 g/l. A pH-értékek sok tényezőtől függnak, és széles tartományban mozognak, de a szikes tavak átlag pH-értékétől egy egységgel kisebbnek bizonyultak (Ecsedi et al., 2020).

A legelőtavak előkezelésére abban az esetben van szükség, ha a területen évekig nem történt legeltetés, vagy akkor, ha az élőhely nagy kiterjedésű, és nem kívánatos növényzettel, mint például náddal, gyékénnyel, esetleg fás vegetációval sűrűn benőtt, amely megnehezíti az állatok hozzáférését a területhez. A legelőtavak előkezeléseként a nyílt vízfelületek kialakítása céljából a nem kívánatos mértékű mocsári növényzet záródását akadályozzuk meg, ezzel meggyorsítva a kezelést, azaz a legeltetés

hatékonyságát. Élőhely előkezelésére használható lenne a mangalica legelőn való tartása, vagy a területkezelés egyik legősibb ugyanakkor legvitatottabb módja az irányított égetés.

Hazánkban az 1996. évi LIII. törvény (a természet védelméről) alapján a gyep, valamint a nád és más vízi növényzet égetéséhez a természetvédelmi hatóság engedélye szükséges (Deák et al., 2012). A mangalicával történő előkezeléssel gyors eredményeket lehetne elérni elsősorban a zsióka és a gyékény fajok esetében, viszont a törvényi tiltás miatt ezeken a területeken nem alkalmazhatóak (269/2007. Kormányrendelet a Natura 2000 gyepterületek fenntartásának földhasználati szabályairól). Ennél sokkal elfogadottabb a szárazzás, valamint a kevésbé benőtt területeken a kaszálás, pedig ezek sokkal károsabbak és drágábbak az említett kezelési módoknál. A szárazzásnál és a kaszálásnál figyelembe kell venni a talajviszonyokat, elvégzésükre a száraz és fagyos periódusok a legalkalmasabbak.

Ahhoz, hogy a legelőtavak nyílt vízzel és parti zónával rendelkező élőhelyként hosszú távon fent tudjanak maradni, szükséges a különböző természetvédelmi kezelések alkalmazása. A hortobágyi vizes élőhelyek kezelését kaszálással és legeltetéssel lehet megoldani. A kaszálás nem ajánlott, mert a biodiverzitás csökkenésével járhat ebben az élőhelytípusban. A Hortobágyi Nemzeti Park sajátos mozaikos szerkezetét a külterjes legeltetés nélkül nem lehet fenntartani, különösen igaz ez a vizes élőhelyek és a legelőtavak esetében (Ecsedi, 2004). A szikes gyepék fajösszetételi különbségére, fajgazdagságára a legelő állat faja és fajtája nagyobb hatást gyakorol, mint a legelési intenzitás. A jelentős különbségek csak magas legelési intenzitás (4ÁE/ha) mellett jelentkeznek (Tóth et al., 2018).

Ecsedi (2004) szerint Hortobágyon javasolt a gyepék 25%-át kezelésmentesen hagyni vagy alacsony intenzitással legeltetni. 45%-án 0,5-1,0 ÁE/ha a javasolt, a fennmaradó 30%-on elsősorban sziki kopárokon és a legelőtavak területén intenzív, magas szintű legeltetést célszerű megvalósítani, 1-1,5 ÁE/ha állatsűrűséggel.

A rétek és vizes élőhelyek kezelésére a szarvasmarhák kiválóan alkalmasak. Egyrészt a legelésükkel, másrészt a taposásukkal mozaikos élőhelyet hoznak létre. A legeltetési szezon elején az állat szívesen fogyasztja a zsenge nádat, ezzel nyílt foltokat kialakítva itatásra alkalmassá teszik a területet. A legelőtavak élőhelykezelésére a legalkalmasabb fajta a tájhoz adaptálódott magyar szürke szarvasmarha. Az állatok szétterülve a legelőn a zsombékos területeket viszonylag egyenletesen legelik, kevésbé sértve a gyökérzetet. Élőhelykezelési célokra, nádasok kezelésére megfelelő lehet még a magyar tarka, valamint az angus is. Speciális helyet foglal el a fajták sorában a Heck marha, amelynek

természetvédelmi hasznosítása jelenleg még kihasználatlan. A hereford, a charolais a limousine és akár a holstein-fríz marhák alkalmazhatók természetvédelmi célú legeltetésre, de leginkább előkezelési eszközként (Ecsedi, 2004.)

Egyre hatékonyabban és széles körben használják a házi bivalyt a legelőtavak kezeléséhez. Hatásukra évtizedes nádasok nyílhatnak meg, tűnhetnek el.

Ecsedi (2004) szerint a legeredményesebb a természetvédelmi céllal vegyesen tartott háziállatokkal történő legeltetés. Az egyes állatfajták különböző legelési stratégiájából adódóan a mozaikos, változatos területek adaptívan kezelhetőek. A magyar szürke és a racka közös tartása javasolt. Ugyanakkor a juhoknál figyelembe kell venni, hogy nem kedvelik az alacsonyan fekvő, vizes gyepeket, ezért azok közvetlen kezelésére nem alkalmasak, viszont a vakszikes foltokkal szabdalt sekély termőrétegű területeken, így a legelőtavak partjainak, padkás területeinek kezelésére alkalmazhatók (Ecsedi, 2004). A legeltetés felhagyásával a legelőt visszaalakulhat valamelyik természetes vizes élőhely típusá, például szikes mocsárrétté (Ecsedi et al., 2020).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kutatási hely bemutatása

A kutatást a Hortobágyi Nemzeti Park területén végeztük el. A Hortobágy Magyarország legnagyobb összefüggő síkságának, az Alföldnek egy kistája, a Közép-Tiszavidék része. Éghajlata szubkontinentális erdőssztyepp klíma. A térségben az átlagos évi középhőmérséklet $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, az évi átlagos csapadékmennyiség 550 mm . A vegetációs időszak (április-szeptember) csapadék mennyisége alig 300 mm , hőösszege $3200\text{ }^{\circ}\text{C}$. A terület évi középhőmérséklete 10°C . Sok év átlagában a szélcsendes napok száma 10. Hazánk legszárazabb területei közé tartozik. A levegő relatív nedvesség tartalma nyáron 50% alatti, éves átlaga 70% . A csapadékos napok száma évente 120 (Lukács et al., 2015).

A Hortobágy talajképző kőzetei az alföldi löszszerű képződmények, amelyekben általános az öntés agyag előfordulása. Az alapkőzet változatossága és a vízháztartás sajátosságai következtében a területre jellemző szolonyec szikes talaj különböző típusai alakultak ki. A talaj mozaikos felépítését a növényzet is követi. A jobb vízgazdálkodású, mélyebben fekvő területek talajai a szolonyeces réti talajok, valamint a réti szolonyecek. Mindkét vizsgálati területen a talajtípusunk: réti szolonyec. A réti szolonyec talajok közepes és kérges altípusokhoz sorolhatók. A kérges szolonyecek esetében az A szint teljesen hiányozhat, gyakran a B szint, mely rögös oszlopos a felszínen mutatkozik. A kísérleti területeink talajai a közepes réti szolonyec altípushoz tartoznak, ahol a talaj $0-1\text{ cm}$ -es rétege szürke, porszerű volt, amely élesen elvált az alatta következő B_1 szinttől, ami fekete színű, rögös oszlopos szerkezetet mutatott.

A XX. század elejétől kezdve a Hortobágyot több, természetvédelmileg kedvezőtlen, főként emberi hatás érte. Ebben az időben kezdődtek meg az Alföld lecsapolását és fásítását célzó programok, a halastavak kialakítása, csatornázási programok és a legelő állatlétszám csökkenése (Deák et al., 2015; Valkó et al., 2015). Mindezek a tényezők a természetes szikes laposok, időszakos vízállások, ún. legelőtavak ökológiai állapotát rontották. A nyílt vízzel tarkított, kiterjedt réti zónával rendelkező, rendszeresen legeltetett, mozaikos területek lassan elmocsarasodtak, dominánssá vált a homogén nádas-gyékényes, fajszegény társulás. A Hortobágy egyedülálló tájképi értékeit, a legelőtavakat sújtó veszélyeztető tényezők felszámolására, a kedvezőtlen ökológiai változások megállítására és visszafordítására indult el 2014-ben a „Legelőtavak élőhely kezelése a Hortobágyon” című LIFE+ projekt (LIFE11 NAT/HU/000924, www.legelotavak.hu).

A program során felszámolták a legelőtavak vízgyűjtő területeit veszélyeztető mesterséges csatornákat, gátakat, valamint több mesterséges fásítást. Jelentősen megemelték a projektterületen a legelő állatok létszámát és természetvédelmi legeltetési rendszert vezettek be. A legelőtavak helyreállítása során a fő cél a kompetítor növényfajok lokális visszaszorítása, más fajok élőhelyének megteremtése, az elnádásodott sziki mocsári élőhelyek nyílt szikes vízállásokká való alakítása legeltetéssel.

3.2. A vizsgált legelők, társulások jellemzése, és a szarvasmarha típusok bemutatása

A vizsgálatainkhoz két, egymáshoz talajtani, növényzeti, valamint mikrodomborzati viszonyokat tekintve hasonló területet választottunk ki, amelyek egymástól 20 km-re helyezkedtek el: Mátá pusztához tartozó Pap-ere (1. kép) és Faluvéghalma községhatáránál található Zám-pusztá (2. kép).



1. kép: **Pap-ere** (Forrás: Google Earth)



2. kép: **Zám-pusztá** (Forrás: Google Earth)

Pap-ere

A Hortobágy egyik legmélyebb pontja. A Hortobágy folyásából (főleg az áradások miatt kiszakadt Pap-ere és a belőle további kiszakadó kisebb erek juttatták el az árasztó vizet a mélyedésekbe évente (Ecsedi et al., 2020.). Pap-ere egy ősi folyómedret követve a Hosszú-fenéktől keletre található, enyhén délre lejtő területrészt, padkásodó szikesekkel. A délnyugati területein az egykori rizsföldek kialakítását követő károsító hatások helyenként még ma is érezhetők. A természetes vízmozgásait a Kungyörgyi-halastó lecsapoló csatornája a Tonnás-csatorna megléte akadályozta, amely a területet nyugatkeleti irányban szelte ketté. A legnagyobb természeti kárt okozó Tonnás-csatorna 2019-ben került megszüntetésre. Ezáltal lehetővé vált a természetes laposok vízgyűjtő területeinek összekapcsolása, valamint a szabad felszíni és felszín alatti vízmozgások.

Zám-pusztta

Zám-pusztta a Hortobágy déli pusztáinak egyik legfontosabb képviselője, számos kiterjedt lapossal, legelőtővel, amelyeket korábban a Sáros-ér és az Árkus által szállított csapadékvíz árasztott el. A felesleges víz a fokokon keresztül visszafolyt az erekbe, és csak a laposok legmélyebb szakaszain maradtak meg tartósabban (Ecsedi et al., 2020). Zámon korábban csak néhány helyen volt erőteljes legeltetés, taposás, jellemzőbb volt a felhalmozódó avasodó nád és gyékényavar. A nádas - gyékényes állományok fajszegények voltak.

A legeltetett területeink egy ősi mozaikos élőhelykomplexumban helyezkednek el, ahol a társulásokat nedvesség gradiens mentén választottuk ki, melyek a következők voltak: szikes mocsárrétek (*Bolboschoenetum maritimi*) (3. kép) és nedves szikes legelők (*Beckmannion eruciformis*) (4. kép) (Deák et al., 2014a, b).



3. kép: szikes mocsárrét (Saját felvétel)



4. kép: nedves szikes legelő (Saját felvétel)

Szikes mocsárrét

A szikes mocsárrétek a mélyebben fekvő területeken fordulnak elő, így hosszabb ideig vannak víz alatt, mint a nedves szikes legelők, emiatt növényzetük üdébb (Deák et al., 2014c). Jellemző fajok a zsióka (*Bolboschoenus maritimus*), a mocsári és egypelyvás csetkása (*Eleocharis palustris* és *E. uniglumis*), a fehér tippán (*Agrostis stolonifera*), bókoló sás (*Carex melanostachya*) és indás pimpó (*Potentilla reptans*).

Nedves szikes legelő

A nedves szikes legelők a szintén üde, de kissé magasabb fekvésű területeken fordulnak elő. Nyáron teljesen kiszáradnak, a talajfelszín poligonálisan megrepedezik. Nagy nyári záporok után néhány hétig újra vízborítottá válhatnak. A nedves szikes

legelők állományainak egy része másodlagos, mert az egykori mocsarak helyén alakultak ki a vízrendezések után. A vízmennyiség csökkenésével, a zónák lejjebb helyeződtek, a gyakori fajszegénységüknek részben ez lehet az oka (Bölöni et al., 2011). Jellemző fajaik a réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*), a fehér tippán (*Agrostis stolonifera*), a hernyópázsit (*Beckmannia eruciformis*), a szárazabb részeken a korai és keskenylevelű sás (*Carex praecox* és *C. stenophylla*) és a veresnadrág csenkesz (*Festuca pseudovina*) (Deák et al., 2014b).

A mintaterületeinken két különböző genotípusú húsmarhafajta legelt: Pap-erén az őshonos extenzív magyar szürke (5. kép), Zámon az intenzív, vegyes genotípusú húsmarha (6. kép).



5. kép: magyar szürke (Saját felvétel)



6. kép: vegyes genotípusú intenzív húsmarha (Saját felvétel)

Magyar szürke szarvasmarha

A magyar szürkével legeltetett 1200 ha-os mintaterületünk Hortobágy északi részéhez, Máta-pusztához tartozó *Pap-erén* helyezkedik el. Ezt a területet 2015-től egy 540 tehénből és szaporulatából (480 borjú) álló magyar szürke gulya legelte. A tehenek átlagos élőtömege 550-600 kilogramm.

Vegyes genotípusú intenzív húsmarha

A vegyes genotípusú intenzív húsmarhával legeltetett területünk Hortobágy déli részén, Faluvéghalma községhatáránál, *Zámon* található. Ezt az 1100 ha-os területet 2015-től egy 550 tehénből és szaporulatából (500 borjú) álló intenzív keresztezett

(charolais keresztezett hereford és limousine F1-es állomány) húsmarha gulya legelte. A tehének átlagos élőtömege 700-750 kilogramm.

A dolgozatban több helyen használom az intenzív húsmarha és az extenzív húsmarha kifejezéseket. Az extenzív és az intenzív jelzők esetünkben nem a tartástechnológiára, hanem a szarvasmarha genotípusára utalnak. A fajtára való megjelölést értjük ezalatt.

A legeltetés intenzitása

A kiválasztott területek legeltetési intenzitása a vizsgálatot megelőzően alacsonyabb volt, mint a kezelés évétől, 2015-től. Az 1990-es évektől 2014-ig mindkét területen 0,25-0,35 ÁE/ha intenzitással legeltettek, Zám-pusztán vegyes genotípusú húsmarhával, Pap-erén magyar szürkével. Mindkét kísérleti területen a „Legelőtavak élőhely kezelése a Hortobágyon” című LIFE+ projektben előírtak szerint megemelték az állatlétszámot és 2015-ben már a 0,61 ÁE/HA (Pap ere) illetve a 0,68 ÁE/HA (Zám pusztá) legeltetési intenzitással legeltettek, amitől a gazdák a projekt ideje alatt csak minimálisan térhettek el (1. táblázat). A legeltetés intenzitását a legeltetett terület nagyságából és a legeltetett állatok számosállat értékéből határoztuk meg. Az állatok takarmánya kizárólag a legelőfü volt. A legeltetési szezon kora tavasztól a késő őszi behajtásig tartott. Mind a két gulya napkeltétől napnyugtáig legelt, a delet és az éjszakát a nyári szálláshelyükön töltötték.

1. táblázat

A két vizsgált terület állatterhelése

Évek	Vegyes genotípusú húsmarha (Zám-pusztá)			Magyar szürke szarvasmarha (Pap-ere)		
	tehén	szaporulat	legeltetési intenzitás	tehén	szaporulat	legeltetési intenzitás
	(db)	(db)	ÁE/ha	(db)	(db)	ÁE/ha
2015	550	500	0,68	540	480	0,61
2016	554	502	0,69	546	484	0,62
2017	556	505	0,69	545	484	0,62

3.3. A kutatáshoz használt meteorológiai adatok

A meteorológiai adatokat a DE AKIT DTTI Agrometeorológiai és Agroökológiai Monitoring Központ szolgáltatta. A táblázatok havi bontásban ismertetik a csapadékmennyiséget (1. melléklet), az átlaghőmérsékletet (2. melléklet), a két legfontosabb éghajlati tényező viszonyát kifejező klíma-indexet (Vinczeffy, 1993) (3. melléklet) és a relatív páratartalmat (4. melléklet).

3.4. A kutatás során végzett vizsgálatok és azok módszerei

Cönológiai és természetvédelmi vizsgálatok

Vizsgálatainkat 2015, 2016 és 2017 májusában végeztük el. Pap-erén és Zám pusztán növénytársulásonként (szikes mocsárrét: *Bolboschoenetum maritimi* és nedves szikes legelő: *Beckmannion eruciformis*) három-három db 8×8 méteres minta területet jelöltünk ki, ahol a legeltetés hatásának nyomon követésére cönológiai felvételeket készítettünk. A gyepek feltérképezéséhez a Balázs-féle kvadrát módszert (Balázs, 1960) alkalmaztuk, ennek során a 8×8 méteres területeket 5 db 2×2 méteres (állandó jelölésű) kvadrátokra osztva, az azokban megtalálható növényfajokat és borítottságukat feljegyeztük. Így a 12 helyszínen (mintaterületen) összesen 60 kvadrátot elemeztünk.

A fajok nevezéktana Király (2009) munkáját követi. A növényfajokat számos szempont szerint csoportosítottuk (5. melléklet). A gyomokat feltételes és feltétlen kategóriákba való besorolásához, valamint a pázsitfűvek aljfűvekre és szálfűvekre való csoportosításához Barcsák et al. (1978) munkáit vettük alapul. A gyomok kategorizálása a növényfaj tápértéke, ízletessége és mérgezősége alapján történik. Az abszolút (feltétlen) gyomnövények károsak az állatokra (pl. tüskés vagy mérgező fajok), míg a feltételes gyomok csak akkor rontják a takarmány minőségét, ha nagy mennyiségben vannak jelen. A feltétlen gyomok közé a szúrós (pl. *Cirsium vulgare*, *Carduus acanthoides*) és mérgező gyomokat (pl. *Ranunculus repens*, *Artemisia santonicum*), a feltételes gyomok közé pedig a leveles-kórós gyomokat (pl. *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*) és a gyomszerű pázsitfűveket (pl. *Carex praecox*, *Bromus arvensis*) soroltuk.

Kiszámoltuk a savanyú fűfélék és a pillangósok borítását is, mivel ezek a csoportok fontosak a takarmányminőség értékeléséhez. A csoportosításunk célja a gyeppalkotó növényfajok természetvédelmi és takarmányozási értékének többszemponútú elemzése volt, így például az *Ononis spinosa* egyaránt beletartozott a pillangós virágúak és a feltétlen gyomok csoportjába is. A savanyúfűvek a hazai növénytársulásokban igen jelentős szerepet töltenek be és a vizsgált élőhelytípusokon vannak fontos képviselői ennek a csoportnak. Nincs, vagy alig van takarmányértékük (magas rost- és kovásvartartalmúak), viszont jelentőségük abban rejlik, hogy fiatal korban nagy fehérjetartalmuk miatt jó szükségtakarmányként tartják számon őket.

Az egyes területek vegetációjának relatív természetességének kifejezésére a Borhidi (1995) féle szociális magatartás típusokat (SzMT) vettük alapul. Mindegyik terület esetében a súlyozott átlag SzMT értékszámot fejeztük ki.

A rendszer a növényfajokat *ordinális* skálán osztályozza, az alacsonytól (pl. az adventív fajok -3-as pontszámot kapnak) a magas természetességi értékig (pl. az élőhely-specialista fajok +6-os pontszámot kapnak). A növényfajok jellemzői közül a természetvédelmi érték kategóriákat Simon (2000) szerint soroltuk be. Minden kvadrátra kiszámítottuk az előforduló növényfajok borítással súlyozott WB (Borhidi-féle nedvességigény) értékét. Elkészítettük a 'sziki fajok' listáját is, amelyek a Festuco-Puccinellietea és Bolboschoeno-Phragmitetea társulásosztályok jellemző fajai (Borhidi, 1995).

Gyepgazdálkodási vizsgálatok

A cönológia felvételekkel párhuzamosan (2015-2017) mindkét területünkön növénytársulásonként produkció vizsgálatokat is végeztünk. A biomassa produkció meghatározását átlagos növénymagasság mérésével, és a növényzet nyírásával végeztük a 8 méter × 8 méteres kvadrátokban. A növényzet magasságát minden kvadrátban random módon 5 ponton jegyeztük fel. A nyíráspróba alkalmával, a 8 méter × 8 méteres mintaterületeink pufferezónájában 20 darab, 20×20 cm-es mintanégyszetben lenyírtuk, majd begyűjtöttük a teljes föld feletti növényi biomasszát és az elhalt növényi részeket, az avart. Így összesen a három év alatt 680 db (2015-ben 240 db, 2016-ban 200 db, 2017-ben 240 db) mintát gyűjtöttünk. A növényzeti anyagot napon tömegállandóságig (két hétig) szárítottuk. A vágásmintákban az avartól elkülönített élő biomasszát fajonként szétválogattuk, majd ezt követően a minták tömegét táramérlegen 0,01 g-os pontossággal lemértük.

A növényfajokat a válogatást követően számos szempont szerint csoportosítottuk. A teljes fitomasszát két fő frakcióra osztottuk: az élő fitomasszára és az avarra. Az élő fitomasszát tovább válogattuk egyszikűekre és kétszikűekre. Az egyszikűeken és a kétszikűeken belül gyepgazdálkodási és takarmányozási szempontból további kategóriákat alakítottunk ki. Egyszikűek: édes fűvek (aljfűvek/szálfűvek) és savanyú fűvek, kétszikűek: pillangósok, feltételes és feltétlen gyomok. A gyomok feltételes és feltétlen kategóriákba való besorolását, valamint a pázsitfűvek csoportosítását aljfűvekre és szálfűvekre Barcsák et al. (1978) munkáit alapul véve végeztük el (5. melléklet). A fajok nevezéktana Király (2009) munkáját követi.

Takarmányvizsgálatok

Vizsgálatainkat 2016 és 2017 májusában végeztük. Pap-erén és Zám-pusztán növénytársulásonként a növényzeti mintákat 3 ismétlésben gyűjtöttük a 8×8 méteres mintaterületről. Így összesen a mintaterületekről 12 db mintát elemeztünk. Kvadrátonként 1-1 átlagmintát képeztünk, melyeket 10 random módon kiválasztott helyről vágunk le (pontminta), 6-7 cm-es tarlót hagyva. A vágásminták weendei analízise a Debreceni Egyetem MÉK Agrárműszerközpontjának laboratóriumában történt. Az eredeti szárazanyagtartalom-, a nyersfehérje-, a nyerszsír-, hamu- és a nyersrost-tartalom az MSZ-6830 sz. szabvány szerint, illetve Harris et al. (1972) alapján lett meghatározva.

Talajvizsgálatok

A talajellenállást egy PENETRONIK márkajelű nedvességmérővel kombinált elektronikus talajvizsgáló nyomószondával mértük (2017). A nyomószonda a talajok fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálatára szolgál. A készülék kézi működtetésű eszköz, amelynek segítségével regisztrálni lehet a talaj mechanikai ellenállását és a termőréteg nedvességtartalmát. A mérés során az acélkúpban végződő szonda talajba juttatása fogasléces nyomószerezettel történik. Az érzékelő olyan kialakítású, hogy talajba hatoláskor a nyomóerővel és a nedvességgel arányos villamos jelet ad a mélység függvényében. A készülék adatgyűjtő egysége lehetővé teszi a mérési eredmények közvetlen leolvasását, a sorozat méréseket és az eredmények számítógépes feldolgozását (Daróczy-Lelkes, 1990). Kvadrátonként 6 ismétlésben a talaj heterogenitásától függően 0-50 cm-es mélységben mértük a talaj penetrációs ellenállását.

A talajkémiai vizsgálatokhoz a mintákat szintén a harmadik (2017) vizsgálati évben gyűjtöttük be. Kvadrátonként 3db-3db átlagmintát gyűjtöttünk az „A” szintből (0-20 cm) kézi talajmintavevővel. 1 átlagminta 4 pontmintából tevődött össze. Összesen a két területünkről (Zám-pusztá és Pap-ere) 36 db talajmintát gyűjtöttünk. Mértük a talaj kémhatását, az Arany -féle kötöttségét, a vízben oldható összessó-tartalmát, a kalcium-karbonát tartalmát, a szerves C%-át, szerves nitrogén, nitrát- -nitrogén tartalmát, a Lakanen-Erviö oldható foszfor és kálium koncentrációját.

A talajminták analízise a Debreceni Egyetem MÉK Agrárműszerközpontjának laboratóriumában történt:

- kémhatás (pH(H₂O); pH(KCl)) (Buzás et al., 1988)
- vízben oldható összessó-tartalom (Lukács és Rédly, 1988b)
- szerves C% (Hargitai, 1988a)

- összes nitrogén (Hargitai, 1988b)
- nitrát-nitrogén (Felföldy, 1987)
- ammónium-nitrogén (Filep, 1995)
- Lakanen-Erviö oldható (MSZ 21470-50:1998)

3.5. Az eredmények statisztikai értékelése

A cönológiai és természetvédelmi vizsgálatoknál elemeztük a szarvasmarhafajta (extenzív / intenzív fajták, fix faktor), élőhely típus (szikes mocsárrét / nedves szikes legelő, fix faktor) és az évek (2015, 2016 vagy 2017, fix tényező) hatásait és azok vegetációjellemzőit (függő változók) általános lineáris modellek segítségével (Zuur et al. 2009). A GLM (general linear model) analízist Statistica 7.0 programcsomaggal végeztük.

A függő változók a következők voltak: a gyepek természetvédelmi értékéhez kapcsolódó változók (Shannon diverzitás, fajgazdagság, összborítás, magasság, évelő fajok-, egyéves fajok-, aljfű-, szálfű és sziki fajok borítása, SzMT és WB értékek), valamint a takarmányminőséggel kapcsolatos változók (savanyú fűvek-, pillangósok-, feltétlen gyom és feltételes gyom borítás). A mintavételi területek véletlenszerű tényezőként szerepeltek.

A három vizsgált évben a szarvasmarhafajták által legeltetett két vizsgált élőhely vegetációs összetételében mutatkozó különbségek megjelenítéséhez detrendált korrespondencia analízist alkalmaztunk (DCA; CANOCO 5; Ter Braak és Šmilauer, 2012). Az azonos mintaterületen előforduló fajok átlagolt százalékos borítás értékeit használtuk (5 kvadrát).

A gyepezgázkódási vizsgálatoknál összehasonlítottuk a vegetáció jellemzőit eltérő szarvasmarhafajta (extenzív vagy intenzív húsmarha, fix faktor), gyeptípus (szikes mocsárrét vagy nedves szikes legelő, fix faktor), és kezelés (alacsony legelési nyomás, megemelt legelési nyomás, fix faktor) mellett általános lineáris modellek (general linear models, GLM) segítségével. A GLM analízist Statistica 7 programcsomaggal végeztük.

A takarmányvizsgálatok statisztikai elemzésénél két csoport összehasonlítására független mintás t-próbát, kettőnél több csoport vizsgálatánál pedig egyváltozós variancia-analízist alkalmaztunk, amit Tukey-Kramer post-hoc teszt követett.

Összehasonlítottuk a vegetáció jellemzőit eltérő szarvasmarhafajta (extenzív vagy intenzív húsmarha, fix faktor), gyeptípus (szikes mocsárrét vagy nedves szikes legelő, fix faktor), és kezelés (alacsony legelési nyomás, megemelt legelési nyomás vagy kontroll, fix faktor) mellett SPSS 22 programcsomaggal. 5%-os szignifikancia szinttel számoltunk.

A talajvizsgálatok statisztikai elemzését és kiértékelését az SPSS 22 programcsomaggal végeztük.

4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

4.1. A legelőhasználat hatása a gyepek borítottságára, a növényzet összetételére

A vizsgálat során összesen 129 edényes növényfajt találtunk a legelt területeken, a 2015-ös évben 61-et, a 2016-os évben 95-öt a 2017-es évben 92-et. A szikes mocsárréten összesen 83 fajt, a nedves szikes legelőn 98 fajt rögzítettünk. Az extenzív húsmarhával legelt területeken 101 fajt, az intenzív húsmarhával legelt területeken 104 fajt találtunk. A 2015-ös évi adatok (1. év) még az alacsony intenzitással (0,35 ÁE/ha) legeltetett területek eredményeit mutatják. A legelők állatlétszámát (0,61 ÁE/ha és 0,68 ÁE/ha) ettől az évtől emelték meg, így a 2016-os (2. évi) és a 2017-es (3. évi) adatok már a nagyobb (közepes) intenzitású legeltetés hatását mutatják.

2. táblázat

Az élőhely típusainak hatása a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Élőhelytípusok		p
	Szikes mocsárrét	Nedves szikes legelő	
Shannon diverzitás	1,45	1,68	<0,001
Fajszám (db)	13,13	15,06	<0,001
Összborítás (%)	83,42	89,67	<0,001
SBT (%)	4,06	3,04	<0,001
WB (%)	6,54	4,26	<0,001
Aljfüvek borítása (%)	20,28	21,48	0,298
Szálfüvek borítása (%)	41,47	31,57	<0,001
Savanyú füvek borítása (%)	12,63	22,92	<0,001
Pillangósok borítása (%)	1,26	6,59	0,152
Feltétlen gyomok borítása (%)	3,63	1,63	<0,001
Feltételes gyomok borítása (%)	8,49	31,78	<0,001
Sziki fajok borítása (%)	5,00	21,98	<0,001

Az 2. táblázat az élőhely típusainak hatásait szemlélteti. Megfigyelhető, hogy a nedves szikes legelőn több fajt és nagyobb Shannon-diverzitást rögzítettünk, mint a szikes mocsárréten. Ugyanezt a tendenciát tapasztaltuk az összborítás, a savanyú füvek, a feltételes gyomok és a sziki fajok borítása esetében is. Ugyanakkor a mocsárréten magasabb természetesség- és nedvességmutató értékeket (SzMT illetve WB), valamint nagyobb feltétlen gyomborítást regisztráltunk, mint a nedves szikes legelőn.

A legeltetés intenzitásának hatása a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Intenzitás			p
	Alacsony (1. év)	Közepes (2. év)	Közepes (3. év)	
Shannon diverzitás	1,43	1,55	1,71	<0,001
Fajszám (db)	13,87	12,98	15,43	0,002
Összborítás (%)	86,82	88,12	84,70	0,038
SzMT (%)	3,78	3,84	3,02	<0,001
WB (%)	5,33	5,57	5,30	0,045
Aljfüvek borítása (%)	15,92	24,60	22,11	0,021
Szálfüvek borítása (%)	37,01	39,96	32,60	0,019
Savanyú füvek borítása (%)	25,59	16,15	11,59	0,006
Pillangósok borítása (%)	2,32	3,42	6,04	0,359
Feltétlen gyomok borítása (%)	1,80	3,04	3,06	0,080
Feltételes gyomok borítása (%)	23,60	19,99	16,81	0,842
Sziki fajok borítása (%)	10,60	17,33	12,55	0,432

A 3. táblázat alapján megállapítható, hogy a legeltetés intenzitása hatással volt a legtöbb vizsgált paraméterre. Az évek között talált különbségek részben az éves vegetációs dinamikának, valamint a 2. évtől kezdve az enyhén növekvő legeltetési intenzitásnak tulajdoníthatók. A növekvő legeltetési intenzitással a növényzet fajgazdagsága jelentősen megváltozott: először csökkent, majd nőtt, a Shannon diverzitás pedig folyamatosan növekvő tendenciát mutatott.

Szintén jelentős növekedést mutatott az aljfüvek borítottsága is. Ugyanakkor a vegetáció összborítása, az SzMT érték, a szálfüvek és a savanyúfüvek borítottsága csökkent az állatok növekvő számával.

Az évek során különbség volt a WB értékekben is. A legmagasabb értéket a második, a legalacsonyabbat a harmadik évben kaptunk.

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták legeltetésének hatása a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Szarvasmarha típusok		P
	Magyar szürke szarvasmarha	Vegyes genotípusú húsmarha	
Shannon diverzitás	1,72	1,40	0,055
Fajsám (db)	16,48	11,71	0,055
Összborítás (%)	86,81	86,28	0,842
SzMT (%)	3,37	3,72	0,275
WB (%)	5,36	5,44	0,546
Aljfűvek borítása (%)	19,13	22,63	0,685
Szálfűvek borítása (%)	35,07	37,97	0,890
Savanyú fűvek borítása (%)	18,92	16,63	0,530
Pillangósok borítása (%)	5,70	2,15	0,223
Feltétlen gyomok borítása (%)	3,28	1,98	0,037
Feltételes gyomok borítása (%)	24,79	15,48	0,233
Sziki fajok borítása (%)	7,40	19,59	0,874

A 4. táblázat eredményeit a három év és a két élőhelytípus adatainak átlagából kaptuk meg. A két szarvasmarha típus legelésének hasonló volt a hatása a vegetációs jellemzők többségére. A két típus csak a feltétlen gyomok borítását befolyásolta. A hagyományos húsmarhával legeltetett területeken a feltétlen gyomnövények borítása magasabb volt, mint az intenzív húsmarha által legeltetett területeken.

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták legeltetése és az élőhelytípusok közötti interakciók értékelése a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Szikes mocsárrét		Nedves szikes legelő		p
	Magyar szürke sz.m.	Vegyes genotípusú húsmarha	Magyar szürke sz.m.	Vegyes genotípusú húsmarha	
Shannon diverzitás	1,66	1,23	1,78	1,58	0,002
Fajszám (db)	15,93	10,33	17,02	13,09	0,040
Összborítás (%)	82,16	84,69	91,47	87,87	0,004
SzMT (%)	3,98	4,14	2,76	3,31	0,068
WB (%)	6,48	6,60	4,25	4,27	0,706
Aljfűvek borítása (%)	18,30	22,26	19,95	23,00	0,507
Szálfűvek borítása (%)	37,42	45,52	32,72	30,42	0,032
Savanyú fűvek borítása (%)	13,86	11,41	23,98	21,85	0,097
Pillangósok borítása (%)	2,03	0,50	9,38	3,80	0,517
Feltétlen gyomok borítása (%)	4,52	2,74	2,04	1,22	0,303
Feltételes gyomok borítása (%)	9,86	7,13	39,72	23,83	0,431
Sziki fajok borítása (%)	5,10	4,90	9,69	34,28	0,013

A 5. táblázat alapján öt függő változó esetében észleltünk jelentős kölcsönhatást a szarvasmarhafajták és az élőhelytípusok között. Az extenzív húsmarha legelése mind a két élőhelytípuson magasabb fajszámot és Shannon-diverzitást tartott fent, mint az intenzív húsmarha. A legmagasabb fajszámot az extenzív marhával legeltetett nedves szikes legelőn, a legalacsonyabbat az intenzív marhával legeltetett szikes mocsárréten tapasztaltuk. A vegetáció összborítása az extenzív húsmarhával legeltetett nedves szikes legelőn volt a nagyobb, a legkisebb szintén az extenzív marhánál, de a mocsárréten. A mocsárréten nagyobb szálfű borítottságot találtunk mindkét húsmarhafajtánál. A legnagyobb értéket az intenzív húsmarhával legeltetett mocsárréten a legalacsonyabbat szintén az intenzív húsmarhánál, de a nedves szikes legelőn jegyeztük föl. Mindkét húsmarhafajta esetében a nedves szikes legelőn volt nagyobb a sziki fajok borítottsága. A legmagasabb értéket az intenzív húsmarhával legeltetett nedves szikes legelőn, a legalacsonyabbat szintén az intenzív húsmarhánál, de a szikes mocsárréten találtuk.

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták legeltetése és a legeltetés intenzitása közötti interakciók értékelése a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Magyar szürke szarvasmarha			Vegyes genotípusú húsmarha			p
	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	
Shannon diverzitás	1,61	1,64	1,91	1,25	1,46	1,51	0,117
Fajszám (db)	16,80	14,90	17,73	10,93	11,07	13,13	0,340
Összborítás (%)	87,57	89,17	83,70	86,07	87,07	85,70	0,260
SzMT (%)	3,67	3,55	2,89	3,88	4,14	3,15	0,455
WB (%)	5,16	5,60	5,34	5,50	5,54	5,27	0,036
Aljfűvek borítása (%)	13,03	23,25	21,10	18,82	25,96	23,12	0,463
Szálfűvek borítása (%)	32,88	43,83	28,52	41,14	36,09	36,68	0,017
Savanyú fűvek borítása (%)	29,68	17,95	9,12	21,50	14,34	14,05	0,001
Pillangósok borítása (%)	3,38	3,66	10,07	1,26	3,18	2,01	<0,001
Feltétlen gyomok borítása (%)	2,90	3,62	3,33	0,70	2,46	2,78	0,206
Feltételes gyomok borítása (%)	30,00	27,11	17,27	17,21	12,88	16,35	0,007
Sziki fajok borítása (%)	7,45	9,35	5,39	13,74	25,31	19,72	0,332

Az 6. táblázat mutatja, hogy a húsmarha típusok és a legeltetés intenzitása közötti interakció jelentős hatást gyakorolt a legtöbb vegetációs jellemzőre. A pillangós növények borítása a vizsgálat első évétől a harmadik évig folyamatosan nőtt. A legnagyobb borítottságot az extenzív húsmarhával legeltetett területen a kezelés 3. évében, a legalacsonyabbat az alacsony állatlétszámú intenzív húsmarhával legeltetett területen jegyeztük fel. A savanyúfű, a szálfű és a feltételes gyomborítás mind az extenzív és mind az intenzív húsmarhával legeltetett területen az állatlétszám emelkedésével csökkent, különösen az extenzív húsmarhafajta esetében. A nedvesség indikátor értéke (WB érték) az állatlétszám emelésével az extenzív húsmarhával legeltetett területen valamelyest nőtt, az intenzív húsmarha esetében pedig valamelyest csökkent.

Az élőhelytípusok és a legeltetés intenzitása közötti interakciók értékelése a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Szikes mocsárrét			Nedves szikes legelő			p
	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	
Shannon diverzitás	1,32	1,47	1,55	1,53	1,63	1,87	0,393
Fajsám (db)	13,37	11,87	14,17	14,37	14,10	16,70	0,563
Összborítás (%)	84,40	83,27	82,60	89,23	92,97	86,80	0,090
SzMT (%)	4,16	4,53	3,48	3,39	3,16	2,56	0,244
WB (%)	6,51	6,77	6,34	4,15	4,37	4,26	0,458
Aljfüvek borítása (%)	19,72	20,37	20,74	12,13	28,83	23,47	0,002
Szálfüvek borítása (%)	44,47	38,39	41,55	29,55	41,52	23,65	<0,001
Savanyú füvek borítása (%)	14,79	15,22	7,89	36,39	17,07	15,29	0,004
Pillangósok borítása (%)	0,43	0,96	2,41	4,22	5,88	9,68	0,582
Feltétlen gyomok borítása (%)	2,49	5,07	3,34	1,11	1,01	2,77	0,061
Feltételes gyomok borítása (%)	8,61	8,99	7,88	38,60	30,99	25,74	0,949
Sziki fajok borítása (%)	3,38	6,97	4,66	17,81	27,69	20,45	0,998

A 7. táblázat alapján a legeltetés intenzitása és az élőhely típusa közötti interakció az ajfű-, a szálfű-, és a savanyú füvek borítottságára volt hatással. Az állatlétszám növelésével nőtt az aljfüvek borítottsága mind a két élőhelytípusnál. A legnagyobb borítást a második évben a nedves szikes legelőn, a legalacsonyabbat szintén a nedves szikes legelőn, de az alacsony intenzitásnál mértük. A szálfüvek borítottsága az intenzitás fokozásával a nedves szikes legelőn kezdetben nőtt, majd jelentősen csökkent, a mocsárréten szintén csökkenést tapasztaltunk. A legnagyobb érték az első évben a szikes mocsárréten, a legalacsonyabb a kezelés harmadik évében a nedves szikes legelőn volt. A savanyúfüvek esetében az intenzitás fokozásával jelentős volt a csökkenés mind a két élőhelytípuson.

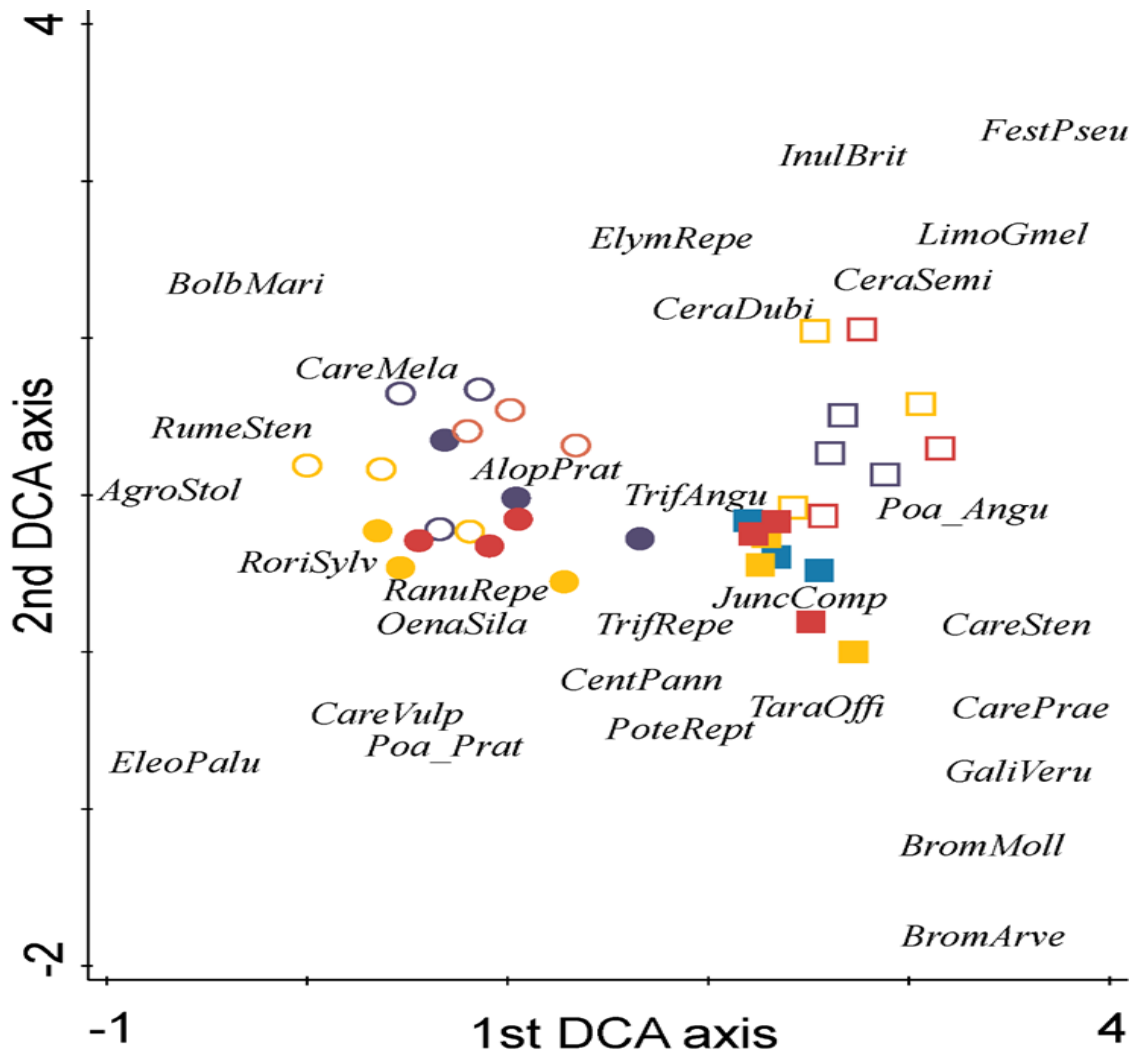
**A legeltetés intenzitása és a különböző genotípusú szarvasmarhafajták
legeltetésének együttes hatása a növényzet jellemzőire szikes mocsárréten
(Hortobágy, 2015-2017)**

Növényzet jellemzői	Magyar szürke szarvasmarha			Vegyes genotípusú húsmarha		
	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)
Shannon diverzitás	1,60±0,24	1,62± 0,28	1,77±0,19	1,04±0,32	1,31±0,37	1,34±0,42
Fajsám (db)	16,93±1,67	13,81± 2,76	17,07±2,84	9,81±3,03	9,93±2,84	11,27±5,04
Összborítás (%)	84,41±7,36	83,07± 8,24	79,01±6,01	84,41±6,11	83,47±8,91	86,21±7,97
SzMT (%)	3,95±0,42	4,27± 0,42	3,71±1,07	4,38±0,91	4,78±0,16	3,26±1,45
WB (%)	6,18±0,80	6,81± 0,63	6,44±3,43	6,83±0,49	6,73±0,37	6,25±0,65
Aljfűvek borítása (%)	19,21±20,23	16,54± 17,66	19,15±15,59	20,23±22,21	24,21±17,51	22,33±22,83
Szálfűvek borítása (%)	41,76±15,98	36,44± 14,31	34,07±10,42	47,19±20,09	40,33±15,93	49,03±29,43
Savanyú fűvek borítása (%)	14,05±13,39	19,43± 15,18	8,09±7,65	15,53±12,15	11,01±4,62	7,68±14,72
Pillangósok borítása (%)	0,65±1,12	1,63± 1,63	3,79±4,01	0,21±0,33	0,28±0,57	1,02±1,31
Feltétlen gyom. borítása (%)	4,22±2,99	5,64± 1,88	3,71±2,19	0,75±1,13	4,51±5,09	2,97±3,18
Feltételes gyom. borítása (%)	11,28±14,58	10,95± 14,39	7,35±6,75	5,94±10,42	7,04±8,31	8,41±14,91
Sziki fajok borítása (%)	5,08±6,56	6,08± 2,76	4,15±4,05	1,67±1,55	7,87±5,79	5,17±3,92

**A legeltetés intenzitása és a különböző genotípusú szarvasmarhafajták
legeltetésének együttes hatása a növényzet jellemzőire nedves szikes legelőn
(Hortobágy, 2015-2017)**

Növényzet jellemzői	Magyar szürke szarvasmarha			Vegyes genotípusú húsmarha		
	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)
Shannon diverzitás	1,61±0,37	1,66±0,26	2,05±0,32	1,45±0,43	1,61±0,35	1,68±0,33
Fajsám (db)	16,67±2,79	16,01±3,25	18,41±2,21	12,07±0,65	12,21±2,96	15,01±4,81
Összborítás (%)	90,73±10,01	95,27±2,91	88,41±3,92	87,73±10,54	90,67±4,98	85,21±5,03
SzMT (%)	3,39±0,61	2,82±0,65	2,07±0,46	3,38±1,26	3,49±1,21	3,05±1,21
WB (%)	4,13±0,63	4,38±0,44	4,23±0,35	4,17±0,62	4,35±0,58	4,29±0,86
Aljfüvek borítása (%)	6,85±6,93	29,95±24,42	23,05±12,57	17,41±15,52	27,71±22,46	23,91±17,21
Szálfüvek borítása (%)	23,99±9,45	51,21±26,86	22,97±13,21	35,11±18,61	31,84±21,06	24,33±17,76
Savanyú füvek borítása (%)	45,31±14,30	16,47±11,43	10,15±8,95	27,47±23,07	17,67±22,14	20,43±22,28
Pillangósok borítása (%)	6,11±4,34	5,69±3,91	16,35±13,07	2,33±3,42	6,08±8,31	3,01±1,89
Feltétlen gyomok borítása (%)	1,57±1,43	1,59±2,12	2,97±1,89	0,65±0,93	0,43±1,07	2,58±5,28
Feltételes gyomok borítása (%)	48,71±18,86	43,27±33,46	27,19±20,04	28,48±22,63	18,71±21,81	24,29±20,81
Sziki fajok borítása (%)	9,82±15,44	12,63±11,24	6,63±6,07	25,81±24,75	42,75±33,97	34,27±36,82

Az összes változó együttes hatását a 8-9. táblázatok mutatják be. Három esetben találtunk csak statisztikailag is kimutatható hatást a vizsgált növényzeti jellemzőkre. Az állatlétszám emelésével mind a két húsmarhafajta legelése és mind a két élőhelytípus esetén jelentősen csökkent a savanyúfüvek borítottsága ($p=0.014$). A legnagyobb mértékű csökkenést a magyar szürkével legeltetett nedves szikes legelőn tapasztaltuk. A legeltetési intenzitás fokozásával az extenzív húsmarhával legeltetett nedves szikes legelőn nőtt jelentősen a pillangósok borítottsága, az intenzív húsmarha esetében az évek alatt nem találtunk számottevő változást ($p=0.005$). Az SzMT értéke a legelői intenzitás fokozásával kis mértékben csökkent mindkét élőhely és marha típusnál is ($p=0.018$).



1. ábra: A vizsgált parcellák növényfaj összetételének DCA-ordinációja

Jelölések: körök – szikes mocsárrét, négyzetek: nedves szikes legelők; tele szimbólumok - extenzív szarvasmarhával legeltetett területek, üres szimbólumok - intenzív szarvasmarhával legeltetett területek; kék szimbólumok: 2015-ös adatok, sárga szimbólumok: 2016-os adatok, piros szimbólumok: 2017-es adatok. A fajneveket a nemzetség és a fajnevek első négy betűjével rövidítettük. (szerkesztette: Deák Balázs)

Az 1. ábrán látható, hogy a DCA-ordináció világos elválást mutatott a fajösszetételben az élőhely típus és a legeltetett állat szerint. A szikes mocsárrét növényzetének összetétele sokkal hasonlabb volt a különböző szarvasmarhafajták által legeltetett területeken, mint a nedves szikes legelők esetében.

4.2. A legelőhasználat hatása a biomassza frakciók mennyiségére és a vegetáció magasságára

A fitomassza fajonkénti szétválogatása során összesen 109 db edényes növényfajt találtunk a legelt területeken. 2015-ben 86 fajt, 2016-ban 78 fajt és 2017-ben 77 fajt számoltunk. Az extenzív szarvasmarhával legelt területeken 96 fajt (2015-ben 72-t, 2016-ban 65-öt, és 2017-ben 62-öt), az intenzív szarvasmarhával legelt területeken pedig 71 fajt (2015-ben 50-et, 2016-ban 36-ot, és 2017-ben 56-ot) találtunk.

Általánosságban elmondható, hogy hazánkban a gyepek fejlődéséhez az első növedék alatti környezeti feltételek a legmegfelelőbbek. Mind a két gyeptípusunk esetében az első növedék hasznosítási ideje május vége/június eleje (Elsasser, 1999). A kutatásunkat mindhárom év (2015-2017) júniusának elején végeztük, így a területünkről, az a növényzeti anyag került begyűjtésre, amely a gyepek/legelők éves termésének a jelentős részét adja.

10. táblázat

Az élőhely típusainak hatása a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzeti jellemzők	Élőhelytípus		p
	Szikes mocsárrét	Nedves szikes legelő	
Holtanyag (g/m²)	217,66	125,83	<0,001
Élőanyag (g/m²)	375,04	182,59	<0,001
Magasság (cm)	53,04	26,04	<0,001
Egyszikű (g/m²)	311,14	131,03	<0,001
Kétszikű (g/m ²)	62,00	50,25	0,063
Füvek (g/m²)	263,18	104,89	<0,001
Aljfű (g/m²)	86,38	51,89	<0,001
Szálfű (g/m²)	176,80	53,00	<0,001
Savanyúfű (g/m²)	46,98	26,13	<0,001
Pillangós (g/m²)	5,53	12,75	<0,001
Feltétlen gyom ((g/m ²)	11,67	7,96	0,077
Feltételes gyom (g/m ²)	54,11	42,38	0,096
Moha (g/m²)	0,73	1,30	0,048

A 10. táblázat alapján megállapítható, hogy az élőhely típusa a legtöbb vizsgált gyeppalkotóra hatással volt. A nedvesebb szikes mocsárréten nagyobb élőanyag és holtanyag mennyiséget, valamint magasabb vegetációt rögzítettünk, mint a nedves szikes legelőn. Ugyanezt a tendenciát tapasztaltuk az egyszikűek, az édes füvek (aljfű és szálfű), a savanyúfüvek és a mohák biomasszája mennyiségénél is. Különbséget találtunk a

pillangósok biomasszája esetében is, a nedves szikes legelőn nagyobb mennyiséget mértünk, mint a szikes mocsárreтен.

11. táblázat

A legeltetés intenzitásának hatása a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzeti jellemzők	Intenzitás (Évek)			p
	Alacsony (1.év)	Közepes (2.év)	Közepes (3.év)	
Holtanyag (g/m ²)	230,91	104,40	179,91	<0,001
Élőanyag (g/m ²)	170,67	392,60	273,18	<0,001
Magasság (cm)	21,82	55,50	41,30	<0,001
Egyszikű (g/m ²)	136,41	309,30	217,53	<0,001
Kétszikű (g/m ²)	33,49	81,87	53,02	<0,001
Füvek (g/m ²)	111,65	259,48	180,98	<0,001
Aljfű (g/m ²)	46,04	92,73	68,63	<0,001
Szálfű (g/m ²)	65,61	166,74	112,34	<0,001
Savanyúfű ((g/m ²)	24,75	48,36	36,56	<0,001
Pillangós (g/m ²)	4,87	6,95	15,60	<0,001
Feltétlen gyom (g/m ²)	3,94	13,83	11,67	<0,001
Feltételes gyom (g/m ²)	28,63	73,33	42,78	<0,001
Moha (g/m ²)	0,31	1,42	1,30	0,002

A 11. táblázatban összevetettük a kisebb intenzitású (2015. év, kiinduló állapot) és az emelt állatlétszámú (2016. és 2017. év) legeltetés növényzetre gyakorolt hatását. (Ebben az esetben mind a két szarvasmarhafajta és mind a két gyeptípus biomassza értékeit átlagoltuk). A legeltetés intenzitása az összes vizsgált növényzeti jellemzőre hatással volt. Az emelt állatlétszámmal való legeltetés ellentétesen hatott a teljes fitomassza két fő frakciójára, az avarra és az élőanyagra. Amíg az avar mennyisége csökkent, az élőanyag biomasszája nőtt. A növekvő legeltetési intenzitással a vegetáció magassága jelentősen nőtt. Az egyszikűeknél az aljfüvek a szálfüvek és a savanyúfüvek mennyisége is jelentős növekedést mutatott. A legnagyobb biomassza mennyiséget a második évben, a legkisebbet az első évben mértük. Az aljfüvek közül az *Agrostis stolonifera*, a *Festuca pseudovina*, és a *Poa angustifolia*, a savanyúfüvek közül a *Carex praecox* és az *Eleocharis palustris*, a szálfüvek közül az *Elymus repens*, az *Alopecurus pratensis* és a *Bromus arvensis* mennyisége nőtt meg. A kétszikűeknél szintén jelentős növekedést tapasztaltunk. A pillangósok biomassza mennyisége a növekvő legeltetési intenzitással

folyamatosan növekvő tendenciát mutatott. A feltételes és a feltétlen gyomok biomasszája a második évben volt a legnagyobb a legkisebb az első évben.

A kétszikűek közül a *Limonium gmelinii*, a *Potentilla reptans*, a *Rumex stenophyllus* és a *Trifolium repens* biomasszája okozta a növekedést. A legeltetés hatással volt a mohákra is, nőtt a mennyiségük.

12. táblázat

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták legeltetésének hatása a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Szarvasmarha típusok		p
	Magyar szürke szarvasmarha	Vegyes genotípusú húsmarha	
Holtanyag (g/m ²)	162,65	180,84	0,070
Élőanyag (g/m ²)	282,16	275,48	0,590
Magasság (cm)	38,92	40,17	0,810
Egyszikű (g/m ²)	214,30	227,86	0,200
Kétszikű (g/m²)	66,22	46,03	<0,001
Füvek (g/m ²)	174,26	193,81	0,050
Aljfű (g/m²)	60,67	77,59	0,010
Szálfű (g/m ²)	113,58	116,22	0,800
Savanyúfű (g/m ²)	39,75	33,36	0,160
Pillangós (g/m²)	17,14	1,14	<0,001
Feltétlen gyom (g/m²)	13,22	6,41	<0,001
Feltételes gyom (g/m ²)	50,31	46,17	0,550
Moha (g/m ²)	0,75	1,27	0,070

A 12. táblázat eredményeit a három év és a két élőhelytípus adatainak átlagából kaptuk meg. A különböző genotípusú szarvasmarhafajták a legtöbb vizsgált növényzeti jellemzőre hasonlóan hatott, csak a kétszikűek, az aljfüvek, a pillangósok és a feltétlen gyomok biomasszáját befolyásolta. A kétszikűek, a pillangósok és a feltétlen gyomok biomasszájának mennyisége jóval nagyobb volt az extenzív húsmarhával legelt területeken. Ezt a nagy különbséget a *Trifolium* fajok (*T. angulatum*, *T. fragiferum*, *T. repens*, *T. striatum*) illetve az *Oenanthe silaifolia* és a *Ranunculus repens* nagyobb biomasszája idézte elő. Az aljfüvek esetében a nagyobb biomasszát az intenzív húsmarhával legelt területen mértük.

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták és a legeltetés intenzitása közötti interakciók hatásai a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Magyar szürke szarvasmarha			Vegyese genotípusú húsmarha			P
	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	
Holtanyag (g/m ²)	222,56	85,44	179,95	239,27	123,37	179,88	0,360
Élőanyag (g/m ²)	178,22	447,96	220,29	163,12	337,25	326,06	<0,001
Magasság (cm)	21,47	58,16	37,13	22,18	52,85	45,47	0,009
Egyszikű (g/m ²)	135,53	353,83	153,55	137,30	264,78	281,51	<0,001
Kétszikű (g/m ²)	42,42	92,86	63,38	24,56	70,88	42,65	0,960
Füvek (g/m ²)	107,66	281,94	133,18	115,65	237,01	228,78	<0,001
Aljfű (g/m ²)	34,80	99,98	47,25	57,29	85,48	90,01	0,003
Szálfű (g/m ²)	72,86	181,96	85,93	58,36	151,53	138,76	0,003
Savanyúfű (g/m ²)	27,85	71,03	20,38	21,65	25,69	52,74	<0,001
Pillangós (g/m ²)	8,75	12,91	29,75	1,00	0,98	1,45	<0,001
Feltétlen gyom (g/m ²)	6,24	19,37	14,04	1,63	8,29	9,30	0,377
Feltételes gyom (g/m ²)	34,05	85,82	31,06	23,20	60,83	54,49	0,015
Moha (g/m ²)	0,28	1,26	0,73	0,34	1,59	1,88	0,243

A 13. táblázat alapján megállapítható, hogy a különböző genotípusú szarvasmarhafajták és a legeltetés intenzitása közötti kölcsönhatásakor a legtöbb vegetációs jellemzőnél eltéréseket tapasztaltunk. Az intenzitás fokozásával az élőanyag mennyisége nőtt mind a két húsmarhafajtánál, a jelentős biomassza növekedést a kezelés második évében mértük. Mind a két húsmarha típusnál az intenzitás fokozásával a vegetáció magassága jelentősen nőtt. A legmagasabb vegetációt a kezelés második évében az extenzív húsmarhával legeltetett területen, a legalacsonyabbat szintén az extenzív húsmarhával legeltetett, de az alacsony állatlétszámú területen kaptuk. Az aljfüvek biomasszája az extenzív húsmarhánál kezdetben nőtt, majd csökkent, az intenzív húsmarhánál pedig folyamatos növekedést mértünk. A szálfüvek mennyisége hasonlóan változott mindkét húsmarhánál, a legnagyobb mennyiséget a második a legkisebbet az első évben az alacsony legelői nyomásnál mértük.

A savanyúfüveknél lényeges különbséget tapasztaltunk a két húsmarhánál. Az magyar szürkénél kezdetben nőtt, majd az állatlétszám emelésével jelentősen csökkent a frakció biomasszája, az intenzív marhánál viszont folyamatos növekedést mértünk. A pillangós növények biomasszája mindkét húsmarhánál a vizsgálat első évétől a harmadik évig nőtt. A feltételes gyomok biomasszája az intenzitás fokozásával ellentétesen változott a két húsmarhánál, az extenzív marhánál csökkent, az intenzív marhánál nőtt.

14. táblázat

Az élőhelytípusok és a legeltetés intenzitása közötti interakciók értékelése a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Szikes mocsárrét			Nedves szikes legelő			p
	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	
Holtanyag (g/m ²)	277,45	118,52	257,02	184,38	90,29	102,81	<0,001
Élőanyag (g/m ²)	201,56	582,66	340,91	139,77	202,54	205,45	<0,001
Magasság (cm)	28,47	70,22	60,44	15,17	40,79	22,16	0,001
Egyszikú (g/m ²)	170,12	470,94	292,35	102,70	147,66	142,71	<0,001
Kétszikú (g/m ²)	30,27	110,39	45,34	36,71	53,36	60,69	<0,001
Füvek (g/m ²)	138,47	402,51	248,57	84,84	116,44	113,39	<0,001
Aljfű (g/m ²)	57,23	132,70	69,21	34,85	52,76	68,05	<0,001
Szálfű (g/m ²)	81,24	269,81	179,35	49,99	63,68	45,34	<0,001
Savanyúfű (g/m ²)	31,66	65,49	43,79	17,85	31,22	29,33	0,132
Pillangós (g/m ²)	2,21	5,57	8,81	7,54	8,32	22,39	0,018
Feltétlen gyom (g/m ²)	4,20	20,15	10,65	3,68	7,51	12,69	0,012
Feltételes gyom (g/m ²)	28,58	95,23	38,53	28,68	51,43	47,03	0,007
Moha (g/m ²)	0,26	1,33	0,59	0,36	1,52	2,01	0,107

A 14. táblázat alapján a legeltetés intenzitása és az élőhely típusa közötti kölcsönhatás a savanyúfüvek és a moha kivételével az összes növényzeti jellemzőre szignifikáns hatással volt. Az állatlétszám növelésével mind a két élőhelytípusnál csökkent a holtanyag mennyisége, különösen a vizsgálat második évében. Az élőanyag biomasszája viszont nőtt az évek során, a legnagyobb mennyiséget a második évben a szikes mocsárréten mértük.

Az állatlétszám növekedésével mind a két élőhelytípusnál jelentősen nőtt a vegetáció magassága, különösen a vizsgálat második évében. A legmagasabb vegetációt a kezelés második évében a szikes mocsárréten, a legalacsonyabbat az első évben a nedves szikes legelőn mértük. Nőtt az aljfüvek biomasszája is az állatlétszám növelésével mindkét élőhely típuson. A nedves szikes legelőn folyamatos volt a növekedés, a szikes mocsárréten viszont a legnagyobb értéket a második évben mértük. A szálfüvek biomasszája a nedves szikes legelőn valamelyest csökkent, a szikes mocsárréten viszont jelentősen nőtt, hasonlóan az aljfüvekhez a második évben mértük a legmagasabb értéket. A pillangósok mennyisége az intenzitás fokozásával folyamatosan nőtt mindkét élőhelytípusnál. A feltétlen gyomok biomasszája a szikes mocsárréten kezdetben jelentősen nőtt, majd valamelyest csökkent, a nedves szikes legelőn viszont folyamatos növekedést mutatott. A feltételes gyomok mennyisége szintén nőtt az évek során, mindkét élőhely típusnál a legnagyobb értéket a második évben a legalacsonyabbat az első évben mértük.

15. táblázat

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták legeltetése és az élőhelytípusok közötti interakciók értékelése a növényzet jellemzőire (Hortobágy, 2015-2017)

Növényzet jellemzői	Szikes mocsárrét		Nedves szikes legelő		p
	Magyar szürke szarvasmarha	Vegyes genotípusú húsmarha	Magyar szürke szarvasmarha	Vegyes genotípusú húsmarha	
Holtanyag (g/m²)	218,50	216,82	167,69	144,85	0,033
Élőanyag (g/m ²)	371,11	378,98	384,83	171,97	0,213
Magasság (cm)	54,27	51,82	23,57	28,51	0,124
Egyszikű (g/m²)	287,53	334,75	319,20	120,97	0,002
Kétszikű (g/m²)	81,05	42,95	64,72	49,11	0,004
Füvek (g/m²)	233,87	292,49	280,86	95,13	<0,001
Aljfű (g/m²)	66,83	105,93	99,04	49,26	0,001
Szálfű (g/m ²)	167,05	186,55	181,82	45,88	0,107
Savanyúfű (g/m ²)	53,08	40,88	36,96	25,84	0,202
Pillangós (g/m²)	10,08	0,98	15,35	1,31	<0,001
Feltétlen gyom (g/m ²)	16,49	6,84	12,39	5,98	0,176
Feltételes gyom (g/m²)	47,00	61,22	65,14	31,13	0,009
Moha (g/m²)	0,79	0,66	0,89	1,88	0,028

A 15. táblázat alapján megállapítható, hogy a nyolc függő változó esetében jelentős kölcsönhatást észleltünk a különböző genotípusú szarvasmarhafajták és az élőhelytípus kölcsönhatásakor. Az extenzív húsmarhával legelt mindkét élőhelytípuson nagyobb holtanyag mennyiséget mértünk, mint az intenzív húsmarhával legelt élőhelyeken. Az egyszikűek esetén az intenzív húsmarha a szikes mocsárréten, az magyar szürke marha a nedves szikes legelőn tart fent nagyobb mennyiséget. A kétszikűeknél mindkét élőhelytípuson a magyar szürkével legelt területen mértünk nagyobb biomassza mennyiséget. Az aljfüvek biomasszája a szikes mocsárréten az intenzív húsmarhával legelt, a nedves szikes legelőn az extenzív húsmarhával legelt területen volt nagyobb. A pillangósoknál mindkét élőhely típuson a magyar szürkével legelt területen mértünk nagyobb biomassza mennyiséget.

A két szarvasmarhafajta legelése a két élőhely típusnál ellenkezőleg hatott a feltételes gyomok mennyiségére. A legnagyobb értékeket a szikes mocsárréten az intenzív húsmarhával, a nedves szikes legelőn az extenzív húsmarhával legelt területeken mértük. A moha biomasszájánál épp az ellenkezőjét tapasztaltuk.

**A legeltetés intenzitása és a különböző genotípusú szarvasmarhafajták
legeltetésének együttes hatása a növényzet jellemzőire szikes mocsárréten
(Hortobágy, 2015-2017)**

Növényzet jellemzői	Magyar szürke szarvasmarha			Vegyes genotípusú húsmarha		
	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)
Holtanyag (g/m²)	302,96	97,16	255,37	251,93	139,87	258,67
Élőanyag (g/m²)	233,03	627,33	252,96	170,10	538,00	428,85
Magasság (cm)	29,11	74,74	58,95	27,84	65,69	61,93
Egyszikű (g/m²)	179,41	490,25	192,93	160,83	451,64	391,77
Kétszikű (g/m²)	53,55	135,11	54,48	6,98	85,68	36,20
Füvek (g/m²)	145,39	386,53	169,70	131,54	418,49	327,43
Aljfű (g/m ²)	38,16	123,41	38,90	76,30	141,98	99,53
Szálfű (g/m²)	107,23	263,12	130,80	55,25	276,51	227,90
Savanyúfű (g/m²)	34,03	101,99	23,23	29,29	28,99	64,35
Pillangós (g/m²)	4,25	9,78	16,23	0,17	1,37	1,40
Feltétlen gyom (g/m²)	7,72	31,00	10,75	0,67	9,31	10,55
Feltételes gyom (g/m ²)	26,05	95,70	19,25	31,10	94,76	57,80
Moha (g/m²)	0,06	1,98	0,33	0,46	0,68	0,85

**A legeltetés intenzitása és a különböző genotípusú szarvasmarhafajták
legeltetésének együttes hatása a növényzet jellemzőire nedves szikes legelőn
(Hortobágy, 2015-2017)**

Növényzet jellemzői	Magyar szürke szarvasmarha			Vegyes genotípusú húsmarha		
	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)	Alacsony intenzitás (1.év)	Közepes intenzitás (2.év)	Közepes intenzitás (3.év)
Holtanyag (g/m ²)	142,16	73,73	104,53	226,60	106,86	101,09
Élőanyag (g/m ²)	123,42	268,58	187,63	156,13	136,50	223,27
Magasság (cm)	13,83	41,57	15,31	16,52	40,00	29,01
Egyszikű (g/m ²)	91,64	217,42	114,18	113,77	77,91	171,25
Kétszikű (g/m ²)	31,28	50,62	72,28	42,14	56,09	49,10
Füvek (g/m ²)	69,93	177,35	96,65	99,75	55,53	130,13
Aljfü (g/m ²)	31,43	76,54	55,60	38,28	28,99	80,50
Szálfü (g/m ²)	38,50	100,81	41,05	61,48	26,54	49,63
Savanyúfü (g/m ²)	21,68	40,07	17,53	14,01	22,38	41,13
Pillangós (g/m ²)	13,25	16,05	43,28	1,83	0,59	1,50
Feltétlen gyom (g/m ²)	4,76	7,74	17,33	2,60	7,28	8,05
Feltételes gyom (g/m ²)	42,06	75,95	42,88	15,31	26,91	51,18
Moha (g/m ²)	0,50	0,54	1,13	0,23	2,50	2,90

A 16-17. táblázatok mutatják, hogy a három tényező (legeltetés intenzitása, gyeptípus, szarvasmarha típusa) kölcsönhatása csak két növényzeti jellemzőnél nem okozott statisztikailag igazolt különbséget, az aljfüveknél és a feltételes gyomoknál.

Az intenzitás fokozásával, amíg a nedves szikes legelőn a holtanyag (avar) mennyisége mindkét marhafajta legelése esetében csökkent, a szikes mocsárréten az extenzív húsmarhánál csökkent, az intenzív húsmarhánál kis mértékben nőtt ($p=0,002$). Az élőanyag biomassa mennyisége és a magassága mindkét szarvasmarhafajta és mindkét gyeptípus esetében növekedést tapasztaltunk az évek során ($p<0,001$). Az egyszikűek közül a szálfüvek mennyisége a szikes mocsárréten mindkét fajtánál nőtt, jelentősebb növekedést az intenzív húsmarha legelésénél rögzítettünk ($p=0,001$). A kiugróan magas mennyiség a kezelés második évében volt. A nedves szikes legelőn a magyar szürkénél nőtt, az intenzív húsmarhánál csökkent a mennyiség, és ebben az esetben is a jelentősebb

különbség a kezelés második évében jelentkezett. A savanyúfüvek biomasszája mindkét élőhely típuson az extenzív húsmarhával legelt területeken kezdetben nőtt majd csökkent, az intenzív húsmarha legelésénél viszont megduplázódott a mennyiségük ($p=0,004$). A pillangósok biomassza mennyisége a szikes mocsárréten mindkét fajta legeléskor a többszörösére nőtt, a nedves szikes legelőn az extenzív húsmarhánál szintén jelentősen nőtt, az intenzív húsmarhánál pedig kis mértékben csökkent ($p=0,015$). A feltétlen gyom biomassza mennyisége (*Oenanthe silaifolia*) mindkét élőhelyen és mindkét szarvasmarhatípus esetében jelentősen nőtt, különösen a kezelés második évében ($p=0,014$).

4.3. A legelőhasználat hatása a növényzet táplálóanyagtartalmára

A különböző gyephasználatok hatásait a legelő növényzetének táplálóanyagtartalmára a 18-21. táblázatok mutatják be.

18. táblázat

A különböző élőhelyek talajainak hatása a gyepalkotók táplálóanyagtartalmára (Hortobágy, 2016-2017)

Vizsgált paraméterek	Élőhelytípus		p
	Szikes mocsárrét	Nedves szikes legelő	
Száranyag-tartalom (sza.%)	32,90	30,95	0,464
Nyersfehérje-tartalom (sza.%)	11,95	13,55	0,325
Nyersrost-tartalom (sza.%)	30,35	30,75	0,506
Életfenntartó nettóenergia (MJ/kg sz.a)	5,03	5,08	0,561

A 18. táblázat adatai alapján látható, hogy a különböző élőhelytípusok esetében nem tudunk szignifikáns hatást kimutatni a vizsgált paraméterekre.

19. táblázat

Az eltérő évek hatása a gyepalkotók táplálóanyagtartalmára (Hortobágy, 2016-2017)

Vizsgált paraméterek	Kezelés		p
	2016. év	2017. év	
Száranyag-tartalom (sza.%)	31,27	31,93	0,930
Nyersfehérje-tartalom (sza.%)	10,60	12,75	0,042
Nyersrost-tartalom (sza.%)	29,62	30,55	0,937
Életfenntartó nettóenergia (MJ/kg sz.a)	4,55	5,05	<0,001

A 19. táblázat szerint az emelt létszámmal való legeltetés hatással volt a nyersfehérje- és az életfenntartó nettóenergia-tartalomra. A nyersfehérje-tartalom esetében a nagyobb értéket a kezelés 3. évében, a kisebbet az alacsonyabb szárazanyag hozamú 2016-os évben mértük. Az életfenntartó nettóenergia-tartalomnál ugyanez a tendencia figyelhető meg. A nagyobb értéket 2017-ben, tehát a már két éve emelt állatlétszámmal legeltetett területen, a kisebbet 2016-ban kaptuk.

20. táblázat

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták legeltetésének hatása a gyepalkotók táplálóanyagtartalmára (Hortobágy, 2016-2017)

Vizsgált paraméterek	Szarvasmarha típusok		p
	Magyar szürke szarvasmarha	Vegyes genotípusú húsmarha	
Szárazanyag-tartalom (sza.%)	31,60	32,25	0,815
Nyersfehérje-tartalom (sza.%)	12,12	13,35	0,472
Nyersrost-tartalom (sza.%)	30,50	30,60	0,665
Életfenntartó nettóenergia (MJ/kg sz.a)	4,96	5,15	0,006

A 20. táblázat alapján a szarvasmarha típusa csak az életfenntartó nettóenergia-tartalmat befolyásolta. Nagyobb értéket az intenzív húsmarhával legeltetett területen mértünk.

21. táblázat

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták legeltetése az élőhelytípusok és az eltérő évek közötti interakciók értékelése a gyepalkotók táplálóanyagtartalmára (Hortobágy, 2016-2017)

Vizsgált paraméterek	2016. év				2017. év				p
	Szikes mocsárrét		Nedves szikes legelő		Szikes mocsárrét		Nedves szikes legelő		
	Magyar szürke	Vegyes genotípus	Magyar szürke	Vegyes genotípus	Magyar szürke	Vegyes genotípus	Magyar szürke	Vegyes genotípus	
Szárazanyag-tartalom (sza.%)	27,01	28,35	33,37	36,38	33,60	32,21	29,62	32,30	0,735
Nyersfehérje-tartalom (sza.%)	10,21	11,63	9,86	10,71	10,60	13,30	13,70	13,40	0,431
Nyersrost-tartalom (sza.%)	27,92	29,34	31,71	29,51	31,20	29,50	29,80	31,70	0,435
Életfenntartó nettóenergia (MJ/kg sz.a)	4,54	4,56	4,53	4,60	4,97	5,09	4,95	5,20	<0,001

A 21. táblázat szerint statisztikailag is igazolható hatást csak az életfenntartó nettó energia esetében tudtunk kimutatni. Mindkét élőhelytípusnál és mindkét szarvasmarha típusnál a legelési intenzitás fokozásával nőtt az életfenntartó nettó energia.

4.4. A talajvizsgálatok összehasonlító elemzése

A különböző gyephasználat talajkémiai paramétereit befolyásoló hatását a 22. táblázat mutatja be.

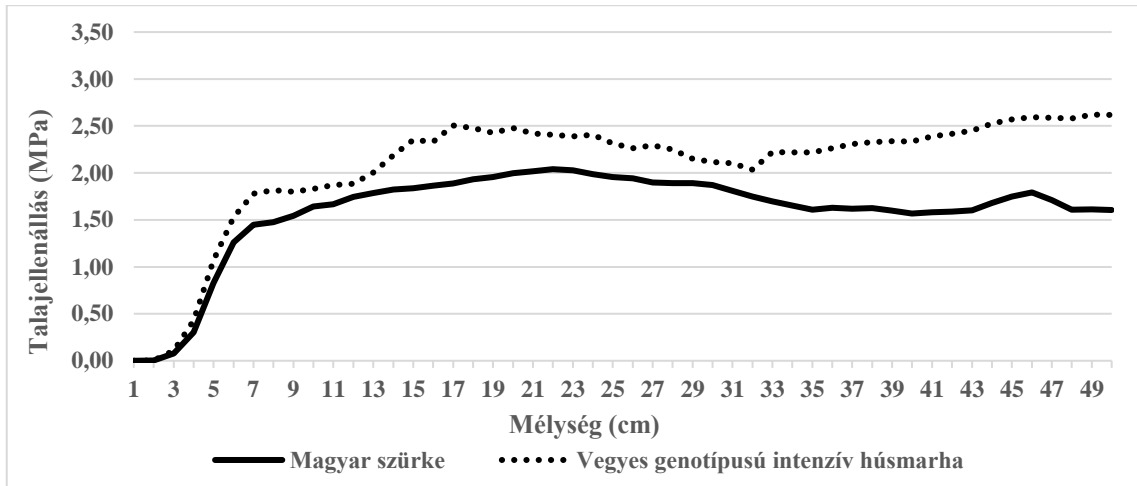
22. táblázat

Az élőhelytípusok talajának összehasonlítása (Hortobágy, 2017)

Vizsgált jellemzők	Szikes mocsárrét		Nedves szikes legelő		P
	Magyar szürke szarvasmarha	Vegyes genotípusú húsmarha	Magyar szürke szarvasmarha	Vegyes genotípusú húsmarha	
pH (KCl)	5,65	4,98	6,31	5,20	0,130
KA	51,50	54,38	50,22	46,56	0,115
Vízoldható összes só (m/m) %	0,05	0,05	0,05	0,05	0,083
CaCO ₃ (m/m) %	0,10	0,10	0,10	0,10	0,098
Szerves szén (m/m) %	3,87	3,85	3,31	2,71	0,149
AL-oldható P ₂ O ₅ (mg/kg)	57,12	43,94	47,88	43,87	0,523
AL-oldható K₂O (mg/kg)	332,10	256,01	209,98	205,70	0,037
KCl-oldható NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻ - N (mg/kg)	0,39	0,42	0,49	0,44	0,460

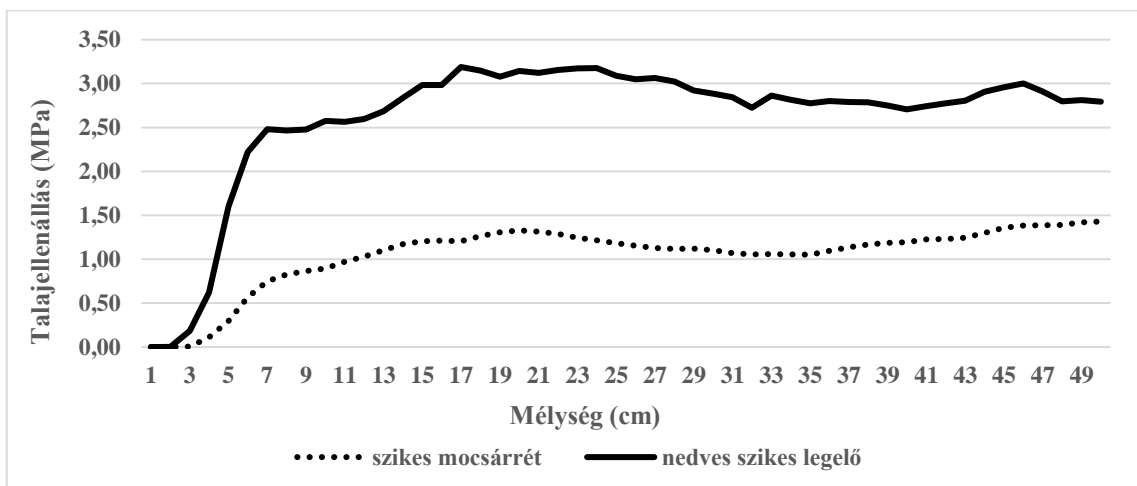
A 22. táblázat szerint a területek talajának kémiai tulajdonságai többnyire szignifikánsan nem különböztek egymástól. Statisztikailag is megerősített különbséget csak egy esetben a Lakanen-Erviö oldható kálium koncentrációjánál mértünk. Megállapítottuk, hogy a szikes mocsárrét jóval magasabb K koncentrációt tart fent, mint a szárazabb nedves szikes legelő. A nedves szikes legelőn közel azonos értékeket mértünk a két marhatípusnál, a szikes mocsárréten a magyar szürkével legeltett területen magasabb volt a talaj K koncentrációja.

A legelők talajának összehasonlítását a tömörödöttségük alapján a 2-4. ábra, a mérési eredményeket és a különbségek szignifikancia szintjét a 6. melléklet ismerteti. A talaj penetrációs ellenállását befolyásolta a szarvasmarha típusa az élőhelytípusok és ezek együttes hatása.



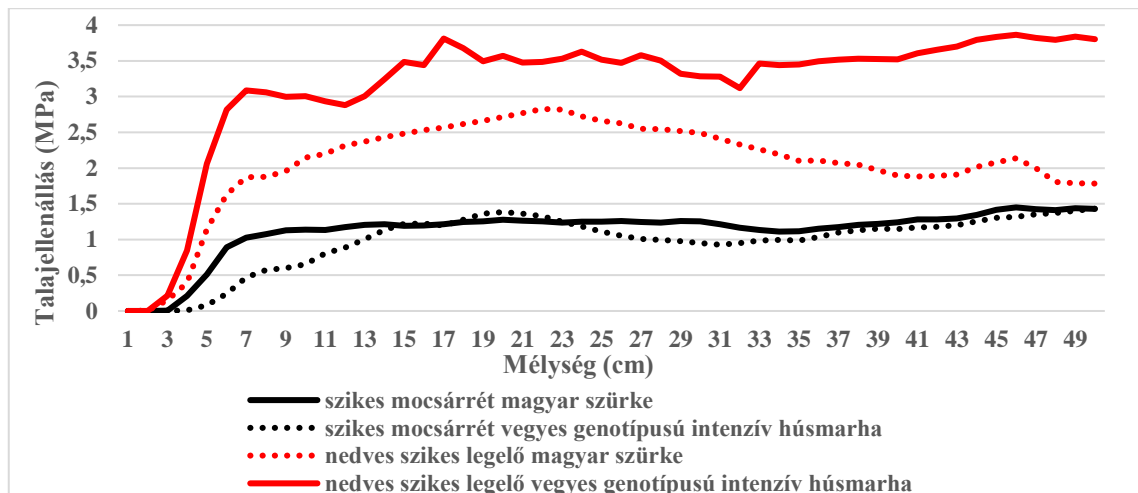
2. ábra: A legelők talajának penetrációs ellenállása (Hortobágy, 2017)

A magyar szürkével legeltetett Pap-ere és az intenzív húsmarhával legeltetett Zámpuszta legelői között először 18 cm-en majd 35 cm-től jelentkezett a szignifikáns különbség (2. ábra). A vártan megfelelően a nagyobb tömegű intenzív húsmarhával legelt területünk bizonyult tömörödöttebbnek.



3. ábra: A különböző élőhelytípusok talajának penetrációs ellenállása (Hortobágy, 2017)

A két élőhelytípus összehasonlítása során azt tapasztaltuk, hogy a nedves szikes legelő talajának ellenállása jóval nagyobb volt, mint a szikes mocsárrété (3. ábra). A szignifikáns különbség először 3 cm-es talajmélységnél jelentkezett és 50 cm-ig, azaz a mért tartományban folyamatosan tartott.



4. ábra: A különböző húsmarhafajtaival legeltetett legelők talajának penetrációs ellenállása különböző élőhelytípusokon (Hortobágy, 2017)

Az interakciók esetében a 4. ábra alapján megállapítottuk, hogy a két legelő (Pap-ere és Zám puszta) talajának penetrációs ellenállása a nedves szikes legelőn tért el nagyobb mértékben egymástól, amely már közvetlenül a talajfelszín alatt intenzív volt. Statisztikailag is igazolt különbséget először 4 cm-en mértünk, amely 17 cm-ig, majd 33 cm-től végig folyamatosan 50 cm-ig tartott. A legnagyobb talajellenállást Zám pusztán az intenzív húsmarhával hasznosított nedves szikes legelőn tapasztaltunk. A szikes mocsárréten mindkét legelőn alacsony volt a tömörödöttség.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A doktori kutatási program három pillérből állt. Elsőkét egy 12 mintaterületre kiterjedő terepi vizsgálatban cönológiai, gyepgazdálkodási módszerekkel vizsgáltuk a különböző élőhelytípusokon (nedves szikes legelő, szikes mocsárrét) alacsony és közepes intenzitású legeltetés mellett két eltérő genotípusú húsmarha (magyar szürke és egy vegyes genotípusú intenzív húsmarha) legeltetésének hatását a gyepek növényzetének összetételére, sokféleségére, borítottsági értékeire, táplálóanyag-tartalmára és a biomassa mennyiségére. Ezt követően összehasonlító vizsgálatokat végeztünk az élőhelyek talajainál fizikai és kémiai tulajdonságuk alapján.

5.1. A legelőhasználat hatása a növényzetre

A növényzeti vizsgálatoknál elsőként összevont adatok átlagai alapján hasonlítottuk össze a két élőhelytípust, majd a megnövekedett legelői intenzitás hatását és végezetül a különböző genotípusú szarvasmarhafajtákkal történő legeltetés hatását a gyep növényzetére. Vizsgáltuk, hogy ez a három változó, tehát a gyeptípus, az intenzitás és a különböző genotípusú húsmarha együttesen hogyan befolyásolja a növényzeti jellemzőket.

Az élőhelytípusok összehasonlításakor megállapítottuk, hogy a nedves szikes legelőn nagyobb volt a fajszám, a Shannon diverzitás és az összborítás, mint a szikes mocsárréten. Ennek lehetséges oka, hogy a szárazabb gyepek alacsonyabb produktivitásúak és közelebb esnek a biomassa-fajszám kapcsolatát leíró görbe csúcsához, ami egybevág Kelemen et al. (2013a) eredményeivel. Magyarázat lehet még, hogy a nedvesebb talaj jobban tömörödik, így jobban érvényesül a taposási kár, továbbá a nedves szikes legelőn mért alacsonyabb vegetációmagasság is jobban kedvezhetett a növényfajok gazdagságának. A savanyúfüvek, a feltételes gyomok és a sziki fajok borítása nagyobb volt a nedves szikes legelőn. A feltételes gyomok és a savanyú füvek magas borítás értékét a mindkét helyre besorolható *Carex* fajok okozták. A WB érték a vártnak megfelelően alakult, a szikes mocsárréten volt nagyobb. Minél nagyobb ez az érték annál inkább nedvességet kedvelő és jelző fajok alkotják a növényzetet. A természetességet kifejező Borhidi féle SzMT érték, valamint a szálfü és a feltétlen gyomok borítása esetében is ugyanezt a tendenciát tapasztaltuk, a szikes mocsárréten mértünk többet.

A biomassa vizsgálatnál szintén kimutattuk, hogy a legeltetés hatása gyeptípusonként eltérő, a növényzetben a gyomok kivételével jelentős különbségek alakultak ki. Amíg az

időszakos vízborítású nedves szikes legelőre csak a tavaszi enyhe vízhatás jellemző, addig a szikes mocsárrétre a bővebb vízellátású térszintek, így a talajvíz egész évben a felszín közelében marad. Ennek megfelelően alakult a két gyeptípusunk biomassza értékei is, ugyanis a pillangósok kivételével az összes vizsgált gypalkotónk mennyisége, jóval nagyobb volt a nedvesebb szikes mocsárréten.

Alacsony és közepes állatlétszámmal történő legeltetés hatásának összehasonlításakor megállapítottuk, hogy az állatlétszám emelésével még ilyen rövid időszak alatt is, nagyobb fajszámot lehet elérni, ami egybevág Connel (1978) közepes zavarás hipotézisének elméletével. Megállapítottuk, hogy a fajok gazdagsága, a Shannon-diverzitás és a gyeppőszborítása pozitívan kapcsolódott az állatok számának mérsékelt növekedéséhez. A pozitív korreláció lehetséges okai közé tartozik: a növények közötti versengés csökkenése, amely a biomassza folyamatos eltávolításából adódik, a növények szaporodása a magok szétszóródásával az állatok szőrén és a trágya révén, a megnövekedett tápanyagbevitel és a talaj tömörödése által okozott javuló feltételek (Deák et al., 2011; Smit és Putman, 2011; Ma et al., 2016). Továbbá megállapítottuk, hogy az emelt állatlétszámmal való közepes intenzitású legeltetés hatékonyan képes elnyomni a savanyú füvek borítását, és megteremteni a rövid és a magas füvek mozaikos vegetációs szerkezetét. Az alacsony állatlétszámnál a szálfüvek borítása dominált az aljfüvekkel szemben, viszont az intenzitás fokozásával a szálfüvek borítása csökkent, az aljfüvek borítása nőtt, mely egyezik Laurila et al. (2015) közlésével.

A biomassza vizsgálatoknál megállapítottuk, hogy az emelt állatlétszámmal való legeltetés ellentétesen hatott a teljes fitomassza két fő alkotójára, az avarra és az élőanyagra. Amíg, az avar mennyisége csökkent, az élőanyag biomasszája jelentősen nőtt. A kezelés első évében, az alacsony legelési intenzitásnál mértük a legnagyobb avar és a legkisebb élőanyag mennyiséget. Ennek oka az lehetett, hogy a nagy avarmennyiség csökkenthette a megtelepedéshez szükséges nyílt foltok elérhetőségét és mennyiségét, valamint a virágzó hajtásszámot (Facelli és Pickett, 1991; Bischoff et al., 2005; Ruprecht et al., 2010). Az egyszikűeknél az aljfüvek (*Agrostis stolonifera*, *Festuca pseudovina*, *Poa angustifolia*) a szálfüvek (*Alopecurus pratensis*, *Elymus repens*) és a savanyúfüvek (*Carex melanostachya*, *Carex stenophylla*, *Juncus compressus*) mennyisége, a kétszikűeknél a pillangósok (*Lotus corniculatus*, *Ononis spinosa*, *Trifolium angulatum*, *Trifolium fragiferum*) és a gyomok (*Ranunculus repens*, *Ononis spinosa*, *Oenanthe silaifolia*) biomassza mennyisége nőtt meg.

Vizsgálatunkban negatív kapcsolatot találtunk az avar mennyisége és a fajszám között. Számos szerző szerint ennek legfőbb oka az avar árnyékoló hatása (Goldberg et al., 1990; Grace és Pugesek, 1997). Az avar ezen kívül mechanikai gátként akadályozza a magok talajfelszínre jutását, csírázását és a csíranövények növekedését (Ruprecht és Szabó, 2011). Több vizsgálat szerint az évelő fűvek csírázását és korai növekedését pozitívan befolyásolja a nagyobb mennyiségű avar, így közvetetten ez is okozhatja egyes kísérőfajok kizáródását a vegetációból (Carson és Peterson, 1990; Xiong és Nilsson, 1999; Bartha, 2001). Továbbá, az eredményünk egybevág Kelemen et al. (2013a) szikeseken végzett kutatásaival is. Kimutatták, hogy a fitomassza és a fajgazdagság között unimodális kapcsolat áll fenn, a legmagasabb fajgazdagság köztes fitomassza értékeknél jellemző.

A nyersfehérje- és az életfenntartó nettóenergia-tartalomra szintén hatással volt az állatlétszám növelése. A nagyobb nyersfehérje-tartalmat a 2017-es évben, tehát a már két éve nagyobb állatlétszámmal legeltetett területen kaptuk, feltehetően a pillangósvirágúak (*Lotus corniculatus*, *Ononis spinosa*, *Trifolium angulatum*, *Trifolium fragiferum*) megnövekedett biomassza értékei miatt. A fehérje rost arányunk 1:2 volt, ami egybevág Vinczeffy (1998) és Tasi (2006) eredményeivel, miszerint a fehérje-rost arány a fűvek többségénél május közepén éri el a kedvező 1:2 arányt. Az életfenntartó nettóenergia esetében a nagyobb értéket szintén 2017-ben mértük.

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták legeltetésének összehasonlításakor megállapítottuk, hogy az extenzív húsmarha nagyobb kétszikű fitomassza produkciót tart fent, mint az intenzív húsmarha. Kiemelendő, hogy a magyar szürkével legelt területen jelentős mennyiségű pillangósvirágú biomasszát mértünk, melyek a természetes gyepek állandó és értékes növényei. A feltétlen gyomok esetében szintén különbséget tudtunk kimutatni a két fajtánál. A magyar szürke szarvasmarhával legelt területen közel kétszeres feltétlen gyomborítást és biomassza mennyiséget mértünk, mint az intenzív húsmarhával legeltetett területen, az állattenyésztési szempontból (Barcsák et al., 1978) mérgező gyomként besorolt *Ranunculus repens*, az *Oenanthe silaifolia* és a szűrős gyomokhoz tartozó *Cirsium brachycephalum* nagyobb jelenléte miatt. Ugyanakkor természetvédelmi értékkategóriák szempontjából a *Ranunculus repens* természetes zavarástűrő, az *Oenanthe silaifolia* és a *Cirsium brachycephalum* kísérőfaj, az utóbbi pedig védett, endemikus fajunk. Jelen mennyiségben ezek a fajok nem veszélyeztetik a gyepek takarmányozási értékét (6% alatt).

A táplálóanyagtartalom vizsgálata során hatást csak az életfenntartó nettó energia esetében tudtunk kimutatni: az intenzív húsmarhával legelt területünkön nagyobb értéket kaptunk, mint az extenzív húsmarhával legelt területen.

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták és az élőhelytípusok közötti interakciók hatásakor megállapítottuk, hogy a szarvasmarhafajta és az élőhely közötti kölcsönhatás számos eltérést hozott a legtöbb növényzeti jellemzőnél. A kapott eredmények azt mutatják, hogy a magyar szürke szarvasmarha mind a két élőhely típus esetében nagyobb fajszámot és Shannon sokféleséget tartott fent, mint az intenzív húsmarha. Megállapítottuk továbbá, hogy a növényfajok gazdagsága és a sokféleség a hagyományos húsmarhával legelt nedves szikes legelön volt a legnagyobb, a legalacsonyabb az intenzív húsmarhával legelt szikes mocsárréten. Ennek lehetséges oka az lehet, hogy az intenzív húsmarha nagy tömegű fajta, ezáltal jelentős hatással van a talaj tulajdonságaira és a növényzet összetételére, ami különösen a nedves területeken okozhat problémát. A szálfüvek borítása mind a két genotípus esetében a szikes mocsárréten volt nagyobb, és az intenzív húsmarhával legeltetett szikes mocsárréten mértünk többet - az *Alopecurus pratensis* és az *Elymus repens* nagyobb borításértékei miatt. A sziki fajok borítására szintén hatott a szarvasmarhafajtája és az élőhely típusa közötti kölcsönhatás. A sziki fajoknál a legmagasabb borítást az intenzív húsmarhával legeltetett nedves szikes legelön találtuk. A biomassza vizsgálat eredményei alapján megállapítottuk, hogy a holtanyag mennyisége a két húsmarha típusnál a szikes mocsárrétben hasonló volt, a nedves szikes legelön a magyar szürkével legelt területen mértünk többet. Az aljfüvek és a feltételes gyomok biomasszája eltérően alakult a két élőhely típusnál. Mindkét esetben, a szikes mocsárréten az intenzív húsmarha, a nedves szikes legelön az extenzív húsmarha tartott fent nagyobb mennyiséget. A pillangósok biomassza mennyisége mindkét élőhely típusnál a magyar szürkével legelt területen volt a több.

Vizsgálatunk további fontos megállapítása az interakciók hatásának értékelésekor, hogy amíg az intenzív húsmarha legeltetése csökkenti, addig a magyar szürke legeltetése növeli a nedvességmutatók értékeit. A nedvesség indikátorok értékének csökkenéséhez vezethet, hogy a nagyobb taposásnak kitett és ezáltal nyitottabb vegetációs struktúrában több mezofil faj is előfordulhat (Deák et al., 2014c). Az éghajlatváltozás hatására a legeltetés és az éghajlat által okozott aszály kölcsönhatása jelentős veszélyt jelent a legelők számára (Webb et al., 2017; Gaitán et al., 2018). A legérzékenyebb mocsári területeken a degradáció csökkentésének egyik lehetősége lehet a hagyományos szarvasmarhafajták kiválasztása.

A gyepek kevésbé értékes összetevői közé tartozó savanyúfüvek borítása (főleg a *Bolboschoenus maritimus*, a *Carex praecox*, az *Eleocharis palustris* és az *E. uniglumis* csökkenő borítása miatt) az állatlétszám emelésével csökkent mind az extenzív és mind az intenzív húsmarhával legeltetett területen. A magyar szürkével való legeltetéssel jobban visszaszorult a savanyúfüvek borítása, mint az intenzív húsmarhával legeltetett területen. Ez egybevág számos szerző megállapításával, melyek szerint a magyar szürke szarvasmarha legeltetésére az alacsony szelektivitás jellemző (Penksza et al., 2009c, 2010; Török et al., 2018), valamint hogy a magyar szürke szívesen fogyasztja a nádat (Török et al., 2014; Molnár, 2017), amely szintén a savanyú füvekhez sorolunk. A feltételes gyomok esetében hasonló tendenciát tapasztaltunk. Megállapítottuk, hogy a borításuk mindkét húsmarhafajta esetében csökkent a vizsgálat évei alatt, a jelentősebb csökkenés szintén a magyar szürkénél volt, melyet hasonlóan e fajta alacsony szelektivitásával magyarázhatunk. Amíg a szálfüvek borítása csökkent a pillangósok borítása nőtt mindkét húsmarhafajta esetében. Ez egybevág Szabó et al. (1974) megállapításaival, miszerint a szálfüvek erőteljes bokrosodása, illetve nagyobb borítás értéke miatt a pillangósok viszonylag háttérbe szorulnak, ami napfény kedvelő tulajdonságukkal magyarázható. A pillangósok borításának növekedését az is okozhatta, hogy a (halmozott) trágya és a vizelet lerakódása a talajban növelte a tápanyagszintet, amely a nitrofil fajokat előnyben részesítette. Megállapítottuk továbbá, hogy az extenzív húsmarhával legeltetett területen nőtt jelentős mértékben a pillangósok borítása (*Trifolium angulatum*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*). Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy a két szarvasmarhafajta eltérő takarmányszelektivitással rendelkezik.

A hagyományos fajták jobb minőségű takarmányokat tartanak fenn, ha a savanyú füvek alacsony a pillangósok magasabb borítási arányait nézzük. A fitomassza vizsgálatoknál hasonlóan megállapítottuk, hogy e két faktor kölcsönhatása jelenősen befolyásolta a vegetáció alakulását. Az élőanyag biomasszája az intenzitás fokozásával mindkét marha típusnál növekedést mutatott, különösképpen a vizsgálatunk második évében. Ezt a megnövekedett állatlétszámmal és a kedvező csapadékos időjárásnak tulajdoníthatjuk. A kapott biomassza értékek tovább erősítették azt a megállapításunkat, hogy a magyar szürkével való legeltetéssel jobb minőségű takarmányt tudunk elérni. Ugyanis, az intenzitásuk fokozásával a savanyúfü és a feltételes gyom biomasszája csökkent, a pillangósoké jelentősen nőtt.

A legeltetéshez kapcsolódó növényi változások a legeltetési intenzitási gradiens mentén jelentősek voltak, melyek hatását befolyásolhatják az élőhely típusok is.

Az emelt állatlétszám kedvezett az aljfüvek növekedésének, de ezzel egyidejűleg, a szálfüvek borítása csökkent mindkét élőhelytípuson, hasonlóan Jones et al. (2011) vizes élőhelyeken végzett kutatásukhoz. A legeltetés intenzitásának hatása mind az aljfüveknél és mind a szálfüveknél kifejezettebb volt a nedves szikes legelőn, mint a szikes mocsárréten. A savanyúfüvekre szintén hatott az intenzitás és az élőhely típusa közötti kölcsönhatás: mind a két élőhely típus esetében az állatlétszám fokozásával felére csökkent a borításuk. Az élőanyag biomasszája mindkét élőhely típusnál az állatlétszám emelésével nőtt, a legmagasabb értéket a kezelés második évében a szikes mocsárréten mértük, ahol közel megháromszorozódott az előző évi biomassza mennyisége. Ehhez a kiugróan magas értékhez minden bizonnyal hozzájárult a 2016-os év csapadékos időjárása is. Ez a tendencia igaz volt az aljfüvekre és mindkét gyom kategóriára is. A pillangósok biomasszája a kezelés 3 évében folyamatosan nőtt mindkét élőhely típusnál. A nedves szikes legelőn megháromszorozódott, a szikes mocsárréten megnégyszereződött a mennyiségük. A pillangósok közül a *Trifolium angulatum* és a *T. repens* biomasszája növekedett jelentősen, amit szintén magyarázhatunk a számukra kedvező éghajlati viszonyokkal. Ugyanis, enyhe, csapadékos tél után bőséges biomassza hozamra lehet számítani (Varga et al., 2024). Az 1-3. mellékletekből kiderül, hogy a november-januári hőmérsékleti és csapadékviszonyok megteremtették a feltételrendszerét a biomasszájuk növekedéséhez.

Mindhárom változó együttes hatásának értékelésekor megállapítottuk, hogy a természetességi érték a legeltetési intenzitás fokozásával csökkent mindkét élőhely és marha típusnál, ami felhívja a figyelmet a megfelelő gazdálkodási intenzitások meghatározásának és tervezésének fontosságára. Habár, a mi esetünkben a legeltetés intenzitása nem vezetett a gyepek degradációjához, de számos tanulmányban az élőhelyek leromlásának egyik fő oka a túlzásfoltosság volt (Deák et al., 2017; Gaitán et al., 2018; Tóth et al., 2018; Varga és Csízi, 2020). A pillangósok borítása és biomassza mennyiségük az állatlétszám emelésével a szikes mocsárréten mindkét marha típus esetében a többszörösére nőtt a *Trifolium angulatum*, a *Trifolium repens*, és a *Lotus corniculatus* megnövekedett borítás értékei miatt. Az intenzív húsmarhával legeltetett nedves szikes legelőn viszont nem volt jelentős a változás. A savanyúfüvek borítása (főleg a *Bolboschoenus maritimus*, a *Carex praecox*, az *Eleocharis palustris* és az *E. uniglumis* csökkenő borítása miatt) az állatlétszám emelésével mind a két húsmarhafajta és mind a két élőhelytípus esetén jelentősen csökkent. A legnagyobb mértékű csökkenést a magyar szürkével legeltetett nedves szikes legelőn tapasztaltuk.

A biomassza vizsgálatnál viszont megállapítottuk, hogy a magyar szürke csökkentette az intenzív húsmarha növelte a savanyúfüvek biomassza mennyiségét mindkét gyep típuson. Általánosságban elmondható, hogy a feltétlen gyomok biomassza mennyisége az állatlétszám emelésével mindkét szarvasmarha típus és mindkét élőhely típus esetén nőtt.

A legnagyobb mértékű növekedést az intenzív húsmarhával legelt szikes mocsárréten mértük. Továbbá megállapítottuk, hogy a gyepék táplálóanyag tartalmának kedvezett a közepes állatlétszámmal történő legeltetés. Az intenzív húsmarha mindkét élőhelyen nagyobb életfenntartó energiát tartalmazott, mint az extenzív húsmarha.

5.2. A talajvizsgálatok

A legelőterületek talajadottságait a legfontosabb fizikai és kémiai paraméterekkel jellemeztük. Összehasonlítottuk a két marhalegelő talaját élőhely típusonként a talaj penetrációs ellenállása és a legfőbb talajkémiai tulajdonságuk alapján.

Az összevont adatok alapján megállapítottuk, hogy a magyar szürkével legelt Pap- ere és az intenzív húsmarhával legelt Zám-puszta talajának penetrációs ellenállása a vártnak megfelelően a nagyobb tömegű intenzív húsmarhával legelt területek bizonyultak tömörödöttebbnek. Az élőhely típusok összehasonlításakor kapott eredmények szerint viszont már a talaj felső néhány cm-es rétegében megmutatkozott a különbség a nedves szikes legelő és a szikes mocsárrét talajának tömörödöttsége között. Megállapítottuk, hogy a nedves szikes legelő talajának a penetrációs ellenállása a szikes mocsárréthez képest jelentősen nagyobb volt. A vegetáció fajösszetétele is ennek megfelelően alakult. A nedvesebb, lazább talajon a domináns gyepalkotók a következők voltak az *Agrostis stolonifera*, *Alopecurus pratensis*, *Bolboschonus maritimus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Carex melanostachya*, *C. vulpina*, *Eleocharis palustris*, *Ranunculus repens*, *Rorippa sylvestris* ssp. *kernerii*, *Veronica scutellata*, míg a szárazabb és tömörödöttebb talajon az *Artemisia santonicum*, *Bromus arvensis*, *B. mollis*, *Carex praecox*, *C. stenophylla*, *Festuca pratensis*, *Poa angustifolia*, *Trifolium angulatum*, *T. repens*, *T. fragiferum*, *Veronica verna*. A szikes mocsárrét talajának penetrációs ellenállásában nem tapasztaltunk lényeges különbséget a két marhatípus között, viszont a nedves szikes legelőn megállapítottuk, hogy az intenzív húsmarhával legelt talaj tömörödöttebb volt, mint az extenzív húsmarhával legelt talaj. Ezek az eredmények megerősítik azt a hipotézist, hogy a szikeseken a növényzet elsődleges meghatározója a talaj.

A sótartalom mellett a talaj nedvességtartalma határozza meg, hogy milyen növényzeti típus alakul ki, és azt is, hogy milyen minőségű és mennyiségű a gyepterület biomasszája.

A kémiai vizsgálatok értékelésénél statisztikailag is igazolható különbségek alapján azt állapítottuk meg, hogy a mintaterületeink között csak a kálium koncentrációban volt különbség. A magyar szürkével legeltetett szikes mocsárrét kálium tartalma magasabb volt, mint a vegyes genotípusú hús-marhával legelt területünk talaja. A nedves szikes legelő talajai között lényeges különbséget nem tudtunk kimutatni.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Különböző genotípusú húsmarhák eltérő élőhelytípusokon történő legeltetésének hatását megállapító vizsgálataim új tudományos eredményei az alábbiak:

1. Megállapítottam, hogy a legeltetés hatása gyeptípusonként eltérő. A nedves szikes legelőn a fajszám 15%-kal, a Shannon diverzitás 16%-kal volt nagyobb, mint a szikes mocsárréten, ugyanakkor az élőanyag biomassza mennyisége 51%-kal volt kevesebb a nedves szikes legelőn.
2. Az alacsony (0,35ÁÉ/ha) és közepes állatlétszámmal (0,61-0,68ÁÉ/ha) történő legeltetés hatásának összehasonlításakor megállapítottam, hogy az állatlétszám emelésével a növényfajok gazdagsága 11%-kal, a Shannon-diverzitás 19%-kal nőtt, ami egybevág a köztes zavarási hipotézissel. A közepes intenzitású legeltetés hatékonyan (55%-kal) képes elnyomni a savanyú fűvek borítását, és megteremteni a rövid és a magas fűvek mozaikos vegetációs szerkezetét. A nagyobb állatlétszámmal való legeltetés ellentétesen hatott az avar és az élőanyag mennyiségre. Az avar mennyisége 22 %-kal csökkent, az élőanyag biomassza tömege jelentősen nőtt, azaz 60%-kal.
3. Az állatlétszám növelése takarmányérték szempontból is javítja a szikes mocsárrétet: a nagyobb állatsűrűséggel történő legeltetés hatására a pillangósvirágúak biomassza mennyisége megháromszorozódott, ezáltal nőtt az egységnyi területről nyerhető nyersfehérje- és nettóenergia- tartalom.
4. Megállapítottam, hogy a különböző szarvasmarha típusok legelésének a növényzet összetételére és takarmányminőségre gyakorolt hatása az élőhely típusától is függ. A magyar szürke marha ellentétben a vegyes genotípusú modern húsmarhával nagyobb fajszámot (szikes mocsárréten 54%-kal, nedves szikes legelőn: 30%-kal), nagyobb Shannon diverzitást (a szikes mocsárréten 35%-kal, nedves szikes legelőn 12,6 %-kal), és több pillangós biomassza mennyiséget tartott fenn mind a két élőhely típusnál (90%-kal). A növényfajok sokfélesége az ősi magyar marhával legeltetett nedves szikes legelőn volt a legnagyobb (17,02 db/m²) a legkevesebb (10,33db/m²) a vegyes genotípusú egyoldalú húsmarhával legeltetett szikes mocsárréten. A feltételes gyomok

biomassza tömege a szikes mocsárréten a kifejezetten húsmarha genotípus legeltetésével 30%-kal, a nedves szikes legelőn a szürke marha legeltetésével 109 %-kal volt nagyobb.

5. A kétféle szarvasmarha genotípus eltérő takarmányszelektivitással rendelkezik. Amíg, a magyar szürke marhával legeltetett mindkét élőhely típuson visszaszorult a savanyú fűvek biomasszája (a szikes mocsárréten 32%-kal, a nedves szikes legelőn 12%-kal), és nőtt a pillangós virágúak aránya (a szikes mocsárréten 282%-kal, a nedves szikes legelőn 227%-kal), addig a vegyes genotípusú húsmarhával legeltetett területeken nőtt a savanyúfűvek biomasszája (a szikes mocsárréten 120%-kal, a nedves szikes legelőn 194%-kal), a pillangósoké a szikes mocsárréten nőtt (724%-kal), a nedves szikes legelőn csökkent (18%-kal).
6. Az egységnyi területre jutó állategység növelésével mindkét élőhelytípuson mindkét genotípus esetében jelentősen nőtt a feltétlen gyomok biomassza tömege. A szikes mocsárréten a magyar szürke marhával legeltetett területen 39%-os, a vegyes genotípusú modern húsmarhánál 1475%-os, a nedves szikes legelőn a magyar szürke marhával legeltetett területen 264%-os, a vegyes genotípusú modern húsmarhánál 210%-os növekedés volt tapasztalható.
7. A kutatási eredmények alapján kijelenthető, hogy a nedves szikes legelőn és mocsárréten 1 ÁE/ha alatti állatsűrűség mellett az ősi magyar marha és a vegyes genotípusú modern húsmarha egyaránt alkalmas a természetvédelmi területek kezelésére, egyben kiváló minőségű élelmiszeralapanyag előállítására. Természetvédelmi szempontból a magyar szürke legeltetése különösen előnyös a vizes élőhelyeken.

7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. Kimutattam, hogy az állatlétszám emelésének hatása a feltétlen gyomok biomassza mennyiségére eltérően jelentkezett a különböző szarvasmarha típusoknál és az élőhelytípusoknál. A legnagyobb mértékű, azaz 16-szoros növekedést az intenzív húsmarhával legelt szikes mocsárréten mértem, a legkisebb mértékű növekedést szintén a szikes mocsárréten a magyar szürkével legelt területen, ahol csak 1,4-szeres volt a feltétlen gyomok biomassza növekedése az állatlétszám fokozásával. A nedves szikes legelőn nem volt számottevő különbség, mindkét húsmarha típus legeltetésekor közel 3,5-szörös volt a feltétlen gyom biomassza mennyiségének a növekedése. Eredményeim alapján a mezőgazdasági hasznosság tekintetében a szikes mocsárrét kezelésére a hagyományos fajták használata javasolt. Természetvédelmi szempontból emellett figyelembe kell venni, hogy a feltétlen gyomokhoz sorolt *Ranunculus repens* természetes zavarástűrő, az *Oenanthe silaifolia* és a *Cirsium brachycephalum* kísérőfaj, az utóbbi pedig védett, endemikus fajunk. Jelen mennyiségben ezek a fajok nem veszélyeztetik a gyepek takarmányozási értékét (6% alatt). A nedves szikes legelőn mind mezőgazdasági mind természetvédelmi szempontból javasolható a vegyes genotípusú húsmarha és az extenzív magyar szürke legeltetése a vizsgálatban alkalmazott állatlétszám mellett.
2. A természetességi érték a legeltetési intenzitás fokozásával csökkent mindkét élőhely és marha típusnál. A legnagyobb mértékű csökkenés (40%-os) a magyar szürkével legelt nedves szikes legelőn, a legkisebb mértékű a magyar szürkével legelt szikes mocsárréten jelentkezett, ami felhívja a figyelmet a megfelelő gazdálkodási intenzitások meghatározásának és tervezésének fontosságára.
3. A két szarvasmarhafajta eltérő takarmányszelektivitással rendelkezik, a magyar szürkével való legeltetéssel jobb minőségű takarmányt tudunk elérni mindkét élőhely típusnál: a magyar szürkével való legeltetéssel jobban visszaszorult a savanyúfüvek és a feltételes gyomok borítása és biomassza mennyiségük, ugyanakkor a pillangósok aránya nagyobb mértékben növekedett, mint az intenzív húsmarha legelésénél. Ez az eredmény arra utal, hogy a magyar szürke különösen alkalmas lehet a savanyúfüvek és feltételes gyomok visszaszorítására a vizsgált élőhelytípusokban.

4. Megállapítottam, hogy a különböző szarvasmarha típusok legelésének az élőhelyvédelmi értékekre és a takarmányminőségre gyakorolt hatása az élőhely típusától függhet. A magyar szürke nagyobb fajszámot (szikes mocsárréten 54%-kal, nedves szikes legelőn: 30%-kal), nagyobb Shannon diverzitást (a szikes mocsárréten 35%-kal, nedves szikes legelőn 12,6 %-kal), és több pillangós biomassza mennyiséget tartott fenn mind a két élőhely típusnál (90%-kal), mint az intenzív húsmarha. A növényfajok gazdagsága és a sokféleség a hagyományos húsmarhával legelt nedves szikes legelőn volt a legnagyobb (17,02 db/m²), a legkevesebb (10,33db/m²) az intenzív húsmarhával legelt szikes mocsárréten. A feltételes gyomok biomasszája is eltérően alakult: a szikes mocsárréten az intenzív húsmarha (30%-kal), a nedves szikes legelőn az extenzív húsmarha legeltetésénél jelentkezett nagyobb mennyiség (109%-kal). Ezek az eredmények felhívják a figyelmet az élőhelyi adottságoknak leginkább megfelelő fajtaválasztásra.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A természetvédelmi célú extenzív gyepgazdálkodás világszerte jelentős szerepet játszik a füves élőhelyek biodiverzitásának helyreállításában és megőrzésében. Ezért nélkülözhetetlen az élőhelyek és a gazdasági célok figyelembevételénél a természetvédelem és a mezőgazdaság igényeinek összehangolása. A megfelelő kezelés érdekében döntő fontosságú, hogy összehasonlítsuk ugyanazon legelő állatfaj hagyományos és keresztezett fajtáinak legeltetési hatásait, amelyek eltérőek lehetnek a gyepök növényzetére. Ugyanakkor, jelentős a tudáshiány azzal kapcsolatban, hogy a különböző intenzitású húsmarhafajták hogyan befolyásolják a természetvédelmi célú legeltetés illetve a restauráció sikerességét.

A doktori kutatásban a következő célokat tűztem ki: (i) Két eltérő élőhelytípuson (nedves szikes legelő és szikes mocsárrét) történő legeltetés hatásának meghatározása a legelő növényzetének összetételére, sokféleségére, borítottsági értékeire, táplálóanyag-tartalmára és a biomassa mennyiségére (továbbiakban: a növényzeti jellemzőkre). (ii) Alacsony és közepes állatlétszámú, különböző genotípusú húsmarhákkal történő legeltetés hatásának kimutatása a gyepök növényzeti jellemzőire eltérő élőhely típusokon. (iii) Különböző genotípusú húsmarhák, esetünkben a hagyományos tájfajták (magyar szürke szarvasmarha) illetve az intenzív húsmarhák legeltetése közötti különbség meghatározása a gyepök növényzetére eltérő élőhelytípusokon, alacsony és közepes állatsűrűség mellett. A kutatásunk fő célja annak megállapítása, hogy a magyar szürke szarvasmarhafajtánál jövedelmezőbb, gazdaságosság szempontjából kedvezőbb, intenzívebb húsmarhafajtákkal szintén megvalósítható-e a természetvédelmi célú legeltetés. A legelőhasználat hatásának meghatározása mellett talajtani vizsgálatokat is végeztem. A célom az eltérő élőhelyek talajának összehasonlítása fizikai és kémiai tulajdonságuk alapján.

A kutatást a Hortobágyi Nemzeti Parkban végeztem. A magyar szürkével legeltetett 1200 ha-os mintaterületünk Pap-erén helyezkedett el, amelyet egy 540 tehénből és szaporulatából (480 borjú) álló gulya legelt (0,61 ÁE/ha). A vegyes genotípusú intenzív húsmarhával (charolais keresztezett hereford és limousine F1-es állomány) legeltetett területünk Zámon található. Ezt az 1100 ha-os területet egy 550 tehénből és szaporulatából (500 borjú) álló gulya legelte (0,68 ÁE/ha). A vizsgálati időszak első évében mindkét területen alacsony, 0,35 ÁE/ha állatsűrűség volt.

A növényzetet több szempontból vizsgáltam. A cönológiai vizsgálatokat 2015 és 2017 között végeztük. Pap-erén és Zám pusztán növénytársulásonként (szikes mocsárrét: *Bolboschoenetum maritimi* és nedves szikes legelő: *Beckmannion eruciformis*) három-három db 8×8 méteres mintaterületet jelöltünk ki. A gyep feltérképezéséhez a Balázs-féle (Balázs, 1960) kvadrát módszert alkalmaztuk, ennek során a 8×8 méteres területeket 5 db 2×2 méteres (állandó jelölésű) kvadrátokra osztva, az azokban megtalálható növényfajokat és borítottságukat feljegyeztük. A cönológiai felvételekkel párhuzamosan (2015-2017) mindkét területünkön növénytársulásonként produkció vizsgálatokat is végeztünk. A biomassza produkció meghatározását átlagos növénymagasság mérésével, és a növényzet nyírásával végeztük a 8×8 méteres kvadrátokban. A növényzet magasságát minden kvadrátban random módon 5 ponton jegyeztük fel. A nyíráspróba alkalmával, a 8 × 8 méteres mintaterületeink pufferzónájában 20 darab, 20×20 cm-es mintanegyzetben lenyírtuk, majd begyűjtöttük a teljes föld feletti növényi biomasszát és az elhalt növényi részeket. A takarmányvizsgálatokat 2016 és 2017 májusában végeztük. Növénytársulásonként a növényzeti mintákat 3 ismétlésben gyűjtöttük a 8×8 méteres mintaterületről. A vágásminták szárazanyagtartalmát-, a nyersfehérje-, a nyerszsír-, hamu- és a nyersrost-tartalmát határoztuk meg.

A talaj fizikai tulajdonságai közül a penetrációs ellenállást mértük a talaj 0-50 cm mélységében. A kémiai tulajdonságok közül a következőket vizsgáltuk: kémhatás, vízben oldható összessó-tartalom, szerves C%, összes nitrogén, nitrát-nitrogén tartalom, Lakanen-Erviö oldható foszfor és kálium koncentráció. A talajmintákat a 0-20 cm rétegből gyűjtöttük. A talajtípus mindkét vizsgálati helyszínen réti szolonyec volt.

A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy a legeltetés hatása gyep típusonként eltérő. A nedves szikes legelőn nagyobb volt a fajszám, a Shannon diverzitás, az összborítás, a savanyúfüvek, a feltételes gyomok és a sziki fajok borítása, mint a szikes mocsárréten. A WB érték a vártak megfelelően alakult, a szikes mocsárréten volt nagyobb. A szikes mocsárréten nagyobb értékeket tapasztaltunk a Borhidi féle SzMT érték, a szálfü és a feltétlen gyomok borítás, valamint a pillangósok kivételével az összes vizsgált gyepalkotó biomassza mennyiségénél a nedves szikes legelőhöz képest.

Alacsony és közepes állatlétszámmal történő legeltetés hatásának összehasonlításakor megállapítottuk, hogy a fajok gazdagsága, a Shannon-diverzitás és a gyep összborítása nőtt az állatok számának mérsékelt növelésével, valamint, hogy a közepes intenzitású legeltetés hatékonyan képes elnyomni a savanyúfüvek borítását.

A biomassza vizsgálatoknál megállapítottuk, hogy az avar mennyisége csökkent, az élőanyag biomasszája jelentősen nőtt: az egyszikűeknél az aljfűvek, a szálfűvek és a savanyúfűvek mennyisége, a kétszikűeknél a pillangósok és a gyomok biomassza mennyisége nőtt. Eredményeink megerősítették, hogy a fitomassza és a fajgazdagság között unimodális kapcsolat áll fenn, tehát a legmagasabb fajgazdagságot a köztes fitomassza értékeknél mértük. Az állatlétszám mérsékelt növelése mezőgazdasági szempontból is javítja a vizes élőhelyeket: a nagyobb állatsűrűséggel történő legeltetés hatására nő a nyersfehérje és az életfenntartó nettóenergia tartalom. A vizsgálatunk további fontos megállapítása, hogy az állatlétszám emelésének hatását a növényzet borítottsági értékeire az élőhely típusa befolyásolta: az aljfűvek borítása a nedves szikes legelőn közel megduplázódott, a szikes mocsárréten viszont csak kis mértékben növekedett. A szálfűvek és a savanyúfűvek borítása mindkét élőhely típuson közel azonos mértékben csökkent. A pillangósok biomassza mennyisége a kezelés három évében folyamatosan nőtt mindkét élőhely típusnál. A nedves szikes legelőn megháromszorozódott a szikes mocsárréten megnégyszereződött a mennyiségük. Megállapítottuk, hogy az állatlétszám emelésének hatása állatfajtánként eltérő: amíg a magyar szürke növelte, az intenzív húsmarha csökkentette a nedvességmutató értéket. A savanyúfűvek és a feltételes gyomok borítása mindkét marhatípusnál csökkent, de nagyobb mértékű csökkenést a hagyományos húsmarhánál találtunk. A pillangósok borítása a magyar szürkével legelt területen nőtt nagyobb mértékben.

A különböző genotípusú szarvasmarhafajták legeltetésének összehasonlításakor megállapítottuk, hogy a magyar szürkével legeltetett területek gyomosodása erőteljesebb volt, azonban a gyomfajok között olyan szikes vizes élőhelyekre jellemző fajok domináltak, mint az *Oenanthe silaifolia*, *Ranunculus repens*. Továbbá kimutattuk, hogy az életfenntartó nettó energia az intenzív húsmarhával legelt területünkön volt több. Megállapítottuk, hogy a szarvasmarhafajta élőhelyvédelmi értékekre és a takarmányminőségre gyakorolt hatása az élőhely típusától függ. A hagyományos fajta szignifikánsan nagyobb fajszámot, Shannon diverzitást és pillangós biomassza mennyiséget tartott fenn mind a két élőhely típusnál, mint az intenzív húsmarha. Az aljfűvek és a feltételes gyomok biomasszája is eltérően alakult: a szikes mocsárréten az intenzív húsmarha, a nedves szikes legelőn az extenzív húsmarha legeltetésénél jelentkezett nagyobb mennyiség. Kimutattuk, hogy a szarvasmarhafajta hatását az élőhely típusa mellett a legeltetés intenzitása is befolyásolta: az állatlétszám emelésével az intenzív húsmarha legeltetése a mocsári élőhelyeken csökkenti, a nedves szikes legelőn

növeli, a magyar szürke legeltetése mindkét élőhelyen növeli a nedvességmutatók értékét. A két szarvasmarhafajta eltérő takarmányszелеktivitással rendelkezik, a hagyományos fajták jobb minőségű takarmányokat tartanak fenn: a magyar szürkével való legeltetéssel jobban visszaszorult a savanyúfüvek és a feltételes gyomok borítása és biomassza mennyiségük, ugyanakkor a pillangósok aránya nagyobb mértékben növekedett mindkét élőhelytípusnál. Továbbá megállapítottuk, hogy a gyepek táplálóanyagtartalmának kedvezett a közepes állatlétszámmal történő legeltetés. Az intenzív húsmarha mindkét élőhelyen nagyobb életfenntartó energiatartalmat tartott fent, mint az extenzív húsmarha.

Összességében elmondható, hogy az általunk vizsgált legelési rendszerben a nagyobb állatsűrűséggel történő legeltetés kedvező hatással van a szikes mocsárrét és nedves szikes legelő természetvédelmi és mezőgazdasági állapotára: ugyanis nő a diverzitás, csökken a savanyúfüvek borítottsága, a holt szerves anyag mennyisége, viszont nő a nyersfehérje tartalom és az életfenntartó nettóenergia. A hagyományos magyar szürke marha legeltetése természetvédelmi szempontból kedvezőbb, de az intenzív húsmarhák jó kompromisszumot jelenthetnek a természetvédelmi kezelésben ott, ahol a hagyományos fajták alkalmazása nem megoldható. A szikes mocsarak kezelésére viszont mindenképpen a hagyományos fajták használatát érdemes előtérbe helyezni.

A legelőterületek talajadottságait a legfontosabb fizikai és kémiai paraméterekkel jellemeztük. Összehasonlítottuk a két marhalegelő talaját élőhelytípusonként a talaj penetrációs ellenállása és a legfőbb talajkémiai tulajdonságaik alapján.

A magyar szürkével legelt Pap- ere és az intenzív húsmarhával legelt Zám-pusztá talajának penetrációs ellenállása a vártak megfelelően alakult, a nagyobb tömegű intenzív húsmarhával legelt területek bizonyultak tömörödöttebbnek. Az élőhelytípusok összehasonlításakor kapott eredmények szerint megállapítottuk, hogy a nedves szikes legelő talajának a penetrációs ellenállása a szikes mocsárréthez képest jelentősen nagyobb volt. A szikes mocsárrét talajának penetrációs ellenállásában nem tapasztaltunk lényeges különbséget a két marhatípus legelése között, viszont a nedves szikes legelőn megállapítottuk, hogy az intenzív húsmarhával legelt talaj tömörödöttebb volt, mint az extenzív húsmarhával legelt talaj. A kémiai vizsgálatok értékelésénél statisztikailag is igazolható különbségek alapján azt állapítottuk meg, hogy a mintaterületeink között csak a kálium koncentrációban volt különbség. A magyar szürkével legeltetett szikes mocsárrét kálium tartalma magasabb volt, mint a vegyes genotípusú húsmarhával legelt területünk talaja. A nedves szikes legelő talajai között lényeges különbséget nem tudtunk kimutatni.

9. SUMMARY

Extensive grassland management for the purpose of nature conservation plays a significant role in restoring and preserving the biodiversity of grassland habitats worldwide. Therefore, it is essential to coordinate the needs of nature conservation and agriculture when considering habitats and economic goals. For proper management, it is crucial to compare the grazing effects of traditional and crossbreeds of the same grazing animal species, which may differ on grassland vegetation. At the same time, there is a significant lack of knowledge regarding how various beef cattle breeds influence the success of grazing for nature conservation management and restoration.

In my research, I set the following goals: (i) Determining the effect of grazing on two different habitat types (alkaline wet pasture and alkaline marsh) on the composition, diversity, cover values, nutrient content and biomass of the pasture's vegetation (hereinafter: vegetation characteristics). (ii) Demonstration of the effect of grazing with beef cattle of different genotypes on the vegetation characteristics of grasslands in different habitat types. (iii) Determining the difference between the grazing of beef cattle of different genotypes, in our case the traditional robust breeds (Hungarian gray cattle) and the intensive grazing of beef cattle on the vegetation of grasslands in different habitat types, at low and medium animal densities. The main goal of our research is to determine whether it is also possible to implement grazing for conservation purposes with beef cattle breeds that are more profitable and more economically favorable than the Hungarian gray cattle breed. In addition to determining the effect of pasture use. My goal was to compare the soil of different habitats based on their physical and chemical properties.

I carried out the research in the Hortobágy National Park. Our sample area of 1200 ha grazed with Hungarian gray was located on the Pap-ere, which was grazed by a herd of 540 cows and their offspring (480 calves) (0.61unit/ha). Our area grazed with mixed genotype intensive beef cattle (Charolais crossed Hereford and Limousin F1 herd) was located in Zám. This 1100 ha area was grazed by a herd of 550 cows and their offspring (500 calves) (0.68 unit/ha). In the first year of the study period, both areas had a low animal density of 0.35 unit/ha.

I examined the vegetation from several points of view. The coenological tests were carried out between 2015 and 2017. On Pap-ere and Zám, three 8x8 meter sample areas were selected for each plant association (saline marshes: *Bolboschoenetum maritimi* and saline meadows: *Beckmannion eruciformis*).

To survey the vegetation, we used the quadrat method of Balázs (Balázs, 1960), during which the 8×8 meter areas were divided into 5 2×2 meter permanently marked quadrats and the plant species found in them and their coverage were recorded. In parallel with the coenological recordings (2015-2017), we also sampled biomass production in each plant community in both of our areas. Biomass production was determined by measuring the average plant height and trimming the vegetation in the 8×8 meter squares. The height of the vegetation was recorded randomly at 5 points in each quadrat. During the shearing test, in the buffer zone of our 8 × 8 meter sample areas, we clipped the vegetation in 20 sample squares of 20 × 20 cm, and then collected the entire above-ground plant biomass and dead plant parts. The fodder examination was carried out in May 2016 and 2017. Vegetation samples per plant community were collected in 3 replicates from the 8×8 meter sample area. We determined the dry matter content, crude protein, crude fat, ash and crude fiber content of the cut samples.

Among the physical properties of the soil, the penetration resistance was measured at a depth of 0-50 cm. Among the chemical properties, the following were examined: pH, total water-soluble salt content, organic C%, total nitrogen, nitrate-nitrogen content, Lakanen-Erviö soluble phosphorus and potassium concentration. The soil samples were collected from the 0-20 cm layer. The soil type at both sites was meadow solonetz.

Based on the obtained results, we determined that the effect of grazing differs in the studied habitat types. The number of species, the Shannon diversity, the total cover, the cover of sour grasses, conditional weeds and saline species were higher in the alkaline wet pasture than in the alkaline marshes. The WB value developed as expected, it was higher in the saline marsh. In the saline marsh, we found higher values for Borhidi's SBT value, the cover of sour grasses and absolute weeds, as well as the amount of all examined graminoid biomass compared to the alkaline wet pasture, with the exception of the leguminous plants.

When comparing the effects of grazing with low and medium animal numbers, we found that species richness, Shannon diversity and total vegetation cover increased with a moderate increase in the number of animals, and that medium-intensity grazing was able to effectively suppress sourgrass cover. In the biomass tests, we found that the amount of litter decreased, and the biomass of living matter increased significantly: in the case of monocots, the amount of grasses, sedges and sour grasses, in the case of dicots, the amount of leguminous plants and weeds increased. Our results confirmed that there is an unimodal relationship between phytomass and species richness, so the highest

species richness was measured at intermediate phytomass values. Increasing the number of animals also improves wetlands from an agricultural point of view: as a result of grazing with a higher animal density, the crude protein and life-sustaining net energy content increases.

Another important finding of our study is that the effect of the increase in the number of animals on the vegetation cover values were influenced by the type of habitat: the cover of short grasses almost doubled in the alkaline wet pasture, but only slightly increased in the saline marsh. The cover of sour grasses and tall grasses decreased to an almost equal extent in both habitat types. The biomass of leguminous plants increased continuously in both habitat types during the three years of treatment. Their quantity tripled in the alkaline wet pasture and quadrupled in the saline marsh.

We found that the effect of increasing the number of animals is different for each genotype: while the Hungarian gray increased it, the intensive beef cattle decreased the moisture indicator value. The cover of sour grasses and conditional weeds decreased for both types of cattle, but a greater decrease was found for traditional beef cattle. The cover of leguminous plants increased to a greater extent in the area grazed with Hungarian gray. When comparing the grazing of cattle breeds of different genotypes, we found that the weeding of the areas grazed with Hungarian gray was stronger, but among the weed species, species typical of saline wetlands, such as *Oenanthe silaifolia*, *Ranunculus repens*, dominated. Furthermore, we found that the life-sustaining net energy content was higher in our area grazed with intensive beef cattle.

We found that the effect of cattle breed on habitat protection values and feed quality depends on the type of habitat. The traditional breed maintained a significantly higher number of species, Shannon diversity and leguminous plants biomass in both habitat types than the intensive beef cattle. The biomass of short grasses and conditional weeds also developed differently: in the saline marsh, intensive beef cattle and extensive beef cattle in the alkaline wet pasture showed a larger amount. We showed that the effect of the cattle breed was influenced by the type of habitat as well as the intensity of grazing. By increasing the number of animals, intensive grazing of beef cattle decreased the value of moisture indicators in marsh habitats and increased it in alkaline wet pasture. Contrary, grazing Hungarian gray increased the value of moisture indicators in both habitats. The two cattle breeds had different fodder selectivity, and the traditional breed maintained higher quality fodder: grazing with Hungarian gray reduced the cover of sour grasses and conditional weeds and their biomass, while at the same time the proportion of leguminous

plants increased to a greater extent in both habitat types. Furthermore, we established that grazing with a moderate number of animals favored the nutrient content of the grasslands. In both habitats, the intensive beef cattle maintained a higher life-sustaining energy content than the extensive beef cattle.

Overall, it can be concluded that in the grazing system studied, grazing with a higher density of animals had a positive effect on the nature conservation and agricultural condition of saline marshes and alkaline wet pasture: because the diversity, the crude protein content and the life-sustaining net energy increased, while the cover of sour grasses and the amount of dead organic matter decreased. Grazing of traditional Hungarian gray cattle is more favorable from a nature conservation point of view, but intensive beef cattle can represent a good compromise in nature conservation management where the use of traditional breeds cannot be solved. However, for the treatment of saline marshes, it is definitely worth prioritizing the use of traditional varieties.

The soil properties of the pastures were characterized by the most important physical and chemical parameters. We compared the soils of the two cattle pastures by habitat type based on soil penetration resistance and their main soil chemical properties. The penetration resistance of the soil of Pap-ere grazed with Hungarian gray and the Zám-puszta grazed with intensive beef cattle developed as expected, the areas grazed with a larger mass of intensive beef cattle proved to be more compacted. According to the results obtained when comparing the habitat types, we found that the penetration resistance of the soil of the alkaline wet pasture was significantly higher compared to the saline marsh. We found no significant difference in the penetration resistance of the soil of the saline marsh between the grazing of the two types of cattle, but in the alkaline wet pasture we found that the soil grazed by intensive beef cattle was more compacted than the soil grazed by extensive beef cattle. Based on statistically verifiable differences in the evaluation of the chemical tests, we concluded that there was a difference only in the potassium concentration between our sample areas. The potassium content of the saline marsh grazed with Hungarian gray was higher than the soil of our area grazed with beef cattle of mixed genotype. We could not show any significant differences between the soils of the alkaline wet pasture in the two study sites.

10. IRODALOMJEGYZÉK

1. Andrew, M.S., Totland, O., Moe, R.S. (2014): Spatial variation in plant species richness and diversity along human disturbance and environmental gradients in a tropical wetland. *Wetlands Ecol Manage.* 23: 395–404
2. Ángyán, J., Tardy J., Vajnáné Madarassy A. (szerk.) (2003): Védett és érzékeny természeti területek mezőgazdálkodásnak alapjai, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
3. Ausden, M., Hall, M., Pearson, P., Strudwick, T. (2005): The effects of cattle grazing on tall-herb fen vegetation and molluscs. *Biological Conservation.* 122: 317–326.
4. Bacon, P.E., Ward, K., Craven, P., Harper, M. & Bone, B. (1994). Floodplain land-use issues in the Murray–Darling Basin. Pp. 42–52. In Sharley, T. & Bakker, J. P., Berendse F. (1999): Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 63–68.
5. Balázs, F. (1960): A gyepek botanikai és gazdasági értékelése. Mezőgazdasági kiadó, Budapest.
6. Balla, D., Ecsedi, Z. (2017): Referenciaállapotban lévő szikes és sztyepptavak madárközösségeinek összehasonlítása Mongóliában. *VIRGO – Journal of steppe bird ecology.* 1:117–123.
7. Bánszki, T. (1988): Tápanyag-gazdálkodás. In: Nagy, Z.– Vargyas, Cs. (szerk.) Gyepnövénytermesztés – gyeptakarmány-hasznosítás. Szombathely, 287-323.
8. Barcsák, Z., Baskay, T. B., Prieger K. (1978): A gyepek gyomnövényei. – In: Lőrincz, J. (szerk.): Gyeptermesztés és hasznosítás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 115-132.
9. Bartha, S. (2001): Spatial relationships between plant litter, gopher disturbance and vegetation at different stages of old-field succession. *Applied Vegetation Science.* 4: 53–62.
10. Bergamini, A., Peintinger, M., Schmid, B., Urmi, E. (2011): Effects of management and altitude on bryophyte species diversity and composition in montane calcareous fens. *Flora.* 196: 180-193.
11. Bischoff A., Auge H., Mahn E-G. (2005): Seasonal changes in the relationship between plant species richness and community biomass in early succession. *Basic and Applied Ecology* 6: 385–394.

12. Booth, T.D., Cox, E.S., Likins, C.J. (2014): Fenceline contrasts: grazing increases wetland surface roughness. *Wetlands Ecology and Management*. 23:183-194.
13. Borhidi, A. (1995): Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 39: 97–181.
14. Bölöni, J., Molnár, Zs., Kun, A. (2011): Magyarország élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója. *ÁNÉR 2011. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót*. 441.
15. Brock, A.M., Casanova, T.M. (1991): Vegetative Variation of *Myriophyllum variifolium* in Permanent and Temporary Wetlands. *Aust. J. Bot.* 39: 487-96.
16. Bucher, R., Andres, C., Wedel, F.M., Entlingb, H.M., Nickel, H. (2016): Biodiversity in low-intensity pastures, straw meadows, and fallows of a fen area—A multitrophic comparison. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 219: 190-196.
17. Buzás, I., Murányi, A., Rédly, L. (1988): Talajok vizes és kálium-kloridos pH-jának meghatározása potenciometriásan. In: Buzás I. (szerk) *Talaj- és Agrokémiai Vizsgálati Módszerkönyv 2. INDA, Budapest*. 90-92.
18. Carson, W.P., Peterson, C.J. (1990): The role of litter in an old-field community: impact of litter quantity in different seasons on plant species richness and abundance. *Oecologia*. 85: 8–13.
19. CAST (Council for Agricultural Science and Technology) (2002): *Environmental Impacts of Livestock on U.S. Grazing Lands*. Ames, Iowa. 22: 1-16.
20. Cauver, D.B., Reheul, D. (2009): Impact of land use on vegetation composition, diversity and potentially invasive, nitrophilous clonal species in a wetland region in Flanders. *Agronomy for Sustainable Development*. 29: 277-289.
21. Chiarucci, A., Wilson, B.J., Anderson, J.B., Dominicus, D. (1999): Cover versus Biomass as an Estimate of Species Abundance: Does It Make a Difference to the Conclusions? *Journal of Vegetation Science*. 1:35-42.
22. Climo, W.J., Richardson, M.A. (1984): Factors affecting the susceptibility of 3 soils in the Manawatu to stock treading. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 27: 247-253.
23. Clay, D.G., Worrall, F. (2012): The response of CO₂ fluxes from a peat soil to variation in simulated sheep trampling. *Geoderma*. 197-198: 59-66.

24. Collantes, B.M., Escartín C., Braun, K., Cingolani, A., Anchorena, J. (2013): Grazing and Grazing Exclusion Along a Resource Gradient in Magellanic Meadows of Tierra del Fuego. *Rangeland Ecology & Management*, 66(6): 688-699.
25. Connell, J.H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*. 199: 1302-1310.
26. Couvreur, M., Verheyen, K., Hermy, M. (2005): Experimental assessment of plant seed retention times in fur of cattle and horse. *Flora*. 200:136–147.
27. Czeglédi, L., Béri, B., Rátónyi, T., Mihók, S. (2002): Szarvasmarha legeltetés hatása a szikes talajra. In: Nagy J. (szerk): *Eu konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság, DE ATC*. 170-175.
28. Daccord, R.; Arrigo, Y.; Jeangros, B.; Scephovic, J.; Schubiger, F.X.; Lehmann, J. (2002): Nutritive value of grassland plants. Energy and protein values. *Revue Suisse d'Agriculture*. 34 (2): 73–78.
29. Dai, X., (2000): Impact of cattle dung deposition on the distribution pattern of plant species in an alvar limestone grassland. *J. Veg. Sci.* 11: 715–724.
30. Daróczi, S., Lelkes, J. (1990): Elektronikus talajvizsgáló nyomószonda a mezőgazdasági művelés alatt álló talajok tömörségének helyszíni vizsgálatára. Szabadalmi leírás, Országos Találmányi Hivatal, Budapest. Szabadalom. 186306.
31. De Bruijn, S.L., Bork, E.W. (2006): Biological control of Canada thistle in temperate pastures using high density rotational cattle grazing. *Biological Control* 36: 305-315.
32. Deák, B., Tölgyesi, C., Kelemen, A., Bátori, Z., Gallé, R., Bragina, T. M., Abil, Y. A., Valkó, O. (2017): Vegetation of steppic cultural heritage sites in Kazakhstan – Effects of micro-habitats and grazing intensity. *Plant Ecol Divers*, 10: 509–520.
33. Deák, B., Valkó, O., Török, P., Kelemen, A., Migléc, T., Szabó, Sz., Szabó, G., Tóthmérész, B. (2015): Micro-topographic heterogeneity increases plant diversity in old stages of restored grasslands. *Basic and Applied Ecology* 16: 291-299.
34. Deák, B., Valkó, O., Török, P., Tóthmérész B. (2014a): Solonetz meadow vegetation (*Beckmannion eruciformis*) in East-Hungary – An alliance driven by moisture and salinity. *Tuexenia*. 34: 187-203.

35. Deák, B., Valkó, O., Alexander C., Mücke W., Kania A., Tamás J., Heilmeyer H. (2014b): Fine-scale vertical position as an indicator of vegetation in alkali grasslands - case study based on remotely sensed data. *Flora* 209: 693-697.
36. Deák, B., Valkó, O., Tóthmérész, B., Török, P. (2014c): Alkali marshes of Central-Europe – Ecology, Management and Nature Conservation. In: Shao H-B (Ed.) *Salt Marshes: Ecosystem, Vegetation and Restoration Strategies*. Hauppauge: Nova Science Publishers. 1-11.
37. Deák, B., Valkó, O., Schmotzer, A., Kapocsi, I., Tóthmérész, B., Török, P. (2012): Gyepék égetésének természetvédelmi megítélése – probléma vagy gyepkezelési alternatíva? *Tájökológiai Lapok* 10(2): 287-303.
38. Deák, B., Valkó, O., Kelemen, A., Török, P., Migléc, T., Ölvedi T., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B. (2011): Litter and graminoid biomass accumulation suppresses weedy forbs in grassland restoration. *Plant Biosystems*. 145: 730-737.
39. Deák, B., Török, P., Kapocsi, I., Lontay, L., Vida, E., Valkó, O., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B. (2008): Szik- és löszgyep-rekonstrukció vázfajokból álló magkeverék vetésével a Hortobágyi Nemzeti Park területén (Egyek-Pusztakócs). *Tájökológiai Lapok*. 6: 323-332.
40. Dean, E., Day, C., Gozlan, E.R., Rodolphe, E., Diaz, A. (2015): Grazing Vertebrates Promote Invasive Swamp Stonecrop (*Crassula helmsii*) Abundance. *Invasive Plant Science and Management*. 8(2): 131-138.
41. Ecsedi, Z., Oláh J., Zalai, T. (2020): Legeltetett szikes mocsarak ökológiája és kezelése a Hortobágyon. *Hortobágyi Természetvédelmi Egyesület*. 299.
42. Ecsedi, Z. (2004): A Hortobágy madárvilága. *Hortobágy Természetvédelmi Egyesület – Winter Fair, Balmazújváros – Szeged*. 23-25.
43. Eichberg, C., Donath, T.W. (2018): Sheep trampling on surface-lying seeds improves seedling recruitment in open sand ecosystems. *Rest. Ecol.* 26: S211–S219.
44. Elsässer, M. (1999): Weideformen von extensiv bis intensiv. *BAL Bericht über das 5. Alpenländische Expert* Halász A. (2018): A gyephasznosítás hatása a gyep hozamára. *Értékálló Aranykorona*. 18(3): 24-25.
45. Enriquez, S.A., Chimner, A.R., Cremona, V.M. (2014): Long-term grazing negatively affects nitrogen dynamics in Northern Patagonian wet meadows. *Journal of Arid Environments*. 109:1-5.

46. Epele, B.L., Miserendino, L.M. (2015): Environmental Quality and Aquatic Invertebrate Metrics Relationships at Patagonian Wetlands Subjected to Livestock Grazing Pressures. *Plos One*. 10(10): e0137873.
47. Evans, R. (1997): Soil erosion in the UK initiated by grazing animals. *Applied Geography*. 2: 127-141.
48. Facelli, J.M., Pickett, S.T. (1991): Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. *Bot. Rev.* 57: 1–32.
49. Ferencz, G. (1997): Gyephasználatra kedvező talajnedvesség-tartalom. *Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 14. Debrecen*. 153-156.
50. Fischer, M., Stöcklin, J. (1997): Local extinction of plants in remnants of extensively used calcareous grasslands 1950 – 1985. *Conservation Biology*. 11: 727–737.
51. Freund, K., Carillo, J., Storm, C., Schwabe, A. (2015): Restoration of a newly created inland-dune complex as a model in practice: impact of substrate, minimized inoculation and grazing. *Tuexenia*. 35: 221–248.
52. Gaitán, J.J., Bran, D.E., Oliva, G.E., Aguiar, M.R., Buono, G.G., Ferrante, D., Nakamatsu, V., Ciari, G., Salomone, J.M., Massara, V., Martínez, G.G., Maestre, F.T. (2018): Aridity and overgrazing have convergent effects on ecosystem structure and functioning in Patagonian rangelands. *Land Degrad. Dev.* 29: 210–218.
53. Gatti, R., Galliano, A., Catorci, A. (2007): Valore pastorale delle praterie montane dell'Appennino maceratese (In: *Le praterie montane dell'Appennino maceratese*, Eds: A. Catorci, R. Gatti), *Braun Blanquetia* 42: 247-253.
54. Gencsi, Z. (2005): Biogazdálkodás extenzív gyepeken. *Gyepgazdálkodás, Debrecen*, 97-101.
55. Gillet, F., Kohler, F., Vandenberghe, C., Buttler, A. (2010): Effect of dung deposition on small-scale patch structure and seasonal vegetation dynamics in mountain pastures. *Agric. Ecosys. Environ.* 135: 34–41.
56. Goldberg, D. E., Thomas, E.M. (1990): Effects of different resource additions of species diversity in an annual plant community. *Ecology*. 71: 213–225
57. Grace, I.J., Jutila, H. (1999): The Relationship between Species Density and Community Biomass in Grazed and Ungrazed Coastal Meadows. *Oikos*. 85: 398-408.

- 58.** Grace, J. B., Pugesek, B.H. (1997): A structural equation model of plant species richness and its application to a coastal wetland. *American Naturalist*. 149: 436–460.
- 59.** Greenwood, K.L., McKenzie, B.M. (2001): Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41: 1231–1250.
- 60.** Guo, Q. (2007): The diversity–biomass–productivity relationships in grassland management and restoration. *Basic and Applied Ecology*. 8: 199–208.
- 61.** Halász, A. (2015): A különböző korú magyar szürke szarvasmarha legelői viselkedése az időjárástól és legelőkínálattól függően, hagyományos legeltetés mellett. PhD dolgozat, Debreceni egyetem, Debrecen.
- 62.** Haraszti, E. (1977): Az állat és a legelő. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 1-275.
- 63.** Hargitai, L. (1988a): A talajok humusztartalmának meghatározása kolorimetriás módszerrel. In: Buzás I. (szerk) *Talaj- és Agrokémiai Vizsgálati Módszerkönyv 2.* INDA, Budapest. 155-156.
- 64.** Hargitai, L. (1988b): A talaj összesnitrogén-tartalmának meghatározása Kjeldahl szerint. In: Buzás I. (szerk) *Talaj- és Agrokémiai Vizsgálati Módszerkönyv 2.* INDA, Budapest. 165-169.
- 65.** Harris, L. E., Kearl, L. C., Fannesbeck, P. V. (1972): Use of regression equations in predicting availability of energy and protein. *J. Anim. Sci.* 35: 658.
- 66.** Herd Book Charolais. (2004): Charolais: The Right Choice, Nevers, France.
- 67.** Holmquist, G.J., Gengenbach, S.J., Haultain, A.S. (2013): Equine Grazing in Managed Subalpine Wetlands: Effects on Arthropods and Plant Structure as a Function of Habitat. *Environmental Management*. 52:1474–1486.
- 68.** Horn, P., Dér, F., Nagy, J. (2006): Farmon tartott gímszarvasok táplálóanyag-szükségletének kielégítése legelőn. Hazai és nemzetközi tapasztalatok. *Gyepgazdálkodási Közlemények*. 4: 7-12
- 69.** Huhta, A. K., Hellström K., Rautio P., Tuomi J. (2003): Grazing tolerance of *Gentianella amarella* and other monocarpic herbs: why is tolerance highest at low damage levels? *Plant Ecology*. 166: 49-61.
- 70.** Imentai, A., Thevs, N., Schmidt, S., Nurtazin, S. (2015): Vegetation, fauna, and biodiversity of the Ile Delta and southern Lake Balkhash — A review. *Journal of Great Lakes Research*. 3: 688-696.

71. Joyce, C. B. (2014): Ecological consequences and restoration potential of abandoned wet grasslands. *Ecological Engineering*. 66: 91–102.
72. Jones, M.V., Fraser, H.L., Curtis, J.R. (2011): Plant community functional shifts in response to livestock grazing in intermountain depression wetlands in British Columbia, Canada. *Biological Conservation*. 144. 511-517.
73. Jutila, H. (1999): Effect of Grazing on the Vegetation of Shore Meadows along the Bothnian Sea, Finland. *Plant Ecology*. 1: 77-88.
74. Kárpáti, L. (2007): Természetvédelem és állattenyésztés. *Magyar Mezőgazdaság*. 48: 5-6.
75. Kárpáti, B., Sarudi, Cs., Csorbai, A., Marton, I. (2004): A magyar szürke szarvasmarha tartásának ökonómiai és környezet-gazdálkodási elemzése. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 8: 33-49.
76. Kárpáti, L. (2001): A gyepek természetvédelmi jelentősége. In: Nagy G. et al. (szerk.) (2001): Gyepgazdálkodásunk helyzete és kilátásai: 57-60. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Intézet. Debrecen. 57-60.
77. Kelemen, A., Török, P., Valkó, O., Miglécz, T., Tóthmérész, B. (2013): A biomassza és fajgazdagság kapcsolatát alakító tényezők hortobágyi szikes és löszgyepekben. *Bot. Közlemények*.
78. Kenéz, Á., Szemán, L., Szabó, M., Saláta, D., Malatinszky, Á., Penksza, K., Breuer, L. (2007): Természetvédelmi célú gyephasznosítási terv a pénzegyőrhárskúti hagyásfás legelő élőhely védelmére. *Tájökológiai Lapok*. 5: 35-41.
79. Kiehl, K., Esselink, P., Gettner, S., Bakker, P.J. (2001): The Impact of Sheep Grazing on Net Nitrogen Mineralization Rate in Two Temperate Salt Marshes. *Plant Biol*. 3: 553-560.
80. Király, G. (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő. 616.
81. Kirkham, F.W. (2006). The potential effects of nutrient enrichment in semi-natural lowland grasslands through mixed habitat grazing or supplementary feeding. Scottish Natural Heritage commissioned Report No. 192.
82. Kohler, F., Gillet, F., Progin, M.A., Gobat, J.M., Buttler, A. (2004b): Seasonal dynamics of plant species at fine scale in wooded pastures. *Comm. Ecol*. 5: 7–17.

- 83.** Laurila, M., Huuskonen, A., Pesonen, P., Kaseva, J., Tokola, J.K., Hyvärinen, M. (2015): Divergent Impacts of Two Cattle Types on Vegetation in Coastal Meadows: Implications for Management. *Environmental Management*. 56:1199–1213.
- 84.** Leiber-Sauheitl, K., Fuß, R., Burkart, St., Buegger, F., Dänicke, S., Meyer, U., Petzke, K. J., Freibauer, A. (2015): Sheep excreta cause no positive priming of peat-derived CO₂ and N₂O emissions. *Soil Biology and Biochemistry*. 88: 282-293.
- 85.** Liu, Y., Wang, L. Liu, H. Wang, W. Liang, C. Yang, J. Verhoeven, J.T.A. (2014): Comparison of Carbon Sequestration Ability and Effect of Elevation in Fenced Wetland Plant Communities of the Xilin River Floodplains: A model case study. *River Research and Applications*. 31: 858–866.
- 86.** Luan, J., Cui, L., Xiang, C., Wu, J., Song, H., Ma, Q., Hu, Z. (2014): Different grazing removal enclosures effects on soil C stocks among alpine ecosystems in east Qinghai–Tibet Plateau. *Ecological Engineering*. 64: 262-268.
- 87.** Lukács, B. A., Török, P., Kelemen, A., Várbíró, G., Radócz, Sz., Miglécz, T., Tóthmérész, B., Valkó, O. (2015): Rainfall fluctuations and vegetation patterns in alkali grasslands. Self-organizing maps in vegetation analysis. *Tuexenia*. 35: 381-397.
- 88.** Lukács, A., Rédly, L. (1988b): Vízben oldható összesség-tartalom meghatározása. In: Buzás I. (szerk) *Talaj- és Agrokémiai Vizsgáló Működési Módszerkönyv 2.* INDA, Budapest. 175-177.
- 89.** Ma, K., Liu, J., Balkovič, J., Skalsky, R., Azevedo, L., Kraxner, F. (2016): Changes in soil organic carbon stocks of wetlands on China's Zoige plateau from 1980 to 2010. *Ecological Modelling*. 327: 18–28.
- 90.** Martin, B., Fröbe, B., Roth, D., Shulze, G. (1972): *Kleines abc Futterpflanzen.* Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin. 372.
- 91.** Marty, T.J. (2015): Loss of biodiversity and hydrologic function in seasonal wetlands persists over 10 years of livestock grazing removal. *Society for Ecological Restoration*. 5: 548-554.
- 92.** Masle, J., Passioura, J.B. (1987): The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. *Aust J Plant Physiol*. 14: 643–656.

- 93.** Meir, N.I., Kaplan, D. (2002): Species richness of annual legumes in relation to grazing in Mediterranean vegetation in northern Israel. *Israel Journal of Plant Sciences*. 50: 95-109.
- 94.** Metera, E., Sakowski, T., Słoniewski, K., Romanowicz, B. (2010): Grazing as a tool to maintain biodiversity of grassland – a review. *Animal Science Papers and Reports*. 28: 315-334.
- 95.** Mesa, L., Mayora, G., Saigo, M., Giri, F. (2015): Nutrient Dynamics in Wetlands of the Middle Paraná River Subjected to Rotational Cattle Management. *Society of Wetland Scientists*. 35:1117-1125.
- 96.** Miglécz, T., Tóthmérész, B., Valkó, O., Kelemen, A., Török, P. (2013): Effect of litter on seedling establishment: an indoor experiment with short-lived Brassicaceae species. *Plant Ecology*. 214: 189-193.
- 97.** Molnár, Z. (2017): “I see the grass through the mouths of my animals” – Folk indicators of pasture plants used by traditional steppeherders. *Journal of Ethnobiology*. 37: 522–541.
- 98.** Murphy, P. (2005): Soil Utilization of Manure. *LPES Materilas*. 1-16.
- 99.** Murphy, W.M., Mena, B.A.D., Silman, J. P., Dindal, D. L. (1995): Cattle and sheep grazing effects on soil organisms, fertility and compaction in a smooth-stalked meadowgrass-dominant white clover sward. *Grass and Forage Science*. 50: 191-194.
- 100.** Napolitano, F., Grasso, F., Saltalamacchia, F., Martiniello, P., Bilancione, A., Pacelli, C., Rosa, D. (2007). Grazing behaviour of buffalo heifers. *Italian Journal of Animal Science*. 6: 1256-1259.
- 101.** Nolte, S., Esselink, P., Bakker, P.J., Smit, C. (2013): Effects of livestock species and stocking density on accretion rates in grazed salt marshes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 185: 41–47.
- 102.** Nolte, S., Esselink, P., Smit, C., Bakker, P.J. (2013): Herbivore species and density affect vegetation-structure patchiness in salt marshes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 185: 41–47.
- 103.** Nyárai, H. F., Póti, P., Tasi, J. (2005): A környezetkímélő ökológiai gazdálkodás lehetőségei és gyakorlata a kérődző állatok tartásában. Egyetemi jegyzet. Szent István Egyetem, Gödöllő.

- 104.** Pauler, C. M., Isselstein, J., Braunbeck, T., & Schneider, M. K. (2019). Influence of Highland and production-oriented cattle breeds on pasture vegetation: A pairwise assessment across broad environmental gradients. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 284: 1-11
- 105.** Penksza, K., Szentes, Sz., Dannhauser, C., Loksa, G., Házi, J. (2010): A legeltetés hatása a gyepekre és természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és a Káli-medencében. *Természetvédelmi Közlemények* 16: 25–49.
- 106.** Penksza, K., Szentes, Sz., Házi, J., Tasi, J., Bartha, S., Malatinszky, Á. (2009c): Grassland management and nature conservation in natural grasslands of the Balaton Uplands National Park, Hungary. *Environmental Science, Geography*. 512-515.
- 107.** Penksza, K., Tasi, J., Szentes, Sz. (2007): Eltérő hasznosítású dunántúli-középhegységi gyeppek takarmányértékeinek változása. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 5: 26–33.
- 108.** Rook, A. J., Tallowin, J. R. B. (2003): Grazing and pasture management for biodiversity benefit. *Anim. Res.* 52: 181–189
- 109.** Ruifrok, J. L., Postma, F., Olf, H., & Smit, C. (2014): Scale-dependent effects of grazing and topographic heterogeneity on plant species richness in a Dutch salt marsh ecosystem. *AppliedVegetation Science*. 17: 615–624.
- 110.** Rupprecht, D., Gilhaus, Hölzel, N. (2016): Effects of year-round grazing on the vegetation of nutrient-poor grass- and heathlands—Evidence from a large-scale survey. *Agric. Ecosyst. Environ.* 234: 16–22.
- 111.** Ruprecht, E., Józsa, J., Ölvedi, T.B., Simon, J. (2010): Differential effects of several litter types on the germination of dry grassland species. *Journal of Vegetation Science*. 21: 1069–1081.
- 112.** Ruprecht, E., Szabó, A. (2011): Grass litter is a natural seed trap in long-term undisturbed grassland. *Journal of Vegetation Science*. 23: 495–504
- 113.** Sala, O. E. (1988): The effect of herbivory on vegetation structure. In: Werger, M. J. A., Van Der Aart, P. J. M., During, H. J., Verhoeven, J. T. A. (eds.): *Plant form and vegetation structure*. 317-330.
- 114.** Sarneel, M.J., Huig, N., Veen, F.G., Rip, W., Bakker, S.E. (2014): Herbivores Enforce Sharp Boundaries Between Terrestrial and Aquatic Ecosystems. *Ecosystems*. 17: 1426–1438

- 115.** Schaich, H., Rudner, M., Konold, W. (2010): Short-term impact of river restoration and grazing on floodplain vegetation in Luxembourg. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 139:142–149.
- 116.** Schmidt, J. (1996): Takarmányozás. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest, 151-152.
- 117.** Schrama, M., Heijning, P., Bakker, P.J., van Wijnen, J.H., Berg, P.M., Olf, H. (2012): Herbivore trampling as an alternative pathway for explaining differences in nitrogen mineralization in moist grasslands. *Oecologia*. 172: 231–243.
- 118.** Schrautzer, J., Breuer, V., Holsten, B., Jensen, K., Rasran, L. (2016): Long-term effects of large-scale grazing on the vegetation of a rewetted river valley. 216: 207-215
- 119.** Seegers, H., Beaudeau, F., Fourichon, C., Barelle, N., (1998): Reasons for culling in French Holstein cows. *Preventive Veterinary Medicine*. 36 (4): 257-271.
- 120.** Seithleko, E.M., Allen, B.L., Wester, D.B. (1993): Effect of three grazing intensities on selected soil properties in semi-arid west Texas. *African Journal of Range and Forage Science*. 10(2): 82-85.
- 121.** Simon, T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó. 976.
- 122.** Smit, C., Putman, R. (2011): Large herbivores as environmental engineers. pp.260-283. In: Putman, R., Apollonio, M., Andersen, R. (eds.), *Ungulate management in Europe: problems and practices*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 123.** Steinwigger, A. (2001): Aspekte zur Weidehaltung von Milchkühen. 28. *Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein*. 53-68.
- 124.** Szabó, J. (szerk.) (1974): Legelő és rétgazdálkodás. *Agrártudományi Egyetem Öntözéses-meliorációs Főiskolai Karának jegyzete*. Szarvas. 161.
- 125.** Szemán, L. (2006): Gyepgazdálkodási alapismeretek. *Egyetemi jegyzet*, Szent István egyetem, Gödöllő.
- 126.** Szentes, S., Wichmann, B., Házi, J., Tasi, J., Penksza, K. (2009a): Vegetáció és gyep produkció havi változása badacsonytördemici szürkemarha legelőkön és kaszálón. *Tájökológiai Lapok / Journal of Landscape Ecology*. 7: 319-328.
- 127.** Szentes, Sz., Tasi, J., Wichmann, B., Penksza, K. (2009b): Botanikai és gyepgazdálkodási vizsgálatok 2008. évi eredményei a badacsonytördemici szürkemarha legelőn. *Gyepgazdálkodási Közlemények*. 7: 73–78.

- 128.** Tälle, M., Deák, B., Poschlod P., Valkó O., Westerberg L., Milberg, P. (2016): Grazing vs. mowing: a meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 15: 200-212.
- 129.** Tasi, J., Barcsák, Z. (2000): Gyepnövények kedveltségének és néhány minőségi paraméterének összefüggése. *Növénytermelés*. 49: 651-660.
- 130.** Tasi, J. (2006): Gyepnövények fenofázisainak hatása a minőségre és legelési sorrendre. PhD dolgozat, Szent István egyetem, Gödöllő.
- 131.** Tasi, J. (2003): Gyepök mérgező és gyomnövényei. SZIE Gödöllő.
- 132.** ter Braak, C.J.F., Šmilauer, P. (2012): Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Microcomputer Power, Ithaca, USA.
- 133.** Tóth, E., Deák, B., Valkó, O., Kelemen, A., Migléc, T., Tóthmérész, B., Török P. (2018): Livestock type is more crucial than grazing intensity: Traditional cattle and sheep grazing in short-grass steppes. *Land Degrad. Dev*. 29: 231–239.
- 134.** Török, P., Penksza, K., Tóth, E., Kelemen, A., Sonkoly, J., Tóthmérész, B. (2018): Vegetation type and grazing intensity jointly shape grazing effects on grassland biodiversity. *Ecology and Evolution*. 20: 10326-10335.
- 135.** Török, P., Valkó, O., Deák, B., Kelemen, A., Tóthmérész, B. (2014): Traditional cattle grazing in a mosaic alkali landscape: Effects on grassland biodiversity along a moisture gradient. *PLoS ONE* 9 5: e97095.
- 136.** Valkó, O., Zmihorski, M., Biurrun, I., Loos, J., Labadessa, R., Venn, S. (2016): Ecology and conservation of steppes and seminatural grasslands. *Hacquetia*. 15: 5-14.
- 137.** Valkó, O., Tóth, K., Deák, B. (2015): Gyeprekonstrukció lecsapoló csatornák betemetésével a Hortobágyi Nemzeti Parkban. *Természetvédelmi Közlemények* 21: 373-382.
- 138.** Valkó, O., Török, P., Deák, B., Tóthmérész, B. (2014): Prospects and limitations of prescribed burning as a management tool in European grasslands. *Basic and Applied Ecology*. 15: 26-33.
- 139.** Valkó, O., Török, P., Tóthmérész, B., Matus, G. (2011): Restoration potential in seed banks of acidic fen and dry-mesophilous meadows: Can restoration be based on local seed banks? *Restoration Ecology*. 19: 9-15.

- 140.** van Klink, R., Nolte, S., Mandemaa, S.F., Georgette Legendijk, D.D., WallisDeVries, F.M., Bakker, P.J., Esselink, P., Smit, C. (2016): Effects of grazing management on biodiversity across trophic levels–The importance of livestock species and stocking density in salt marshes. 235: 329-339.
- 141.** van Klink, R., Schrama, M., Nolte, S., Bakker, P.J., WallisDeVries, F.M., Berg, P.M. (2015): Defoliation and Soil Compaction Jointly Drive Large-Herbivore Grazing Effects on Plants and Soil Arthropods on Clay Soil. 18: 671-685.
- 142.** Varga, K., Csízi I., Halász András., Bojté Cs. (2024): Sziki here (*Trifolium angulatum*) alkotta bodorkajárás fitomassza vizsgálata Karcagon. Gyepgazdálkodási Közlemények. 22: 31-36.
- 143.** Varga, K., Csízi, I., Monori, I., Valkó, O. (2021): Threats and challenges related to grazing gardens: Recovery of extremely overgrazed grassland after grazing exclusion. *Arid Land Research and Management*. 35: 346-357.
- 144.** Varga, K., Csízi I. (2020): Túllegeltetett természetközeli gyep társulás rekultivációja legeltetés kizárással. *Gyepgazdálkodási Közlemények*. 18: 45-53.
- 145.** Veenklaas, M.R., Koppenaar, C.E., Bakker, P.J., Esselink, P. (2015): Salinization during salt-marsh restoration after managed realignment. *Journal of Coastal Conservation*. 19: 405-415.
- 146.** Vinczeffly, I. (1998): Lehetőségek a legeltetési állattartásban. DATE Debrecen. 134.
- 147.** Vinczeffly, I. (1993): A gyep termése. *Legelő- és gyepgazdálkodás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 127-134.
- 148.** Warner, D. (2004): Der Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Futterqualität sowie die Prognose des Futterwertes der Wiesen in Südtirol. Diplomarbeit an der Freien Universität Bozen, Italien, 50-51.
- 149.** Wasson, K, Woolfolk A. (2011): Salt Marsh-Upland Ecotones in Central California: Vulnerability to Invasions and Anthropogenic Stressors. *Society of Wetland Scientists*. 31: 389-402.
- 150.** Webb, N.P., Marshall, N.A., Stringer, L.C., Reed, M.S., Chappell, A., Herrick, J.E. (2017): Land degradation and climate change: building climate resilience in agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 15: 450–459.
- 151.** Whalley, W.R., Dumitru, E., úaDexter, A.R. (1995): Biological effects of soil compaction. *Soil Tillage and Research*. 35: 53-68.

152. Wheeler, M.A., Trlica, M.J., Frasier, G.W., Reeder, J.D. (2002): Seasonal grazing affects soil physical properties in a montain riparian community. *Journal of Range Management*. 55: 49-56.
153. Will, H., Tackenberg, O. (2008): A mechanistic simulation model of seed dispersal by animals. *J. Ecol.* 96: 1011–1022.
154. Xiong, S., Nilsson, C. (1999): The effects of plant litter on vegetation: a meta-analysis. *Journal of Ecology*. 87: 984–994.
155. Zuur, A., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A., Smith, G.M. (2009): *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer, Basic and Applied Ecology. 10 (6): 588-588.

11. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**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/508/2024.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Kovácsné Koncz Nóra
Doktori Iskola: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10051406

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

1. **Kovácsné Koncz, N.**, Tóth, K. Á., Radócz, S., Béri, B.: Extenzív és intenzív húsmarha legeltetés természetvédelmi szempontú összehasonlító vizsgálata hortobágyi mélyfekvésű gyepekben. *Gyepgazdálk. Közl.* 15 (1), 39-47, 2017. ISSN: 1785-2498.
2. **Kovácsné Koncz, N.**, Tóth, K. Á., Radócz, S., Béri, B.: Különböző szarvasmarha fajták legeltetésének hatása hortobágyi mélyfekvésű legelők botanikai összetételére. *Agrártud. Közl.* 73, 57-63, 2017. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/73/1627>
3. **Kovácsné Koncz, N.**, Béri, B.: Extenzív hasznosítású gyepek élőhely kezelése különböző szarvasmarhafajták legeltetésével: áttekintés. *Gyepgazdálk. Közl.* 13 (1-2), 19-29, 2015. ISSN: 1785-2498.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

4. **Kovácsné Koncz, N.**, Simon, Á., Béri, B.: The effect of different genotype cattle grazing on the nutrient content of saline grasslands vegetation. *Agrártud. Közl.* 75, 45-50, 2018. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/75/1644>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

5. **Kovácsné Koncz, N.**, Béri, B., Deák, B., Kelemen, A., Tóth, K., Kiss, R., Radócz, S., Migléc, T., Tóthmérész, B., Valkó, O.: Meat production and maintaining biodiversity: Grazing by traditional breeds and crossbred beef cattle in marshes and grasslands. *Appl. Veg. Sci.* 23 (2), 139-148, 2020. ISSN: 1402-2001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/avsc.12475>
IF: 3.252



Magyar nyelvű konferencia közlemények (2)

6. **Kovácsné Koncz, N.**, Posta, J., Tóth, K., Radócz, S., Béri, B.: Extenzív és intenzív húsmarha fajták legelésének hatása szikes gyepek növényzetére. *Termvéd. közl.* 24, 114-123, 2018. ISSN: 1216-4585.



7. **Kovácsné Konkz, N.**, Béri, B., Kelemen, A., Deák, B., Valkó, O.: Mély fekvésű gyepek élőhely kezelése különböző szarvasmarhafajták legeltetésével.
In: LVII. Georgikon Napok. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 225-234, 2015. ISBN: 9789639639829

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (4)

8. **Kovácsné Konkz, N.**, Béri, B., Posta, J., Deák, B., Kelemen, A., Radócz, S., Tóth, K., Valkó, O.:
Extenzív és intenzív húsmarha legelők összehasonlító botanikai és természetvédelmi vizsgálatai hortobágyi szikeseken.
In: XII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében : Program és összefoglalók = 12th International Conference Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region : Programme and Abstracts. Szerk.: Molnár V. Attila, Sonkoly Judit, Takács Attila, Debreceni Egyetem TTK Növénytan Tanszék, Debrecen, 77, 2018.
ISBN: 9789634739265
9. **Kovácsné Konkz, N.**, Béri, B., Posta, J., Deák, B., Kelemen, A., Radócz, S., Tóth, K., Valkó, O.:
Extenzív és intenzív húsmarha fajták legelésének a hatása hortobágyi mélyfekvésű szikes gyepek növényzetére.
In: XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia : "Sikerek és tanulságok a természetvédelemben": Absztraktkötet. Szerk.: Mizsei Edvárd, Szepesváry Csaba, Magyar Biológiai Társaság, MTA Ökológiai Kutatóközpont, [Vácrátót], 95, 2017.
10. **Kovácsné Konkz, N.**, Béri, B., Kelemen, A., Deák, B., Radócz, S., Valkó, O.: Hortobágyi mélyfekvésű szikes területek élőhely kezelése különböző intenzitású szarvasmarhafajták legeltetésével.
In: NATURA 2000 területek természetvédelmi vizsgálatai, élőhelykezelési, fenntartási tapasztalatai a "Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében III." című konferenciasorozat keretében : Absztraktkötet = Nature conservation investigations in NATURA 2000 sites, in "Sustainable development in the Carpathian basin III" conference : Book of Abstracts. Szerk.: Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Szent István Egyetem, Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 56, 2016.
ISBN: 9789632695266
11. **Kovácsné Konkz, N.**, Béri, B., Kelemen, A., Deák, B., Valkó, O.: Mély fekvésű gyepek élőhely kezelése különböző szarvasmarhafajták legeltetésével.
In: LVII. Georgikon Napok = 57th Georgikon Scientific Conference : Kivonat-kötet Programfüzet, valamint az elhangzó és poszter előadások rövid kivonatainak gyűjteménye.
Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 132, 2015. ISBN: 9789639639812





További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

12. **Kovácsné Koncz, N.**, Posta, J., Béri, B.: Különböző szarvasmarhafajták legelői viselkedésének összehasonlító vizsgálata hortobágyi szikeseken.
Gyepgazdálk. Közl. 15 (2), 29-36, 2017. ISSN: 1785-2498.
13. Novotniné Dankó, G., Rónai, Á., Tóth, P. P., Szabó, D., Balogh, P., **Kovácsné Koncz, N.**: Nyári meleg okozta hőstressz hatásának vizsgálata a tejelő szarvasmarha szaporodásbiológiai mutatóira.
Magyar Állatorv. L. 139, 717-727, 2017. ISSN: 0025-004X.
IF: 0.196

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

14. **Kovácsné Koncz, N.**, Szabó, L. J., Máthé, C., Jámbrik, K., Mikóné Hamvas, M.: Histological study of quercus galls of *Neuroterus quercusbaccarum* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Cynipidae).
Acta biol. Szeged. 55 (2), 247-253, 2011. ISSN: 1588-385X.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

15. **Kovácsné Koncz, N.**, Posta, J., Béri, B.: Az évszakok hatása különböző genotípusú szarvasmarhafajták legelői viselkedésére hortobágyi szikeseken.
In: Tavaszi Szél 2019 Konferencia = Spring Wind 2019: Tanulmánykötet I.. Szerk.: Bihari Erika; Molnár Dániel; Szikszai-Németh Ketrin, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 66-77, 2020. ISBN: 9786155586606

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 3,448

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
3,252**

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

Debrecen, 2024.10.11.



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőimnek, **Dr. Valkó Orsolya** tudományos tanácsadónak és **Dr. Béri Béla** egyetemi docensnek a munkám során nyújtott nélkülözhetetlen segítségükért, támogatásukért és kitartó türelmükért.

Köszönet illeti **Dr. Deák Balázst** az elmúlt évek során nyújtott szakmai segítségéért, továbbá **Dr. Kelemen Andrást**, **Dr. Tóth Katalint** és **Radócz Szilviát**, segítségük nélkül jelen dolgozat nem jöhetett volna létre.

Szeretném köszönetemet kifejezni opponenseimnek, **Dr. Penksza Károlynak** és **Dr. Csízi Istvánnak**, akik vállalták az opponensi feladatokat, ezáltal javítva a dolgozatom színvonalát.

Köszönettel tartozom **Dr. Komlósi István** és **Dr. Czeglédi Levente** professzor uraknak, akik támogatták és hasznos észrevételeikkel segítették dolgozatom elkészítését.

Hálás köszönettel tartozom **Dr. Posta János** egyetemi docensnek a vizsgálatok statisztikai elemzésében nyújtott segítségét.

Köszönöm **Dr. Rátonyi Tamás** egyetemi docensnek (Földműveléstani és Területfejlesztési Tanszék), a talajvizsgálatokban nyújtott segítségét.

Köszönöm a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság igazgatójának **Medgyesi Gergely Árpádnak**, továbbá a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság természetvédelmi örkerület-vezetőinek **Szilágyi Attilának**, **Tar Jánosnak** és **Besenyei László Bencének** az évek során nyújtott önzetlen segítségüket, szakmai tanácsaikat.

Köszönetemet szeretném kifejezni a **Hortobágyi Természetvédelmi és Génmegőrző Kft-nek** és a **Faluvéghalmi Kft-nek** amiért elvégezhettem a területeiken vizsgálatainkat.

12. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2024. december 18.

.....*Koncz Nóra*.....

Koncz Nóra
doktorjelölt

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Koncz Nóra doktorjelölt 2015-2018 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányítással végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2024. december 18.

.....*Dr. Béri Béla*.....

Dr. Béri Béla C.Sc.
egyetemi docens

.....*Dr. Valkó Orsolya*.....

Dr. Valkó Orsolya D.Sc.
tudományos tanácsadó

13. MELLÉKLETEK

1. melléklet

A vizsgált évek havi csapadékösszege (Hortobágy)

Hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Havi csapadékösszeg (mm)												
2015. év	38	16	16	2	45	25	15	78	34	102	27	7
2016. év	62	99	45	9	62	29	91	83	33	91	2	3
2017. év	26	20	16	48	53	57	53	74	91	48	44	61

2. melléklet

A vizsgált évek havi átlaghőmérséklete (Hortobágy)

Hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Havi átlaghőmérséklet (°C)												
2015. év	1,0	1,5	6,2	10,1	15,8	19,9	19,9	23,3	17,8	10,0	5,3	2,2
2016. év	-2,3	5,5	6,4	12,5	15,7	20,1	21,1	19,8	17,2	9,1	4,1	-2,3
2017. év	-6,6	1,4	8,4	10,1	16,3	20,9	20,9	22,1	15,5	10,2	5,1	2,1

3. melléklet

A vizsgált évek klímaindexei havi bontásban (Hortobágy)

Hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Klímaindex (mm/C ⁰)												
2015. év	1,226	0,381	0,083	0,007	0,092	0,042	0,024	0,108	0,064	0,329	0,170	0,103
2016. év	-0,870	0,621	0,227	0,024	0,127	0,048	0,139	0,135	0,064	0,323	0,016	-0,042
2017. év	-0,127	0,510	0,061	0,158	0,105	0,091	0,082	0,108	0,196	0,152	0,288	0,937

4. melléklet

A vizsgált évek havi átlagos relatív páratartalma (Hortobágy)

Hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Havi átlagos relatív páratartalom (%)												
2015. év	85,7	78,2	65,5	56,9	70,7	64,8	64,8	63,7	70,3	87,3	89,7	94,2
2016. év	88,1	83,9	75,7	64,5	66,8	77,0	73,3	70,2	75,1	84,6	84,2	89,7
2017. év	82,2	88,0	67,2	66,4	67,3	65,0	65,0	65,8	74,3	79,1	86,3	88,6

5. melléklet

A felvételezett növényfajok többszemponútú besorolása

Növény fajok	Aljfüvek	Szálfüvek	Savanyú- füvek	Pillangós- virágúak	Feltétlen gyomok	Feltételes gyomok
<i>Achillea collina</i>						
<i>Achillea setacea</i>						
<i>Agrostis stolonifera</i>	x					
<i>Alisma lanceolatum</i>						
<i>Allium scorodoprasum</i>						
<i>Alopecurus pratensis</i>		x				
<i>Althea officinális</i>						
<i>Arenaria serpyllifolia</i>						
<i>Artemisia santonicum</i>					x	
<i>Artemisia vulgaris</i>					x	
<i>Aster tripolium</i>						
<i>Atriplex hastata</i>						
<i>Atriplex littoralis</i>						
<i>Atriplex tatarica</i>						
<i>Barbarea vulgaris</i>						
<i>Batrachium trichophyllum</i>						
<i>Beckmannia eruciformis</i>		x				
<i>Bolboschoenus maritimus</i>			x			
<i>Bromus arenarius</i>		x				x
<i>Bromus arvensis</i>		x				x
<i>Bromus commutatus</i>		x				x
<i>Bromus mollis</i>		x				x
<i>Bupleurum tenuissimum</i>						
<i>Capsella bursa-pastoris</i>						x
<i>Cardamine parviflora</i>						
<i>Carduus acanthoides</i>					x	
<i>Carex melanostachya</i>			x			x
<i>Carex praecox</i>			x			x
<i>Carex stenophylla</i>			x			x
<i>Carex vulpina</i>			x			x
<i>Centaurea jacea</i>						
<i>Centaurea pannonica</i>						
<i>Cerastium brachypetalum</i>						
<i>Cerastium dubium</i>						
<i>Cerastium semidecandrum</i>						
<i>Chenopodium album</i>						x
<i>Cichorium intybus</i>						x
<i>Cirsium arvense</i>					x	
<i>Cirsium brachycephalum</i>					x	
<i>Cirsium vulgare</i>					x	
<i>Cynodon dactylon</i>	x					
<i>Cruciata pedemontana</i>						
<i>Daucus carota</i>						x
<i>Elymus repens</i>		x				
<i>Eleocharis uniglumis</i>			x			
<i>Eleocharis palustris</i>			x			
<i>Epilobium tetragonum</i>						
<i>Erophila verna</i>						
<i>Euphorbia cyparissias</i>					x	
<i>Euphorbia virgata</i>					x	
<i>Festuca arundinacea</i>		x				
<i>Festuca pratensis</i>		x				

Növény fajok	Aljfüvek	Szálfüvek	Savanyú- füvek	Pillangós- virágúak	Feltétlen gyomok	Feltételes gyomok
<i>Festuca pseudovina</i>	x					
<i>Galega officinalis</i>						
<i>Galium palustre</i>						x
<i>Galium spurium</i>						x
<i>Galium verum</i>						x
<i>Geranium molle</i>						
<i>Gypsophila muralis</i>						
<i>Gypsophila paniculata</i>						
<i>Glyceria maxima</i>		x			x	
<i>Gratiola officinalis</i>						
<i>Hordeum hystrix</i>						
<i>Inula britannica</i>						
<i>Juncus compressus</i>			x			x
<i>Juncus gerardi</i>			x			x
<i>Lactuca saligna</i>						
<i>Lactuca serriola</i>						
<i>Lamium purpureum</i>						
<i>Limonium gmelini</i>						
<i>Lolium perenne</i>	x					
<i>Lotus tenuis</i>				x		
<i>Lotus corniculatus</i>				x		
<i>Lycopus europaeus</i>						
<i>Lysimachia nummularia</i>						
<i>Lysimachia vulgaris</i>						
<i>Lythrum hyssopifolia</i>						
<i>Lythrum salicaria</i>						
<i>Lythrum virgatum</i>						
<i>Matricaria chamomilla</i>						
<i>Matricaria inodorum</i>						
<i>Medicago lupulina</i>						
<i>Menta aquatica</i>						
<i>Mentha pulegium</i>						
<i>Myosotis arvensis</i>						
<i>Myosotis palustris</i>						
<i>Myosotis stricta</i>						
<i>Myosurus minimus</i>						
<i>Oenanthe aquatica</i>					x	
<i>Oenanthe silaifolia</i>					x	
<i>Ononis spinosa</i>				x	x	
<i>Phalaris arundinacea</i>		x				
<i>Phragmites australis</i>		x				
<i>Pholiurus panonicus</i>	x					
<i>Picris hieracioides</i>						
<i>Pyrus pyraeaster</i>						
<i>Plantago lanceolata</i>						x
<i>Plantago major</i>						x
<i>Plantago schwarzenbergiana</i>						x
<i>Plantago tenuiflora</i>						x
<i>Poa angustifolia</i>	x					
<i>Poa pratensis</i>	x					
<i>Podospermum cana</i>						
<i>Polygonum aviculare</i>						x
<i>Potentilla argentea</i>						
<i>Potentilla recta</i>						
<i>Potentilla repens</i>						

Növény fajok	Aljfüvek	Szálfüvek	Savanyú- füvek	Pillangós- virágúak	Feltétlen gyomok	Feltételes gyomok
<i>Potentilla reptans</i>						
<i>Puccinellia limosa</i>						
<i>Pulicaria dysenterica</i>						
<i>Pulicaria vulgaris</i>						
<i>Ranunculus arvensis</i>					x	
<i>Ranunculus lateriflorus</i>					x	
<i>Ranunculus pedatus</i>					x	
<i>Ranunculus polyphyllus</i>					x	
<i>Ranunculus repens</i>					x	
<i>Ranunculus sardous</i>					x	
<i>Ranunculus sceleratus</i>					x	
<i>Rorippa amphibia</i>						
<i>Rorippa kernerii</i>						
<i>Rumex crispus</i>						x
<i>Rumex stenophyllus</i>						x
<i>Scleranthus annuus</i>						
<i>Sonchus arvensis</i>						
<i>Stellaria holostea</i>						
<i>Stellaria graminea</i>						
<i>Taraxacum officinalis</i>						x
<i>Tetragonolobus maritimus</i>				x		x
<i>Thymus glabrescens</i>						x
<i>Typha angustifolia</i>			x			
<i>Torilis arvensis</i>						
<i>Trifolium angulatum</i>				x		
<i>Trifolium arvense</i>				x		
<i>Trifolium campestre</i>				x		
<i>Trifolium fragiferum</i>				x		
<i>Trifolium pratense</i>				x		
<i>Trifolium repens</i>				x		
<i>Trifolium retusum</i>				x		
<i>Trifolium sriatum</i>				x		
<i>Trifolium sriatum</i>				x		
<i>Valerianella locusta</i>						
<i>Ventenata dubia</i>		x				
<i>Veronica arvensis</i>						
<i>Veronica catenata</i>						
<i>Veronica scutellata</i>						
<i>Veronica verna</i>						
<i>Vicia hirsuta</i>				x		
<i>Viola arvensis</i>						

6. melléklet

A legelők penetrációs ellenállása közötti különbségek mérési eredményei és szignifikancia szintjei

mélység (cm)	Szikes mocsárrét		Nedves szikes legelő		P		
	magyar szürke	vegyes genotípusú intenzív húsmarha	magyar szürke	vegyes genotípusú intenzív húsmarha	legelők	élőhelyek	interakciók
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0.308	0.309	0.647
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0.947	0.230	0.595
3	0,01	0,00	0,15	0,22	0.650	0.003	0.023
4	0,21	0,01	0,40	0,85	0.439	0.001	0.003
5	0,51	0,08	1,14	2,06	0.289	>0.001	>0.001
6	0,89	0,24	1,63	2,82	0.279	>0.001	>0.001
7	1,03	0,47	1,87	3,09	0.172	>0.001	>0.001
8	1,08	0,57	1,88	3,06	0.162	>0.001	>0.001
9	1,13	0,60	1,96	3,00	0.316	>0.001	>0.001
10	1,14	0,65	2,14	3,00	0.454	>0.001	>0.001
11	1,13	0,81	2,20	2,93	0.388	>0.001	0.032
12	1,17	0,89	2,32	2,88	0.581	>0.001	0.049
13	1,20	1,00	2,37	3,00	0.385	>0.001	0.050
14	1,22	1,13	2,43	3,24	0.166	>0.001	0.051
15	1,19	1,22	2,48	3,48	0.068	>0.001	0.098
16	1,20	1,23	2,53	3,44	0.124	>0.001	0.028
17	1,21	1,20	2,56	3,81	0.052	>0.001	0.063
18	1,25	1,28	2,62	3,68	0.080	>0.001	0.179
19	1,25	1,36	2,66	3,50	0.137	>0.001	0.180
20	1,28	1,38	2,72	3,57	0.140	>0.001	0.260
21	1,26	1,36	2,77	3,48	0.211	>0.001	0.297
22	1,25	1,32	2,83	3,49	0.277	>0.001	0.242
23	1,24	1,25	2,82	3,53	0.297	>0.001	0.133
24	1,25	1,18	2,72	3,63	0.237	>0.001	0.120
25	1,25	1,11	2,66	3,51	0.307	>0.001	0.104
26	1,26	1,05	2,62	3,47	0.365	>0.001	0.059
27	1,25	1,01	2,55	3,58	0.264	>0.001	0.067
28	1,24	1,00	2,55	3,50	0.295	>0.001	0.096
29	1,26	0,98	2,52	3,32	0.434	>0.001	0.081
30	1,25	0,95	2,49	3,28	0.462	>0.001	0.067
31	1,21	0,93	2,41	3,28	0.370	>0.001	0.120
32	1,16	0,95	2,33	3,12	0.393	>0.001	0.037
33	1,13	0,98	2,26	3,46	0.109	>0.001	0.034
34	1,11	1,00	2,19	3,44	0.083	>0.001	0.020
35	1,12	0,99	2,10	3,45	0.056	>0.001	0.016
36	1,15	1,04	2,11	3,49	0.042	>0.001	0.014
37	1,17	1,10	2,07	3,52	0.025	>0.001	0.012
38	1,20	1,13	2,05	3,53	0.022	>0.001	0.008
39	1,22	1,15	1,97	3,52	0.015	>0.001	0.004
40	1,24	1,15	1,90	3,52	0.050	>0.001	0.002
41	1,28	1,17	1,88	3,61	0.006	>0.001	0.001
42	1,28	1,18	1,89	3,66	0.004	>0.001	0.001
43	1,29	1,20	1,91	3,70	0.003	>0.001	0.001
44	1,35	1,25	2,02	3,80	0.003	>0.001	0.001
45	1,41	1,30	2,08	3,84	0.004	>0.001	0.001
46	1,45	1,32	2,14	3,86	0.007	>0.001	0.002
47	1,42	1,35	2,00	3,82	0.003	>0.001	0.001
48	1,41	1,37	1,81	3,79	0.001	>0.001	0.001
49	1,44	1,40	1,79	3,84	0.001	>0.001	0.001
50	1,43	1,43	1,78	3,81	0.001	>0.001	0.001