

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
ÁLLATTENYÉSZTÉS- ÉS TAKARMÁNYOZÁSTANI TANSZÉK

ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető: Dr. Kovács András MTA doktora

Témavezetők:

Dr. Béri Béla
egyetemi docens

Dr. Nagy Géza
egyetemi tanár

**A KÜLÖNBÖZŐ INTENZITÁSÚ LEGELŐHASZNÁLAT HATÁSA
A TALAJRA ÉS A GYEP NÖVÉNYZETÉRE**

Készítette:

Czeglédi Levente
doktorjelölt

Debrecen

2005.

A KÜLÖNBÖZŐ INTENZITÁSÚ LEGELŐHASZNÁLAT HATÁSA A TALAJRA ÉS A GYEP NÖVÉNYZETÉRE

*Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében
az Állattenyésztési Tudományok tudományágban*

Írta: Czeglédi Levente doktorjelölt

A doktori szigorlati bizottság:

	Név	Tud. fokozat
Elnök:	Dr. Bánszki Tamás	DSc
Tagok:	Dr. Nagy Imre	CSs
	Dr. Szemán László	Csc

A doktori szigorlat időpontja: 2004. szeptember 27.

Az értekezés bírálói:

Név	Tud. fokozat	Aláírás
		
		
		

A bíráló bizottság:

	Név	Tud. fokozat	Aláírás
Elnök:			
Titkár:			
Tagok:			
			
			
			
			
			
			
			

Az értekezés védésének időpontja: 2005.....

TARTALOMJEGYZÉK

<u>1. BEVEZETÉS</u>	5
<u>2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS</u>	7
2.1. GYEPRE HATÓ TÉNYEZŐK A LEGELÉS SORÁN	8
2.2. A LEGELŐ ÁLLAT HATÁSA A TALAJRA	14
2.2.1. <i>A legelő állat hatása a talaj fizikai tulajdonságaira</i>	14
2.2.2. <i>A legelés indukálta erózió</i>	17
2.2.3. <i>A legelő állat hatása a talaj kémiai tulajdonságaira</i>	19
2.2.3.1. <i>A legeltetés hatása a talaj makroelem-koncentrációjára</i>	21
2.2.3.2. <i>A legelő állat hatása a talaj mikroelem-koncentrációjára</i>	25
2.2.4. <i>A legelő állat hatása a talajéletre</i>	26
2.3. A LEGELTETÉS HATÁSA A GYEP NÖVÉNYZETÉRE	27
2.3.1. <i>A legeltetés hatása a gyepek fajgazdagságára</i>	29
2.3.2. <i>A legeltetés hatása a gyepek botanikai összetételére</i>	31
<u>3. ANYAG ÉS MÓDSZER</u>	35
3.1. A VIZSGÁLATOK HELYÉNEK LEÍRÁSA	35
3.1.1. <i>A térség éghajlata</i>	35
3.1.2. <i>A legelők talajának rövid jellemzése</i>	36
3.1.3. <i>A vizsgált legelők</i>	36
3.2. MINTAVÉTEL	42
3.3. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK	43
3.3.1. <i>Talajvizsgálatok</i>	44
3.3.2. <i>Botanikai vizsgálatok</i>	48
3.3.3. <i>A tehénszőr, bélsár és a vizelet elemtartalmának meghatározása</i>	49
3.4. AZ EREDMÉNYEK STATISZTIKAI ÉRTÉKELÉSE	50
<u>4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE</u>	51
4.1. A LEGELŐHASZNÁLAT HATÁSA A TALAJ PENETRÁCIÓS ELLENÁLLÁSÁRA	51
4.2. A LEGELŐHASZNÁLAT HATÁSA A TALAJ KÉMIAI TULAJDONSÁGAIRA	56
4.2.1. <i>A legelőhasználat hatása a talaj kémhatására</i>	56

<u>4.2.2. A legelőhasználat hatása a talaj vízben oldható összessó-tartalmára</u>	58
<u>4.2.3. A legelőhasználat hatása a talaj szerves C tartalmára</u>	60
<u>4.2.4. A legelőhasználat hatása a talaj nitrogén tartalmára</u>	62
<u>4.2.4.1. A legelőhasználat hatása a talaj összes-nitrogén koncentrációjára</u>	62
<u>4.2.4.2. A legelőhasználat hatása a talaj ammónium-nitrogén koncentrációjára</u>	64
<u>4.2.4.3. A legelőhasználat hatása a talaj nitrát-nitrogén koncentrációjára</u>	66
<u>4.2.5. A legelőhasználat hatása a talaj foszfor koncentrációjára</u>	68
<u>4.2.6. A legelőhasználat hatása a talaj kálium koncentrációjára</u>	70
<u>4.2.7. A legelőhasználat hatása a talaj kén koncentrációjára</u>	73
<u>4.2.8. A legelőhasználat hatása a talaj mikroelem koncentrációjára</u>	75
<u>4.3. A LEGELŐHASZNÁLAT HATÁSA A GYEP NÖVÉNYÁLLOMÁNYÁRA</u>	77
<u>4.3.1. A legelőhasználat hatása a gyepek növényborítottságára</u>	77
<u>4.3.2. A legelőhasználat hatása a gyepek növényi összetételére</u>	79
<u>4.3.2.1. A legelőhasználat hatása a vegetáció diverzitására</u>	79
<u>4.3.2.2. A legelőhasználat hatása a fűvek, pillangósok és egyéb kétszikűek borítási arányára</u>	81
<u>4.3.2.3. A legelőhasználat hatása a takarmánynövények, feltételes gyomok, gyomok borítási arányára</u>	84
<u>4.3.2.4. A legelőhasználat hatása a gyepek mezőgazdasági értékére</u>	87
<u>4.4. A SZARVASMARHA BÉLSARÁNAK ÉS VIZELETÉNEK ELEMTARTALMA</u>	88
<u>4.5. A TEHENEK MAKRO- ÉS MIKROELEM ELLÁTOTTSÁGA</u>	91
<u>5. KÖVETKEZTETÉS</u>	93
<u>6. ÖSSZEFOGLALÁS</u>	98
<u>7. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ, ILLETVE ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI</u>	100
<u>8. MELLÉKLETEK</u>	102
<u>9. IRODALOMJEGYZÉK</u>	128
<u>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS</u>	144

1. BEVEZETÉS

A legelőhasználat, a legeltetés világban betöltött szerepét mi sem jellemzi jobban mint az, hogy a világ összes gyepterülete a maga 52 millió km²-ével nagyobb, mint a szántók és a sivatagok területe együttvéve.

Magyarországon az ország területének 12%-a, mintegy 1,1 millió hektár tartozik a gyepterület művelési ágba. A gyepek nagyobb részét legelőként, kisebbik hányadát pedig kaszálóként és legelőként vegyesen hasznosítják, míg a kifejezetten réhasznosítású területek aránya ma már elenyésző.

Ezeknek a gyepeknek közel 70%-a alacsony produktivitású, és mindössze 5%-uk jó termőképességű. Ennek alapvető oka, hogy elsősorban olyan kedvezőtlen termőhelyi adottságú területeken maradtak fenn, ahol kevés a csapadék és gyenge talajadottságok a jellemzőek. Ezek alapján nem véletlen, hogy hazánk gyepeinek több, mint 50%-a extenzíven kezelt.

Környezet- illetve természetvédelmi szempontból kiemelkedő jelentőségű a védett természeti területeken előforduló gyepek kezelése, hasznosítása (STEFANOVITS, 1997). Magyarországon több mint 200.000 ha terület tartozik ebbe a kategóriába. Lényegében a természetvédelem az olyan fenntartható gyephasznosítási formák bevezetésében érdekelt, amelyek nem vezetnek a gyepterület biológiai változatosságának csökkenéséhez, a táj arculatának megváltozásához, illetve a terület degradálásához (VINCZEFFY, 1996; SZEMÁN, 1997), és biztosítják, hogy ezek a természeti erőforrások hosszabb távon is rendelkezésre álljanak (LÁNG, 1992). Ennek megvalósításához szükséges a legelő állat, hiszen az a füves puszták életközösségének szerves része. A legelők többféle állatfajjal is hasznosíthatók, a fajon belül a legelőn kitenyésztett, őshonos fajták igényei elégíthetők ki legjobban a gyepterületen, másrészt a gyepek kezelése, karbantartása, a tájkép megőrzése is ezekkel a fajtákkal oldható meg. Az elmúlt időszakban az őshonos fajták, így a magyar szürke marha jelentősége is egyre növekszik, mivel a fogyasztói társadalom egyre nagyobb mértékben igényli a minőségi hús termelését, a hungarikum jellegű termék-előállítását.

Az tény, hogy gyepeink országos szinten sokkal nagyobb állatállományt is képesek lennének eltartani, egy bizonyos területen azonban az állatlétszám jelentősen

meghaladhatja a legelő állattartó képességét. Az állatok által kedvelt legelőrészek túlhasznosított területek alakulhatnak ki. A legeltetés tervezését a gyep hozamára kell alapozni, e mellett pedig megfelelő szervezéssel el kell kerülni a túllegeltetést. Lényegében olyan megoldást kell találni, ahol az állat igényeinek kielégítése mellett káros folyamatok nem játszódnak le sem a legelő növényzetében, sem talajában.

Az említett kívánalmaknak megfelelő legeltetéshez ismernünk kell, hogy a legelő állat szelektív legelése, taposása, bélsarának és vizeletének tápanyagtartalma milyen változásokat okoz az adott legelő vegetációjában és talajtulajdonságaiban.

Természetesen a változás mértékét alapvetően a gyephasználat intenzitása és a legelő természeti adottságai határozzák meg.

Vizsgálatainkban arra kerestük a választ, hogy magyar szürke gulyával hasznosított gyepen a különböző intenzitással használt legelőrészek talajtulajdonságaiban és vegetációjában milyen változások következnek be. Ezek a tényezők kiemelt jelentőségűek a környezetileg érzékeny gyepeken, ezért vizsgálatainkat a Hortobágyi Nemzeti Park legelőin végeztük. E mellett megállapítottuk a vizsgált gulyák teheneinek átlagos makro- és mikroelem ellátottságát.

Célul tűztük ki, hogy az adott környezeti és természeti feltételek mellett megállapítsuk a magyar szürke marha különböző intenzitású gyephasználatának hatását a legelő:

- Talajának:
 - tömördöttségére
 - néhány kémiai tulajdonságára
 - a kémiai tulajdonságok időbeni változására
- Növényzetének:
 - borítottsági értékeire, fajgazdagságára
 - takarmányértékére, összetételére

A vizsgálataink során kapott eredmények várhatóan felhasználhatóak lesznek egy védett természeti területen folytatott legeltetési technológia kialakításához. Eredményeink alapján becsülni lehet, hogy hasonló környezeti feltételek esetén a mérsékelt, közepes, illetve az intenzív gyephasználat milyen változásokat okoz a legelőn.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A vizsgált térségben, a Hortobágyon határozott elképzelések voltak a szakszerű, természetkímélő legeltetésről.

Régebben szigorúbb legelővédelmi előírások érvényesültek mint ma. Megtiltották a felszín roncsolását, a gyepek kímélete érdekében a gulya legfeljebb két éjszakát tölthetett ugyanazon az álláson. A legeltetés mértékének megállapítása összetett kérdéskör, azt leginkább az elérendő cél határozza meg. Sok esetben a túllegeltetés biztosítja a Hortobágyon azokat a kopár foltokat, ahol a legföltettebb sziki fészkelő madarak otthonra találnak (ARADI, 1994).

BODÓ (1992) felhívja a figyelmet, hogy a legeltetés szervezésénél a módszer mellett fontos a megfelelő állatfaj, illetve fajta kiválasztása. Az őshonos fajták – úgy, mint a magyar szürke – és a legelő teljesen egymásra utaltak, ezeket a fajtákat legelő nélkül elképzelni nem lehet. A védett természeti területeken folytatott legeltetéshez megoldást a szabad álláson tartott állatok jelentenek, ilyen esetben nincs karám, és az állatok szabadon, étvágy szerint legelnek. A szakaszos legeltetés legelőgazdálkodás szempontjából optimális volna, ez azonban a Hortobágy védett területein nehézségekbe ütközik: egyrészt sokszor gyenge fűhozamú gyepről van szó, ahol túl nagy szakaszok kialakítására lenne szükség, másrészt a nemzeti parkban nem kívánatos a hagyományostól eltérő legeltetési forma bevezetése. A szarvasmarha fajták közül az őshonosok legeltetése azért is előtérbe kerül, mert legelőink alacsony hozama, illetve munkaszervezési nehézségek miatt a magas termelésű tejhasznosítású állományok legelőn tartása nehezen valósítható meg (BÉRI et al., 1995a, 1995b).

A következő alfejezetek számba veszik azokat a tényezőket, amelyek a legelés során hatással vannak a gyepekre, illetve ezen faktorok talajra és vegetációra gyakorolt hatásának következményeit.

2.1. Gyepre ható tényezők a legelés során

A legelő állat szelektív legelésével, taposásával és ürülékével hatást gyakorol a környezetére. A hatás komplex, egyaránt jelentkezik a növényi összetételben, fűhozamban, a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaiban, mely utóbbiakkal alapvetően befolyásolják a talajmikrobák tevékenységét is.

Legeltetési állattartás esetén az elfogyasztott fűmennyiség elemtartalmának jelentős része bélsár és vizelet formájában visszakerül a talajba, de ez a visszajutás egyenetlen. A vizelet és a bélsár területi eloszlását a területegységre jutó állatlétszám befolyásolhatja (MONTEATH et al., 1977).

HAYNES – WILLIAMS (1993) és NGUYEN – GOH (1994) tanulmányaikban a tehén ürüléktermeléséről és annak a talajfelszín borításáról közölnek adatokat (1. táblázat). Ezekhez hasonló értéket állapít meg HOLMES (1989), vizsgálatai szerint a szarvasmarha napi ürüléktermenysége átlagosan 3,5 m² legelőterületet borít be.

1. táblázat

A szarvasmarha ürüléktermelésének jellemzői

Napi vizeletürítés mennyisége (l)	12-34
Napi vizeletürítés száma	8-12
Egy vizelet által borított felszín (m ²)	0,16-0,50
Vizelet hatása (m ²)	0,5-2,5

Napi bélsárürítés mennyisége (kg szárazanyag)	2,7-5,9
Napi bélsárürítés száma	11-16
Egy bélsárürítés által borított felszín (m ²)	0,05-0,09
Bélsár hatása (m ²)	0,25-0,54

(HAYNES – WILLIAMS, 1993; NGUYEN – GOH, 1994)

A legelő állat trágyája egyenetlenül, mintegy mintázatot kialakítva jelenik meg a legelőn. A felhajtó utak, pihenő és víznyerő helyek körül a trágyázott terület aránya nagyobb (HAYNES – WILLIAMS, 1993). Egy legelőn fák, facsoportok jelenléte is befolyásolja az állatok tartózkodási helyét, így a trágya deponálását (SZÚCSNÉ – KÓRÓDI, 1994). Matematikai modell használatával WILLIAMS – HAYNES (1995) 3 tehén/ha állatsűrűség esetén az évenkénti ürülékkel borított legelőterületet 6 %-nak becsülte. A számításhoz figyelembe kell venni az átfedéseket és az állat által sűrűn

látogatott helyeket (RICHARDS – WOLTON, 1976). Mivel a trágya elemtartalma a tényleges borításnál nagyobb területet érint, így a tápanyag-visszapótlás több mint évi 6 %-on jelentkezik. Azt, hogy egy tápelem mekkora területet érint, alapvetően meghatározza, hogy nagyobb mennyiségben a vizeletben vagy a bélsárban található. A legeltetés során az ürülékéből származó kálium háromszor akkora területen fejti ki hatását, mint a nitrogén (MORTON – BAIRD, 1990).

Az ürülék eloszlását a legeltetés szervezése is meghatározza. Amennyiben a gulyát naponta kihajtják a legelőre és a teheneket fejkik is, akkor a vizelet és a bélsár 10-35%-a a felhajtó utak, fejóház és az istálló környékén deponálódik (NGUYEN - GOH, 1994).

Az ürülékkel kijutó tápanyagoknak mindig van egy térbeli variabilitása, mivel a bélsár és a vizelet a legelő talaján egyenetlenül oszlik el. Az így kialakuló mozaikosság az évek előrehaladtával folyamatosan változik, ami hosszú távon egy térbeli egyenletességhez közelít, amennyiben a kijutás idejét figyelmen kívül hagyjuk. Egy ürülékfolt alatti tápanyagtöbblet fogyatkozása több útvonalon megy végbe: növényi felvétel, lemosódás és a légkörbe illanás. A mozaikos tápanyag-visszajuttatásnak egyik következménye, hogy egyes legelőrészeken bizonyos elemekből hiány vagy többlet lesz (WEST et al., 1989).

A talaj kémiai tulajdonságait leginkább a legelő állatok által egységnyi területre kijuttatott ürülék mennyisége és annak beltartalma változtatja meg. A szarvasmarha ürülékének elemtartalmát közli WHITEHEAD (2000) tanulmányában (2. táblázat).

2. táblázat

A szarvasmarha ürülékének elemtartalma

	bélsár	vizelet
N	2,35-2,92 % a szá.-ban	7,7-10,8 g/l
P	0,7-1,2 % a szá.-ban	0,19-0,34 g/l
S	0,36 % a szá.-ban	0,73 g/l
K	0,73-0,84 % a szá.-ban	7,47-9,5 g/l
Na	0-0,36 % a szá.-ban	0,22-1,11 g/l
Ca	1,28-2,4 % a szá.-ban	0,16-0,73 g/l
Mg	0,6-0,8 % a szá.-ban	0,12-0,52 g/l
Fe	1600-2030 mg/kg szá.	5,49 mg/l
Mn	150-200 mg/kg szá.	0,18 mg/l
Zn	130-200 mg/kg szá.	1,83 mg/l
Cu	40-50 mg/kg szá.	0,61 mg/l

(WHITEHEAD, 2000)

Az ürülék beltartalma nem állandó, összetétele az elfogyasztott takarmánytól függően változik. Ez különösen olyan esetben lehet számottevő, amikor az állat jelentősen eltérő takarmányt kap. Legeltetésnél ez azt jelenti, hogy a legelőfű mellett abrakot is etetünk. BERRY et al. (2001) vizsgálatában a legeltetett tehenek abrakkiegészítést kaptak, ezáltal csökkent a bélsárban egyes kationoknak a koncentrációja, így bizonyos elemeknél a naponta kibocsátott mennyiség akár 30 %-al kevesebb volt. Ennek oka az alacsonyabb szárazanyag-felvétel, illetve egyes elemeknél az abrak – a legelőfűhöz képest - alacsonyabb elemtartalma. A marha ürülékének kémhatása sem állandó érték, általánosságban azonban igaz, hogy a friss marhavizelet gyengén lúgos ($\text{pH} = 7,8$) (COOKSON – CORNFORTH, 2002), a bélsár pedig semleges kémhatású ($\text{pH} = 6,4-7,3$) (COOK et al., 1996).

A takarmánnyal felvett ásványi anyagok kis hányada épül be az állat szervezetébe vagy az állati termékbe (gyapjú, tej). A bélsárban és a vizeletben található mennyiség a fel nem szívódott, a felszívódott de nem hasznosult és – némi késéssel kiürülve - az életfolyamatok működéséhez szükséges elemtartalmat jelenti.

Néhány elem, úgy mint a foszfor, vas, illetve a kétértékű kationok nagyobb része a bélsárral ürül a szervezetből, mások mint, a nitrogén, kén és az egyértékű kationok főként a vizeletben találhatók (WHITEHEAD, 2000) (3. táblázat). BETTERIDGE et al. (1986) mérései szerint ökröknél a legelőfűvel felvett K mennyiség 33-76 %-a ürül ki a szervezetből vizelet formájában és 8-21 % a bélsárral. A felvett P mennyiségét vizsgálva 2-4 % ürül a vizelettel és 44-74 % a bélsárral. Az ürülékben lévő S mennyiségének több, mint 50%-a a vizeletben van, mely főként szulfát formában található. A bélsárban a kén 20%-a szulfát, 80%-a pedig szerves szénvegyületben fordul elő (WILLIAMS-HAYNES, 1993).

A K és a Na döntő hányada a vizeleten keresztül hagyja el az állat szervezetét, azonban amennyiben a takarmány alacsony koncentrációban tartalmazza az említett elemeket azok aránya 60:40%, esetenként 50:50%-ban oszlik meg a vizelet és a bélsár között (CHIIY et al., 1994; VAN VUUREN-SMITH, 1997). A kétértékű kation makroelemek általában több mint 75%-ban, egyes esetekben több mint 85%-ban a bélsárral ürülnek (FONTENOT – CHURCH, 1979). Ezeknek a kationoknak az ürülékkel távozó mennyiségét alapvetően a felvett takarmány beltartalma határozza meg (HOGG, 1981; SAFLEY et al., 1984).

3. táblázat

A szervezetből kiürülő makro- és mikroelemek megoszlása a bélsár és a vizelet között

Elem	Bélsárban (%)	Vizeletben (%)
N	20-55	45-80
P	>95	<5
S	10-94	6-90
K	10-30	70-90
Na	40	60
Ca	96-99	1-4
Mg	70-90	10-30
Fe	>95	<5
Mn	>95	<5
Zn	>95	<5
Cu	>95	<5
Co	<50	>50

(WHITEHEAD, 2000)

A talaj-növény-állat rendszerben a makro- és mikroelemek jellemző koncentrációit ismerteti a 4. táblázat (MILLER, 1979; MILLER et al., 1991; AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1980; WHITEHEAD, 2000). Az <1 arány-értékek azt jelzik, hogy a vizsgált elemet sem a növény (növény:talaj), sem az állat (állat:növény) nem akkumulálja.

4. táblázat

A jellemző elemkoncentrációk és koncentráció arányok a talaj-növény-állat rendszerben

elem	koncentráció a talajban (sz.a.)	koncentráció a növényben (sz.a.)	koncentráció az állatban (sz.a.)	Növény:talaj arány	Állat:növény arány	Állat:talaj arány
N (m/m%)	0,28	2,8	9	10	3,2	32,1
P (m/m%)	0,2	0,4	2,66	2	6,7	13,3
S (m/m%)	0,1	0,35	0,5	3,5	1,4	5
K (m/m%)	1,5	2,5	0,67	1,7	0,27	0,45
Na (m/m%)	0,25	0,25	0,5	1	2	2
Ca (m/m%)	1,8	0,6	4,66	0,33	7,8	2,59
Mg (m/m%)	0,8	0,2	0,15	0,25	0,75	0,19
Fe (mg/kg)	35000	150	133	0,0004	0,89	0,0038
Mn (mg/kg)	1600	165	1,2	0,1	0,007	0,00075
Zn (mg/kg)	150	37	83	0,25	2,2	0,55
Cu (mg/kg)	30	9	9	0,3	1	0,3
Co (mg/kg)	20	0,1	0,13	0,005	1,3	0,0065
Mo (mg/kg)	2,6	0,8	0,66	0,35	0,83	0,25

(MILLER, 1979; MILLER et al., 1991; AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1980; WHITEHEAD, 2000)

A legelő állat testsúlya a patákon keresztül nyomást gyakorol a talajfelszínre. Az állás és a mozgás során tömörödik a talaj felső rétege, melynek mértékét számos tényező befolyásolja. Az érintkezési felületre eső súly függ az állatfajtól, kortól, testsúlytól és attól, hogy az állat egyhelyben áll vagy mozog.

A juh körmein keresztül $0,8-0,95 \text{ kg/cm}^2$ nyomást gyakorol a legelőre, szarvasmarhánál a terhelés mértéke $1,2-1,6 \text{ kg/cm}^2$ (SPEDDING, 1971). Fekvő állat esetén ezek az értékek elenyészők, mivel ugyanazt a súlyt sokszorosán nagyobb felület közvetíti a felszínre.

CURLL – WILKINS (1983) számításai alapján a legelés közbeni taposás napi $0,01 \text{ ha}$ területet érint, amit természetesen befolyásol a legelő fűhozama, az állatok viselkedési szokásai és az időjárás.

A taposás hatása függ a talaj nedvességi állapotától. Kétféle, a talajban lejátszódó folyamat fordulhat elő taposás hatására. A paták okozta tömörödés alacsony vagy közepes talajnedvességi viszonyok mellett jelenik meg, a nedves talajon a pata körüli plasztikus talajkenődés, felszíni egyenetlenség kialakulása figyelhető meg (1. kép). A vízzel telített talaj lényegében azért áll ellen a tömörödésnek, mert pórusait nem levegő tölti ki, így a talaj nem összenyomható (SCHOLEFIELD et al., 1985).

1. kép

A nedvesebb talaj felső rétege fellazul és kenődik a tehén körmei körül



(fotó: Czeglédi L.)

A legelőn tartózkodó állatok nem egyenletesen hasznosítják a területet. A gyepen egy „használati mintázat” alakul ki, ami lényegében azt jelenti, hogy lesznek olyan legelőrészek, amelyeket nem kedvelnek az állatok, kevés időt töltenek ott, illetve kialakulnak túlterhelt területek is (ALLISON, 2004). A legelőhasznosítás heterogenitását tovább növeli, hogy a szarvasmarha válogatva legel (ZOBELL et al., 2003), egyes növényfajokat kedvel és szívesen lelegeli, ellenben vannak olyan szúrós vagy kevésbé ízletes fűvek, illetve kétszikű növények melyeket kifejezetten elkerül. A fajon belül még a növényegyedek közötti válogatás is megfigyelhető (ALLISON, 2004). Mivel a szabad legeltetés során az állatok kifejezetten kedvük szerint válogatnak a növényfajok között, egyesek jelenléte drasztikusan lecsökken, esetleg eltűnnek a vegetációból, így mintegy életteret biztosítanak más, kevésbé ízletes növények elterjedéséhez (CORREA, 1999; MATIZHA et al., 1995). Ez a válogatás, az ürülék és a taposás hatása együttesen befolyásolja a legelő botanikai összetételét, fajgazdagságát.

2.2. A legelő állat hatása a talajra

A legelő állat nem azonos hatást gyakorol a legelő minden pontjára, mivel a gulya tevékenységének eloszlása mind térben mind időben nagyfokú heterogenitást mutat. Az alacsony intenzitású, nem irányított legeltetés veszélyeire, a legelő lokális degradációjának erősödésére hívják fel a figyelmet HUBER et al. (1995). Megfigyeléseik szerint az alacsony állatsűrűség arra készítheti a legelő marhákat, hogy az itatóként és hűsülő helyként szolgáló patakmeder mentén csoportosuljanak. A viszonylag kevés állat nem „verseng” a táplálékért, így a szükséges legelőfüvet megtalálja a kedvelt hely környezetében is, tehát nem csak az itatás ideje alatt tartózkodik ott, hanem ideje nagy részét, úgy mint legelés, kérődzés, bóklászás is az itatóhely környékén tölti.

2.2.1. A legelő állat hatása a talaj fizikai tulajdonságaira

A legelő állat a testsúlyával patáin keresztül nyomást gyakorol a talajra. Ez az erő közvetlenül hat a talaj fizikai tulajdonságaira – melyet a 6. táblázat ismertet - majd azok megváltoztatásával befolyásolja a kémiai paramétereket, a talajéletet és a kialakult vegetációt.

A szarvasmarha esetén az egységnyi felületre jutó nagyobb súly hatása a talajtömörödés mértékénél is kifejezésre jut. MURPHY et al. (1995) szarvasmarha, szarvasmarha és juh, illetve juh két éves szakaszos legeltetéssel történő gyephasznosítása után a következő talaj-térfogattömegeket mérték: 1,37, 1,27 és 1,12 g/cm³. A penetrációs ellenállás a vizsgált fajok között 20 cm-es mélységig mutatott szignifikáns különbségeket. SEITLHEKO et al. (1993) az A szintben mérték a legnagyobb tömörödést, amikor 4 számosállat/ha állatsűrűséggel különböző visszamaradó növényi tömegig legeltetettek teheneket.

A taposás hatásának kifejeződése részben a talajnedvességi állapot függvénye. A talaj vízkészlete alapján a taposás a vegetációs időszak elején -amikor a talaj vízzel telítettebb- és ősszel -amikor elkezdődnek az esőzések- szignifikáns felszíni változásokhoz vezethet (CAST, 2002). Ezt erősíti meg CLIMO – RICHARDSON (1984), akik 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).

6. táblázat

A legeltetési intenzitás talajfizikai paraméterekre gyakorolt hatása

Nem legeltetett	Alacsony vagy közepes intenzitású legeltetés	Túllegeltetett	Szerző
Térfogattömeg (g/cm ³)			
-	1,22	1,33	Holt et al., 1996
0,91	1,09	1,22	Abril – Bucher, 1999
0,84	0,85	-	Drewry – Paton, 2000
1,25	1,27	1,48	Czeglédi et al., 2002
Porozitás %			
20	5	-	Proffitt et al., 1995 †
16,4	-	12,1	Drewry et al., 1999 *
15	8,5	-	Drewry – Paton, 2000 *
73	70	63	Singleton et al., 2000
Nedvesség %			
9	11	-	Proffitt et al., 1995
4,5	2,05	2,25	Abril – Bucher, 1999
64,5	-	55,8	Drewry et al., 1999
9,2	5,0	-	Willms et al., 2002
Hidraulikus vezetőképesség (mm/h)			
19,9	11,5	-	Proffitt et al., 1995
154	-	64	Drewry et al., 1999
150	64	28	Singleton et al., 2000

† pórusméret >195 µm, * pórusméret >30 µm

A legeltetés által kiváltott változások mértékét a talajtípus is befolyásolja. Nedves állapotban a kis szemcseátmérőjű, gyengén szerkezetes agyagtalajok és a magas szervesanyag tartalmú talajok a legérzékenyebbek a pata okozta felszíni tiprással szemben. A homoktalaj és a kedvezően morzsás szerkezetű vályogtalaj az előnyös szerkezetük és pórusrendszerük következtében a taposást jobban tolerálják (FRAME, 1992).

A MAFF (1970) kiadványa alapján az érzékeny legelők ismérvei az alábbiak: csapadékos terület, tőzeges vagy magas iszap-agyag tartalmú talaj megfelelő mésztartalommal, nagy állatsűrűségű legeltetés és nitrogén-műtrágyázott a gyep. A legeltetett állatfajok közül a szarvasmarhát tartja a legnagyobb taposási kárt okozó állatnak.

A tömörödés reverzibilis változás, a legeltetés felhagyása után a természetes folyamatok, mint a talaj nedvességi állapota (csapadékos és szárazabb időszakok) és a pihentetési időszak alatt lejátszódó egyéb folyamatok visszaállítják a talaj eredeti fizikai állapotát (WHEELER et al., 2002). A felső talajréteg megfagyása majd az olvadás és a biológiai tevékenységek, mint giliszta- illetve gyökéraktivitás a természetes ameliorációt támogatják (DEXTER, 1991; WHALLEY et al., 1995). A téli fagyok növelik a porozitást és megmozgatják a talajfelszínt, amely utóbbi káros is lehet, hiszen mintegy előkészíti a felszínt az erózióra és a deflációra (EVANS, 1990). DREWRY – PATON (2000) két évvel a legeltetés felhagyása után a talajfizikai tulajdonságok pozitív változását a felső 10 cm-es rétegben tapasztalta.

A nem megfelelő legeltetési mód és intenzitás egyik következménye, hogy a talaj vízháztartása megváltozik a növényborítottság és az elhalt növényi részek csökkenése következtében.

A legelés csökkenti a növényi transzspirációt, így elősegíti, hogy a talaj vízkészlete hosszabb ideig hozzáférhető legyen a növények számára (CAST, 2002). HOLT et al. (1996) ennek a megállapításnak némileg ellentmond, szerinte az intenzíven legeltetett területek alacsonyabb talajnedvesség-tartalma az alacsonyabb növényi borítottság miatt megnövekedett evaporáció következménye. A legelőn mindkét folyamat jelen van, azonban hogy melyik dominál, az az adott körülmények függvénye. A talajnedvességet a taposási terhelés által előidézett szerkezetrombolás is hátrányosan befolyásolja. Túllegeltetéskor a felső 20 cm-es talajréteg nedvességtartalma 50%-al is csökkenhet (ABRIL – BUCHER, 1999).

Az állat jelenléte megváltoztatja a talajszerkezetet, melynek következtében a talajrészecskék, pórusterek és a víz részarányai átrendeződnek. A megnövekedett térfogattömeg csökkenti az összporozitást, ez azonban nem érinti a 30 µm átmérő alatti pórustereket, ahol egyes mérettartományok még nagyobb részarányt is kitölthetnek (BRELAND – HANSEN, 1996).

BROOKS et al. (1997) alacsony állatsűrűség mellett, a túllegeltetett területhez viszonyítva több mint kétszeres hidraulikus vezetőképességet mértek. A talaj vízvezetőképességének változását vizsgálták MWENDERA – SALEEM (1997) az állatintenzitás és a legelő lejtésszögének függvényében. Megállapítják, hogy a

meredekebb legelő talajának vízkészletét a kisebb intenzitású infiltráció és a jelentős felszíni elfolyás együttesen csökkenti.

„A legelő degradációjáért nem az állat taposása a felelős, hanem a helytelen legeltetés következtében előforduló túllegeltetés.” CASTILLA (1992) ezt a megállapítását kutatási eredményei alapján teszi, amelyben 0-8,3 szarvasmarha/ha intenzitású legeltetés hatását vizsgálta. Még a túllegeltetés során sem volt olyan intenzív a taposási terhelés, hogy az számottevően csökkentette volna a legelő termőképességét, ellenben maga a legelés azt eredményezte. Először a talaj fizikai és biológiai paraméterei reagálnak a kedvezőtlen hatásokra, és esetleg később jelentkezhethet a kémiai jellemzők megváltozása. Annak ellenére, hogy a túlterhelt területeken tömörödött a talaj, csökkent a porozitása és vízáteresztő képessége, a növényi gyökértömeg nem változott. Ez a megállapítás is igazolja, hogy a taposás bizonyos esetekben nem okoz káros változásokat.

Legeltetett juhállomány éjszakai állásának hatását a talaj fizikai tulajdonságaira ZHANG et al. (2001) vizsgálta. Az állati terhelés 8 juh-éjszaka/m² volt. Az állatok taposására a talaj penetrációs ellenállása nőtt, azonban a kezelés szignifikánsan nem befolyásolta sem a talaj térfogattömegét, sem a penetrációs ellenállását. Ellenben egy több évtizeden keresztül folytatott legeltetés, még mérsékelt intenzitás mellett is okozhat talajtömörödést (BERG et al., 1997).

Erdőtelepítések aljnövényzetét szarvasmarhával legeltették Kanadában. NEWMAN et al. (1999) a fellépő talajtömörödés hatását vizsgálták fiatal fenyőállományban. Kísérletükben a penetrációs ellenállás értéke nem érte el azt a mértéket, amely gátolná a fák gyökérnövekedését.

2.2.2. A legelés indukálta erózió

SHEATH – CARLSON (1998) a szarvasmarha taposásának előfordulását és gyakoriságát vizsgálták egyszeri legeltetés után. Az állatsűrűséget (40-70 tehén/ha) és a legeltetés hosszát (2-3 nap) úgy határozták meg, hogy a taposás a felszín 43, 53 vagy 72%-át érintse. A legnagyobb mértékű talajfelszín sérülést a tehenek pihenő helyein és járási útvonalain tapasztalták. Ezek a talajsebek – ahol ritkábban fordultak elő - negyed

év múlva eltűntek. A közepes és legnagyobb intenzitásnál az állat által kedvelt helyeken már nem a taposás, hanem a következményként - különösen a meredekebb legelőkön megjelenő erózió okozott gondokat. A becsült talajveszteség elérte az 5-10 kg/ha/nap értéket. Következtetésként azt tanácsolják, hogy a folyamatos legeltetést lehetőség szerint kerülni kell, mivel a területnek szüksége van a pihentetésre. Ez a veszély csapadéokban gazdag területeken még jelentősebb, hiszen már 2,8 számosállat/ha is talajeróziót okozhat (MALDONADO – VELASQUEZ, 1990).

Jó vízellátottságú legelőn a hét éven keresztül 0,3 juh/ha intenzitással folytatott legeltetés során a vegetációval nem borított talajfelszín a kezdeti 2 %-ról 8,6%-ra növekedett (RAWES – HOBBS, 1979). A nagyobb kiterjedésű felszíni „talajsebek”, csupasz felületek nem a takarmánybázisként szolgáló legelőrészekben, hanem az állat által kedvelt, gyakran használt területeken (pihenő hely, itató, csapás) alakulnak ki (EVANS, 1977; MOLES, 1992; CZEGLÉDI et al., 2001).

A borítatlan területek akkor adnak utat a további degradálódásnak, ha a túlzott állati terhelés a vegetációs időszak alatt végig fennáll vagy olyan szárazak a körülmények, hogy az elfekvő magok nem képesek csírázni, majd a sérült felszínt ismét beborítani (MACKAY – TALLIS, 1996). A nyílt talajfelszínt az esőcseppek romboló hatása közvetlenül éri és nő az erózió veszélye. Száraz időszakban a defláció is megjelenhet. Lejtős legelőkön jelentős károkat okozhat, hogy a beszivárgási nehézségek miatt felszíni vízmozgások alakulnak ki. A kisebb intenzitású infiltrációért nem csak a talajtömörödés felelős. Az állati jelenlét hatására egyéb fizikai változások is bekövetkeznek. WARREN et al. (1986) a lassabb vízelnyelést a felső talajréteg elvékonyodásának tulajdonította, amelyet az állatok patái és az eróziós hatások távolítottak el. Következésképpen a magasabb szervesanyagtartalmú és a kedvező porozitású réteg csökkent (NAEH et al., 1991). Ez azért káros, mert az említett réteg egyben a rizoszféra és a talajlakó állatok élettere.

THOMAS (1965) jó termőképességű és vízgazdálkodású legelőn állította be kísérletét. A felszíni talajsebek 15° -os vagy esetenként több mint 25° -os lejtésszögű gyepon abban az esetben jelentek meg, amennyiben a legeltetési intenzitás elérte a 2,5-5 juh/ha értéket. Rosszabb talajadottságú legelők kevésbé ellenálló vegetációval párosulva már kisebb lejtésszögnél is erózió-érzékenyek. Hasonló eredményekről számolt be ANDERSON – RADFORD (1994). Egy nyolc éves lejtős területen végzett kísérletben

az állatsűrűséget 2,5 juh/ha-ról 0,2-0,4 juh/ha-ra csökkentették, aminek következtében a növényi borítottság 49%-ról 91,7%-ra növekedett. A lankásabb legelőn a vegetáció 5 év alatt befedte a talajfelszín 90%-át, a meredekebb oldalakon (30°) még a kísérlet végén is hiányzott a terület 24%-áról a vegetáció. A középmeredek területeken (11°) a felszín 1,9-7,0%-a mindvégig csupasz maradt.

THUROW (1991) eredményei alapján kijelenti, hogy lényegében minden olyan legeltetési mód amely megakadályozza a felszíni vízmozgások kialakulását, csökkenti az eróziót és helyben tartja a felszínre jutó csapadékot.

Egy legelő lejtése mellett a terület előélete is meghatározó tényező lehet. Példaképpen, az erózió okozta talajvesztés növekszik, amennyiben az állatállományt nem állandó legelőn, hanem egy korábban szántott területen legeltetjük, mivel egy már bolygatott talajfelszín ellenállása kisebb, mint egy tömörödött legelőé (MWENDERA – SALEEM, 1997).

2.2.3. A legelő állat hatása a talaj kémiai tulajdonságaira

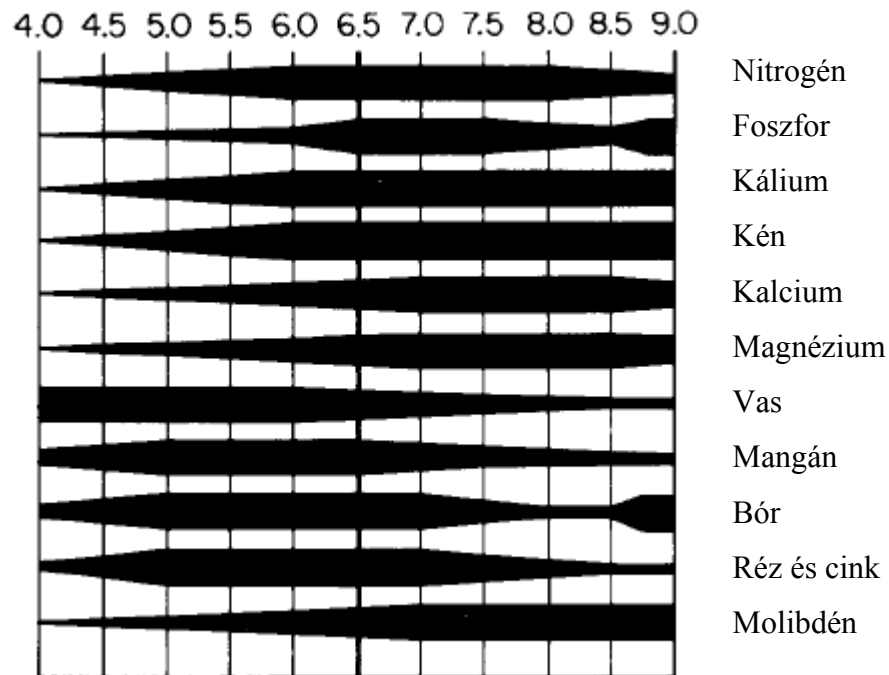
A növények által felvehető elemtartalom azt az ásványi anyag frakciót jelöli, amelyik a talajoldatban található. A legtöbb elemnél ez az oldott forma ionokat jelent, azonban változó arányban ide tartozik számos kis molekulású szerves anyag is. A tápelemek, és főként a növények által felvehető formák általában a legelő talajának felső néhány cm-es rétegében találhatók. Ennek oka, hogy a tápanyagok, úgy mint elszáradt növényi levelek, szarak és az állatok ürülete mind közvetlenül a talajfelszínre jut, és a vízmozgás, illetve a talajlakó élőlények közvetítésével kerül a talajba (WHITEHEAD, 2000). Ezt a hasznosulást nagyban elősegítheti a legelő állatok jelenléte, taposásukkal a felszínen lévő szerves növényi maradványokat belepréseli a talajba, ami elősegíti lebontásukat, mivel azokat egy nedvesebb és mikrobákban gazdagabb környezetbe juttatja (WILLMS et al., 2002).

A talaj kémhatása a gyepek ökoszisztéma tápelemeinek körforgalmában kiemelt jelentőséggel bír, mivel alapvetően befolyásolja a növények által felvehető elemformák mennyiségét. A makro- és mezoelemek többségének felvehetőségénél a savas kémhatás lehet limitáló tényező. A kation mikroelemek felvehetősége savanyú talajban magas,

ezzel szemben az anion mikroelemek a lúgos talajban válnak felvehető formává (1. ábra) (WHITING et al., 2003).

1. ábra

A talaj kémhatásának hatása a felvehető elemtartalomra



(WHITING et al., 2003)

MURPHY et al. (1995) kétéves legeltetési kísérlet végén vizsgálták szarvasmarha és juhlegeltetés hatására a talaj tápanyagtartalmában bekövetkező változásokat (7. táblázat). A juh legeltetése a nem legelt területhez és a marhalegelőhöz viszonyítva is növelte a talaj elemtartalmát. A marhalegeltetés a növények által felvehető P mennyiségét növelte, ellenben a talaj P bázisában bekövetkező változás nem volt egyértelmű. A talaj pH értéke az állati jelenlét hatására mindkét faj esetében csökkent.

7. táblázat

A marha- és juhlegeltetés hatása a talaj tápelemtartalmára és kémhatására

	Összes %		Felvehető (kg/ha)	Összes (kg/ha)					pH
	N	C		P	K	Mg	Ca	Al	
Szarvasmarha	0,17	2,3	5,4	27	158	334	2511	56	5,4
Szarvasmarha/kaszálás	0,17	2,1	2,9	21	128	371	2713	37	5,4
Szarvasmarha/juh	0,23	2,7	3,4	19	252	307	2724	90	5,1
Juh	0,25	3,1	5,6	43	379	352	3150	67	5,2
Kontroll	-	-	2,0	21	187	372	-	65	5,6

(MURPHY et al., 1995)

2.2.3.1. A legeltetés hatása a talaj makroelem-koncentrációjára

Az alfejezet az állatok legelésének, illetve a bélsárból és a vizeletből származó tápanyagoknak a talaj szén, nitrogén, foszfor, kén és kálium tartalmára kifejtett hatását ismerteti.

BERG et al. (1997) homoktalajon vizsgálták a legeltetésnek a talaj szerves C és N tartalmára gyakorolt hatását. A mintákat szarvasmarhával közepes intenzitással legeltetett területről, illetve 50 éve nem legeltetett területről gyűjtötték. Eredményeik szerint a legeltetés nem befolyásolta a felső 5 cm-es talajréteg C és N koncentrációját. Ezek alapján a mérsékelt intenzitású legeltetés bizonyos környezeti feltételek mellett még 50 év alatt sem változtatja meg a talaj alapvető kémiai tulajdonságait.

SCHUMAN et al. (1999a; 1999b) szerint sem változtatja meg a legeltetés a növény-talaj rendszer C és N mennyiségét, azonban módosítja azok eloszlását, ami elsődlegesen a talaj felső 30 cm-ében jelentkezik. Eredményeik szerint a talajfelszínhez közel a szerves C és N koncentrációja a 12 évig legeltetett területen magasabb volt a nem legeltetett gyephez képest. Valószínűsíthető, hogy ez a felhalmozódás a trágya és vizelet formájában visszajuttatott tápanyagok könnyebb hasznosíthatóságának a következménye.

A két elem koncentrációértéke mellett fontos a C:N arány is, amely a talaj jellemző adata. Értéke befolyásolja a talajok nitrogénszolgáltató képességét, a talajbiológiai és talajbiokémiai folyamatokat. A mérsékelt égövön a 17 és a 33 közötti értékek egyensúlyi helyzetet jelentenek. Magyarországon a legtöbb mérés 11-13 C:N arányt állapít meg. A 33-as C:N arány felett immobilizáció következik be, ami azt jelenti, hogy

ilyen körülmények között a nitrogén beépül a talaj humuszkészletébe (HARGITAI, 1988b).

Figyelembe kell venni, hogy amíg a legelő állat vizelete azonnal bejut a talajba, addig a bélsárnak a lebomláshoz, bemosódáshoz időre van szüksége. WILLIAMS – HAYNES (1994, 1995) megállapította, hogy a juh és a szarvas ürüléke optimális körülmények között 3-8 hét alatt lebomlik, ellenben ahhoz hogy a talajfelszínre jutó marhatrágya láthatatlan legyen, 12 hónapra van szükség. Egy évvel a trágyahatás után a trágyával érintett talajon a talaj nitrát- foszfát- és szerves széntartalma is magasabb volt. A marhatrágya alatt a talaj szerves C koncentrációjának növekedése még három évvel a kezelés után is kimutatható volt.

A marhalegeltetés elmaradása drasztikus változásokat okozott a pampa növényközössége mellett a tápelemek körforgalmában is. A tápanyagelvonás megszűntetése után a talaj ásványi N tartalma növekedett, azonban a kivonható P csökkent. A nem legelt területeken az évek során felhalmozódott elhalt növényi részek térben homogén módon biztosították a talaj tápanyag-utánpótlását (LAVADO et al., 1996).

ANGER et al. (1997) tehén bélsárral és mesterséges marha vizelettel modellezték a legelés során keletkező trágyafoltokat. Rövid idejű rotációs legeltetésnek megfelelően május, július, szeptember és november hónapokban történtek a kezelések, majd a következő év tavaszán gyűjtött talajmintákat elemezték. A vizeletfoltok alatt szignifikánsan magasabb volt az ásványi nitrogén koncentráció, mint a bélsár vagy a kezeletlen kontroll talajában, mely utóbbi két kezelés talajának nitrogén koncentrációja nem különbözött egymástól. A téli évszak után minden kezelésnél alacsony volt a nitrátkoncentráció, ami a nagyfokú téli lemosódás következménye. A tavasszal kijuttatott N mennyiségének kevesebb, mint 20%-a hasznosult, a vegetáció előrehaladtával a hasznosulás néhány százalékgig csökkent. A nitrát mennyiségi változásait követve megállapítják, hogy éven belül a legelés időpontja meghatározóbb, mint a talajtípus.

A vizelet nitrogéntartalmának hasznosulását számszerűsítették DI et al. (2002) vályog talajú legelőn (*Lolium perenne* + *Trifolium repens*). A kísérlet során a gyepre 1000 kg N/ha dózisban tehén vizeletet juttattak ki. A legelőt időnként árasztással öntözték. Egy évvel a vizelet kijuttatása után a nitrogénnek 6,4-9,1%-a a talajvízbe szivárgott, 29,3-

38,8%-át a lekaszált gyeptermet tartalmazta, 45,7-47,5% megmaradt a talajban és a növények gyökereiben és kevesebb mint 2% került a levegőbe.

Az előforduló nitrogénformák közül – amennyiben nem a tápanyagpótlás mértékét nézzük - az érdeklődés középpontjában a nitrát áll. A nitrát kilugzódása, illetve a felszíni vizekbe vagy a talajvízbe kerülése környezetvédelmi és egészségügyi gondokat vet fel. A világ számos országában főként az intenzív legeltetési rendszerek nitrátmozgásait vizsgálják (JARVIS, 1993).

HUGING et al. (1995) az intenzív és az extenzív legelőgazdálkodás nitrátvesztességét vizsgálta. A 4 marha/ha állatsűrűség + 250 kg/ha/év N műtrágya használata - a tápanyagfeldúsulás miatt - luxusnövekedést mutató foltokhoz vezetett. Ezek a foltok voltak a forrásai a nagy mértékű nitrát-kilúgzásnak. A talajvízbe szivárgó víz az intenzív legelőn 2-3-szor magasabb koncentrációban tartalmazta a nitrátot. Egy téli időszakra kalkulált nitrátvesztesség az intenzív rendszerben 87 kg N /ha, extenzívnél (2 marha/ha, nincs műtrágyázás) 27 kg N /ha volt.

ZHANG et al. (2001) kísérletükben a juhok éjszakázó karámjának talajában bekövetkező talajváltozást mérték. A vizelet szerves N formáinak – főként a karbamid - hatására néhány nap alatt közel tízszeresére nőtt a talaj 0-20 cm-es rétegében az ammónium-N koncentrációja, ami így elérte a fitotoxikus szintet. Az éjszakai állás talajának 250-350 mg/kg ammónia-N koncentrációja megfelelő pH viszonyok mellett még tolerálható bizonyos növényfajok számára, azonban a taposási kárral együtt az a következménye, hogy a vegetáció nem hajt újra. A talaj nitrit-N és nitrát-N koncentrációja a rövid kezelés alatt nem növekedett, ami az ammónia lassú nitrifikációjának következménye. Egy hónappal a kezelés után a talaj nitrit-N koncentrációja elérte a növények számára már toxikusnak számító 10-50 mg/kg koncentrációt (FRANK et al., 1954). Két hónappal az éjszakai állás megszüntetése után a növényi biomassa kétszerese volt a kezeltetlen legelőhöz képest, majd további egy hónap múlva már ötszöröse volt a korábbi éjszakai álláson nőtt legelőfü mennyisége.

Egy új-zélandi tanulmányban a vizelet kéntartalmának évszakfüggő hasznosulását mutatták ki. Vizeletet injektáltak a legelőre nyáron és télen is. Nyáron a kijuttatás után 65 nappal a vizelet szulfátjának 77%-át vették fel a növények, míg ez az érték télen mindössze 27% volt (WILLIAMS-HAYNES, 1993).

A vizelet S tartalma igen érzékeny a lemosódásra. Ezt részben indokolja az a tény, hogy egy vizeletürítés során 40-50 kg S /ha-al egyenértékű adag jut a vizeletfolt alá, és ez jóval magasabb a növény által felvehető mennyiségnél. A lemosódás veszélye azonban idővel csökken, egyrészt a növény felvétele miatt, másrészt a szulfát a talaj szerves és szervesetlen alkotóihoz is kötődik (NGUYEN-GOH, 1993). Ha a talajnak gyenge a szulfátkötő képessége, a lemosódás elérheti a vizelettel visszajuttatott szulfátmennyiség 70%-át (HOGG, 1981). A talajban többféle illékony szulfátvegyületet kimutattak már, azonban az ürülék ilyen formájú kén vesztesége elhanyagolható (KENNEDY-TILL, 1981). A bélsár magas kén koncentrációja egy viszonylag gyors mineralizáció során válik hasznosítható formává (BARROW, 1987).

A legeltetés során a K visszapótlását a vizelet biztosítja, a kiürülő mennyiség 10-30%-a távozik a bélsárral. Így a talajra jutás után a K számottevő része szinte azonnal a talajba jut és felvehető a növények számára, ami természetesen a lemosódás veszélyét is magában hordozza. A döntően bélsárban előforduló formák lassan és hosszabb távon hasznosulnak. Ezt gyorsíthatja a jelentős és gyakori esőzés (DICKINSON-CRAIG, 1990).

Annak ellenére, hogy a legelő növényzete a káliumot a többi kationhoz képest nagy koncentrációban igényli és tartalmazza, a vizeletfolt alatt megjelenő mennyiség gyakran meghaladja a gyepek felvevő képességét és a visszamaradó hányad egy része nem kötődik le a talajban, így csapadékos területeken és jó vízvezető képességű talajokon lemosódik (WILLIAMS et al., 1990).

A kálium növényi felvételének értelmezéséhez tudni kell, hogy azt befolyásolja a vizelet nitrogén tartalmának nitrifikálódása, mivel a K felvétele pozitív korrelációban van a nitrát felvételével (CARRAN, 1988).

A tápelemek lemosódását befolyásolja a talajtípus, műtrágyázás és a gyephasznosítás. Az egyértékű ionok vesztesége nagyobb, azonban magas kalcium tartalmú talajon a kalcium lehet az első a veszteségek rangsorán (WHITEHEAD, 2000). A lemosódott elem mennyiség nő, ha a gyepet kaszálás helyett legeltetik, és a veszteség magasabb a vizeletfolt alatt, mint a bélsárnál (HOGG, 1981).

A talaj kation cserélő helyeinek kapacitása limitált (homoktalaj alacsonyabb, kötött talaj magasabb), ezekért a kationok versengenek és kiszorítják egymást. EARLY et al. (1998) vizsgálataikban vályog talajon vizelettel végezték a tápanyagpótlást és azt

tapasztalták, hogy a K nagy része a növényi felvétellel hasznosult, illetve megkötődött a talaj felső 5 cm-es rétegében. A Ca és a Mg számottevő hányada lemosódott, ami részben a kation kötő helyekre történő K beépülésből adódott.

A lemosódásból eredő veszteségek mindegyik kationra nagy variabilitást mutatnak talajtípustól, tápanyagellátottságtól, évjáráttól és a gyepgazdálkodástól függően (OWENS et al., 1998). Nem műtrágyázott legelőn WILKINSON-LOWREY (1973) 140 kg K éves hektáronkénti veszteséget állapítottak meg. Extenzív legelőn 2,5 kg K az átlagos évi lemosódás (WHITEHEAD, 2000). Köztes értékeket közölnek STEELE et al. (1984), méréseik szerint a legeltetett gyepeken az előforduló éves veszteség 14 kg K/ha.

2.2.3.2. A legelő állat hatása a talaj mikroelem-koncentrációjára

A Co kivételével a kation mikroelemeknek nagyobb hányada a bélsárral kerül vissza a legelő talajába (3. táblázat). A trágya talajfelszínre jutásától a növényi felvételig hosszabb időnek kell eltelnie. Ez részben az elemek szerves komplexekben történő előfordulásának, részben a bélsár lúgos kémhatásának – amely oldhatatlan formában tartja a fémeket - a következménye (BARROW, 1987).

Általánosságban a talaj mikrobái által termelt anyagcseretermékek az igen kis részarányban lévő oldható frakció koncentrációját növelik. A mikrobiális respiráció redukáló környezetet teremt a talajban, így segíti a Fe és a Mn oldódását. Másrésről, ezek az elemek beépülnek a mikrobiális biomasszába, és ez a folyamat csökkenti az oldhatóságukat, illetve a felvehetőségüket (WHITEHEAD, 2000).

A mangán oldhatóságát nagymértékben befolyásolja a talaj kémhatása, savas környezetben jól oldódik. A redox viszonyok is meghatározóak, az oxidáció, vagyis a levegővel töltött pórusok csökkenti az oldhatóságot, míg a redukció az anaerob környezetben jellemző (ROBSON, 1988). A többi kation oldhatóságát is segíti az alacsony oxiporozitás, az anaerob körülmény (BERROW et al., 1983).

2.2.4. A legelő állat hatása a talajéletre

A talaj fizikai változói közül a mechanikai összetétel, a tömörittség, a vízgazdálkodás és a szerkezet kiemelkedő jelentőségű, amíg a kémiai változók közül a kémhatás, az ásványi- és szervesanyag-tartalom azok, amelyek alapvetően befolyásolják a mikroorganizmusok tevékenységét (KÁTAI, 1993). Mivel az állatok taposása, bélsár és vizelet formájában a tápanyagok visszajuttatása megváltoztatják a talaj említett tulajdonságait, ezért hatást gyakorolnak a mikrobiális életre is (KÁTAI, 1997), ami alapvető szerepet játszik a talajtermékenység fenntartásában és a talajstruktúra kialakításában (SYERS – SPRINGETT, 1983). A talajmikrobák – főként a lejtőn fekvő gyepeken – csökkentik a felszíni elfolyásból származó oldható P és N veszteséget (SHARPLEY et al., 1979). A legelő állat megjelenésével változik a talajlakó élőlények élettere, amely befolyásolja azok számát, faji sokszínűségét és térbeli eloszlását. Az élettér változása leginkább a talaj porozitását és a talajfelszínen lévő elhalt szerves anyagot jelenti (BARDGETT – COOK, 1998).

A taposás indukálta összporozitás-csökkenés a talajéletet élénkíti, főként a baktériumok szaporodnak el (OTANI et al., 1994). Ugyanezt a következtetést vonták le BARDGETT et al. (1997) egy kísérletük eredményei alapján. A legeltetés felhagyása után a talaj mikrobiális biomassza mennyiségének, illetve aktivitásának csökkenését tapasztalták. Ennek következményeként lassult a talaj szerves anyagának lebontása és csökkent a növény által felvehető tápelemtartalom. A talajélet szűkülésének okai között megemlítik a könnyen hasznosítható tápanyagot szolgáltató bélsár és vizelet eltűnését és a növényi gyökerek által kiválasztott anyagok mennyiségi, illetve minőségi változásait.

A legeltetés felhagyása után a talaj mikroba populációinak degradációja következett be, majd az őket fogyasztó nematódák mennyisége is csökkent (FRECKMAN et al., 1979).

A talajmikrobák - melyek meghatározó szerepet játszanak a tápelemek körforgalmában - a növények által előállított szerves anyagot használják energiaforrásként növekedésükhöz és szaporodásukhoz. Következésképpen a nagy intenzitású legeltetés csökkenti a talajba visszajutó növényi szerves anyag és szén mennyiségét, ami limitáló forrást jelent a talajmikrobák növekedéséhez (NORTHUP et al., 1999). Ez utóbbi megállapítás nem mond ellent a korábbiaknak, lényegében arra figyelmeztet, hogy a legeltetés nem minden esetben gyakorol előnyös hatást a talajmikrobákra, mivel a túllegeltetés a talaj tápanyagkimerítése révén szubsztrátszökkentő hatású.

Nem minden talajlakó élőlény reagál pozitívan a legelő állat jelenlétére. BYERS – BARKER (2000) a talajlakó gerinctelenek előfordulását mérték fel az USA különböző állatsűrűséggel legeltetett gyepein. A vizsgált állatok legnagyobb csoportját alkotó giliszták az állati terhelés mértékével negatív korrelációban voltak. Azt találták, hogy a legeltetés szervezése nagyobb hatással van talajlakó gerinctelenek gyakoriságára, mint az éghajlati tényezők.

Az adott gypet - az állatok legelésén kívül - érő egyéb hatások meghatározzák, hogy ott a talajbaktériumok vagy a talajlakó gombák lesznek dominánsak. Az intenzív tápanyagutánpótlás a szervesanyaglebontás baktériumos útvonalát erősíti, a labilis szubsztrátok keletkezése lesz döntő és elszaporodik a baktériumokat fogyasztó fauna. Ezzel ellentétben a talajba jutó kevés tápanyag a gombák elszaporodásának kedvez. A gomba-domináns környezetben az élőhely sokszínűbb és stabilabb a gombákat fogyasztó fauna is (BARDGETT – COOK, 1998).

2.3. A legeltetés hatása a gyeplő növényzetére

A legelő állatok a taposásuk, szelektív legelésük, illetve ürülékük révén befolyásolják, megváltoztatják a legelő növényi összetételét, a gyeplő hozamát és élettartamát (SIPOS, 1977; VINCZEFFY, 1993). Ezek egy-egy fajra vagy egyedre nézve lehetnek kedvező és/vagy kedvezőtlen hatások is egyben. BARCSÁK – KERTÉSZ (1986) fűízletességi vizsgálatai szerint a szarvasmarha a korán növekvő, nagy víztartalmú és durva szerkezetű növényeket elkerüli. Egy területen először az ízletes fajokat legelik le. A kevésbé ízleteseket akkor legelik, ha nincs más, értékesebb legelhető növény.

Előfordul, hogy a vizelet megégeti a növényzetet, ennek következménye, hogy csökken a növekedés és a vizelet tápelemtartalmának hasznosulása. A vegetáció ilyen jellegű sérülése száraz időjárási viszonyok között főként olyan esetekben jellemző, amikor a vizeletfoltra napokig nem hull csapadék és a talajfelszínt nem borítják elhalt növényi részek (WILLIAMS et al., 1999). Ugyanaz a ható tényező, vagyis a vizelet, nitrogén és kálium tartalma révén a felelős a növényzet látható pozitív változásáért, lényegében a hozamtöbbletért. Ez a vizelet talajra jutása után 2-3 hónappal a legszembetűnőbb, míg a kálium hatása ennél hosszabb ideig érvényesül. A többi tápelem általában nem okoz látható változást, de hatásukat hosszú időn keresztül kifejtik (WOLTON, 1979).

Hasonlóan hat a szarvasmarha trágyája, amely a többi kérődzőéhez képest lassabban, vontatottabban bomlik le, ennek következtében a befedett területen a növényi termés

csökken, ellenben a környező részeken a trágya tápanyagtartalmának hatásaként nagyobb szárazanyag-hozamra számíthatunk (WILLIAMS - HAYNES, 1995). Mindezt módosíthatja, hogy bizonyos körülmények között a trágya termésmenvelő hatását a taposás következményei közömbösítik (RICHARDS et al., 1976).

Ahogy az állat a növényegyedeket válogatva, kedveltség alapján legel, ugyanúgy a legelő egészen is megjelenik ez a térbeli heterogenitás. A legelés térbeli változatosságának oka az lehet, hogy a legelőfű egyes területeken kedvezőbb összetételű vagy bizonyos helyeken - nem táplálékfelvétel céljából – az állat szívesen tartózkodik, úgy mint vízforrás, szélől és napsütéstől védett helyek. Mivel a legelés egy adott legelőn nem egyenletes, így a változások megjelenése sem lesz egyenletes. Ennek negatív következménye, hogy egyes területek, például az itatóhelyek környéke erőteljesen degradálódik. Azonban pozitív változás, hogy a legelő bizonyos „eldugottabb”, az állatok által nem kedvelt foltjain fennmaradhatnak a legelésre érzékeny növényi populációk. Sík, félszáraz legelőn ezek az érzékeny fajok kis területeken, általában az itatótól a legtávolabbi részekben maradnak fent viszonylag stabil populációkban (LANDSBERG et al., 1999).

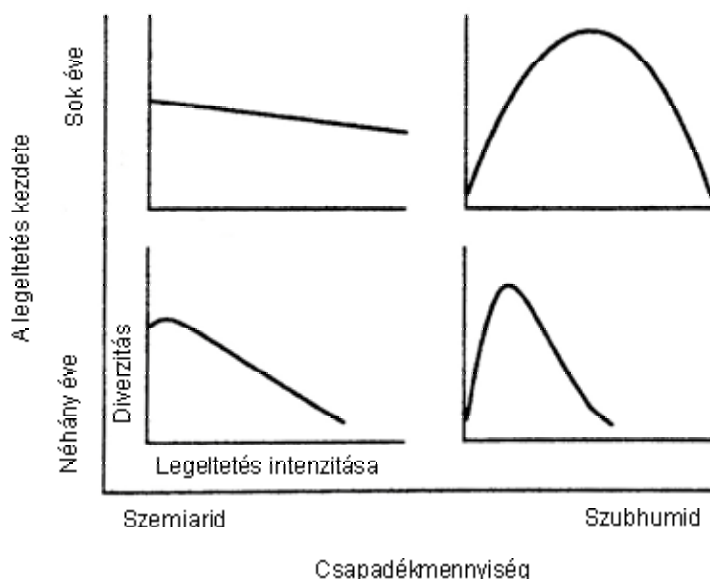
Mindezen mintázatok tovább színesíti, hogy a talaj termékenysége, a nedvességi viszonyok és az ezen kialakuló vegetáció már eleve olyan sokféleséget ad, ami gyakran méterenként változik. Ez a fajta mozaikosság a félszáraz és száraz éghajlatú területek gyenge termékenységu talajain a legszembetűnőbb (LANDSBERG et al., 1999). A folyamatos, nagy állatsűrűségű legeltetés ezekben az érzékeny rendszerekben markáns változásokat okoz. A terület erodálódik és az apró mozaikosságot felváltja a nagyobb egységből álló, terméketlenebb legelő (STAFFORD SMITH – PICKUP, 1990). Az ilyen botanikai változás félszáraz viszonyok esetén csökkenti az élőlő füvek jelenlétét, és helyettük az egyévesek válnak dominálóvá (MILCHUNAS – LAUENROTH, 1993). Nem különíthető el egymástól az állat talajra és növényzetre gyakorolt hatása. Ezt példázza BERG et al. (1997) megállapítása: a vegetáció összetételével reagál a legeltetésre, ami idővel már önmagában is megváltoztathat egyes talajtulajdonságokat.

2.3.1. A legeltetés hatása a gyp fajgazdagságára

MILCHUNAS et al. (1988) kidolgoztak egy teóriát a különböző ökoszisztémák legelésre adott válaszai alapján. A modell alapja a térség csapadékviszonyai és legelő állatok jelenlétének ideje (hány éve folyik a legeltetés). Ezek alapján a legeltetési intenzitás függvényében becsülik a vegetáció diverzitásában – amin kizárólag fajszámot értenek – bekövetkező változásokat. Megállapították, hogy a legeltetés leginkább szubhumid körülmények között változtatja meg a növényi összetételt, függetlenül a legeltetési rendszer kezdetétől. Közepes a hatás félszáraz éghajlati viszonyok és nem régen kezdett legeltetés esetén, végül a legenyhébb fajgazdagság-változást félszáraz körülmények mellett régóta legeltetéssel hasznosított gyepen tapasztaltak (2. ábra).

2. ábra

A legeltetés intenzitásának hatása a növényi fajgazdagságra, a csapadékviszonyok és a legeltetési múlt függvényében



(MILCHUNAS et al., 1988)

A legeltetés és a vegetáció összefüggéseit WEBER et al. (1998) is modellezték. A szarvasmarha legelésének térbeli heterogenitását prognosztizálták egy 50 éves időszakra, félszáraz, meleg éghajlatú legelőn. A modell célja a gypvegetáció változásának szimulációja volt. Megállapítják, hogy egy gyp bokrosodása szoros kapcsolatban van az állatsűrűséggel. Felhívják a figyelmet, hogy a legelőt nem egy nagy egységként kell

kezelní, hanem rácsosan felosztva, kis területeken kell vizsgálni a legelés hatását, mert ez határozza meg a hosszú távú botanikai következményeket.

A legeltetés során a vegetáció fajgazdagságának alakulását számos munka tárgyalja. WILLMS et al. (2002) 70 éves tartamkísérletében csernozjom és szolonyec talajtípusú gyepek egyik részén legeltettek, míg másik részéről a legelő állatokat kizárták. Mind az őshonos növényfajokat, mind az összes növényfajt figyelembe véve a legeltetett területeken mindkét talajtípuson nagyobb mértékű volt a biodiverzitás, azonban a legtöbb esetben ez statisztikailag nem volt igazolható. BULLOCK – PAKEMAN (1996) összefoglaló tanulmányukban kijelentik, hogy a legeltetés elkezdése vagy a legelési intenzitás növelése kedvez a sokszínű, fajgazdag vegetáció kialakulásának, nő a fűvek aránya – mely utóbbit hazai szerzők is ismertetnek: BASKAY-TÓTH, (1962); MOLNÁR, (1992); KOVÁCS, (2000) - és a borítatlan talajfelszín. Ezekkel szemben a talajfelszínt borító elhalt növényi részek mennyisége és a cserjék előfordulása csökken. Anglia számos legelőjén végzett felmérés adatai azt mutatják, hogy a nagy állatsűrűséggel, intenzíven legeltetett gyepeken a növényzettel nem borított talajfelszín több mint kétszer akkora területet jelent (11%), mint a kis intenzitással legelt gyepeken (5%). A túllegeltetés során megjelenő csupasz felszíneket MOTT (1985) is leírja, kiegészítve azon megállapításával, hogy az állat válogatása fokozhatja a legelést nem tűrő növényi rendszerek instabilitását. VINCZEFFY (1993), VINCZEFFY-NAGY (1993) ezen utóbbi megállapítást megerősítik, közlik, hogy a túllegeltetés hatására a hasznos gyepnövények kiveshetnek a területről, vagy a már meglévő gyomnövények megnövekedett maghozama vezet a gyomfajok felszaporodásához. NAGY (1993) kiemeli, hogy a túllegeltetés különösen tavasszal káros a növényzetre, mivel a szívesen legelt fajok borítottsága számottevően csökken.

Mindezek a megállapítások azt igazolják, hogy az erősebb legelési nyomás egyes fajok kiszorításával teret enged a legeltetést tűrő növények elszaporodásához. A faji sokszínűség szempontjából azonban előnyös, hogy a legelés során olyan mikroterületek szabadulnak fel a gyepek növényzetében, amelyek lehetőséget adnak a kevésbé versenyképes fajoknak is a megtelepedéshez (BULLOCK, 1996). A túllegeltetett foltok egyik gyakori benépesítőjének a közönséges csillagpázsit (*Cynodon dactylon*) bizonyult (PITMAN et al., 1994), míg SZŰCS (1999) közleményében a kóros gyomok elszaporodására hívja fel a figyelmet.

Két hasznosítási módot hasonlítottak össze AUSTRHEIM et al. (1999) féltermészetes gyepen. Az egyik terület több évtized óta közepes intenzitású legeltetéssel hasznosított, a másik gyepet legeltetik és kaszálják, műtrágyázzák és időnként talajművelést végeznek. A kizárólagos legelő a fajgazdagságának és a védett fajok nagy arányú megjelenésének következtében értékesebb volt. Közel kétszer annyi növényfaj élt a legelőn, mint a vegyesen hasznosított intenzív gyepen. A legelő ilyen arányú fajgazdagságát az alacsonyabb tápanyagellátottságnak (foszfor és kálium) és a talaj magasabb pH értékének tulajdonították.

2.3.2. A legeltetés hatása a gyep botanikai összetételére

A gyep növényfajainak előfordulási gyakoriságát számos környezeti tényező együttesen befolyásolja. JONES – BUNCH (1995) kísérletében hektáronként 2-4 ökröt legeltetett. Találkoztak olyan növényfajjal, amely elterjedését az évi csapadékmennyiség nagyobb mértékben befolyásolta, mint az állati jelenlét. Ezzel szemben a pillangós növényekre a legeltetés erősebben hatott. A különbség a fajok növekedési, ízletességi és maghozó képességükből származott.

A botanikai összetétel változása nem csak a legelő fajtól és a legeltetési intenzitástól függ. A legeltetési időny kezdete is fontos, mint ahogy azt BRYAN – PRIGGE (1994) megállapítják tanulmányukban. A fagymentes időszakok után a minél korábban elkezdett legeltetés növeli a fűvek részarányát és csökkenti a gyomok, illetve az elhalt növényi részek területi borítottságát. A néhány héttel később kezdett legeltetésnél ez a változás már nem volt ilyen egyértelmű. A legeltetés idejének szervezése hatással lehet egyes növényfajok megmaradására, illetve elszaporodására. LI et al. (1997) is a legeltetés idejének jelentőségét emelik ki. Egyéves kísérletükben a vegetációs időszak alatt sem a legeltetési intenzitás, sem a gyephasznosítás gyakorisága nem volt felelős a mezei katáng (*Cichorium intybus*) arányának csökkenéséért. Ezzel szemben a késő őszi legeltetés a következő tavaszra 27%-al csökkentette a mezei katáng előfordulását. Megállapították, hogy a vizsgált növényfaj perzisztenciája az állatokkal a vegetációs időszak alatt nem befolyásolható. A tenyészidőszakon kívül pedig a legeltetés felhagyása lehet az elszaporodás feltétele.

A két legelés közt eltelt idő adja meg a lehetőséget a növénynek az újra sarjadáshoz, illetve a felmagzáshoz. Rotációs legeltetésnél minden esetben azonos átlagos

növénymagasság eléréséig legeltettek, a különbség a két legeltetés közt eltelt idő volt: 13, 27, illetve 38 nap. A mezei katáng egyedszáma szignifikánsan csökkent a 13 napos rotációnál (VOLESKY, 1996).

A legeltetési rendszerben az évjárat is befolyásolja, hogy az állati terhelésre miként reagál a növényzet. A koldusgyom (*Desmodium* spp.) területi borítottsága az egyik évben csökkent a növekvő állatsűrűséggel, ellenben a következő évben jelenlétét a legeltetés intenzitása nem befolyásolta (AIKEN, 1990).

A Hortobágyhoz hasonló csapadékellátottságú ausztrál legelőt 0,5-1,5 üsző/ha intenzitással legeltetették (JONES et al., 2000). Vizsgálataik a pillangós fajok változásaira irányultak. Úgy értékelték, hogy a csapadékviszonyok nagyobb hatást gyakoroltak a pillangós növényekre, mint az állatsűrűség. Véleményük szerint a legeltetés szervezése, mint eszköz felhasználható a kívánatos pillangós/fű arány beállítására. Ezzel szemben DI et al. (2002) az állati terhelést, pontosabban az állat ürülékének hatását tartja lényegesnek a pillangós növények részarányát befolyásoló tényezők közül. A trágyahatást vizsgálva megállapította, hogy 1000 kg N/ha mennyiségben kijuttatott vizelet szignifikánsan csökkenti a legelőn a herefélék (*Trifolium* spp.) előfordulását. Némileg ellentmond ennek a megállapításnak KOVÁCS (2000) valamint CSIZI (2003) véleménye, mi szerint a legeltetés, a kaszáláshoz képest több életteret biztosít a pillangós fajoknak, így azok részaránya növekedhet.

A legelés, annak elmaradása, illetve a különböző intenzitású állati terhelés egyes fajoknak kedvez, míg mások részaránya csökken, esetleg eltűnnek a gyepvegetációból. SCHUMAN et al. (1999a; 1999b) ökrökkel végzett kísérletükben a 20 legelési-nap/ha állati terhelés, a nem legeltetett gyephez képest, nem módosította a botanikai összetételt, ellenben az 59 legelési-nap/ha (ez a fűtermés 50%-os hasznosítását jelentette) eltolta a fajok területi borítottsági értékeit. A gyökértömegre a legeltetés nem gyakorolt hatást. A növekvő állatsűrűség egyes növényfajok jelenlétét növelte, másokét csökkentette, míg a nem legeltetett gyepen a cserje fajok voltak dominánsak.

Alacsony produktivitású afrikai legelőt 0,5-1 számosállat/ha intenzitással hasznosítottak. Három év után a nagyobb állati terhelés több pázsitfű, közöttük a közönséges csillagpázsit (*Cynodon dactylon*) gyakoriságát növelte, azonban volt olyan fű is, melynek borítottsága csökkent. A hét éves kísérletsorozat végére a 0,7

számosállat/ha mellett a gyepvegetáció időben változatlanak bizonyult (MATIZHA et al., 1995).

HUGING et al. (1995) extenzív (2 marha/ha, nincs műtrágyázás) és intenzív (4 marha/ha, 250 kg/ha/év N műtrágya) legeltetési rendszerek botanikai összetételre gyakorolt hatását csapadékos területen mérték. A kísérlet harmadik évére az extenzív rendszerben szignifikánsan nőtt a fehér here (*Trifolium repens*), pongyola pitypang (*Taraxacum officinale*) és a réti perje (*Poa pratensis*) egyedszáma. MOSQUERA – GONZALEZ (1995) mesterséges gyepen legeltettek teheneket két éven keresztül különböző intenzitással. Az előző kísérlet eredményeivel ellentétben az állatsűrűség nem befolyásolta sem a telepített fajok százalékos előfordulását, sem a spontán megjelenő kétszikű és pázsitfű fajokat.

Intenzív (6 cm-es növénymagasságig) és extenzív (12 cm-es növénymagasságig) rotációs legeltetést folytattak XIA et al. (1994) fél éven keresztül, amelyben a növényzet választát vizsgálták. Az egységnyi területen élő növényegyedek száma 33%-al magasabb volt az intenzív hasznosításnál. Ennél a kezelésnél nagyobb számban voltak jelen a kisebb növényegyedek (<26 hajtás), és az extenzív legeltetéshez viszonyítva kevesebb volt a nagy növény (>45 hajtás). A növényfajok közül legszembetűnőbb változást a rozsnok fajok (*Bromus* spp.) mutattak, amelyek előfordulási gyakorisága az intenzív legelés esetén csökkent, ellenben a fehér here (*Trifolium repens*) és az egyéb fűfajok részaránya nőtt. Az eredmények közül a fehér here borítottságának változása több szerző eredményével is szemben áll (HUGING et al., 1995; MOSQUERA – GONZALEZ, 1995).

A szarvasmarha válogatva legelésével leginkább a fűféléket fogyasztja és kevésbé legeli le a fásodó növényeket, cserjéket (PUTMAN, 1986). Ennek ellenére hatékonyan csökkenhet legeltetésnél a cserjék elterjedése, mivel ezek a fajok érzékenyebbek a lelegelésre, a taposásra és a regenerációs idejük is hosszabb mint a füveké (HOBBS - GIMINGHAM, 1987). SNAYDON (1981) szerint az állat taposása is egyfajta szelekciós tényezőt jelent, mivel alapvető hatást gyakorol a legelő növényi összetételére, és ez jelentősebb, mint ahogy az a fűhozamot befolyásolja. UBRIZSY (1955) leírja, hogy erős taposásnak kitett legelőkön a nyári egyéves fajok visszaszorulása figyelhető meg.

Szőrfű (*Nardus stricta*) domináns legelőn végzett marha legeltetési kísérletek a környezeti tényezők meghatározó szerepét bizonyították (COMMON et al., 1998). Vizsgálataikban a tehenek által lelegelt fűben nagyobb részarányban volt jelen a szőrfű, mint ahogy az a legelőn előfordult, és ez az évek során egyre jobban növekedett. Ez a tendencia főként annak tulajdonítható, hogy olyan állatsűrűséget állították be, amelynél az állandó gyepmagasság 4-5 cm, illetve 6-7 cm volt, így a tehenek nem tudtak annyi legelőfüvet felvenni, mint magasabb növénymagasságnál (GRANT et al., 1985). A szőrfű részarányának időbeni növekedése kapcsolatban állt azzal, hogy az elhalt növényi részek aránya a táplálékban csökkent, mivel ahogy fogyott a táplálékfelvétellel az elhalt növényi részek mennyisége a legelőn úgy kereste egyre intenzívebben az állat a szőrfüvet. Mindezekkel szemben áll ARMSTRONG et al. (1997) eredménye, ami szerint a szőrfű aránya a lelegelt fűben az idő előrehaladtával csökken. Ezt azzal magyarázta, hogy a legelőn széles, puha levelű fűek aránya nőtt és a tehenek inkább ezt választották.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálatok helyének leírása

Vizsgálataink helyszínéül a Hortobágyi Nemzeti Park területén két magyar szürke szarvasmarhával legeltetett gyepterületet választottunk ki. A továbbiakban a térség éghajlati adottságait, majd a mintavételi helyek kiválasztásának módját, a pontos helyüket és a kísérleti körülményeket ismertetem.

3.1.1. A térség éghajlata

A Hortobágy kistáj középső területe jellemzően ártéri szintű tökéletes síkság. Tengerszint feletti magassága 88-92 m, felszíne iszapos, agyagos löszréteggel záródik, mely az idők során elszikesedett.

A Hortobágy mérsékelten meleg, száraz éghajlatú terület. Az évi napfénytartam egyes években meghaladhatja a 2000 órát. A hőmérséklet sokévi átlaga 9,8-9,9°C, a fagymentes időszakok hossza 187-190 nap. Az erős éves hőingást igazolja, hogy az évi abszolút hőmérsékleti maximumok átlaga 34,5-34,7 °C, az abszolút minimumok átlaga -17,0 és -17,5°C közötti. Az ariditási index 1,28-1,35 (MAROSI – SOMOGYI, 1990).

Az 1999-2003 időszak éghajlati adatai a Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum Növénytermesztési Kísérleti Telepéről (Látókép) és a debreceni Meteorológiai Állomásról származnak. A táblázatok havi bontásban ismertetik a csapadékmennyiséget (1. melléklet), átlaghőmérsékletet (2. melléklet), napsütéses órák számát (3. melléklet) és a relatív páratartalmat (4. melléklet).

Az 50 éves átlagos évi csapadékmennyiség 566 mm, ennek 39%-a a téli félévben, 61%-a a tenyészidőszakban hullott le. A havi átlaghőmérséklet a legtöbb évben 3 hónapon keresztül meghaladta a 20 °C-ot, ami igen magas nappali felmelegedést jelöl. Ez természetesen összhangban van a havi átlagban jellemző több, mint napi 10 óra napsütéses óraszámmal és a 70% alatti relatív páratartalommal. A havi átlaghőmérséklet alapján 1-3 hónap az, amikor fagypont alatti a hőmérséklet. Mind a csapadék, mind a hőmérséklet adatok évről évre nagy szórást mutatnak, előfordulnak enyhébb és forróbb, illetve száraz és csapadékosabb évjáratok is.

3.1.2. A legelők talajának rövid jellemzése

Mindkét vizsgálati területen a talajtípus: réti szolonyec (AGROTOPO; MAROSI – SOMOGYI, 1990; VÁRALLYAY – ZILAHY, 1989).

A szikességet ennél a típusnál a talajkolloidok felületén adszorbeálódott Na-ionok okozzák. A talajképző kőzet löszös üledék. A talajvízszint mélysége változó, átlagosan 2 méter mélyen található, így fennáll a kilúgzás lehetősége. Ebből következik, hogy az oldható nátriumsók maximuma is a felszíntől távolabb, a mélyebb rétegekben található. Az A-szint kisebb mennyiségű adszorbeált Na-iont és vízdoldható sót tartalmaz, világos szürke színű. Humusztartalma 2-3%. A felhalmozódási szint (B-szint) agyagosabb és színe is sötétebb, mint az A-szinté. A B-szint felső része tömödött, oszlopos szerkezetű. Humuszanyagokat kis mértékben tartalmaz. Vízdoldható sótartalma alacsony, a kicserélhető Na-ionok mennyisége azonban ebben a szintben a legnagyobb. Vízhatására a talaj adszorpciós helyeiről Na-ionok hidrolizálnak le és a talajoldatban NaOH keletkezik. Ezért a B-szint kémhatása lúgos. A B-szint alsó része tömödött, sötét színű. A humusztartalom még alacsonyabb, a vízdoldható sótartalom magasabb, mint a föllette lévő alszinté, azonban a kicserélhető Na-tartalom hasonló. Itt van az oldható sók maximuma. A kémhatása erősen lúgos. A talajképző kőzet határán szerteágazó mészszerkezetet találunk.

A talaj tápanyaggazdálkodása a szélsőséges sajátságok miatt rossz. A talajt létrehozó folyamat a sófelhalmozódás a B-szintben és a humuszosodás (FÖLDVÁRI, 1966; FILEP, 1995).

3.1.3. A vizsgált legelők

A Hortobágyi Természetvédelmi és Génmegőrző Kht. magyar szürke gulyákat tart a Hortobágy több területén. Vizsgálatainkhoz két, egymáshoz természeti adottságaiban hasonló és azonos állatlétszámmal legeltetett területet választottunk. Az egyik Gyökérvíz térségében (mintaterület I.) (8. táblázat), a másik Máta mellett, Sárkánykútnál található (mintaterület II.) (9. táblázat).

A vizsgált legelők legfontosabb ismérvei:

Mintaterület I.

Hely: Gyökérkút, Tunyogi legelő (É 47°37'; K 21°05')

Legeltetés kezdete: 1993.

Terület: ~650 ha

Állomány: 200 tehén + szaporulata (160-175 borjú)

Legeltetési idő: március, 2-3. dekád – december, 1-2. dekád

8. táblázat

A kijelölt mintavételi helyek - Gyökérkút

megnevezése	gyephasználat intenzitása	számosálat-nap/m²/év
legelő	mérsékelt	0,01
legelő	közepes	0,05
ítató	intenzív	5,5
csapás (vonulási nyomvonal)	intenzív	3

Mintaterület II.

Hely: Sárkánykútkúti legelő (É 47°38'; K 21°09')

Legeltetés kezdete: jelenlegi formában az 1950-es évektől, azonban ezt megelőzően is legeltetéssel hasznosították

Terület: ~550 ha

Állomány: 200 tehén + szaporulata (160-175 borjú)

Legeltetési idő: március, 2-3. dekád – december, 1-2. dekád

9. táblázat

A kijelölt mintavételi helyek - Sárkánykút

megnevezése	gyephasználat intenzitása	számosálat-nap/m²/év
legelő	mérsékelt	0,01
legelő	közepes	0,08
jószágállás	intenzív	7

A területeken szabad legeltetés folyik, Gyökérkúton 1993-tól kezdődően, Sárkánykúton a jelenlegi formában öt évtizede. A legeltetési időny minden év március második felétől december közepéig tart. Ennek pontos dátumát természetesen az év elején jellemző időjárási viszonyok és az ebből következő gyepterjességi állapota, a legeltetési időny végén a havazás eljövetele határozza meg leginkább.

A mérsékelt gyephasználát (2. kép) azt a legelőrészt jelöli, ahol kizárólag legelés céljából tartózkodik a gulya. A tehenek itt nem pihennek, nem kérődznek. A terület fűvét 1-2 nap alatt lelegelik, majd legközelebb a következő növedék lelegeléséhez térnek vissza. A közepes intenzitású helyen (3. kép) az állatok a táplálékfelvétel mellett rendszeresen használják a területet átjárásra és társas viselkedésük egy része is itt zajlik. A közepes intenzitás egyaránt jelenti a taposás és a trágya/vizelet többletet is. Az intenzíven használt terület a legeltetés kezdete óta ugyanott lévő itatóhelyet jelenti (Gyökérkút) (4. kép), illetve a gulya számára jószágállásnak kijelölt pihenőhelyet (Sárkánykút).

A gyökérkúti legelőn a botanikai felvételezést és a talajmintavételt elvégeztük az un. csapáson is (5. kép). A csapás a területet érő állati terhelés alapján a közepes legelőhasználát és az itató közé helyezhető. A csapás egy olyan útvonal, ahol a tehenek „libasorban” egymást követve járnak az itatótól kiindulva valamely legelőrész felé. Ezt általában egy-két évig használják, majd ha „kijárták” egy újat kezdenek meg. Szélessége átlagosan 30 cm, mélysége változó: 2-5 cm. A csapás túlterhelt helyként jelentkezik, ahol fokozott az ürülék kijuttatás és számottevő a taposás talajtömörítő hatása.

2. kép

A legelő mérsékelt intenzitással legeltetett része



3. kép

Közepes gyephasználati intenzitás, bélsár és vizeletfoltokkal



4. kép

Az itató környékének csupasz talajfelszíne



5. kép

Az gulya vonulási nyomvonala: a csapás



(fotók: Czeglédi L.)

A két vizsgálatba bevont legelőn különbözik a legnagyobb állati terhelésnek kitett hely. Gyökerkútnál az itató környéke (1200 m^2), Sárkánykútnál a jószágállás (1300 m^2), vagyis a gulya éjszakai, illetve a nyári időszakban a dél körüli pihenő helye került kijelölésre. A két területre számolt számosállat-nap/ m^2 érték és az állatterhelés

következménye egymással nem hasonlítható össze, mivel az index egy terület általános terhelését fejezi ki, ellenben annak milyenségéről nem informál. Gyökérkútnál az állatok aktívabb tevékenységet folytatnak, többet mozognak. Ennél az itatónál is lefekszik a gulya, főként nyáron, amikor is ott delelnek, de olyan hosszas nyugalmi állapotba nem kerülnek, mint a másik terület jószágállásánál. Ebből következik, hogy a rövidebb ott töltött idő ellenére az állatok aktivitása a ható tényezők (bélsár, vizelet, taposás) intenzív megjelenését jelenti.

A sárkánykúti legelőn tartott gulya jószágállására kalkulált állati terhelés értékét – a sok ott töltött idő ellenére – csökkentti, hogy a terület nagyobb kiterjedésű, mint a gyökérkúti itatóhely. Összességében az azonos állatlétszám, a hosszabb tartózkodási idő és a nagyobb terület számszerűen egy nagyobb állati terhelés értéket eredményez, azonban az eredmények értékelésénél figyelembe kell venni, hogy itt a ható tényezők megjelenése egységnyi idő alatt kisebb. A sárkánykúti legelőn a legeltetés több évtizede folyik, azonban ez csak a tényleges legelőterületre igaz. A jószágállást ez idő alatt számos alkalommal áthelyezték, a vizsgálatainkban mintázott terület 1996-tól a gulya pihenőhelye.

A különböző intenzitással használt mintavételi helyeket etológiai megfigyelések alapján választottuk ki. Ezt kiegészítette a teljes legeltetési időben az állatokkal lévő gulyások szóbeli közlése a gulya járásáról és napi ritmusáról. A gyökérkúti legelőn a mintavételi helyek kijelölése 2000 őszén történt. 2000. októberben és novemberben (3-3 nap) figyeltük egész napos felvételezésekkel a gulya mozgását. Megállapítottuk, hogy melyek a kedvelt legelőrészek és hogy hol látható az intenzívebb legelőhasználat hatása, úgy mint kitaposott, csupasz talajfelszínnek és sűrűn ürülékfoltok. Azonos felmérések alapján jelöltük ki a sárkánykúti legelő mintavételi területeit. Erre egy évvel később, 2001 október-november hónapokban került sor, mivel ezt a legelőt 2002-ben vizsgáltuk. A gyephasználati intenzitás számszerűsítéséhez szükség volt a gulya tavaszi és nyári területhasználatáról is információt gyűjtenünk, így a gyephasználat számszerűsítése Gyökérkúton 2001 decemberében, Sárkánykúton 2002 decemberében fejeződött be. Ezekben az években április- májusban 2-2, július-augusztusban 2-2 napot jelöltünk ki a gulya napi ritmusának megfigyelésére. Az így kapott eredményeket folyamatosan pontosították az év során folyamatosan végzett megfigyelések.

A mintavételi területek gyephasználati intenzitását számosállat-nap/m²/év mértékegységben fejeztük ki (5. melléklet). Ez egy évre vonatkoztatva jelöli, hogy az

adott legelőszakasz egységnyi területére – az időtartamot napban kifejezve – mennyi számosállat jut. A borjakat és a teheneket az állati terhelés mértékének kifejezésénél közös nevezőre kellett hozni, mivel a trágyamennyiség és az egységnyi körömfelület által közvetített nyomás függ az állat súlyától. Ez indokolta a számosállat (500 kg élősúly) mértékegység használatát.

3.2. Mintavétel

A talajkémiai vizsgálatokhoz három vertikális szintből gyűjtöttünk mintákat. Mintáztuk a 0-20 cm, 20-40 cm és a 40-60 cm-es talajréteget. A szikes talajokra jellemző vertikális változatosság (szikfok-szikpadka) torzító hatásának kiküszöbölése céljából a mintavétel a szikpadkákon történt. Kezelésenként 4 átlagmintát elemeztünk, minden egyes átlagmintát 5-5 pontmintából képeztünk. Az egy átlagmintába tartozó pontmintákat átlósan gyűjtöttük, majd maguk az átlagminták is egy átló alakot képeztek. A talajmintákat COBRA típusú motoros talajmintavevővel gyűjtöttük.

A botanikai felvételezés a kijelölt területeken 4 ismételtsben történt. A talajminták gyűjtésének és a növényi felvételezésnek időpontjai a következők voltak: 2001. április, 2001. november, 2002. április, 2002. november, 2003. április. A 20-40 cm és a 40-60 cm talajrétegeket 2002 áprilisában mintáztuk. A sárkánykúti legelőn egy alkalommal végeztük el a talajvizsgálatokat, ehhez a mintákat 2002. áprilisában gyűjtöttük. A talaj penetrációs ellenállását gyephasználati intenzitásonként 10 ismételtsben, 2002 áprilisában mértük. A mintavételezés a LUKÁCS – RÉDLY (1988a) és VÁRALLYAY (1993) által leírt elvek figyelembevételével történt.

A mintákat tiszta nylon tasakokba gyűjtöttük, szennyeződéstől megóvva szállítottuk tárolási helyükre. A talajminták nagyobb rögeit szétaraboltuk és a mintát szárítótálcára helyeztük. A szárítás után a mintákat elektromos őrlővel felaprítottuk, 2 mm lyukbőségű szitán átszitáltuk majd papír tasakokban tároltuk, szobahőmérsékleten.

A talajmintákból a darálás előtt eltávolítottuk az esetenként előforduló követ, ennek tömegét lemértük és a kapott vizsgálati eredményt ezzel korrigálva adtuk meg.

A friss bélsármintákat 2002 júniusában és októberében gyűjtöttük, mindkét időpontban legelőnként 4-4 állattól. A 3 vizeletmintát 2002 decemberében (a legeltetési idény utolsó napján) vettük meg a sárkánykúti gulya teheneitől. A decemberi mintavétel

eredményei reprezentálják a legelő átlagos elemtartalmát, mivel a késő ősszel etetett kiegészítő takarmány a legelőről betakarított széna volt.

Gulyánként 6-6 kifejlett tehéntől gyűjtöttünk szőrmintát a test mar mögötti részéről. A mintákat közvetlenül a bőr felett vágtuk el és a teljes szőrszálat elemeztük. A mintavételt a legeltetési idény végén végeztük (2002. december).

A laboratóriumi felhasználásig a bélsár- és szőrmintákat szobahőmérsékleten szárítottuk. A szőrmintákat papír tasakban, a száraz bélsarat műanyag tasakban száraz helyen tároltuk. A vizeletminta elemtartalmát a mintavétel utáni napon mértük, addig is hűtve, 4°C-on tároltuk.

3.3. Vizsgálati módszerek

Talajvizsgálatok:

- talajfizika:
 - penetrációs ellenállás (DARÓCZI – LELKES, 1990)
- talajkémia:
 - kémhatás (pH(H₂O); pH(KCl)) (BUZÁS et al., 1988)
 - vízben oldható összessó-tartalom (LUKÁCS – 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) és összes elemtartalom (KOVÁCS et al., 2000):
 - foszfor, kálium, kén, kobalt, réz, vas, mangán, cink

Botanikai vizsgálatok (BALÁZS, 1949):

- Növényi borítottság (2*2m)
- Növényfajok jelenléte és %-os megoszlása

Az állati szőr, bélsár és vizelet elemtartalmát KOVÁCS et al. (1996) módszerével határoztuk meg.

3.3.1. Talajvizsgálatok

Az első vizsgálati évben a talaj kémhatását, a vízben oldható összesség-tartalmát, a szerves C%-át, összes-, nitrát- és ammónium-nitrogén, Lakanen-Erviö oldható foszfor és kálium koncentrációját mértük, mely a második évben kibővült a penetrációs ellenállás, illetve a Lakanen-Erviö oldható (kén, kobalt, réz, vas, mangán, cink) és az összes elemtartalom (foszfor, kálium, kén, kobalt, réz, vas, mangán, cink) vizsgálatával.

Penetrációs ellenállás

A talajellenállást egy PENETRONIK márkajelű nedvességmérővel kombinált elektronikus talajvizsgáló nyomószondával mértük (DARÓCZI - LELKES, 1990). A műszerrel azt az erőt határoztuk meg, amekkorát a talaj tanúsít a lenyomandó szondával szemben.

A készülék kézi működtetésű eszköz, mérés során az acélkúpban végződő szonda talajba nyomása fogasléces nyomószerkezettel történik. A műszer által regisztrált talajellenállást a szonda lenyomásához szükséges erőnek és a szondakúp alapterületének a hányadosa adja meg.

Mindkét legelőn kezelésként 10 ismétlésben, 0-40 cm-es mélységben, 1 cm-enként mértük meg a talaj penetrációs ellenállását. Mélyebb rétegek azért nem kerültek be a vizsgálatba, mert a talajellenállás elérte a műszer mérés tartományának felső értékét. A kezeléseken belül a mérések helyei „X” mintázatot követtek.

Kémhatás (pH(H₂O); pH(KCl))

A talaj kémhatását vizes és kálium-kloridos szuszpenzióban a BUZÁS et al. (1988) által leírtak szerint mértük. A pH-t direkt potenciometriás módszerrel határoztuk meg. A pH(H₂O) méréséhez 1:2,5 arányú talaj:deszt. víz szuszpenziót, a pH(KCl) méréséhez 1:2,5 talaj:1 mol/l-es KCl szuszpenziót használtunk. A kémcsövekbe előkészített minták kémhatását 12 órás állás után mértük. Az alkalmazott pH mérő: HANNA INSTRUMENTS 8521 pH mérő + kombinált üvegelektrod.

Vízben oldható összesség-tartalom

A képlékenység felső határáig vízzel telített talajpép elektromos vezetőképességét mértük, és ebből számítottuk a vízben oldható összessó-tartalmat (LUKÁCS - RÉDLY, 1988b). A pép készítésekor az oldat sói oldhatóságuknak megfelelően oldatba mennek, és a folyadékfázisban ionjaikra disszociálnak.

A talajpép telítését desztillált vízzel végeztük. A merülőelektrodát a talajpépbe helyezve leolvastuk a vezetőképességet (mS) és a hőmérséklettel korrigálva, a cellaállandót figyelembe véve átszámoltuk só%-ra. A méréseket ORION model 105 vezetőképesség-mérőhöz csatolt talajpasztában mérő ORION elektróddal végeztük.

Szerves C%

Az eljárás során a talaj szerves anyagát krómsavas oldatokkal oxidáltuk. A bikromátoldat oxidálva a szerves anyagokat, kromisókká redukálódik. A bikromát főlegét spektrofotométerrel mértük (CARL ZEISS, JENA). A módszerrel a szerves kötésű C mennyiségét határozzuk meg (HARGITAI, 1988a).

A szerves növényi maradványoktól megtisztított talajmintából 0,5-1 g-ot Erlenmeyer-lombikba mértünk. Ehhez adtunk $K_2Cr_2O_7$ oldatot és H_2SO_4 -at. Ezt lehűlése után desztillált vízzel felhígítottuk majd 24 óráig állni hagytuk. Az állásidő letelte után az elegy tiszta részét dekantáltuk és ezt az oldatot kolorimetráltuk. A standard sorozatot glükózból készítettük.

Összes nitrogén

HARGITAI (1988b) által ismertetett eljárással határoztuk meg a talaj összesnitrogén-tartalmát. A meghatározás azon alapszik, hogy a talaj szervesanyag-tartalmát fenolkénsavval magas hőmérsékleten elroncsoljuk. Ezáltal a nitrogénvegyületek ammónium-szulfát formában lesznek a roncsolatban és a nitrogéntartalom ammónium-meghatározással mérhető.

A megfelelően előkészített talajból 3 g-ot mértünk Kjeldahl lombikba. Ehhez fenolkénsavat és kénsavat adtunk. Hűtés közben cinkport és ún. katalizátorkeveréket tettünk az oldathoz. A lombikot melegítettük, majd magas hőmérsékleten, több órán keresztül, a sárgásfehér/fehér szín eléréséig roncsoltuk a mintát. Az oldatot átöntöttük, hűtöttük, majd átvittük egy részét Wagner-Parnas készülékbe. Ebből az ammóniát

lúggal felszabadítva vízgőz-desztillációval eltávolítottuk. Az ammóniát kénsavban fogtuk fel, amit metilvörös-metilénkék indikátorral színeztünk. Ezt az oldatot a desztillálás után NaOH-al titráltuk.

Nitrát-nitrogén

A nitrát-nitrogén meghatározása Na-szaliciláttal történt. A módszer elve, hogy a nitrát-ion kénsavas közegben a Na-szaliciláttal reagálva sárga színt képez, ami 0,02-5,0 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentrációk között alkalmas mennyiségi meghatározásra (FELFÖLDY, 1987).

A folyamat során bepárló csészében 2 ml Na-szalicilát oldatot annyi mintával elegyítettünk, aminek nitrát-nitrogén tartalma nem haladta meg a 0,1 mg-ot. Ezt a keveréket vízfürdőn szárazra pároltuk. A száraz maradékot 1 óráig 105 °C-on szárítószekrényben szárítottuk majd, exsikkátorban hűtöttük le. A kihűlés után 2 ml tömény kénsavat pipettáztunk rá. Utána 15 ml desztillált vizet és 15 ml nátrium-hidroxid-Seignette só oldatot adtunk hozzá. Amint a szín állandóvá vált 410 nm hullámhosszon fotometráltuk a vak mintával szemben.

Ammónium-nitrogén

A talaj vízzel oldható és kicserélhető ammónium ionjait KCl-al kivonjuk és mérjük a kivonat ammónium koncentrációját. Az ammónium ionok lúgos közegben, oxidálószer jelenlétében, fenollal kék színű azofestéket adnak. A reakciót gyorsítja és érzékenyebbé teszi a Na-nitropussid katalizátor használata. A zavaró 2 és 3 vegyértékű kationok lekötésére pedig $\text{Na}_2\text{-EDTA}$ alkalmas (FILEP, 1995).

A vizsgálandó talajmintát KCl oldattal 1 óráig rázattuk majd centrifugáltuk. A tiszta oldatból 2 ml-t kivettünk egy 25 ml-es mérőlombikba és hozzáadtunk 1ml EDTA reagenst, összeráztuk, majd 2 ml fenol-nitropussidot. Ezután 4 ml hipoklorit reagenst tettünk bele és jelig töltöttük desztillált vízzel. Végül 30 percig 40 °C-os vízfürdőbe tettük, majd szobahőmérsékletre hűtve 636 nm-en fotometráltuk.

Lakanen-Erviö oldható és összes elemtartalom

Az elemtartalom analitikai meghatározásához egy OPTIMA 3300 DV típusú Perkin-Elmer gyártmányú induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométert (ICP-OES) alkalmaztunk.

A talajminták Lakanen-Erviö rázatása az MSZ 21470-50:1998 szabvány szerint történt. A minták roncsolását – az összelemtartalom meghatározásához - a KOVÁCS et al. (2000) módszere alapján végeztük.

A Lakanen-Erviö kivonat a híg pufferoldatban oldható elemek meghatározására alkalmas. A talajkivonat készítése során műanyag rázópalackba bemérünk 5 g szitált, porított talajmintát, majd hozzáadunk 50 cm³ kivonóoldatot és rázógépen 1 óráig rázatjuk. Utána szűrőpapíron leszűrjük és a szűrletet mérjük az ICP-vel. A kivonóoldat 0,5 mol/dm³ ammónium-acetát + 0,5 mol/dm³ ecetsav + 0,02 mol/dm³ etilén-diamin-tetraecetsav, a beállított kémhatása 4,65.

A talajminták roncsolásának lépései a következők voltak (KOVÁCS et al., 2000):

1. 1 g talajminta bemérése mintaroncsoló üvegcsőbe
2. 5 cm³ 65%-os HNO₃ hozzáadása a mintához
3. roncsolás 30 percig, 60 °C-on vagy egy éjszakán keresztül szobahőmérsékleten
4. 5 cm³ 30%-os H₂O₂ hozzáadása a mintához
5. forralás 120 °C-on 270 percig
6. a minta feltöltése 50 cm³-re ultratisztaságú vízzel
7. az oldat szűrése MN 640W szűrőpapíron
8. mérés ICP-vel

3.3.2. Botanikai vizsgálatok

A botanikai vizsgálatokat a BALÁZS (1949) féle kvadrát módszerrel végeztük. Gyephasználati intenzitásonként 4 ismétlésben 2*2 m-es mintanégyszetet alakítottunk ki és azokon mértük fel a gyep beállottságát jellemző borítottsági %-ot és a jelen lévő növényfajokat, melyeknél szintén megállapítottuk az egyes fajok %-os borítottságát. A növényfajokat rendszertanilag három csoportba soroltuk: pázsitfűvek, pillangósok és egyéb kétszikűek. Takarmányértékük alapján a takarmánynövény, feltételes gyom, illetve gyom kategóriákat használtuk. A besorolásokat BARCSÁK et al. (1978), HARASZTI (1977), BARCSÁK (1988), SZODFRIDT et al. (1993) munkái alapján végeztük. A fajok tudományos nevének használata PRISZTER (1998) szerint történt.

Ezt a felvételezést módosítani kellett mind a csapás, mind az itató növényzetének felmérésénél. A csapás felvételezésénél 3 csapást kiválasztottunk és mindegyikben kettő 2 m hosszú szakaszon meghatároztuk a borítottságot és az egyes fajok %-os jelenlétét.

Az itató (Gyökérkút) és a jószágállás (Sárkánykút) területén teljesen csupasz volt a felszín. A terület szélén kezdtek először ritkábban, majd egyre nagyobb gyakorisággal megjelenni a növényfajok, ezért ezeknél az intenzíven használt helyeknél a középpontból, több sugárban, a legelő irányába kiindulva a térben leghamarabb megjelenő fajok sorrendjét állítottuk fel. Az itatótól távolodva félkörívben végeztük a felvételezést, mivel az egyik oldalon mellette található az állatok karámja. Mivel felvételezési négyzeteket nem jelöltünk ki, a beállottság sincs számszerűsítve. Az intenzív használatot/taposást tűrő fajokat mértük fel, a felállított növényi sorrend pedig az eltűrt terhelés szintjéről ad információt.

NAGY (2003) módszerével mindkét legelőn megállapítottuk a mérsékelt és a közepes intenzitással használt gyepterületek mezőgazdasági értékét.

A mezőgazdasági érték az adott gyep termelő kapacitását fejezi ki. A mezőgazdasági értéket a gyeplet alkotó fajok mezőgazdasági értékének összege adja. Ehhez a gyeplet alkotó növényfajokat termőképesség és takarmányminőség szempontjából 1-5 értékek között kategorizálták, úgy hogy a nagyobb érték egyre kedvezőbb adottságokat jelez. A kategóriák felállítása GRUBER (1960), VINCZEFFY (1974), ROBSON et al. (1989), FRAME (1992), SOLYMOS (1993), BARNES et al. (1995), JANOWSZKY (1995) munkáira alapozva történt.

Kiszámolása a következő képlettel történik:

Mezőgazdasági érték = $1/100 \times \Sigma \text{ Borítottság}_{\text{faj}} \times \text{Termőkéesség}_{\text{faj}} \times \text{Termésminőség}_{\text{faj}}$

Egy tökéletes borítottságú, a legnagyobb termőkéességű (5) és legjobb takarmányminőségű (5) gyepen a mezőgazdasági érték:

Mezőgazdasági érték = $1/100 \times 100 \times 5 \times 5 = 25$

Elméleti megközelítés szerint a legkisebb érték a 0, ami azonban nem gyepet jelöl, hanem 0% borítottságú csupasz talajfelszínt.

Az adott gyepre kiszámolt mezőgazdasági érték (0-25) értelmezését a kategóriába sorolást segíti az alábbiak szerint:

Számított mezőgazdasági érték	A gyep jellemzője
<5	értéktelen, silány
5,1-10,0	csekély értékű, gyenge
10,1-15,0	átlagos, közepes
15,1-20,0	jó
20,1<	nagyon jó, kiemelkedő

3.3.3. A tehénször, bélsár és a vizelet elemtartalmának meghatározása

A ször, bélsár és vizelet minták roncsolását a KOVÁCS et al. (1996) által kidolgozott módszer szerint végeztük.

A ször, bélsár és a vizelet minták előkészítésének rövid leírása:

1. 2 g minta bemérése LABOR MIM mintaroncsoló csőbe
2. 10 cm³ 65%-os HNO₃ hozzáadása a mintához
3. A mintaroncsolót be kell tenni egy alumínium laboratóriumi melegítőbe és roncsolás 30 percig, 60 °C-on
4. 3 cm³ 30%-os H₂O₂ hozzáadása a mintához
5. forralás 120 °C-on 90 percig
6. a minta feltöltése 50 cm³-re ultratisztaságú vízzel
7. az oldat szűrése MN 640W szűrőpapíron
8. mérés ICP-vel

A ször elemtartalmának meghatározásánál a bemérés előtt a mintákat tömény etanolos mosatással zsírtalanítottuk.

Az ICP-vel végzett mérés ugyanazon műszerrel és azonos módon történt, mint amit a talajminták elemzésénél ismertettem.

3.4. Az eredmények statisztikai értékelése

A vizsgálati eredmények statisztikai elemzését és kiértékelését a SAS programcsomaggal végeztük: átlag és szórás (SAS, 1999a), egytényezős varianciaanalízis, t-test (SAS, 1999b).

A leíró statisztikát alkalmaztuk minden vizsgált paraméter eredményének jellemzésére. Az egytényezős varianciaanalízist, illetve t-testet a talajeredmények és a szőr-, bélsár minták elemtartalmának elemzéséhez, illetve a gyepek botanikai összetételének értékeléséhez használtuk.

4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

4.1. A legelőhasználat hatása a talaj penetrációs ellenállására

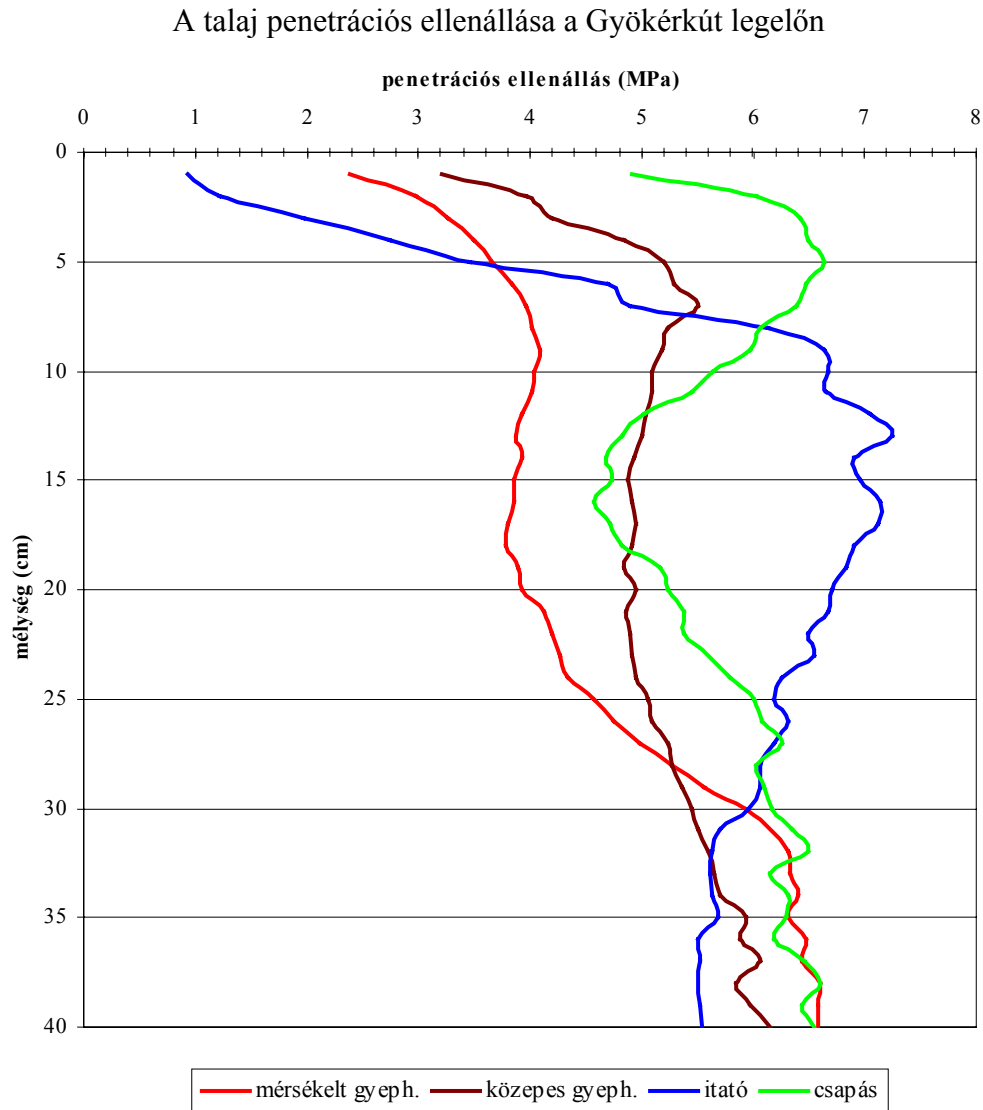
A talaj penetrációs ellenállását befolyásolta a különböző szintű taposási terhelés. A Gyökérkút legelőn 25 cm-es mélységig különbséget tapasztaltunk a kezelések között (3. ábra). A mérési eredményeket a 6. melléklet, a különbségek szignifikancia szintjét a 10. táblázat ismerteti.

Közvetlenül a talajfelszín alatt lényeges eltérések adódtak a kezelések talajának ellenállása között. Az itató talaja 6-7 cm mélységig fellazult, így az értékek kisebbek voltak a legeltetett részen mért ellenállásoktól. Ez a laza szerkezet a marha folytonos mozgásából adódott, a körmeivel ezt a felső réteget nem tömörítette, hanem tiprásával lazította. Az itatónál mért értékek nagy heterogenitást mutatnak, a 0-5 cm mélységben 42-89 között változik a CV%. A felső talajréteg fellazulását NIE et al. (2001) is leírták, mélységét 0-9 cm-ben állapították meg. Kísérletünkben, a mélyebb rétegekben az itató területének talaja tömörödtebb volt, a mérsékelt és a közepes intenzitással használt területek talajához képest. A szignifikáns különbség ($P<0,01$) először 9 cm-es talajmélységnél jelentkezett és 25 cm-ig tartott.

A csapások alatti talajellenállás összetetten alakult. A felső réteg erősen tömörödött az állatok járása miatt, a maximumát 5 cm-nél érte el. Mélyebben a penetrációs ellenállás folyamatosan csökkent, és a mért értékek megközelítették a gyepterület talajellenállását. Ezt a görbét a csapás sajátosságai magyarázzák: az állatok nem használják ugyanazt a csapás sok éven keresztül, így tömörödés mindössze a felső 12-13 cm-ig tapasztalható és nem terjed le a mélyebb rétegekig.

A kis és közepes intenzitással legeltetett gyepterületek talajellenállása annál nagyobb volt, minél mélyebb rétegeket mértünk. Az ellenállás 7-9 cm-ig intenzíven nőtt, majd enyhén csökkent és állandósult, enyhe növekedést kb. 25 cm mélység után mutatott. A felső talajrétegben a közepes állatsűrűséggel legeltetett terület talajában nagyobb értékeket mértünk, azonban ez a különbség nagy biztonsággal ($P<0,01$) állítható különbözőséget egyik mélységben sem adott. Eltért a két terület a penetrációs ellenállás területi heterogenitásában: a közepes intenzitással használt legelőrészen (19-32 %) egy-egy talajréteg penetrációs ellenállásának CV%-a jelentősen meghaladta a mérsékelt gyephasználtnál (5-21%) kapott eredményeket.

3. ábra



A talajellenállás tendenciája a Gyökérkút és a Sárkánykút legelőn hasonlóan alakult.

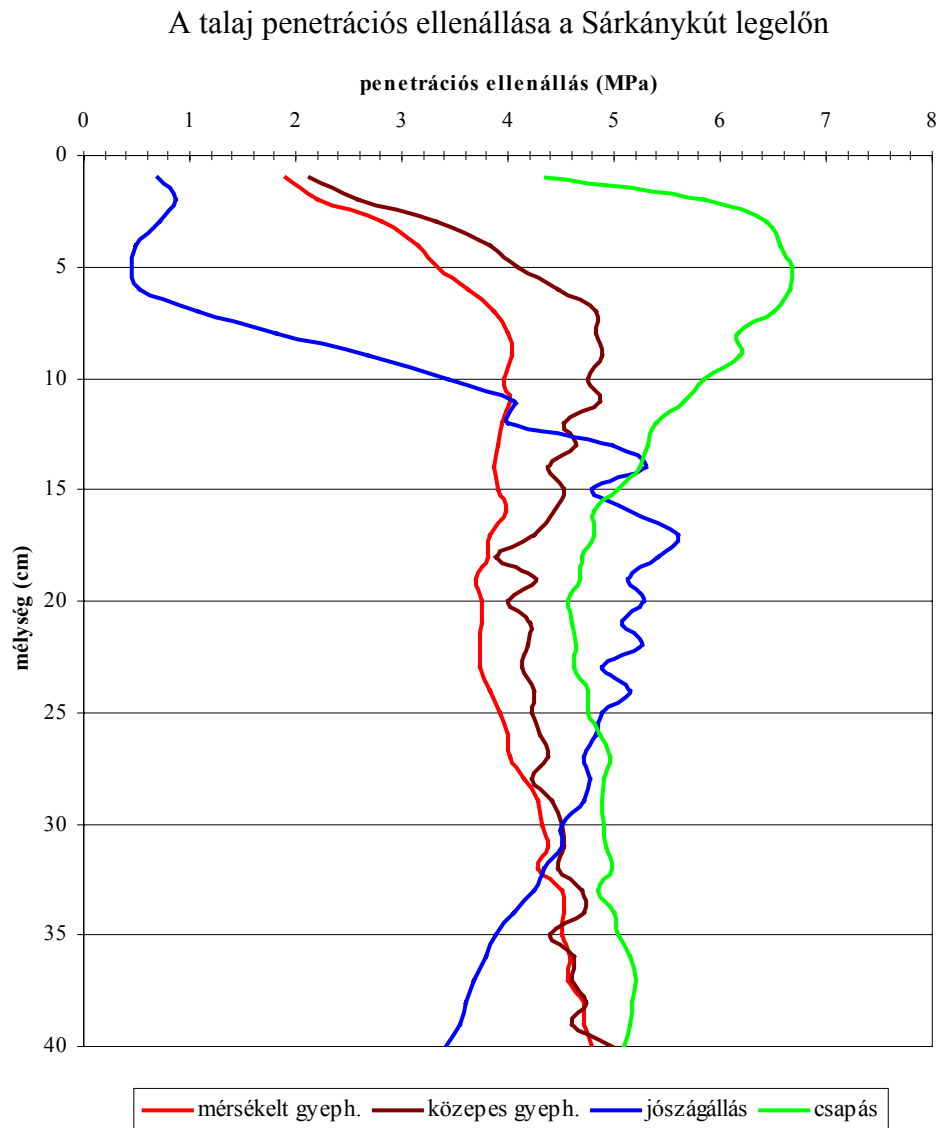
Sárkánykúton a mérsékelt és a közepes intenzitással használt gyepterületek talajának penetrációs ellenállása nem különbözött (4. ábra, 7. melléklet és 11. táblázat). A felszíntől kiindulva 2 MPa körül volt az ellenállás, ami a mélységgel 4-5 MPa értékig növekedett. Eredményünk az adott környezeti tényezők esetén kialakult helyzetet írják le, ami nem általánosítható, mivel a talajellenállás, illetve a tömörödés mértékét az állatfaj és a legeltetési intenzitás mellett a talajtulajdonságok is befolyásolják (FRAME, 1992), így bizonyos körülmények között egy több évtizedes legeltetés már mérsékelt gyephasználat mellett is okozhat talajtömörödést (BERG et al., 1997).

A jószágállás talaja a felszín alatt a 11 cm-es mélységben érte el a legelőre jellemző talajellenállást, maximumát 17 cm-nél mértük, amely tartománynál statisztikailag

igazolhatóan magasabb értéket kaptunk, mint a mérsékelt és közepes intenzitással használt területeken. Mélyebben a taposás hatása már nem érvényesült.

A jószágállás talajának ellenállása 7 cm-ig igen alacsony, 1 MPa alatti volt. Ez részben annak a következménye, hogy az állatok megmozgatták a felszínt, illetve lazította a talajszerkezetet az évek alatt felgyűlt trágyamennyiség.

4. ábra



A csapás alatti talaj penetrációs ellenállásának értéke a felszín közelében (9-10 cm-ig) mindegyik használati intenzitáshoz képest szignifikánsan ($P < 0,01$) nagyobb volt, a mérsékelt legelőhasználattal összehasonlítva a 0-15 cm szelvényben mértünk nagyobb értékeket. Mélyebben a csapás adatai nem mutattak eltérést. A csapás alatt a legmagasabb talajellenállást 5 cm-es mélységben kaptunk (6,68 MPa).

Sárkánykúton is a közepes intenzitással használt gyepterület talaja (18-36 CV%) és a gulya pihenőhelyének, a jószágállás 0-10 cm talajának (2-74 CV%) penetrációs ellenállása mutatott legnagyobb heterogenitást.

A különböző intenzitással használt területek talajellenállásának tendenciája mindkét legelőn azonos volt. A szignifikáns eltérések némileg máshol és különböző mélységig adódtak. A sárkánykúti legelő intenzíven használt területein mindössze egy szűk mélységtartományban mértünk szignifikánsan magasabb penetrációs ellenállást, a kisebb intenzitással használt mintavételi helyek eredményeihez képest.

Összességében megállapítható, hogy a nagyobb gyephasználati intenzitás nagyobb penetrációs ellenállást indukált a talaj felső 20-25 cm-es mélységéig. MURPHY (1995) is a talaj 0-20 cm-es rétegében talált szignifikáns eltéréseket a legeltetési kísérletének kezelései között. Az itató és a jószágállás talajfelszínét az állatok patájukkal fellazítják, a mélyebb rétegeket pedig tömörítik. A csapás talaja a felső néhány cm-ig igen tömör, majd mélyebben a talajellenállás nem különbözik a kisebb állati terhelésnek kitett legelőterületekétől. A közepes gyephasználati intenzitás a mérsékelthez képest számottevően nem növeli a talaj penetrációs ellenállását. Szignifikáns eltérés adódhat, azonban ez is csak egy szűk vertikális réteget érint a felszín közelében.

10. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított területek talajának penetrációs ellenállása közötti különbségek szignifikancia szintje (Gyökérvíz)

Mélység (cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40
	1-3***	1-3*	1-2*	1-2*	1-2**	1-2*	1-2*	1-3***	1-3***	1-3***	NS	NS	NS
	1-4***	1-4***	1-4***	1-4***	1-3***	1-3***	1-3***	2-3***	1-4**	1-4**			
	2-3***	2-3***	2-3**	3-4*	1-4***	1-4**	2-3***	3-4***	2-3***	2-3*			
	2-4***	2-4***	2-4*		2-3***	2-3***	3-4***		3-4**				
	3-4***	3-4***	3-4***			3-4**							

1: mérsékelt gyephasználat; 2: közepes gyephasználat; 3: intenzív gyephasználat (ítató); 4: intenzív gyephasználat (csapás);

*: $P < 0,1$; **: $P < 0,05$; ***: $P < 0,01$; NS: nem szignifikáns

11. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított területek talajának penetrációs ellenállása közötti különbségek szignifikancia szintje (Sárgánykút)

Mélység (cm)	1	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40
	1-3***	1-3***	1-3***	1-2*	1-3**	1-4**	1-4**	1-4**	1-3***	NS	NS	3-4**	1-3**
	1-4***	1-4***	1-4***	1-3***	1-4***	3-4**			2-3***				2-3***
	2-3***	2-3***	2-3***	1-4***	2-3***								3-4***
	2-4***	2-4***	2-4***	2-3***	2-4*								
	3-4***	3-4***	3-4***	2-4***	3-4***								
				3-4***									

1: mérsékelt gyephasználat; 2: közepes gyephasználat; 3: intenzív gyephasználat (jóságállás); 4: intenzív gyephasználat (csapás);

*: $P < 0,1$; **: $P < 0,05$; ***: $P < 0,01$; NS: nem szignifikáns

4.2. A legelőhasználat hatása a talaj kémiai tulajdonságaira

A különböző gyephasználati intenzitás talajkémiai paramétereit befolyásoló hatását a 12.-28. táblázatok, 5.-14. ábrák, illetve 8.-36. mellékletek mutatják be. A mérsékelt, a közepes intenzitással, illetve az intenzíven hasznosított területek (csapás, itató, jószágállás) talajának következő paramétereit vizsgáltuk: kémhatás, vízben oldható összes só és szerves szén tartalom, összes nitrogén és két nitrogénforma (ammónium-nitrogén és nitrát-nitrogén) koncentrációját, a Lakanen-Erviö felvehető és az összes elemkoncentrációit a foszfor, kálium, kén makroelemeknek, illetve a kobalt, réz, vas, mangán és a cink mikroelemeknek.

4.2.1. A legelőhasználat hatása a talaj kémhatására

A talajminták kémhatását desztillált vizes és kálium-kloridos oldatban is megmértük. Az állati terhelés hatására mindkettő értéke azonosan változott. A KCl-os pH-érték minden esetben kisebb volt, ami egyezik FILEP (1995) közlésével.

A gyökérkúti legelő mérsékelt intenzitással használt részén a talaj kémhatása gyengén savanyú volt, ami az állati terheléssel növekedett és intenzív gyephasználat esetén a semleges tartományba került. A mérsékelt és a közepes intenzitással használt területek talajának kémhatása szignifikánsan nem különbözött egymástól, a statisztikailag megerősített különbséghez intenzívebb gyephasználatra volt szükség. Az állati terhelés hatására bekövetkező pH változás mértéke meghaladta az 1,5-öt. A csapás talajában mért érték pontosan igazodik ahhoz, amit az állati terhelés alapján elvárható volt: pH értéke a kisebb és a nagyobb intenzitással használt területek mintáinál megállapított kémhatás közé tehető (12. táblázat). A savanyú talaj pH-ja a nagyobb állati terhelés hatására CARROLL et al. (2004) kísérletében is növekedett, amelyben a változást alapvetően a vizeletnek tulajdonították.

A Sárkánykút legelőn a legeltetés intenzitása szignifikánsan nem változtatta meg a talaj kémhatását (6. ábra). Itt a másik vizsgált területtel ellentétben gyengén lúgos volt a talaj a mérsékelt gyephasználat esetén. Egy enyhe tendencia azt jelzi, hogy az intenzívebb használat csökkentette a talaj pH értékét.

E két látszólag egymásnak ellentmondó eredmény arra enged következtetni, hogy a legelő állatok ürüléke mintegy pufferként működve a semleges kémhatás irányába tolja el mind a savanyú, mind a lúgos kémhatású talajt. Az ürülék pH értékei (COOKSON – CORNFORTH, 2002; COOK et al., 1996) is ezt a feltételezést erősítik.

A talajtípusra jellemzően (FÖLDVÁRI, 1966) a mélységgel a kémhatás minden kezelésnél lúgosodott (5. – 6. ábra). Az intenzíven használt terület, az itató talajának - a tényleges legelőterületen megállapítottaktól - nagyobb pH értéke a 40-60 cm szelvényben is megmaradt.

12. táblázat

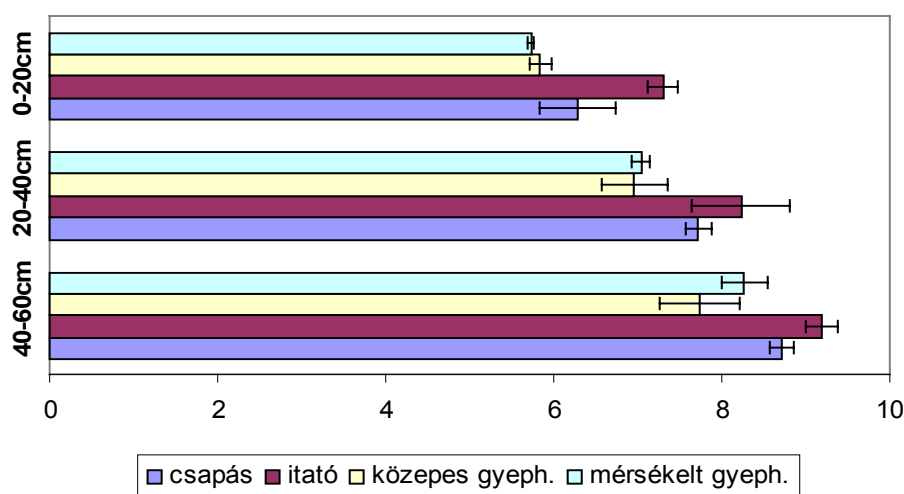
A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének kémhatása (Gyökérkút)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mintavétel ideje	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
pH _(H2O)								
2001. 04.	5,62 a	0,18	5,81 a	0,11	7,30 c	0,14	6,24 b	0,19
2001. 11.	5,75 a	0,08	5,80 a	0,17	7,23 c	0,18	6,22 b	0,19
2002. 04.	5,73 a	0,03	5,84 a	0,13	7,30 b	0,18	6,28 a	0,45
2002. 11.	5,74 a	0,06	5,91 ab	0,25	7,34 c	0,11	6,31 b	0,17
2003. 04.	5,67 a	0,20	5,77 a	0,29	7,2 b	0,19	6,23 a	0,48
pH _(KCl)								
2001. 04.	4,56 a	0,19	4,70 a	0,21	6,58 c	0,21	5,27 b	0,12
2001. 11.	4,51 a	0,15	4,69 a	0,20	6,47 c	0,03	5,36 b	0,16
2002. 04.	4,66 a	0,05	4,65 a	0,20	6,60 b	0,19	5,15 a	0,47
2002. 11.	4,64 a	0,13	4,63 a	0,24	6,62 b	0,20	5,02 a	0,24
2003. 04.	4,66 a	0,16	4,62 a	0,15	6,62 b	0,32	5,12 a	0,11

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a P<0,05 szinten.

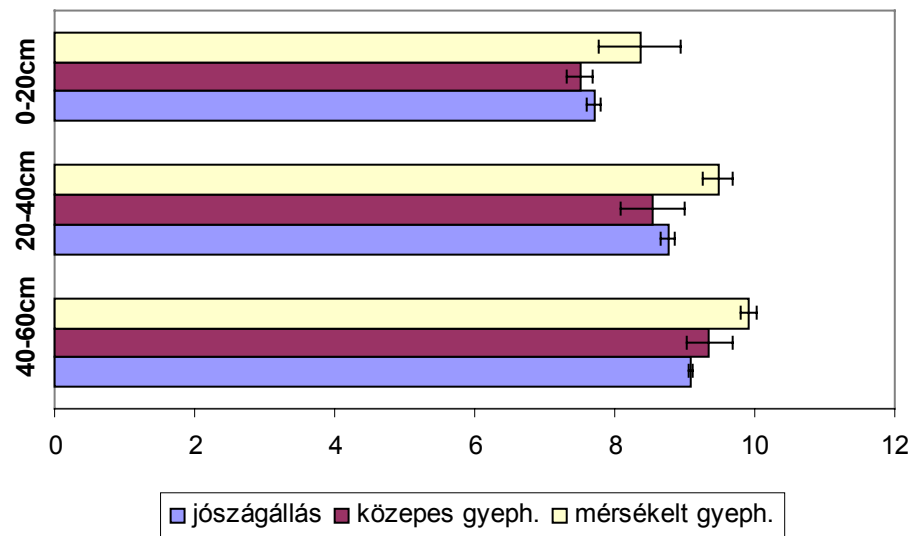
5. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kémhatása a mélység függvényében (Gyökérkút)



6. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kémhatása a mélység függvényében (Sárkánykút)



4.2.2. A legelőhasználat hatása a talaj vízben oldható összessó-tartalmára

A közepes intenzitású gyephasználat a mérsékelthez képest nem növelte a talaj sótartalmát meghatározó ionok koncentrációját egyik kísérleti területen sem (13. táblázat és 7.-8. ábra). A csapás, az itató és a jószágállás talajának só százaléka a 0-20 cm-es mélységben szignifikánsan nagyobb volt a gyep többi részén mért értékektől. A hosszabb legeltetési múlttal rendelkező Sárkánykút legelőn ez a 40-60 cm-ből vett mintáknál is megmaradt (8. ábra), ellenben Gyökérkúton mindössze a 0-40 cm-ben volt jellemző (7. ábra).

A talaj legfelső rétegében a legkisebb és a legnagyobb legelőhasználati intenzitások közötti különbség hozzávetőlegesen tízszeres volt mindkét kísérletnél. Intenzív használat esetén a sótartalom meghaladta a 0,3% (Gyökérkút), illetve a 0,9%-ot (Sárkánykút).

Az intenzíven használt területeken a talaj sótartalma a mélységgel csökkent, a többi kezelés ezzel ellentétes tendenciát mutatott. Ez megegyezik azzal, hogy a réti szolonyec talaj sófelhalmozódási szintje a mélyebb rétegekben található (FÖLDVÁRI, 1966). Az állatok pihenőhelyére jellemző sókoncentráció a felszín közelében volt a legjelentősebb. A nagyobb mértékben vizeletből származó kationokkal (WHITEHEAD et al., 2000) bizonyos mértékű ionvándorlás és/vagy leköttetés játszódik, mivel az itatónál a vegetációs időszak alatt felhalmozódó sómennyiség a téli félév során mindkét vizsgált évben lecsökkent, majd tavasztól ősziig ismét emelkedett (33. – 36. melléklet).

13. táblázat

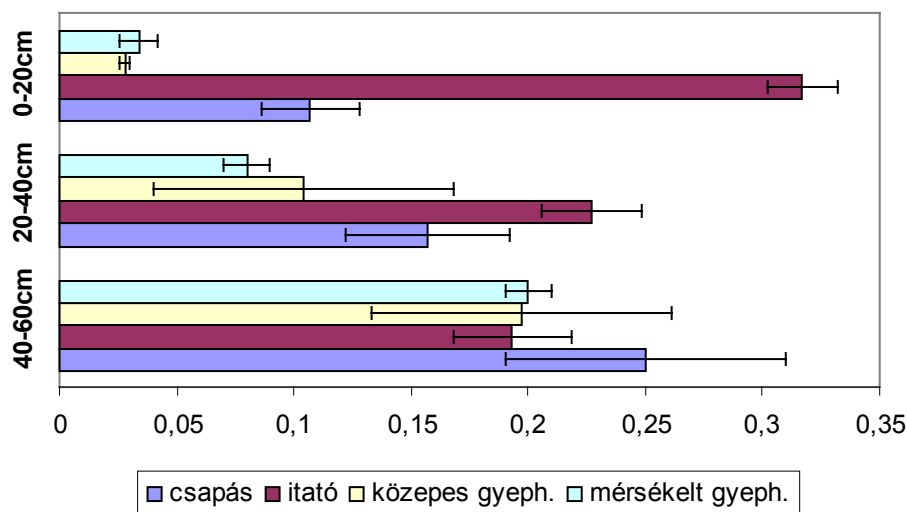
A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének sótartalma (Gyökérkút, %)

Mintavétel ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (itató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
2001. 04.	0,036 a	0,008	0,030 a	0,006	0,294 c	0,023	0,081 b	0,012
2001. 11.	0,038 a	0,015	0,034 a	0,007	0,419 c	0,046	0,110 b	0,014
2002. 04.	0,034 a	0,008	0,028 a	0,002	0,317 c	0,015	0,107 b	0,021
2002. 11.	0,031 a	0,007	0,031 a	0,005	0,417 b	0,083	0,110 a	0,020
2003. 04.	0,031 a	0,004	0,031 a	0,006	0,297 b	0,064	0,089 a	0,034

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

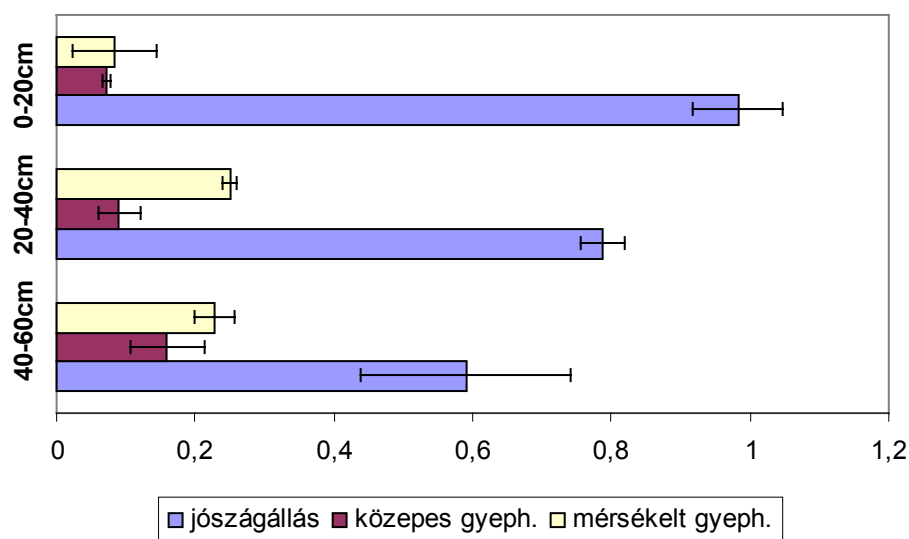
7. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának sótartalma a mélység függvényében (Gyökérkút, %)



8. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának sótartalma a mélység függvényében (Sárkánykút, %)



4.2.3. A legelőhasználat hatása a talaj szerves C tartalmára

Gyökérkúton a talaj szerves C koncentrációja az intenzív használat (itató) esetén szignifikánsan nagyobb volt, mint a többi kezelés 0-20 cm-ből származó talajmintáiban (14. táblázat). Minden mintavételi időpontban 3% felett alakult a legintenzívebben használt terület talajának szerves C tartalma, míg az a kisebb intenzitásoknál 2,5% körüli volt. A csapás talajánál mért eredmények az esetek többségében nem különböztek a mérsékelt és a közepes gyephasználat talajában mért értékektől.

A sárkánykúti legelő felső talajrétegének szerves C koncentrációja az intenzív használat mellett a közepes intenzitásnál is nagyobb volt ahhoz a területhez képest, ahol csak a legeléshez szükséges időt tölti az állat (10. ábra). WILLIAMS – HAYNES (1995) is megállapítja, hogy a trágya növeli a talaj szerves C%-át, azonban nem minden legeltetési mód, állatintenzitás esetén ugyanez a következmény (BERG et al.,1997; SCHUMAN et al., 1999a; 1999b).

A 2002-es év legelési idejében jelentősen megnövekedett ($P < 0,01$) a csapás 0-20 cm talajában a szerves C koncentráció (35. melléklet). Ez az egyenetlen térbeli és esetünkben inkább időbeli tápanyag-kijuttatás következménye. A gulya kedve szerint használt egy csapást, ezzel bármikor felhagyott, illetve kijárt egy újat. Ilyetén módon folyamatosan változott a meghatározott „szűk folyosó”-ra kerülő bélsár- és vizeletmennyiség. A csapás talajának tápanyagforgalmi exakt megismerését tovább

bonyolítja, hogy az itató közelsége révén megjelenik egy olyan állatmozgás is, mely a csapás konkrét használatát nem jelenti, azonban átjárhatnak rajta a marhák és ürülékükkel növelhetik a talaj tápanyagkészletét.

A mélységgel a talajminták szerves C tartalma mindkét gulya pihenőhelyén jelentősen csökkent, a 20-40 cm mintáinak értékei a kisebb gyephasználati intenzitásától nem különböztek vagy attól alacsonyabbak voltak (9. és 10. ábra).

14. táblázat

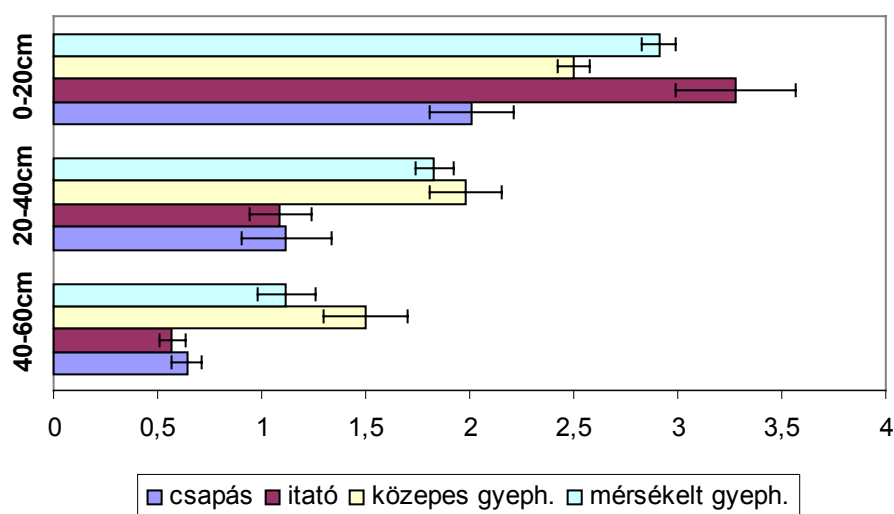
A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének szerves C koncentrációja (Gyökérkút, %)

Mintavétel ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (itató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
2001. 04.	2,54 a	0,20	2,45 a	0,08	3,45 b	0,36	2,61 a	0,39
2001. 11.	2,52 a	0,21	2,48 a	0,16	3,35 b	0,38	2,13 a	0,36
2002. 04.	2,91 bc	0,08	2,50 b	0,08	3,28 c	0,29	2,01 a	0,20
2002. 11.	2,61 a	0,26	2,40 a	0,25	3,65 b	0,55	2,81 ab	0,38
2003. 04.	2,52 a	0,27	2,28 a	0,35	3,88 b	0,59	2,48 a	0,29

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

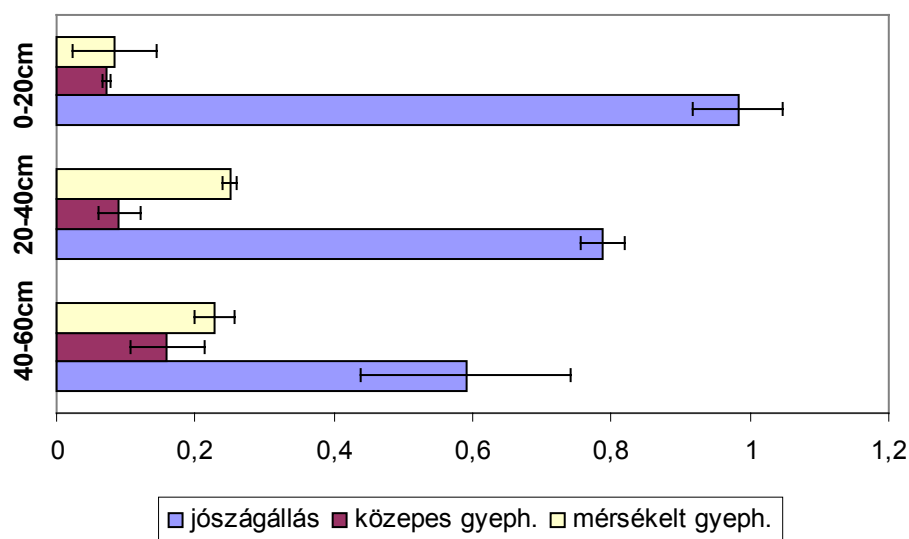
9. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának szerves C koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, %)



10. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának szerves C koncentrációja a mélység függvényében (Sárkánykút, %)



4.2.4. A legelőhasználat hatása a talaj nitrogén tartalmára

Három nitrogénforma koncentrációját határoztuk meg a vizsgált legelőkön: összes-nitrogén (15.–17. táblázat), ammónium-nitrogén (18. táblázat, 11.-12. ábra, 14.-15. melléklet), nitrát-nitrogén (19. táblázat, 13.-14. ábra, 16.-17. melléklet).

4.2.4.1. A legelőhasználat hatása a talaj összes-nitrogén koncentrációjára

A gyökerkúti kísérletben a takarmánybázist biztosító legelőrészt két használati intenzitása alatt a talaj összes nitrogén-koncentrációi nem különböztek egymástól (15. táblázat). Az intenzív használatok közül a csapás talajának összes nitrogén tartalma megközelítőleg 30%-al volt ezektől nagyobb, ami a minták többségénél szignifikáns különbséget jelentett. Az itató az összes N tartalom alapján is a legtöbb tápanyagot tartalmazó területnek mondható.

Sárkánykúton is az intenzíven használt területen mértünk legnagyobb nitrogéntartalmat, vagyis ott, ahol a gulya legtöbbet tartózkodik (17. táblázat). A szerves C%-hoz hasonlóan a talaj összes N koncentrációja is magasabb volt a közepes intenzitással hasznosított legelőn a mérsékelthez képest.

A legeltetési és a legeltetésen kívüli időnyek váltakozása nem változtatta meg a talaj nitrogén koncentrációját a 0-20 cm rétegben (33. – 36. melléklet). Ez az időbeni

állandóság a téli félév alacsony hőmérséklete mellett a trágya szerves nitrogén tartalma lassú mineralizációjának tulajdonítható (LANTINGA et al., 1987).

A Gyökérkút legelőn a mélységgel jelentősen csökkent a talaj összes nitrogén tartalma, ez - a szerves C%-hoz hasonlóan – az intenzív használatnál volt a legnagyobb mértékű, így 20-40 cm mélyen a kisebb intenzitáshoz képest alacsonyabb volt a nitrogénkoncentráció (16. táblázat). Sárkánykútnál az intenzíven terhelt legelőrész talajának magasabb N koncentrációja a teljes vizsgálati szelvényben megmaradt (17. táblázat).

15. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének összes N koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

Mintavétel ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
2001. 04.	2621 a	118	2531 a	166	3644 b	400	2738 a	280
2001. 11.	2399 a	232	2696 a	185	3699 b	431	3139 ab	405
2002. 04.	2429 a	43	2454 a	125	3285 b	401	3135 b	223
2002. 11.	2465 a	128	2545 a	209	3542 b	528	3433 b	125
2003. 04.	2507 a	58	2473 a	88	3645 b	137	3373 b	215

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

16. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának összes N koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	2429 a	43	2454 a	125	3285 b	401	3135 b	223
20-40	1728 ab	26	1892 b	288	1283 a	280	1292 a	160
40-60	1315 b	88	1639 c	165	764 a	147	928 a	50

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

17. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának összes N koncentrációja a mélység függvényében (Sárkánykút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	2005 a	171	3475 b	159	4424 c	481
20-40	982 b	119	666 a	101	1048 b	132
40-60	432 a	110	655 b	49	755 b	58

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

4.2.4.2. A legelőhasználat hatása a talaj ammónium-nitrogén koncentrációjára

A 0-20 cm-es mélységben többszörös különbségek alakultak ki a kezelések talajának ammónia koncentrációi között. Gyökérkúton a legelt terület két intenzitása nem adott különbséget, azonban az intenzív gyephasználatok közül a csapás talajának ammóniatartalma ezeknél több esetben, az itatóé pedig minden esetben magasabb volt (18. táblázat).

Sárkánykúton az állati terhelés növekedésével párhuzamosan változott a felső talajréteg ammónium-nitrogén koncentrációja, azonban a nagy szórás ($CV\% = 17\%$, illetve 29%) miatt a közepes és a legnagyobb intenzitás között ez nem volt szignifikáns (12. ábra). Az állatok tartózkodási helyén ZHANG et al. (2001) is nagyobb talaj ammónium-koncentrációt mértek a többi legelőrészhez képest, azonban kísérletükben a kezelések közötti különbség többszörös volt a mi eredményeinkhez viszonyítva.

A talaj ammóniatartalmát meghatározta a bélsár és a vizelet kijutásának ideje. Tavasztól ősziig minden esetben növekedett, őszől tavaszig pedig csökkent (33. – 36. melléklet).

Az ürüleből származó ammónium-nitrogén nem jutott le a mélyebb rétegekbe. Az intenzíven használt, túlterhelt helyeken is mindössze a 20 (Gyökérkút), illetve a 40 cm-es (Sárkánykút) mélységig található nagyobb koncentrációban (11. és 12. ábra). JARVIS et al. (1989) és BUSSINK (1992) is alátámasztják eredményeinket, mi szerint a vizeletből származó ammónia a talajra jutva nem kötődik le, nem jut mélyebb rétegekbe, hanem jellemzően a légkörbe távozik.

18. táblázat

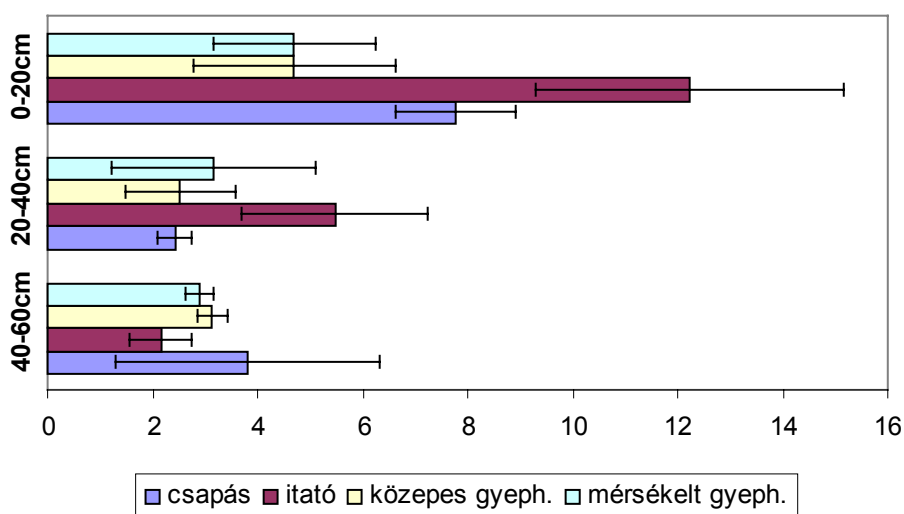
A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének ammónium-N koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

Mintavétel ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
2001. 04.	5,23 a	1,64	5,50 a	2,24	13,7 b	3,80	9,53 a	5,15
2001. 11.	4,23 a	1,16	5,40 a	1,93	27,3 c	5,56	16,9 b	3,46
2002. 04.	4,70 a	1,54	4,70 a	1,92	12,2 b	2,95	7,77 a	1,15
2002. 11.	4,43 a	1,82	5,80 a	2,15	22,6 b	2,46	18,1 b	6,96
2003. 04.	4,47 a	1,27	3,70 a	0,46	13,0 b	0,65	4,83 a	2,37

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

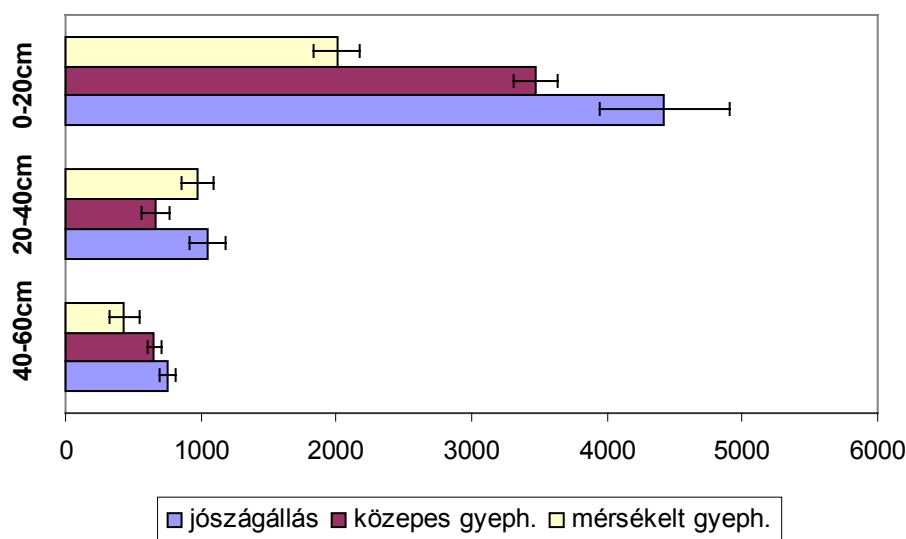
11. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának ammónium-N koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)



12. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának ammónium-N koncentrációja a mélység függvényében (Sárkánykút, mg/kg)



4.2.4.3. A legelőhasználat hatása a talaj nitrát-nitrogén koncentrációjára

Gyökérkúton a közepes intenzitással hasznosított legelőrész 0-20 cm talajának nitrát-nitrogén koncentrációja mindössze egy mintavételezésnél volt nagyobb a mérsékelt intenzitáshoz képest, a többi esetben nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést (19. táblázat). Az intenzíven használt gyepterületről származó minták – az ammónium-nitrogénhez hasonlóan – szignifikánsan több nitrátot tartalmaztak mint a mérsékelt és a közepes intenzitással terhelt helyek talaja.

A sárkánykúti legelőn is nagyobb volt az intenzívebben hasznosított legelőrészek talajának nitrát-nitrogén tartalma. A gyökérkúti eredményektől eltérés, hogy a közepes gyephasználatról származó minták nitrát-N koncentrációja többszöröse a mérsékelt terület talajához képest (14. ábra).

A nyári és a téli félév váltakozása, pontosabban az, hogy a félévben a gulya a legelőn tartózkodik vagy sem, befolyásolta a felszínközeli talajréteg nitrát-N koncentrációját. Ez a két intenzíven használt terület közül az itatónál minden esetben jellemző volt, míg a csapás talajában egy esetben állapítottunk meg szignifikáns eltérést (33. – 36. melléklet). Hasonló változásokról számolnak be szimulációs kísérletükben ANGER et al. (1997) is.

Az ammóniával ellentétben a nitrát-koncentráció az alsóbb talajrétegeket mintázva nem csökkent olyan drasztikusan. Gyökérkúton 60 cm-es, Sárkánykúton 40 cm-es mélységig

tapasztaltunk szignifikáns különbségeket (13. és 14. ábra). Környezetvédelmi szempontból kedvezőek a vizsgált hortobágyi legelők tulajdonságai, mivel hasonló állatterhelés esetén homoktalajon és/vagy csapadékosabb éghajlat mellett magasabb a talajvizet elérő nitrátmennyiség (BROEKE – PUTTEN, 1997).

A három vizsgált nitrogénforma közül a talaj nitrát-nitrogén koncentrációja mutatta a legnagyobb térbeni heterogenitást, a CV% több esetben elérte az 50%-ot.

19. táblázat

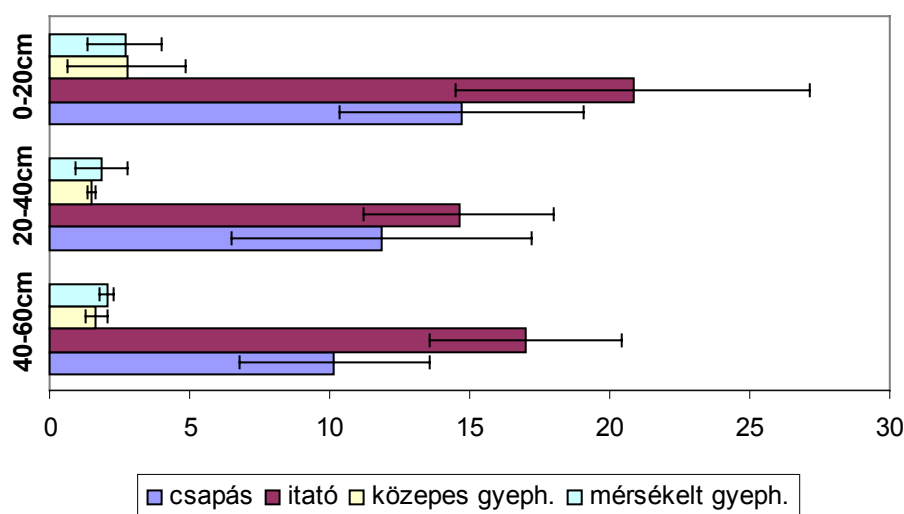
A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének nitrát-N koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

Mintavétel ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (itató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
2001. 04.	2,08 a	1,15	2,53 a	0,54	15,9 b	4,03	12,5 b	3,38
2001. 11.	2,98 a	0,35	2,69 a	0,59	30,0 c	4,72	18,6 b	4,55
2002. 04.	2,70 a	1,31	2,77 a	2,12	20,8 b	6,32	14,7 b	4,36
2002. 11.	3,27 a	0,87	8,33 ab	4,22	33,9 c	3,82	10,5 b	2,67
2003. 04.	3,53 a	2,10	4,17 a	0,74	16,8 b	8,20	11,6 ab	4,57

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

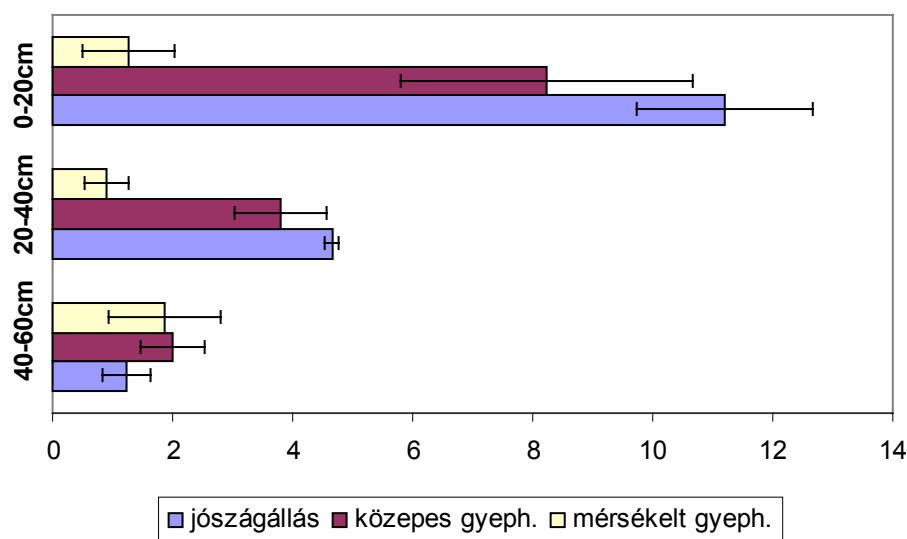
13. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának nitrát-N koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)



14. ábra

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának nitrát-N koncentrációja a mélység függvényében (Sárkánykút, mg/kg)



4.2.5. A legelőhasználat hatása a talaj foszfor koncentrációjára

A gyökérkúti legelő 0-20 cm talajának sem a növény által felvehető, sem az összes P tartalma nem különbözött a mérsékelt és a közepes intenzitással használt területek között (20. táblázat). A Lakanen-Erviö oldható P koncentráció az itatónál volt a legmagasabb, a tényleges legelőterülettől minden esetben különbözött, a csapástól csak az őszi hónapokban. A talaj összes foszfor koncentrációja is az intenzív használatnál, az itatónál volt a legmagasabb, azonban ez mindössze egy esetben volt szignifikáns.

A sárkánykúti legelő hosszabb legeltetési múltja és nagyobb állati terhelése mind a talaj Lakanen-Erviö, mind az összes P koncentrációjában kifejeződik. A 0-20 cm mélységben mindkét foszfor forma koncentrációja emelkedett az intenzívebb gyephazsználat során (22. táblázat).

A sárkánykúti legelő talajának foszfortartalma a Gyökérkúton kapott értékekhez képest lényegesen nagyobb mértékű változást mutat. Az intenzíven használt terület talajmintáinak nagy Lakanen-Erviö oldható P koncentrációja a talajfelszín erős trágyázottságának a következménye.

A talaj foszfor koncentrációja időben homogén volt, a legeltetett, nem legeltetett időszakok váltakozása azt nem befolyásolta. Ez egyrészt azzal magyarázható, hogy az ürülék foszfortartalmának jelentős hányada szerves kötésben található (WHITEHEAD, 2000), illetve a foszfor a talajban a kémhatástól, a vízáteresztő képességtől, a szerves

anyag, vas- és aluminium-oxid tartalomtól függően lekötődik (MURPHY, 2004). Az adszorpció lejátszódását jelzi, hogy a talaj összes foszfor tartalmában a kezelések között a 20 cm-es mélység alatt nem találtunk szignifikáns különbséget. A növény által felvehető P koncentrációja a gyökérkúti legelő intenzíven használt részén mindössze a 0-20 cm talajrétegben, Sárkánykúton pedig 40 cm mélységig adott eltérést (21. és 22. táblázat).

20. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének foszfor koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

Mintavétel ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható P							
2001. 04.	83,2 a	16,4	71,5 a	13,2	252 b	116	110 ab	52,4
2001. 11.	80,4 a	11,2	83,2 a	14,7	334 b	97,9	123 a	37,9
2002. 04.	83,1 a	6,7	84,1 a	7,2	270 b	63,5	173 ab	50,8
2002. 11.	82,7 a	14,4	70,8 a	13,4	301 b	44,9	125 a	27,0
2003. 04.	81,0 a	16,2	79,5 a	2,6	300 b	133	161 ab	44,8
	Összes P							
2002. 04.	1027 a	35,6	1109 ab	14,6	1217 b	30,5	1267 b	135
2002. 11.	957	46,5	945	38,3	1233	291	1137	288
2003. 04.	1077	176	969	381	1315	279	923	266

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

21. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának foszfor koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható P							
0-20	83,1 a	6,7	84,1 a	7,2	270 b	63,5	173 ab	50,8
20-40	35,1	9,2	31,0	12,3	33,9	16,1	26,1	2,7
40-60	21,7	3,6	18,2	5,1	16,6	4,4	33,0	21,4
	Összes P							
0-20	1027 a	35,6	1109 ab	14,6	1217 b	30,5	1267 b	135
20-40	664	44,6	750	113	679	11,3	667	44,6
40-60	577 b	28,9	612 ab	49,0	558 ab	30,4	491 a	39,4

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

22. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának foszfor koncentrációja a mélység függvényében (Sárkánykút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható P					
0-20	10,7 a	3,1	62,4 b	7,0	542 c	57,7
20-40	7,45 a	1,0	7,97 a	1,6	40,3 b	4,1
40-60	7,73	3,0	3,70	1,1	7,27	1,9
	Összes P					
0-20	475 a	13,6	692 b	91,0	1023 c	117
20-40	396	13,0	381	44,0	377	26,3
40-60	444	40,5	420	27,2	458	3,5

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

4.2.6. A legelőhasználat hatása a talaj kálium koncentrációjára

A talaj 0-20 cm-ében a Lakanen-Erviö oldható kálium koncentrációja a gyephasználat intenzitásának növelésével szignifikánsan változott (23. és 25. táblázat). A gyökérkúti

kísérletnél a mérsékelt és a közepes használat talajának Lakanen-Erviö oldható K tartalma között nem találtunk eltérést.

A 0-20 cm-es talajréteget vizsgálva szignifikánsan az intenzív terhelésű jószágállás és itató, illetve egy mintavételkor a csapás összes kálium koncentrációja különbözött a többi kezeléstől. Az ürülékfoltok alatti talajminták kálium tartalmát vizsgálva WILLIAMS et al. (1990) eredményünkhöz hasonlóan felhalmozódást tapasztaltak, ami arra utal, hogy nagyobb mértékű a kálium-visszajutás, mint amit a növényzet rövid idő alatt hasznosítani képes.

A növény által felvehető kálium koncentrációjának a legkisebb és a legnagyobb gyephasználati intenzitásnál mért értékei nagyobb intervallumot öleltek fel, mint amit az összes elemtartalomnál mértünk. Ez legkifejezettebben a sárkánykúti legelőn jelentkezett: 126-3485 ppm.

A talaj Lakanen-Erviö oldható kálium koncentrációja az idő függvényében változott (33. – 35. melléklet). Több esetben szignifikáns eltérést állapítottunk meg az intenzíven használt területek talajának növény által felvehető káliumtartalmánál. Ennek egyik oka, hogy a legelő állatok által kijuttatott kálium 70-90%-a a vizeletben található (WHITEHEAD, 2000) és ez a kálium tavasztól őszi folyamatosan jut ki a legelőre. Ez növényi felvétellel részben hasznosul, majd a téli félévben a vertikális vízmozgással a mélyebb rétegekbe jut.

Gyökérkúton mind a felvehető, mind az összes kálium koncentrációja 40 cm mélységig szignifikánsan különbözött a kezelések között. Sárkánykúton az intenzív használat következtében a jószágállásnál volt a legnagyobb még a 40-60 cm-ből származó minták kálium koncentrációja is. Vertikálisan haladva a legnagyobb mértékű csökkenés mindkét kálium formánál a túlterhelt helyek talajában következett be (24. és 25. táblázat).

23. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének kálium koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

Mintavétel ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Lakanen-Erviö oldható K								
2001. 04.	365 a	69,6	369 a	90,7	2438 c	220	907 b	47,9
2001. 11.	309 a	34,1	291 a	72,1	3422 c	344	1121 b	115
2002. 04.	365 a	23,5	371 a	50,3	2739 c	22,0	1458 b	251
2002. 11.	395 a	92,0	351 a	31,6	3050 c	409	1315 b	163
2003. 04.	391 a	36,3	345 a	118	3036 c	507	1338 b	232
Összes K								
2002. 04.	4029 a	121	4396 a	343	8409 c	160	5622 b	592
2002. 11.	4145 a	513	4183 a	160	8414 b	476	5684 a	1214
2003. 04.	4507 a	842	3960 a	1359	8243 b	1032	5309 a	904

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

24. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kálium koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	Szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Lakanen-Erviö oldható K								
0-20	365 a	23,5	371 a	50,3	2739 c	22,0	1458 b	251
20-40	257 a	20,3	243 a	61,0	1542 b	299	1019 b	316
40-60	223	13,0	216	17,0	239	127	565,7	329
Összes K								
0-20	4029 a	121	4396 a	343	8409 c	160	5622 b	592
20-40	5530 a	392	5254 a	889	7879 b	393	6628 ab	683
40-60	6938 ab	790	6254 ab	808	5488 a	530	7475 b	417

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

25. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kálium koncentrációja a mélység függvényében (Sáránykút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható K					
0-20	126 a	31,0	533 b	13,0	3485 c	315
20-40	71,1 a	31,7	155 a	31,0	696 b	78,8
40-60	87,7 a	8,2	67,1 a	27,0	169 b	30,2
	Összes K					
0-20	3804 a	391	4158 a	92,7	6742 b	603
20-40	3801 a	368	4238 a	422	5938 b	86,4
40-60	3324 a	138	3656 b	72,2	5247 c	21,7

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

4.2.7. A legelőhasználat hatása a talaj kén koncentrációjára

Az intenzíven használt legelőrészek talajának 0-20 cm-es rétegében a Lakanen-Erviö oldható kén koncentrációja nagyobb volt a legelt gyepterületekhez képest (26. és 28. táblázat).

Gyökérkúton és Sáránykúton is nőtt a fokozódó használati intenzitással a talaj összes kén tartalma, azonban ez a gyökérkúti területen mindössze az itatónál, Sáránykútnál a közepes és az intenzív legelőhasználatnál bizonyult szignifikánsnak. Az állatok tartózkodási helyein NGUYEN-GOH (1993) szerint is várható a kénfelhalmozódás. Számításaik szerint a vizeletfoltok alatt nagyobb lesz a kénmennyiség, mint amit a vegetáció hasznosítani tud. Ez azonban csak olyan talajoknál valószínű, amelyeknek jó a szulfátkötő képessége (HOGG, 1981).

A téli és nyári félévek váltakozása során nem nőtt, illetve nem csökkent a talaj kéntartalma a vizsgált időszakban (33. – 36. melléklet).

A talaj növény által felvehető kén tartalma Gyökérkúton 40 cm mélységig az itatónál volt magasabb, míg Sáránykútnál a Lakanen-Erviö oldható kén mennyiségi változása a 0-20, illetve a 40-60 cm rétegben mutatott konzekvensen növekvő tendenciát. Ezzel szemben a sáránykúti legelőn az összes S tartalom a teljes vizsgálati mélységben az intenzív legelőhasználatnál bizonyult a legmagasabbnak (27. és 28. táblázat).

26. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének kén koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mintavétel ideje	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható S							
2002. 04.	60,0 a	7,4	62,7 a	7,4	163 c	16,3	94,5 b	4,2
2002. 11.	58,9 a	7,6	62,0 a	10,7	160 c	17,5	102 b	17,2
2003. 04.	58,9 a	14,8	69,4 a	21,4	149 b	37,2	101 ab	31,8
	Összes S							
2002. 04.	273 a	55,6	263 a	35,5	681 b	40,3	310 a	74,5
2002. 11.	296 a	27,4	267 a	16,3	746 b	220	368 a	84,6
2003. 04.	288 a	49,4	275 a	80,1	707 b	295	387 ab	54,1

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

27. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kén koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható S							
0-20	60,0 a	7,4	62,7 a	7,4	163 c	16,3	94,5 b	4,2
20-40	63,4 a	10,8	65,3 a	19,2	124 b	6,1	81,7 a	10,8
40-60	191 b	20,4	96,5 a	35,3	140 ab	16,7	128 a	16,1
	Összes S							
0-20	273 a	55,6	263 a	35,5	681 b	40,3	310 a	74,5
20-40	71,2 a	16,2	177 b	10,0	153 b	25,0	152 b	21,5
40-60	237	90,2	181	27,3	195	46,0	183	42,4

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

28. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kén koncentrációja a mélység függvényében (Sáránykút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	Átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható S					
0-20	101 a	18,2	50,5 a	41,4	186 b	8,7
20-40	89,7 a	12,5	137 b	24,5	121 ab	8,1
40-60	89,3 a	31,2	135 a	19,9	202 b	15,5
	Összes S					
0-20	238 a	32,5	636 b	119	1722 c	218
20-40	246 ab	4,7	190 a	20,0	351 b	91,5
40-60	132 a	7,8	148 ab	85,5	265 b	15,0

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

4.2.8. A legelőhasználat hatása a talaj mikroelem koncentrációjára

A 18. – 32. mellékletek a két vizsgált legelő mérsékelt és közepes intenzitással használt és a túlterhelt (intenzíven használt) területeiről származó talajminták összes, illetve a Lakanen-Erviö oldható kobalt, réz, vas, mangán és cink koncentrációját tartalmazzák.

A talaj kobalt és a cink koncentrációja nem mutatott egyértelmű tendenciát az állati terhelés függvényében (18.-20. és 30.-32. melléklet). A legelők talajának heterogenitása okozhatott nehezen értelmezhető koncentráció értékeket, következésképpen nem az állat különböző intenzitású jelenléte volt a meghatározó tényező.

A gyökérkúti legelőn a 0-20 cm-es talaj növény által felvehető réz koncentrációja minden vizsgálati időpontban az intenzíven használt itatónál volt a legmagasabb (22. melléklet) és ez a különbség a 40 cm-es mélységben még megmaradt (23. melléklet). A sáránykúti legelőn a legfelső vizsgált talajrétegben a Lakanen-Erviö oldható Cu tartalom a kezelések között nem különbözött, ellenben a 20-60 cm mélységben a gyökérkútihoz hasonló tendencia alakult ki. Sáránykúton a talaj összes réz koncentrációja a Lakanen-Erviö oldható formával megegyezően a 20-60 cm rétegben az egyre nagyobb használati intenzitás irányába növekedett (24. melléklet). Ezzel szemben Gyökérkúton nem állapíthattunk meg egyértelmű tendenciát.

A talaj felvehető vas tartalma a sárkánykúti legelő intenzíven használt gyepterületének 0-20 cm-es talajrétegében szignifikánsan nagyobb volt a közepes és a mérsékelt használatához képest is (27. melléklet). Mélyebben már nem találtunk szignifikáns eltéréseket. Gyökérkúton az itató talajának összes vas koncentrációja mindössze a 0-20 cm mélységben eredményezett szignifikánsan nagyobb értéket a többi legelőrészhez képest (25. melléklet), azonban a magasabb érték a 60 cm-es vizsgálati szintig megmaradt (26. melléklet). Feltételezhető, hogy a talaj vastartalmának egy része valamely legelőberendezésről származik, forrás lehet az itatóvályú vagy az évek során odakerült egyéb vastárgyak voltak.

A sárkánykúti legelőn szignifikánsan, míg Gyökérkúton mindössze tendencia jelleggel jelentkezett a gulyák intenzíven használt állásainak 0-40 cm-es talajrétegében – a többi kezeléshez képest - kisebb összes mangán koncentráció (28. – 30. melléklet).

4.3. A legelőhasználat hatása a gyepterület növényállományára

A 37. - 45. mellékletek ismertetik a különböző intenzitású legelőhasználatnak a növényi borítottságra és a botanikai összetételre gyakorolt hatását. A fajokat pászitfűvek, pillangósok és egyéb kétszikűek csoportokba soroltam.

A statisztikai értékelés elvégzéséhez számszerűsíteni kellett az egy-két egyeddel előforduló (táblázatokban *-al jelzett) növényfajokat is. Ezeket a számításoknál 0,5% értékkel vettem figyelembe.

A 29. – 38. táblázatok és a 15-17. ábrák gyepterületi intenzitásonként, összesítve tartalmazzák a megfigyelt növényfajok számát, a növénycsoportok borítottsági értékeit, úgy mint pászitfű, pillangós, egyéb kétszikű vagy takarmánynövény, feltételes gyom és gyom kategóriák, a gyepterület mezőgazdasági értékét, a legelőfű elemtartalmát, illetve mindezek statisztikai értékelését.

4.3.1. A legelőhasználat hatása a gyepterület növényborítottságára

A gyökérkúti legelőn az öt mintavételezési időpont közül két esetben volt szignifikánsan a legnagyobb a mérsékelt használt legelőrész növényborítottsága (15. ábra). A tendencia ezzel azonos volt a statisztikailag nem igazolt esetekben is. BARTON – ROGER (1979) is olyan gyepterületi intenzitásnál mérte a legnagyobb növényborítottságot, amikor az adott területen az állatok kizárólag táplálékfelvétel céljából tartózkodnak. Azonban arra is felhívják a figyelmet, hogy ezt befolyásolhatja az, hogy a legelés megváltoztatja gyepterület botanikai összetételét.

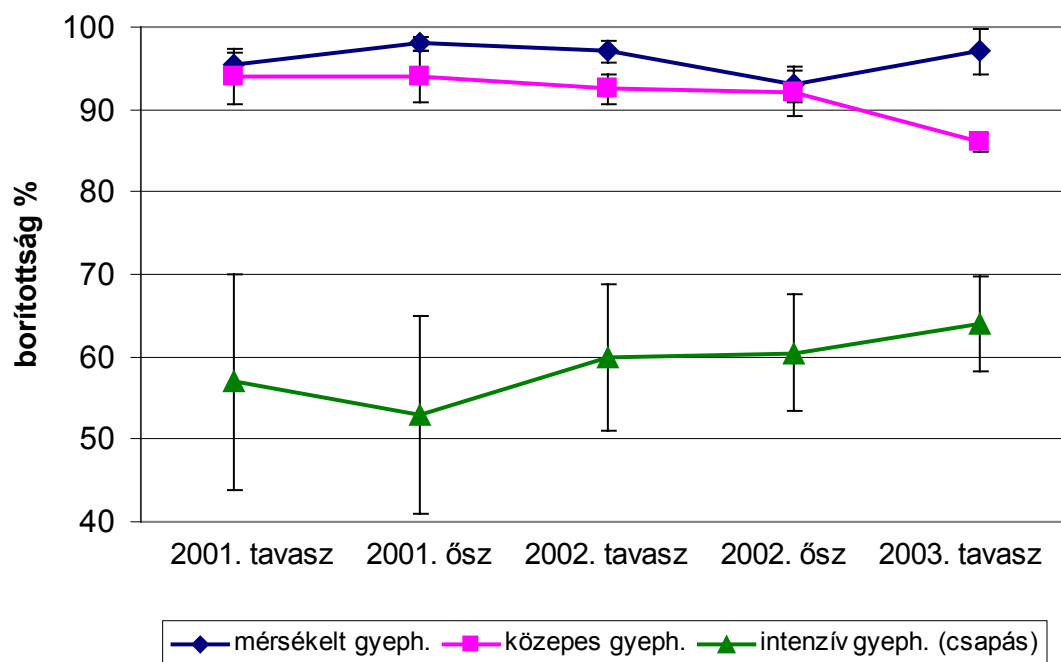
Vizsgálatunkban az állatok taposása nagymértékben csökkentette az intenzíven használt csapás növényborítottságát, melynek értéke 53-64% között változott.

A sárkánykúti legelőn a borítottsági százalék nem különbözött a mérsékelt és a közepes intenzitással használt legelőterületek között (29. táblázat). A vegetáció hozzávetőlegesen a felszín 80%-át borította. A szarvasmarha taposása nem csökkentette a növényborítottságot, mivel a tápanyagdúsabb legelőrészen új fajok jelentek meg, másrészt növekedett a sovány csenkesz jelenléte. A növényfajok taposástűrésében igen nagyok a különbségek, és ez erős szelekciót indukál, amely nem feltétlenül jelent alacsonyabb borítottságot (ANDRAE, 2004).

A legintenzívebben használt terület Gyökérkúton az itató, Sárkánykúton a jószágállás volt. Az állandó és intenzív taposás és fekvés következtében az év egyetlen szakaszában sem volt lehetőség a növények megtelepedésére. Így a borítottság 0%-nak felelt meg.

15. ábra

A különböző intenzitással hasznosított területek növényborítottsága a Gyökérkút legelőn



29. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított területek növényborítottsága a Sárkánykút legelőn

borítottság %

	2002. tavasz		2002. ősz	
	átlag %	szórás	átlag %	szórás
Mérsékelt gyephasználat	83,5	2,5	80	5,0
Közepes gyephasználat	85	2,9	81	3,9

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

4.3.2. A legelőhasználat hatása a gyep növényi összetételére

4.3.2.1. A legelőhasználat hatása a vegetáció diverzitására

A Gyökérgút legelőn a mérsékelt és a közepes intenzitással használt területek fajszáma nem mutatott különbséget (16-17. ábra). Ezen a legelőn a mérsékelt és a közepes intenzitás különbsége kisebb, mint a Sárkánykúton, így azonos a megállapításunk WILLMS et al. (2002) szolonyec talajon kapott eredményével, miszerint a legeltetés alapvetően nem a legelő fajgazdagságát, hanem a fajok borítottsági értékét változtatja meg. E mellett a botanikai, illetve takarmányérték szerinti csoportosítás - a pillangós növények kivételével - sem mutatott számottevő eltérést. A mérsékeltén használt legelőterületen kis borítottsági értékkel a pillangósokhoz tartozó szarvaskerep és tövises iglice egyedeket is találtunk.

A csapás növényi összetétele jelentősen eltért a tényleges legelőtől. Az átlagosan előforduló növényfajok száma a többi legelőrészen tapasztaltaknak a felét sem érte el. Arányosan kevesebb faj tartozott mindhárom botanikai csoportba. A fajok takarmányértékét tekintve megállapítható, hogy a takarmánynövények mindössze 1-2 fajjal képviseltették magukat - szemben a többi legelőrésze jellemző 4-6 növényfajjal - míg a fajszám alapján a feltételes gyomok tették ki a növénytársulás túlnyomó részét. Az állatok által kijárt útvonal lényegében egy viszonylag kis területet érintő nagy állati terhelést jelent. Ennek következtében a diverzitással kapcsolatos eredményeink összhangban vannak SCHUSTER (1979) azon megállapításával, hogy az extrém állati terhelés csökkenti a legelőn előforduló növényfajok számát.

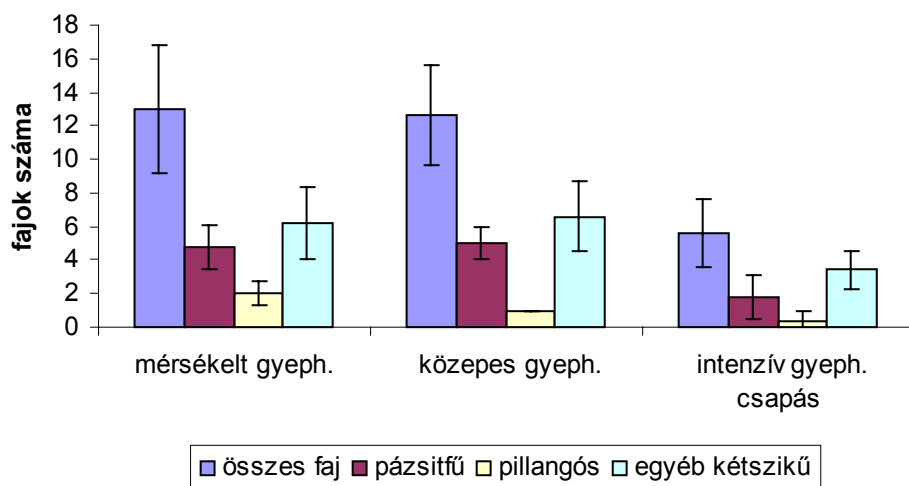
Meg kell jegyezni azonban, hogy a túllegeltetett területek kivételével még hasonló éghajlati körülmények között sem feltétlenül ugyanúgy változik a vegetáció fajgazdagsága. Izrael mediterrán régiójában az egyre intenzívebb legeltetés növelte a fajszámot, amíg az USA hasonló régiójában csökkentette (NAVEH - WHITTAKER (1979)).

A sárkánykúti legelő botanikai összetétele 2002-ben került felvételezésre (30. táblázat). A fajszám mindkét kezelésnél kevesebbnek bizonyult a Gyökérgút legelő azonos területeihez képest. Intenzívebb legelőhasználat esetén 2-3-al több növényfaj fordult

elő, ezek megoszlottak a pázsitfű – egyéb kétszikű, illetve a takarmánynövény – gyom csoportok között. A nagyobb állati terhelésre lehet jelzés a taposott gyomtársulásokban előforduló (BARCSÁK et al., 1978) csillagpázsit megjelenése.

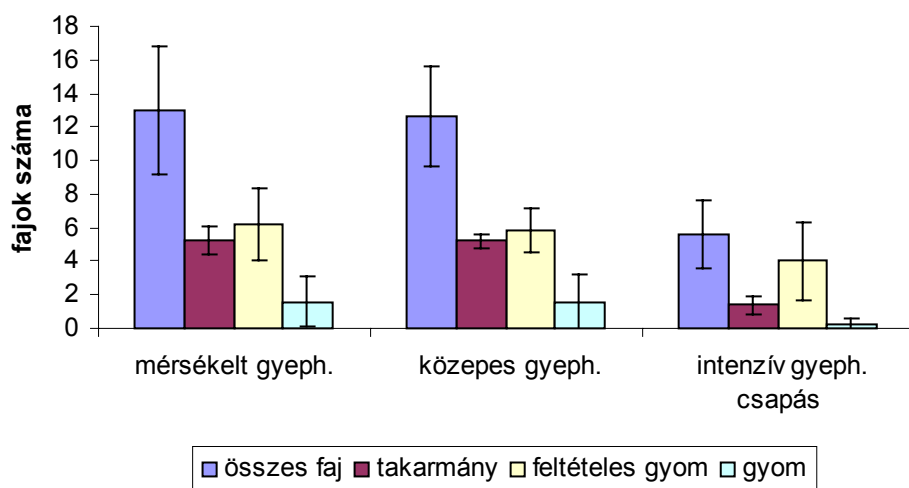
16. ábra

Növényfajok száma a Gyökérkút legelőn – növénycsoportok szerinti csoportosítás



17. ábra

Növényfajok száma a Gyökérkút legelőn – takarmányérték szerinti csoportosítás



30. táblázat

A sárkánykúti legelőn talált növényfajok száma

	Mérsékelt gyephasználat			Közepes gyephasználat		
	tavaszi	ősz	átlag	tavaszi	ősz	átlag
Összes faj	7	6	6,5	9	9	9
Pázsitfű	2	2	2	3	3	3
Pillangós	0	0	0	0	0	0
Egyéb kétszikű	5	4	4,5	6	6	6
Takarmány	1	1	1	2	2	2
Feltételes gyom	4	4	4	5	5	5
Gyom	2	1	1,5	2	2	2

4.3.2.2. A legelőhasználat hatása a fűvek, pillangósok és egyéb kétszikűek borítási arányára

A 31. táblázat a pázsitfűvek, pillangósok és az egyéb kétszikű növények %-os jelenlétét ismerteti a Gyökérkút legelőn. A mérsékelt és a közepes intenzitású legelőhasználat esetén a pázsitfűvek részaránya volt a legmagasabb, amit - néhány mintavétel kivételével – az egyéb kétszikűek követtek. Az intenzíven használt csapáson a növények többsége nem pillangós kétszikű volt.

A tényleges legelőterületek pázsitfű borítottsága minden esetben többszöröse volt a csapáson felvételezethez képest. A kis és a közepes intenzitású kezelések pázsitfű borítottsága három mintavételezési időpontban különbséget mutatott, közepes intenzitásnál nagyobb volt a jelenlétük. Két felvételezésnél a borítottságuk nem különbözött. A legheterogénebb területnek a csapás bizonyult, ahol a vegetáció az évszakok és az évek között a legnagyobb változékonyságot mutatta, illetve egy felvételezésen belül a legnagyobb szórást (CV%= 10-49).

A pillangós növények borítottsága a mérsékelt gyephasználat 2002. őszi mintavételezésének kivételével néhány %-os volt. A csapáson a felvételezések többségében nem jelent meg pillangós növény. Két mintavételezéskor találtunk bodorka fajokat 0,5%-os borítottsággal, vagyis a pillangós fajok nem tolerálták a marhák taposását, melyhez hasonló eredményeket kapott ANDRAE (2004) is. A mérsékelt használt területen, majdnem minden felvételezésnél alacsonyabb volt a pillangósok

jelenléte, mint a közepes terhelésnél. Heterogén eloszlással jelentkeztek, gyakran több mint 50% volt a szórás mértéke.

A csapáson megjelenő növények döntő többségét az egyéb kétszikűek közé lehetett sorolni, borításuk 29,5-62,5% között változott. Megjelenési arányuk stabilitását a viszonylag kis szórásértékek is erősítik. Ezzel a jelenléttel minden felvételezésnél szignifikánsan magasabb borítási értéket adtak a mérsékelt és a közepes intenzitással használt területekhez képest. A borítottsági érték több mint 90%-át a porcsin keserűfű jelentette, e mellett az esetek többségében a többi faj kevesebb mint 1%-ban volt jelen. KEHL (1995) tanulmányában a porcsin keserűfüvet úgy említi, mint a legelő állatok útvonalain egyik leggyakrabban megjelenő gyomot. Az egyéb kétszikűek borítási értéke a közepes intenzitással hasznosított legelőterületeken volt a legkisebb.

A botanikai felvételezések során megfigyeltük azokat a növényfajokat, amelyek az itató középpontjától távolodva megjelentek az itató szélein. Ezeket sorba rendeztük a térbeli közelségük alapján (39.-43. melléklet). Így az első fajok közé a taposást és a tápanyagkoncentrációt jól tűrő növények kerültek. Az angol perje és a porcsin keserűfű volt váltakozva az első és a második helyen. Az itató szélein betöltött szerepük várható volt, hiszen a csapásnál is e két faj jelentette a vegetáció túlnyomó részét. Kissé távolodva a sziki árpa, pásztortáska, bókoló bogáncs, gyermekláncfű és a réti perje jelent meg. Sorrendjük nem volt állandó, évről évre változott. Hasonló arányban találtunk az első hat megjelenő faj között pázsitfűveket és egyéb kétszikűeket, míg pillangós növény mindössze egyetlen felvételezésnél került be a pioneer fajok közé.

31. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított területek botanikai összetétele – növénycsoportok szerint - a Gyökérkút legelőn

borítottság %

	2001. tavasz		2001. ősz		2002. tavasz		2002. ősz		2003. tavasz	
	átlag %	szórás	átlag %	szórás	átlag %	szórás	átlag %	szórás	átlag %	szórás
	Pázsitfű									
Mérsékelt gyephasználat	80,5 b	2,3	76 b	6,6	74 b	5,4	63 b	1,4	86 b	5,7
Közepes gyephasználat	83,5 b	1,4	89 c	3,9	82,5 c	1,4	87 c	4,2	81 b	2,2
Intenzív gyephasználat (csapás)	12,5 a	2,8	23 a	11,3	15 a	1,6	14 a	3,3	1,5 a	0,3
	Pillangós									
Mérsékelt gyephasználat	5 b	1	5 b	2,7	2 b	0,8	18,5 b	1,8	6 c	2,9
Közepes gyephasználat	5 b	2,4	3 b	1,4	1 b	0,8	1 a	0,8	0,5 b	0
Intenzív gyephasználat (csapás)	0 a	0	0,5 a	0	0 a	0	0,5 a	0	0 a	0
	Egyéb kétszikű									
Mérsékelt gyephasználat	10 b	1,6	17 b	4,2	21 b	5,0	11,5 b	2,5	5 a	1,4
Közepes gyephasználat	5,5 a	1,9	2 a	1	9 a	2,5	4 a	1,6	4,5 a	0,9
Intenzív gyephasználat (csapás)	43,5 c	14,2	29,5 c	5,4	45 c	6,4	46 c	4,4	62,5 b	5,7

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

A Sárkánykút legelőn 2002 tavaszán és őszén végeztünk botanikai felmérést (32. táblázat).

Pillangós növény sem a mérsékelt, sem a közepes intenzitással használt területeken nem volt található. A mérsékelt intenzitás vegetációját közel megegyező arányban alkották pázsitfűvek és egyéb kétszikűek, ezzel szemben a közepes intenzitásnál a pázsitfűvek domináltak.

A nagyobb gyephasználati intenzitás szignifikánsan nagyobb pázsitfű, illetve kisebb egyéb kétszikű borítottságot eredményezett. Amíg a pázsitfűveknél megközelítőleg 50%-os volt a kezelések közötti eltérés, addig a nem pillangós kétszikűeknél a kisebb állati terhelés esetén a borítottság több mint 2,5-szerese volt a közepes intenzitásnál kapott értékeknek.

32. táblázat

A különböző intenzitással használt területek botanikai összetétele –
növénycsoportok szerint - a Sárkánykút legelőn

borítottság %

	2002. tavasz		2002. ősz	
	átlag %	szórás	átlag %	Szórás
	Pázsitfű			
Mérsékelt gyephasználat	42 a	15,3	41 a	5,0
Közepes gyephasználat	71 b	6,7	66 b	6,5
	Pillangós			
Mérsékelt gyephasználat	0	0	0	0
Közepes gyephasználat	0	0	0	0
	Egyéb kétszikű			
Mérsékelt gyephasználat	41,5 b	23,1	39 b	14,9
Közepes gyephasználat	14 a	6,4	15 a	3,9

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

4.3.2.3. A legelőhasználat hatása a takarmánynövények, feltételes gyomok, gyomok borítási arányára

A 33. táblázatban a takarmányértékük szerint csoportosítottuk a Gyökérkút legelő vegetációját. A takarmánynövény, feltételes gyom, gyom csoportokba tartozó növények borítottsági értékei kezelésenként változtak. A tényleges legelőterülettel szemben a csapáson megjelenő vegetáció többsége feltételes gyom volt. Mindhárom gyephasználati intenzitás vegetációja megegyezett abban, hogy elenyésző mértékben

voltak jelen gyomnövények, két felvételezésnél egyik intenzitás sem mutatott gyomosodást.

A csapáson előforduló takarmánynövények adták a legkisebb borítottsági értéket, ahol az angol perje volt a meghatározó. A társulásban betöltött dominanciája nem volt stabil, jelenlétét évről évre jelentős szórás jellemezte. A 2003-as évben a porcsin keserűfű szaporodott el az angol perje rovására. A mérsékelt és a közepes intenzitással használt területek takarmánynövény-borítottsága már nem adott ilyen egyértelmű eredményt.

A feltételes gyomok borítottsága a közepes intenzitás, mérsékelt intenzitás, csapás sorrendben növekedett. A csapás minden évben szignifikáns különbséget mutatott a másik két kezelés értékeitől, a mérsékelt és a közepes intenzitás feltételes gyomborítottsága az esetek többségénél különbözött. Az alacsony intenzitás magas értékei főként a közönséges cickafark gyakori előfordulásának tulajdoníthatóak.

A Gyökérgút legelőn mindössze néhány gyom fordult elő, ezek is csak néhány egyedet jelentettek. A csapáson vagy nem volt gyom vagy olyan kis egyedszámmal fordult elő, hogy ez volt a szignifikánsan legkisebb borítottságú terület. A mérsékelt és a közepesen használt legelőterületek között érdemi különbséget nem tapasztaltunk.

Sáránykúton a gyepterületének takarmányértéke alapján a nagyobb állati terhelés több legeltetésre kiválóan alkalmas pázsitfűvet eredményezett, ezzel szemben a gyomborítottság a harmada volt a kisebb intenzitáshoz képest (34. táblázat). Utóbbinak a magyarázata a kis intenzitással használt legelőterületeken nagy borítottsági értékkel előforduló sziki üröm volt. A feltételes gyomok aránya nem különbözött a két kezelés között.

A jószágállás, a Gyökérgútnál vizsgált itatóhoz hasonlóan olyan intenzíven használt terület volt, ahol a tehenek borjaikkal sokat tartózkodnak, nagy a tápanyagterhelés és csupasz a talajfelszín. Az állás széléinél a tiprást tűrő és a magas tápanyagtartalmú talajt kedvelő fajok közül az angol perje és a porcsin keserűfű jelent meg többek között.

A vizsgált legelők gyomborítottsága a sáránykúti legelő mérsékelt használt területein kívül nem érte el a hazánk gyepeire átlagosan jellemző 34%-os (BARCSÁK et al., 1978; VINCZEFFY, 1993) értéket. Leginkább a HARASZTI (1977) szerint még megengedhető borítottság, a 15-30% tartomány volt a jellemző.

33. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított területek botanikai összetétele – takarmányérték szerinti csoportosításban - a Gyökérkút legelőn borítottság %

	2001. tavasz		2001. ősz		2002. tavasz		2002. ősz		2003. tavasz	
	átlag %	szórás	átlag %	szórás	átlag %	szórás	átlag %	szórás	átlag %	szórás
	Takarmány									
Mérsékelt gyephasználat	80,5 b	2,8	81 b	8,6	74,5 b	5,9	81,5 b	0,8	90,5 c	3,3
Közepes gyephasználat	86,5 c	1,4	92 b	3,7	82,5 c	1,4	88 c	3,7	81 b	2,2
Intenzív gyephasználat (csapás)	11 a	3,7	23,5 a	11,3	15 a	1,6	14,5 a	3,3	0,5 a	0,3
	Feltételes gyom									
Mérsékelt gyephasználat	14 b	2,9	17 b	4,2	21 b	4,7	11,5 b	2,5	5 a	1,4
Közepes gyephasználat	6,5 a	2,2	2 a	1	8 a	2,5	4 a	1,6	4 a	0,8
Intenzív gyephasználat (csapás)	45 c	14,8	29,5 c	5,4	44,5 c	6,4	46 c	4,4	63,5 b	5,7
	Gyom									
Mérsékelt gyephasználat	1 b	0,8	0	0	1,5 a	1	0	0	1,5 b	0,5
Közepes gyephasználat	1 b	0,5	0	0	2 b	0	0	0	1 b	0,3
Intenzív gyephasználat (csapás)	0 a	0	0	0	0,5 a	0	0	0	0 a	0

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

34. táblázat

A különböző intenzitással hasznosított területek botanikai összetétele – takarmányérték szerinti csoportosításban - a Sárkánykút legelőn

borítottság %

	2002. tavasz		2002. ősz	
	átlag %	szórás	átlag %	Szórás
	Takarmány			
Mérsékelt gyephasználat	40 a	15,4	39 a	3,6
Közepes gyephasználat	70,5 b	6,7	65,5 b	6,5
	Feltételes gyom			
Mérsékelt gyephasználat	6	2,9	6	1,8
Közepes gyephasználat	4	1,4	6	1,4
	Gyom			
Mérsékelt gyephasználat	37,5 b	20,3	35 b	12,8
Közepes gyephasználat	10,5 a	7,1	9,5 a	5,2

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

4.3.2.4. A legelőhasználat hatása a gyep mezőgazdasági értékére

A sárkánykúti és a gyökérkúti legelőre egyaránt kiszámítottuk a mérsékelt és a közepes intenzitással használt gyepterületek mezőgazdasági értékét (35. és 36. táblázat). Az intenzíven használt területek egyikére sem számoltuk ezt az értéket, mivel egyik sem jelent takarmánybázist az állatok számára.

A gyökérkúti legelő mindkét gyephasználati intenzitású területe, mindegyik felvételezési időpontban az 5 kategóriába sorolható mezőgazdasági érték közül a másodikba tartozott, amely csekély értékű, gyenge gyepet jelent (35. táblázat). A mérsékelt és a közepes intenzitással használt legelőrészek mezőgazdasági értéke szignifikánsan két felvételezésnél különbözött, az intenzívebb használat értékesebb gyepet eredményezett.

A Sárkánykút legelő mindkét intenzitással használt területe az értéktelen, silány gyep kategóriájába sorolható. A tavaszi és az őszi vegetáció is szignifikánsan értékesebb volt a közepes intenzitással használt, tápanyagdúsabb legelőterületen (36. táblázat).

Mindkét vizsgált legelőn a gyephasználat úgy változtatta meg a botanikai összetételt, hogy az intenzívebb állati terhelés értékesebb gyepet eredményezett, azonban a változás nem volt olyan mértékű, hogy az adott legelőterület jobb minősítési kategóriába került volna.

35. táblázat

A gyökérkúti legelő különböző intenzitással hasznosított gyepterületeinek
mezőgazdasági értéke

Felvételezés ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat	
	átlag	szórás	átlag	szórás
2001. 04.	7,8	0,5	7,7	0,2
2001. 11.	5,1	0,3	6,2	0,9
2002. 04.	5,8 a	0,7	7,9 b	0,2
2002. 11.	6,0 a	0,5	8,7 b	0,4
2003. 04.	6,8	0,4	7,6	1,0

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

36. táblázat

A Sárkánykút legelő különböző intenzitással hasznosított gyepterületeinek
mezőgazdasági értéke

	2002. tavasz		2002. ősz	
	átlag	szórás	átlag	szórás
Mérsékelt gyephasználat	1,7 a	0,6	1,6 a	0,2
Közepes gyephasználat	2,9 b	0,3	2,7 b	0,3

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

4.4. A szarvasmarha bélsarának és vizeletének elemtartalma

A bélsár elemtartalmának méréséhez 2002. június és október hónapokban gyűjtöttünk friss mintákat (37. táblázat). A tehenektől vizeletet - mintavétel nehézségei miatt - év közben nem vettünk, a mintavételezés a Sárkánykút gulya téli szálláshelyén, a behajtás napján történt.

Egyik legelőn sem találtuk szignifikáns különbséget a nyári és az őszi bélsárminták elemtartalma között. Jelentős eltérések több elemnél adódtak, de a nagy szórás miatt - ami az egyedi táplálékfelvételből és anyagcseréből adódott - ezek a különbségek statisztikailag nem kerültek megerősítésre.

Az eredmények hasonlóak a nemzetközi irodalomban ismertetett (WHITEHEAD, 2000) koncentrációkhoz.

Mivel az elemzett minták elemtartalma a begyűjtés előtt elfogyasztott legelőfü beltartalmának függvényében jelentősen változik, az ismertetett koncentrációkból messzemenő következtetéseket nem lehet levonni. A legelő növényzetét, annak

összetételét a mozaikosság, heterogenitás jellemezte, így az állatok naponta, illetve egy napon belül más és más összetételű takarmányt fogyasztottak.

Mindezek a vizsgálatok megerősítik azt a megközelítést, hogy a legeltetés hatásának pontos megismeréséhez nem a bélsár és a vizelet néhány alkalommal meghatározott beltartalmával kalkulálva kell a változásokat becsülni, hanem magát a talajt és a növényzetet kell elemezni. Mindezt a ható tényezők (bélsár, vizelet) nagyfokú beltartalmi heterogenitása indokolja.

37. táblázat

A szarvasmarha bélsarának és a vizeletének elemtartalma a vizsgált legelőkön (mg/kg)

	bélsár								vizelet	
	Gyökérkút				Sárkánykút					
	VI. hó (n=4)		X. hó (n=4)		VI. hó (n=4)		X. hó (n=4)		XII. hó (n=3)	
Elem	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
P	6154	3380	8998	1836	6303	1809	7478	2993	469	75,0
S	2768	1320	3561	279	2702	915	3171	1113	863	255
K	6552	792	6422	1034	5759	1544	7174	1567	10839	2080
Co	1,50	0,81	2,38	0,31	1,37	0,44	1,55	0,56	0,17	0,02
Cu	47,20	11,5	54,3	17,5	58,4	15,9	63,5	9,74	1,25	0,61
Fe	2095	875	2385	410	2046	693	2297	1067	7,25	1,26
Mn	241	65,8	210	19,3	220	56,7	240	97,5	0,27	0,05
Zn	145	68,1	217	49,5	138	37,5	151	58,0	2,93	0,23

4.5. A tehenek makro- és mikroelem ellátottsága

Mind a két vizsgált legelőn szőrmintát gyűjtöttünk 6-6 tehéntől majd megmértük azok P, S, K, Co, Cu, Fe, Mn, Zn koncentrációját (38. táblázat). Egy időpont mintáinak elemzését elegendőnek tartottuk, mivel a teljes szőr vizsgálata a hosszú távú ellátottságról tájékoztat.

Az eredményeket PULS (1990; 1994), REGIUSNÉ – NAGY (1977), REGIUSNÉ et al. (1990), ANKE et al. (2005) szerint értékelve egyik elem sem tartozott sem a toxikus sem a hiánytüneteket mutató tartományba. Egyedül a szőr foszforkoncentrációja közelítette meg hiányos ellátottságra utaló értéket. A tehenek rézellátottsága Sárkánykúton megegyezik, Gyökérkúton némileg magasabb a REGIUSNÉ (1990) által, szikes talajon legeltetett teheneknél mért koncentrációktól.

Eredményeink némileg ellentmondanak SZALAY et al. (1977) hortobágyi legelőkről származó takarmánynövények elemtartalma alapján levont következtetéseinek. Vizsgálatában a legelőfű vastartalmát megfelelőnek találta, azonban úgy értékelte, hogy a tehenek mangán-, cink- és rézhiányban szenvednek. Mi a megállapításunkat a szőr elemtartalma alapján tettük, így előfordulhat, hogy az ellentmondás mindössze látszólagos, mivel az állat által felvett mikroelem mennyiségének meghatározásához számolni kell a nyalósó mikroelemtartalmával, - amit CHIY-PHILIPS (1996) is kiemelnek - illetve a marhák téli takarmányával, amely nem minden esetben a legelőfű szénája.

Sárkánykútnál a kálium és a vas, Gyökérkútnál pedig mindössze a vas adott nagy szórásértéket. A többi vizsgált elem koncentrációja a szőrben hasonló volt a gulya tehenei között.

38. táblázat

A tehénszőr elemtartalma a vizsgált legelőkön (mg/kg)

Elem	Gyökérkút		Sárkánykút	
	átlag	szórás	átlag	szórás
P	189	15,5	202	12,9
S	32157	1508	34005	2126
K	737	101	1510	461
Co	0,09	0,02	0,07	0,02
Cu	7,71	0,39	7,00	0,98
Fe	132	55,5	103	44,4
Mn	14,9	1,27	9,02	2,73
Zn	97,8	4,59	103	4,86

5. KÖVETKEZTETÉS

Ma Magyarországon a legelő állatok száma jóval kevesebb annál, mint amit a legelők, illetve a terméshozama lehetővé tene. Ennek ellenére egy adott legelőn az állatlétszám jelentősen meghaladhatja a gyepterület tartó képességét, így az állatok által kedvelt részekben túlhasználott területek alakulhatnak ki. Környezetvédelmi szempontból olyan fenntartható legeltetési rendszert kell megvalósítani, ahol az állat igényeinek kielégítése mellett nem játszódnak le káros folyamatok sem a legelő növényzetében, sem talajában.

Az említett kívánalmaknak megfelelő gyephasználathoz ismernünk kell, hogy a legelő állat szelektív legelése, taposása, bélsarának és vizeletének tápanyagtartalma milyen változásokat okoz az adott legelő növényi összetételében és talajtulajdonságaiban. A gyepen lejátszódó változásokat alapvetően a használat intenzitása határozza meg, azonban jelentős hatást gyakorolnak rá az éghajlati tényezők és a talajadottságok is.

Eredményeink szerint az intenzíven használt itató (1-2,5 MPa) és jószágállás (0,5 MPa) talajában a felső néhány cm-es rétegnek penetrációs ellenállása a többi legelőterülethez (2-4 MPa) képest alacsonyabb volt. Ez a laza szerkezet a marha folytonos mozgásából adódik, mivel körmeivel ezt a felső réteget nem tömörítette, hanem tiprásával lazította. A mélységgel a talaj ellenállása növekedett, a jószágállásnál a legelőre jellemző értéket vette fel, míg az itatónál a 9-25 cm-es réteg eredményei szignifikánsan nagyobbak voltak, mint a legkisebb taposási terhelésnek kitett területen mért értékek. Ebben a talajszintben tömörödést tapasztalt MURPHY (1995) is. A jószágállás talajának ellenállása azért nem volt nagyobb a legelőhöz képest, mert itt - az itatóval ellentétben - a gulya leginkább fekszik, így az állatok nagy felületen érintkeznek a talajjal.

A csapás talaja a felső néhány cm-ig igen tömör volt, majd mélyebben a talajellenállás a kisebb intenzitással használt legelőterületekétől nem különbözött. Az alsóbb rétegekben a talaj nem tömörödött, mert egy-egy csapást az állatok mindössze 1-2 évig használnak. A közepes legelőhasználat, a mérsékelt használat képest számottevően nem növelte a talaj penetrációs ellenállását.

A gyengén savanyú talajú legelőn a talaj pH értéke a nagymértékű legelőhasználat hatására növekedett, a semleges tartományba került. A lúgos talajú legelőn a talaj

kémhatását szignifikánsan nem befolyásolta a legeltetési intenzitás, azonban az intenzívebb használat során a talaj pH-ja csökkent. Következésképpen feltételezhető, hogy a bélsár és a vizelet pufferként a semleges tartomány felé közelíti a kémhatást. A közepes intenzitású gyephasználat hatására kialakult pH érték nem különbözött a mérsékelten hasznosított legelő talajának kémhatásától.

A közepes intenzitású legelőhasználat a mérsékelthez képest nem növelte a talaj sótartalmát meghatározó ionok koncentrációját.

Az intenzíven használt legelőterületek talajának só%-a a 0-20 cm-es mélységben szignifikánsan nagyobb volt a gyep többi részén mért értékektől. A legkisebb és a legnagyobb intenzitások közötti különbség hozzávetőlegesen tízszeres volt.

Az itató és a jószágállás talajának sótartalma a mélységgel csökkent, a többi kezelés ezzel ellentétes tendenciát mutatott, mivel a réti szolonyec talaj sófelhalmozódási szintje a mélyebb rétegekben található.

A talaj vízben oldható összessó-tartalma az intenzíven használt itatóhelyen a legeltetési időben növekedett, majd a téli félév során csökkent.

Az intenzívebb állati jelenlét mindkét vizsgálati területen növelte a talaj szerves C koncentrációját, mely egyezik WILLIAMS – HAYNES (1995) közlésével. Az itató, a jószágállás és a hosszú ideje közepes intenzitással használt gyepterületek talajának szerves C tartalma is különbözött a gyep azon részétől, ahol csak legeléskor tartózkodik az állat.

Az intenzíven használt legelőterületek 20 cm alatti talajrétegének szerves C%-a a többi kezeléshez hasonló volt, egy területen mértünk kisebb koncentrációt.

Az itató és a jószágállás 0-20 cm-es talajának összes nitrogén tartalma szignifikánsan több volt, mint a vegetációval borított gyepen. Az évtizedekig tartó közepes intenzitású gyephasználat növelte a talaj összes nitrogéntartalmát, ellenben a rövidebb idejű legeltetés azt nem befolyásolta.

A talaj összes N tartalma a mélységgel számottevően csökkent, az intenzíven használt gyepterület talajának nagyobb N koncentrációja legelőtől függően, a 20-60 cm-es mélységig maradt meg.

A talaj ammónium-nitrogén koncentrációja az állati terhelés növekedésével megegyezően változott. A mérsékelttől a közepes intenzitással használt legelőrészek,

illetve a csapás talajának ammónium-nitrogén koncentrációja nem minden esetben különbözött szignifikánsan, azonban az itató és a jószágállás talajában mért értékek minden esetben nagyobbak voltak. Az ürülekből származó ammónia a mélyebb talajrétegekben nem volt jelen. Eredményeink számszerűen lényegesen eltérnek, azonban tendenciában megerősítik az ürülekből származó ammónium-nitrogén mozgásával kapcsolatos szakirodalmi véleményt (ZHANG et al., 2001; JARVIS et al., 1989; BUSSINK, 1992).

A nitrát-N koncentráció az ammóniához hasonlóan változott annyi különbséggel, hogy a túlterhelt helyeken a talajok magasabb nitrátmennyisége mélyebben is kimutatható volt. Az intenzíven használt itatónál - hasonlóan ANGER et al. (1997) kísérletéhez - a vegetációs időszak alatt a talaj ammónia- és nitrátkoncentrációja statisztikailag bizonyítottan nőtt, majd a tél folyamán csökkent.

A talaj Lakanen-Erviö oldható és összes foszfor-, kálium- és kéntartalma a gyephasználat intenzitásának változásával megegyezően változott mindkét vizsgált legelőn, azonban ez nem minden esetben volt szignifikáns.

A rövidebb legeltetési múltú legelőn a mérsékelt és közepes intenzitással használt területek talajának P, S és K koncentrációja nem különbözött egymástól, míg a több évtizedes legeltetés után a Lakanen-Erviö oldható P és K, illetve az összes P és S koncentrációk szignifikáns különbséget mutattak a kezelések között.

Az intenzíven használt legelőrészek, úgy mint jószágállás és itató talajának P, K és S tartalma mindkét legelőn szignifikánsan nagyobb volt a kizárólag tápanyagforrásként használt legelőterülethez képest. Az állatok által kedvelt legelőrészekben NGUYEN – GOH (1993) és WILLIAMS et al. (1990) is a tápelemfelhalmozódását mutatott ki.

A nyári és a téli félév váltakozása egyedül a talaj Lakanen-Erviö oldható kálium koncentrációját befolyásolta a 0-20 cm-es rétegben. Az itatóhely talajának felvehető kálium tartalma tavasztól ősziig növekedett, majd tavaszra a vertikális mozgás révén lecsökkent.

A talaj foszfor koncentrációjában a gyephasználati intenzitások mindössze 20 cm mélységig adtak szignifikáns különbséget. A talaj kén és kálium készlete 40, illetve 60 cm-es mélységig volt nagyobb az intenzíven használt legelőrészekben a kisebb intenzitású használatához képest.

A talaj kobalt, cink és réz tartalma egyértelműen nem igazolta, hogy ezeknek az elemeknek a koncentrációját a gulya különböző intenzitású gyephasználat.

Az állatok pihenőhelyein gyakran előfordulnak a legeltetéshez szorosan hozzátartozó vastárgyak, berendezések. Feltételezhető, hogy túlterhelt helyek talajának nagyobb vastartalma nem az állat jelenlétének következménye, hanem a legeltetési eszközökből származik.

A mikroelemek közül a talaj összes mangán koncentrációja az intenzíven használt legelőrészekben bizonyult a legkisebbnek.

A közepes legelőhasználati intenzitás a mérsékelthez képest nem változtatta meg a növényborítottságot. Eredményeink nem egyeznek BARTON – ROGER (1979) közlésével, mi szerint a legeltetés csökkenti a borítást. Azonban megállapításunkat alátámasztja, hogy a legelés intenzitása elsődlegesen nem a borítást, hanem a botanikai összetételt befolyásolja (ANDRAE, 2004). A csapást terhelő állati taposás jelentősen visszatartotta a vegetációt, itt hozzávetőlegesen 40% volt a növényzet nélküli felszín aránya. Az intenzíven használt itatóhely és jószágállás felszíne csupasz volt, így borítottsági értéke 0%.

A fajgazdagabb legelőn a közepes intenzitással használt legelőrész vegetációjának diverzitása nem különbözött a mérsékelt intenzitással használt területhez képest. Ezzel ellentétben a kevesebb növényfajú legelőn a gyephasználat intenzitása befolyásolta a fajgazdagságot, az intenzívebb használat több pázsitfűvet és egyéb kétszikű növényt eredményezett. A csapás, vagyis a gulya által kijárt útvonal lényegesen fajszegényebbnek bizonyult, mert az intenzív taposást kevés faj tudja tolerálni (SCHUSTER, 1979).

A különböző intenzitású legelőhasználat mindkét vizsgált területen megváltoztatta a legelő botanikai összetételét. A közepes intenzitású legelőhasználatnál - a mérsékelt intenzitáshoz képest - magasabb volt a pázsitfűvek aránya, a pillangósok és az egyéb kétszikűek borítottsága alacsonyabb volt. Azonban egyik legelőn nem minden esetben igazolódott a szignifikancia, míg a másik vizsgált legelőn az eltérés erősen szignifikáns volt.

A csapás vegetációjára, a tényleges legelőterületekkel összehasonlítva, a kisebb pázsitfű és pillangós, és a nagyobb egyéb kétszikű borítottság volt jellemző. Az itató környékén a pázsitfűvek és az egyéb kétszikűek egyaránt előfordultak, azonban a pillangósoknak nem kedveztek a körülmények.

A legelő növényeit takarmányértékük szerint csoportosítva egyértelműen nem állapítható meg, hogy a feltételes gyomok aránya a mérsékelt és a közepes intenzitású gyephasználat esetén miként változik. A jó minőségű takarmánynövények borítottsága a közepes intenzitású gyephasználat hatására nem minden esetben szignifikánsan, de növekedett. A gyomborítottságot a közepes intenzitású legelőhasználat egyik legelőn nem befolyásolta, míg a másik vizsgált területen a mérsékelt intenzitással használt részekben a nagy arányban megjelenő sziki üröm okozott számottevő gyomborítottságot. A csapásokon élő növények adták a legnagyobb feltételes gyom és takarmánynövény borítottságot, illetve a legkisebb mértékű gyomelőfordulást.

Az intenzíven használt itató és jószágállás környékének növényei többségükben feltételes gyomok voltak, e mellett előfordultak takarmánynövények, illetve gyomfajok is.

A mérsékelt és a közepes intenzitással használt gyepterületeken meghatároztuk a gyepterület mezőgazdasági értékét. Mindkét legelőn azt az eredményt kaptuk, hogy az intenzívebb állati terhelés értékesebb gypet eredményezett, azonban a változás nem volt olyan mértékű, hogy az adott legelőterület jobb minősítési kategóriába került volna.

A szőrvizsgálatok alapján mindkét gulya tehenei megfelelően ellátottak P, S, K, Co, Cu, Fe, Mn és Zn elemekkel. Különbséget a gulyák között a vas- és a mangánellátottságban tapasztaltunk, mely feltételezhetően az eltérő takarmánybázisra vezethető vissza. Tápelem-ellátottsággal kapcsolatos eredményeink megegyeznek REGIUSNÉ (1990) méréseivel.

Kísérleteinkben eltérést tapasztaltunk a különböző intenzitással használt gyepterületek talajtulajdonságai, illetve vegetációja között. Ezek mértékét munkánk során számszerűsítettük. Eredményeink igazolják, hogy agrárkörnyezetvédelmi szempontból érzékeny természeti területeken kiemelten fontos feladat a legeltetés, szabadtartás szakmai megalapozottsága, folyamatos figyelemmel kísérése, illetve a talaj és a botanikai vizsgálatok elvégzése.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Hortobágyi legelőkön végeztünk vizsgálatokat, hogy megállapítsuk a magyar szürke marha különböző intenzitású gyephasználatának hatását a legelő talajának tömödöttségére, néhány kémiai tulajdonságára, a kémiai tulajdonságok időbeni változására, a növényzetének borítottsági értékeire, fajgazdagságára, takarmányértékére, összetételére. Célul tűztük ki, hogy megállapítsuk a vizsgált gulyák teheneinek átlagos makro- és mikroelem ellátottságát.

A kísérleti helyül a Hortobágyi Nemzeti Park területén két, magyar szürke szarvasmarhával legeltetett gyepterületet választottunk ki. Mindkét legelőn szabad legeltetést folytattak 200 tehénnel és annak szaporulatával, a gyökérkúti legelőn 1993-tól, a Sárkány legelőn már öt évtizede. A talajtípus mindkét vizsgálati helyszínen réti szolonyec. Különböző intenzitással használt területeket (mérsékelt, közepes, intenzív használat) jelöltünk ki talaj- és növényminták gyűjtése céljából. A mérsékelt és a közepes legelőhasználati intenzitás a legelőfüvet biztosító területet jelentette, míg az intenzíven használt terület az itatóhely, a jószágállás és az állatok vonulási nyomvonala, a csapás volt. Vizsgálatainkat 2001-2003 között végeztük.

A talaj fizikai tulajdonságai közül a penetrációs ellenállását mértük a 0-40 cm mélységben. A kémiai tulajdonságok közül a következőket vizsgáltuk: kémhatás, vízben oldható összessó-tartalom, szerves C%, összes nitrogén, nitrát-nitrogén, ammónium-nitrogén, illetve a Lakanen-Erviö oldható és összes elemtartalom a foszfor, kén, kálium, kobalt, réz, vas, mangán, cink elemekre. A talajmintákat a 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm rétegből gyűjtöttük. Meghatároztuk a növényi borítottságot, a gyep botanikai összetételét, a tehénszőr, bélsár, és a vizelet elemtartalmát.

A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy a közepes intenzitású legelőhasználat a mérsékelthez képest nem növeli számottevően a talaj penetrációs ellenállását. Az állatok vonulási nyomvonalán, a csapáson nagyobb a talajellenállás, ellenben az állatok pihenő és itatóhelyén a felső talajrétegben alacsonyabb az ellenállás a tényleges legelőterülethez képest.

Vizsgálataink szerint a gyephasználat intenzitása megváltoztatja a talaj kémiai tulajdonságait. A legelő állatok ürüléke a semleges kémhatás felé mozdítja el a gyengén savanyú talaj pH értékét. Az intenzíven használt gyepterületek talajának, a takarmánybázist biztosító tényleges legelőrészek talajához képest, magasabb a vízben oldható összes só, szerves szén, összes nitrogén, nitrát-nitrogén, ammónium-nitrogén, Lakanen-Erviö oldható és összes foszfor, kálium, kén tartalma.

Bizonyos talajkémiai tulajdonságok időbeli változását is kimutattuk: a felső talajréteg vízben oldható összes só, ammónium-nitrogén, nitrát-nitrogén tartalma az intenzíven használt legelőrészekben a legeltetési időben növekszik, majd a téli félév során csökken.

A vizsgált gyepeken úgy tapasztaltuk, hogy a gyephasználat intenzitása befolyásolja a gyep botanikai összetételét. A pázsitfűvek borítottsága nagyobb, a pillangósok és az egyéb kétszikű növények borítottsága pedig kisebb, amennyiben mérsékelt helyett közepes intenzitással használ a gulya egy területet. A közepes intenzitású legelőhasználat zárt gyepen csökkenti a növényborítottságot, azonban egy eredetileg is alacsonyabb borítottságú legelőn nem okoz változást, ugyanilyen intenzitású gyephasználat a mérsékelthez képest fajgazdag gyepen nem változtatja meg a növényfajok számát. A hortobágyi legelőkön tapasztaltak alapján az intenzív állati terhelést és taposást leginkább tűrő pioneer fajok az angol perje és a porcsin keserűfű.

7. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ, ILLETVE ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI

Egy, illetve több évtizeden keresztül folytatott szarvasmarha legeltetés következményeit vizsgáltuk hortobágyi legelőkön. A gyephasználat intenzitásának hatását megállapító vizsgálataink új, illetve újszerű tudományos eredményei az alábbiak:

- A közepes intenzitású legelőhasználat a mérsékelthez képest számottevően nem növeli a talaj penetrációs ellenállását. Intenzív gyephasználat esetén a talajellenállás a használat módjától függően változik. Az állatok vonulási nyomvonalán, a csapáson nagyobb a talajellenállás, ellenben az állatok pihenő és itatóhelyén a felső talajrétegben alacsonyabb az ellenállás a tényleges legelőterülethez képest. A változások a talaj felső 20-25 cm-éig jelentkeznek.
- A gyephasználat intenzitása megváltoztatja a talaj kémiai tulajdonságait.
A legelő állatok ürüléke a semleges kémhatás felé mozdítja el a gyengén savanyú talaj pH értékét.
Az intenzíven használt gyepterületek talajának, a takarmánybázist biztosító tényleges legelőrészek talajához képest, nagyobb a vízben oldható összes só, szerves szén, összes nitrogén, nitrát-nitrogén, ammónium-nitrogén, Lakanen-Erviö oldható és összes foszfor, kálium, kén tartalma.
A közepes intenzitással használt legelőterületek talajának vízben oldható összes só, szerves szén, összes nitrogén, nitrát-nitrogén, ammónium-nitrogén, Lakanen-Erviö oldható és összes foszfor, kálium, kén tartalma nem különbözik vagy bizonyos körülmények között (hosszabb legeltetési múlt, intenzívebb használat, talajadottság) nagyobb lehet a mérsékelt használt területhez képest.
- A felső talajréteg vízben oldható összes só, ammónium-nitrogén, nitrát-nitrogén tartalma az intenzíven használt legelőrészekben a legeltetési időben növekszik, majd a téli félév során csökken.
- A közepes intenzitású legelőhasználat zárt gyepen csökkenti a növényborítottságot, azonban egy eredetileg is alacsonyabb borítottságú legelőn nem okoz változást.

- A közepes intenzitású legelőhasználat a mérsékelthez képest fajgazdag gyepen nem változtatja meg a növényfajok számát.
- A gyephasználat intenzitása befolyásolja a gyep botanikai összetételét. A pázsitfűvek borítottsága nagyobb, a pillangósok és az egyéb kétszikű növények borítottsága pedig kisebb, amennyiben mérsékelt helyett közepes intenzitással használ a gulya egy területet.
A hortobágyi legelőkön az intenzív állati terhelést és taposást leginkább tűrő pioneer fajok az angol perje és a porcsin keserűfű.

8. MELLÉKLETEK

1. melléklet

A vizsgált és a vizsgálatot megelőző évek havi csapadékösszege (Hortobágy)

hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
	Havi csapadékösszeg (mm)											
1999.	9	60,1	18,6	68	54,8	117,6	82,5	24,4	41,9	14,3	74	70,2
2000.	24,8	22,6	40,3	50,6	16	13	66,7	3,5	43,2	1,9	0	0
2001.	34,4	25,9	76,8	50,8	0,9	160,4	77,7	18	93,8	24	31,7	5,8
2002.	8,2	28,9	18,3	16	11,8	61,5	46,6	51,7	64,9	46	29,9	27,7
2003.	36,6	39,4	9,7	13,7	54,4	22,2	84,5	1,2	43	90	21,7	20,8

2. melléklet

A vizsgált és a vizsgálatot megelőző évek havi átlaghőmérséklete (Hortobágy)

Hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
	Havi átlaghőmérséklet (°C)											
1999.	-0,7	-1	6,7	12,4	15,9	20,7	22,4	19,9	18,2	10,7	3,7	0,7
2000.	-3,3	2,5	5	14,1	18,1	20,9	20,2	22,1	14,6	12,8	8	2,4
2001.	1,1	2,7	8	11,3	18,2	18,2	21,8	21,9	13,4	12,1	1,7	-5,8
2002.	-1,7	3,7	5,9	9,8	17,5	19	21,8	19,4	13,8	9,2	6	-1,8
2003.	-3,3	-6,1	2,9	9,2	19,1	21,3	21,3	22,4	14,4	7,9	5,9	-0,5

3. melléklet

A vizsgált és a vizsgálatot megelőző években a napsütéses órák száma (Hortobágy)

hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
	Havi napsütéses órák összege											
1999.	48,6	82,3	195,6	194,3	263	248,1	280,5	283	230,8	140,4	57,9	64,5
2000.	54,8	134,1	132,1	196,9	303,1	347,4	232,1	310,1	194,2	166,4	102,1	73,4
2001.	68,3	114,6	112	185,2	303,3	213	245	307	102,5	136,1	71,9	61,6
2002.	57,9	83,2	196	199,7	239,1	270	270,4	247,6	155,6	119	53	60,3
2003.	35,8	113,2	191,1	209,9	289,3	330,5	249,9	334,4	205,8	131,6	104,9	85,5

4. melléklet

A vizsgált és a vizsgálatot megelőző évek havi átlagos relatív páratartalma (Hortobágy)

hó	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
	Havi átlagos relatív páratartalom (%)											
1999.	96	94	77	75	74	83	75	77	69	83	88	91
2000.	89	88	88	68	64	65	78	65	84	71	82	90
2001.	92	74	76	67	53	70	73	65	84	88	84	88
2002.	87	86	70	65	67	69	70	79	79	86	90	82
2003.	90	84	72	60	66	65	74	61	75	82	90	90

5. melléklet

A gyephasználati intenzitás kiszámításának módja

A gyephasználati intenzitás mértékegysége: **számosállat-nap/m²**

A mértékegységet egy évre vonatkoztatva használom. Azt fejezi ki, hogy az adott gyepterület egységnyi felületére átlagosan mennyi számosállat-nap jut. Ebben a számolásban azonos értékkel szerepel, amennyiben 2 számosállat tölt el egységnyi területen egy napot, illetve az ha 1 számosállat tölt el 2 napot. Az állatok súlyát is egységesíteni kellett, így bevezetésre került a számosállat kifejezés (500 kg élősúly), mi szerint egy számosállat természetesen jelenthet egy tehenet vagy három borjút is.

A kijelölt mintavételi területek használatának mértékét havi becslések alapján a következőképpen számoltam:

Gyephasználati intenzitás =

Σ (gyephasználati napok x (számosállat x óra/24)_{nap})_{hónap}/területnagyság

gyephasználati nap: az adott hónapban azoknak a napoknak a száma, amikor a gulya a területen tartózkodott (a legeltetési időnyen kívül értéke 0)

területnagyság: az egy gyephasználati intenzitásba (mérsékelt, illetve közepes intenzitással használt legelőterület, csapás, itatóhely, jóságállás) tartozó terület m²-ben kifejezve

6. melléklet

A talaj penetrációs ellenállása a Gyökérkút legelőn (MPa) (n=10)

mélység cm	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (itató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
1	2,38	0,494	3,21	0,903	0,93	0,421	4,91	1,274
2	2,98	0,380	3,97	0,955	1,21	0,511	6,02	0,869
3	3,27	0,577	4,19	1,068	1,98	1,506	6,42	0,691
4	3,49	0,668	4,84	1,182	2,74	2,451	6,50	0,812
5	3,67	0,515	5,20	1,039	3,47	2,101	6,63	0,778
6	3,83	0,490	5,30	1,057	4,70	2,475	6,47	0,776
7	3,96	0,508	5,51	1,175	4,89	1,978	6,38	0,634
8	4,02	0,494	5,23	1,069	6,13	0,929	6,06	0,606
9	4,09	0,504	5,19	1,146	6,64	0,662	5,97	0,695
10	4,04	0,480	5,10	1,252	6,67	1,078	5,63	0,779
11	4,02	0,482	5,09	1,233	6,66	0,959	5,44	0,885
12	3,93	0,418	5,04	1,204	7,06	0,534	5,02	0,919
13	3,88	0,476	5,01	1,142	7,24	0,410	4,83	1,203
14	3,92	0,393	4,93	1,197	6,90	0,750	4,68	1,170
15	3,86	0,442	4,88	1,197	6,97	0,587	4,73	1,288
16	3,86	0,388	4,92	1,122	7,13	0,354	4,58	1,113
17	3,81	0,376	4,96	1,154	7,12	0,547	4,71	1,153
18	3,78	0,353	4,91	1,130	6,90	0,612	4,83	1,092
19	3,90	0,406	4,84	1,223	6,83	0,753	5,17	1,198
20	3,92	0,418	4,94	1,324	6,70	1,014	5,24	1,139
21	4,12	0,538	4,86	1,299	6,67	0,733	5,38	1,010
22	4,19	0,501	4,90	1,292	6,49	0,937	5,39	0,774
23	4,28	0,580	4,92	1,296	6,54	1,016	5,60	0,803
24	4,34	0,606	4,94	1,339	6,26	0,908	5,80	0,661
25	4,58	0,650	5,07	1,426	6,19	0,927	6,00	0,723
26	4,76	0,635	5,09	1,474	6,31	1,024	6,09	0,819
27	4,99	0,722	5,23	1,669	6,19	0,824	6,27	0,737
28	5,28	0,797	5,27	1,629	6,07	0,892	6,02	0,800
29	5,57	0,820	5,36	1,596	6,07	0,926	6,10	0,840
30	5,94	0,829	5,44	1,592	5,96	0,834	6,18	0,777
31	6,14	0,791	5,50	1,629	5,70	0,702	6,36	0,737
32	6,32	0,789	5,60	1,655	5,63	0,737	6,49	0,679
33	6,33	0,658	5,64	1,722	5,62	0,620	6,14	0,637
34	6,40	0,650	5,71	1,797	5,63	0,659	6,31	0,681
35	6,31	0,609	5,93	1,889	5,68	0,669	6,30	0,654
36	6,47	0,574	5,89	1,697	5,50	0,759	6,19	0,511
37	6,43	0,464	6,06	1,857	5,52	0,636	6,46	0,513
38	6,60	0,324	5,86	1,699	5,51	0,689	6,60	0,648
39	6,58	0,399	5,97	1,692	5,53	0,650	6,44	0,461
40	6,59	0,389	6,14	1,737	5,54	0,687	6,54	0,604

7. melléklet

A talaj penetrációs ellenállása a Sárkánykút legelőn (MPa) (n=10)

mélység cm	Mérsékelt gyephasználát		Közepes gyephasználát		Intenzív gyephasználát (jószágállás)		Intenzív gyephasználát (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
1	1,90	0,311	2,13	0,507	0,70	0,200	4,36	0,763
2	2,22	0,504	2,58	0,603	0,87	0,250	5,85	0,515
3	2,81	0,620	3,32	0,609	0,72	0,249	6,43	0,651
4	3,15	0,912	3,83	0,948	0,49	0,233	6,57	0,646
5	3,35	0,953	4,10	1,098	0,45	0,331	6,68	0,653
6	3,62	0,991	4,48	1,139	0,52	0,266	6,66	0,311
7	3,87	0,938	4,83	1,097	1,08	0,742	6,52	0,464
8	4,01	0,904	4,83	1,171	1,82	1,265	6,17	0,406
9	4,04	0,834	4,89	1,148	2,67	1,650	6,18	0,304
10	3,96	0,769	4,75	0,981	3,43	2,028	5,84	0,602
11	4,01	0,731	4,87	1,137	4,06	1,996	5,67	0,762
12	3,94	0,619	4,53	0,842	4,00	1,446	5,40	0,677
13	3,90	0,661	4,64	1,164	4,98	1,476	5,32	0,873
14	3,87	0,609	4,38	0,975	5,30	1,260	5,25	0,799
15	3,90	0,728	4,52	1,136	4,79	1,104	5,05	0,724
16	3,98	0,808	4,44	1,193	5,15	1,060	4,81	0,734
17	3,84	0,877	4,25	1,228	5,60	0,408	4,80	0,642
18	3,81	0,809	3,89	0,831	5,42	0,834	4,71	0,454
19	3,70	0,707	4,26	1,244	5,13	0,837	4,68	0,433
20	3,76	0,897	4,00	0,878	5,29	0,953	4,57	0,397
21	3,75	0,817	4,20	1,234	5,07	0,668	4,61	0,502
22	3,74	0,844	4,18	1,192	5,26	0,837	4,64	0,468
23	3,74	0,925	4,13	1,258	4,88	0,498	4,63	0,553
24	3,84	0,818	4,24	1,310	5,15	1,027	4,76	0,556
25	3,93	0,949	4,22	1,345	4,88	0,834	4,75	0,453
26	4,01	0,945	4,31	1,299	4,83	0,986	4,86	0,475
27	4,03	0,841	4,38	1,406	4,72	0,934	4,95	0,572
28	4,15	0,857	4,22	1,229	4,78	1,114	4,90	0,432
29	4,28	0,881	4,41	1,370	4,71	0,897	4,88	0,408
30	4,32	0,945	4,51	1,526	4,50	0,742	4,90	0,479
31	4,38	1,019	4,53	1,521	4,51	0,837	4,93	0,377
32	4,27	0,889	4,47	1,478	4,34	0,802	4,99	0,458
33	4,52	1,009	4,71	1,682	4,25	0,725	4,84	0,488
34	4,53	1,002	4,71	1,658	4,06	0,595	5,00	0,485
35	4,51	0,903	4,40	1,247	3,88	0,625	5,03	0,641
36	4,59	0,864	4,62	1,472	3,79	0,524	5,14	0,691
37	4,56	0,837	4,60	1,382	3,68	0,583	5,21	0,704
38	4,71	0,742	4,73	1,398	3,60	0,533	5,16	0,691
39	4,72	0,797	4,61	1,207	3,55	0,608	5,15	0,803
40	4,80	0,720	4,99	1,463	3,42	0,563	5,10	0,686

8. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kémhatása a mélység függvényében (Gyökérkút)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	pH _(H2O)							
0-20	5,73 a	0,03	5,84 a	0,13	7,30 b	0,18	6,28 a	0,45
20-40	7,04 a	0,10	6,96 a	0,39	8,23 b	0,58	7,72 ab	0,15
40-60	8,27 a	0,28	7,73 a	0,48	9,19 b	0,19	8,71 b	0,14
	pH _(KCl)							
0-20	4,66 a	0,05	4,65 a	0,20	6,60 b	0,19	5,15 a	0,47
20-40	5,68 a	0,19	5,84 a	0,38	7,40 b	0,33	6,04 a	0,39
40-60	7,04 a	0,35	6,28 a	0,44	8,01 b	0,17	7,31 ab	0,16

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a P<0,05 szinten.

9. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kémhatása a mélység függvényében (Sárkánykút)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	pH _(H2O)					
0-20	8,36	0,58	7,50	0,19	7,70	0,10
20-40	9,48 b	0,21	8,55 a	0,46	8,77 ab	0,10
40-60	9,91 b	0,11	9,35 a	0,33	9,09 a	0,02
	pH _(KCl)					
0-20	7,04	0,32	6,59	0,30	7,23	0,18
20-40	7,91	0,24	7,37	0,53	7,46	0,09
40-60	8,41 b	0,20	8,18 b	0,16	7,79 a	0,02

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a P<0,05 szinten.

10. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának sótartalma a mélység függvényében (Gyökérkút, %)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	0,034 a	0,008	0,028 a	0,002	0,317 c	0,015	0,107 b	0,021
20-40	0,080 a	0,010	0,104 a	0,064	0,227 b	0,021	0,157 ab	0,035
40-60	0,200	0,010	0,197	0,064	0,193	0,025	0,250	0,060

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

11. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának sótartalma a mélység függvényében (Sárkánykút, %)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	0,083 a	0,061	0,073 a	0,006	0,983 b	0,065
20-40	0,250 b	0,010	0,090 a	0,030	0,787 c	0,032
40-60	0,277 a	0,029	0,160 a	0,053	0,590 b	0,151

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

12. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának szerves C koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, %)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	2,91 bc	0,08	2,50 b	0,08	3,28 c	0,29	2,01 a	0,20
20-40	1,83 b	0,09	1,98 b	0,17	1,09 a	0,15	1,12 a	0,22
40-60	1,12 b	0,14	1,50 c	0,20	0,57 a	0,06	0,64 a	0,07

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

13. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának szerves C koncentrációja a mélység függvényében (Sárkánykút, %)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	1,80 a	0,28	3,60 b	0,48	2,98 b	0,30
20-40	0,83 a	0,09	1,43 b	0,16	0,67 a	0,04
40-60	0,48 a	0,18	0,89 b	0,16	0,57 ab	0,01

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

14. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának ammónium-N koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	4,70 a	1,54	4,70 a	1,92	12,2 b	2,95	7,77 a	1,15
20-40	3,17	1,94	2,53	1,06	5,47	1,77	2,43	0,32
40-60	2,90	0,27	3,13	0,29	2,17	0,59	3,80	2,52

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

15. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának ammónium-N koncentrációja a mélység függvényében (Sárkánykút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
	átlag	Szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	2,40 a	0,36	13,3 b	2,26	20,8 b	5,97
20-40	1,90 a	0,70	1,97 a	1,00	5,23 b	0,64
40-60	1,03	0,15	1,20	0,17	1,37	0,12

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

16. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának nitrát-N koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	2,70 a	1,31	2,77 a	2,12	20,8 b	6,32	14,7 b	4,36
20-40	1,83 a	0,93	1,50 a	0,17	14,6 b	3,40	11,9 b	5,37
40-60	2,07 a	0,25	1,67 a	0,40	17,0 b	3,46	10,2 b	3,38

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

17. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának nitrát-N koncentrációja a mélység függvényében (Sárkánykút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0-20	1,27 a	0,76	8,23 b	2,42	11,2 b	1,48
20-40	0,90 a	0,36	3,80 b	0,78	4,66 b	0,12
40-60	1,87	0,93	2,00	0,53	1,23	0,40

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

18. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének kobalt koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

Mintavétel ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Co							
2002. 04.	5,39	0,174	4,13	0,44	5,71	0,89	4,22	1,44
2002. 11.	4,55	1,05	4,33	0,39	5,01	1,22	4,18	0,43
2003. 04.	4,17	0,76	4,35	0,71	4,80	1,31	4,02	1,27
	Összes Co							
2002. 04.	13,93	0,252	14,56	1,25	14,83	0,67	14,07	1,95
2002. 11.	14,27	0,99	15,83	0,95	13,02	1,33	12,68	1,49
2003. 04.	15,65	3,02	16,64	5,97	14,20	1,45	11,94	3,13

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

19. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kobalt koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Co							
0-20	5,39	0,174	4,13	0,44	5,71	0,89	4,22	1,44
20-40	7,11 c	0,50	3,71 a	0,17	5,33 b	0,30	4,97 ab	0,90
40-60	5,71 b	0,82	4,16 ab	0,33	1,37 a	0,88	6,16 b	1,75
	Összes Co							
0-20	13,93	0,25	14,56	1,25	14,83	0,67	14,07	1,95
20-40	14,07	0,06	14,97	0,87	13,83	0,32	14,47	1,10
40-60	14,07 b	0,57	14,80 b	0,53	10,93 a	1,01	14,33 b	0,21

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

20. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának kobalt koncentrációja a mélység függvényében (Sáránykút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Co					
0-20	1,33	0,57	1,37	0,44	1,61	0,40
20-40	0,61 a	0,11	2,05 b	0,57	3,10 c	0,33
40-60	0,58	0,30	1,43	0,32	1,37	0,40
	Összes Co					
0-20	9,80 b	0,26	8,86 ab	0,62	7,10 a	1,23
20-40	8,46 a	0,29	11,13 b	0,90	13,03 b	1,02
40-60	8,85 a	0,64	11,80 b	0,35	12,7 b	0,98

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

21. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének réz koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mintavétel ideje	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Cu							
2002. 04.	10,35 a	1,61	9,76 a	0,14	24,93 b	2,56	10,21 a	2,24
2002. 11.	12,19 a	3,73	10,09 a	0,82	20,47 b	2,31	12,69 a	1,65
2003. 04.	9,02 a	1,16	9,05 a	1,62	17,91 b	4,03	12,1 ab	1,05
	Összes Cu							
2002. 04.	29,17 b	2,37	27,00 ab	1,30	25,67 ab	0,31	24,53 a	1,32
2002. 11.	30,11	3,46	25,55	3,00	23,42	2,40	24,72	0,66
2003. 04.	25,73	8,28	27,60	5,71	27,4	8,43	24,67	5,29

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

22. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának réz koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Cu							
0-20	10,35 a	1,61	9,76 a	0,14	24,93 b	2,56	10,21 a	2,24
20-40	8,07 a	0,86	10,13 ab	0,66	11,31 b	1,79	10,65 ab	1,07
40-60	5,80 a	0,06	10,48 b	0,80	3,26 a	0,60	17,57 c	4,05
	Összes Cu							
0-20	29,17 b	2,37	27,00 ab	1,30	25,67 ab	0,31	24,53 a	1,32
20-40	26,97	1,08	26,23	1,40	26,30	1,56	29,17	4,62
40-60	24,20 b	0,27	26,97 b	1,10	18,63 a	2,86	31,67 c	1,11

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

23. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának réz koncentrációja a mélység függvényében (Sáránykút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Cu					
0-20	6,58	3,63	8,59	3,02	9,68	1,61
20-40	3,93 a	0,16	7,95 b	0,37	15,00 c	1,68
40-60	1,91 a	0,85	4,52 b	0,89	6,34 b	1,14
	Összes Cu					
0-20	18,00 a	1,55	22,03 b	0,75	16,77 a	0,93
20-40	15,63 a	1,44	24,60 b	1,99	31,73 c	1,20
40-60	14,03 a	0,29	21,40 b	2,29	26,50 c	1,48

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

24. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének vas koncentrációja (Gyölkérkút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mintavétel ideje	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Fe							
2002. 04.	887	49,03	964,7	160,2	785,0	34,0	841,7	82,08
2002. 11.	792 a	232,7	777,3 a	124,9	1491 b	196,6	928,6 a	136,3
2003. 04.	710,3	51,81	829,7	138,2	1286	535,7	903	281,5
	Összes Fe							
2002. 04.	21932 a	385,4	22679 ab	452,7	28496 c	485,6	24389 b	1628
2002. 11.	21968	2565	21843	4144	28150	2127	24034	3064
2003. 04.	23537	4278	24985	10058	26754	3439	21424	6535

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

25. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának vas koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Fe							
0-20	887	49,03	964,7	160,2	785,0	34,00	841,7	82,08
20-40	465,7 b	66,49	724,7 c	141,0	244,7 a	50,60	421,3 a	22,30
40-60	344,0 ab	46,81	461,3 b	160,2	138,7 a	4,93	297,3 ab	19,04
	Összes Fe							
0-20	21932 a	385,4	22679 ab	452,7	28496 c	485,6	24389 b	1628
20-40	28276	1919	27751	4478	35435	1898	32772	4471
40-60	36116 ab	1520	33255 ab	3491	29628 a	3989	37376 b	855,2

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

26. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának vas koncentrációja a mélység függvényében (Sáránykút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Fe					
0-20	310,3 a	36,75	703,3 b	187,6	997,3 b	138,7
20-40	286,3	52,01	355,3	73,44	273,7	46,31
40-60	220,3	47,50	203,7	46,36	159,7	16,04
	Összes Fe					
0-20	21417 b	2458	22497 b	1214	15429 a	1933
20-40	22364 a	2100	29134 b	1926	29129 b	1210
40-60	23927 a	1133	31180 b	968,2	33069 b	2200

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

27. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének mangán koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

Mintavétel ideje	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Lakanen-Erviö oldható Mn								
2002. 04.	448,0 ab	82,02	286,7 a	36,12	492,0 b	29,46	302,3 a	117,9
2002. 11.	318,3 ab	27,06	306,3 ab	45,83	442,7 b	65,39	279,0 a	72,06
2003. 04.	310,3	62,77	294,3	69,34	429	90,42	295,3	22,28
Összes Mn								
2002. 04.	1011 b	35,30	948,3 ab	7,64	904,0 ab	148,1	799,3 a	100,3
2002. 11.	1023 b	63,98	1043 b	59,94	1064 b	143,5	754 a	79,96
2003. 04.	1018	176,3	1047	393,8	966,7	218,7	820	369,2

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

28. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának mangán koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Lakanen-Erviö oldható Mn								
0-20	448,0 ab	82,02	286,7 a	36,12	492,0 b	29,46	302,3 a	117,9
20-40	536,3 c	48,13	229,7 a	5,77	438,3 bc	46,50	373,3 b	56,22
40-60	401,3 c	48,09	264,0 ab	22,52	158,7 a	60,74	336,3 b	57,29
Összes Mn								
0-20	1011 b	35,30	948,3 ab	7,64	904,0 ab	148,1	799,3 a	100,3
20-40	824,3	23,09	780,0	70,19	724,7	83,50	940,3	140,0
40-60	672,7 b	39,50	688,0 b	47,79	509,3 a	56,98	614,7 ab	62,17

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

29. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának mangán koncentrációja a mélység függvényében (Sárkánykút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
Mélység (cm)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Mn					
0-20	210,0 b	9,64	96,93 a	4,56	126,4 a	29,35
20-40	210,0 b	31,00	96,70 a	29,09	158,3 ab	24,54
40-60	189,3	11,68	237,3	70,50	162,0	27,18
	Összes Mn					
0-20	592,0 b	46,81	283,7 a	26,10	216,0 a	49,76
20-40	449,0 b	71,63	293,0 a	16,82	307,0 a	42,57
40-60	450,3	20,50	459,7	76,70	375,0	100,9

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

30. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek 0-20 cm-es talajrétegének cink koncentrációja (Gyökérkút, mg/kg)

	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
Mintavétel ideje	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
	Lakanen-Erviö oldható Zn							
2002. 04.	15,63	3,44	9,48	0,03	24,43	12,16	8,34	0,64
2002. 11.	13,20 a	2,57	10,90 a	2,93	20,57 b	2,73	9,80 a	2,98
2003. 04.	13,17 ab	2,53	8,99 a	0,75	19,13 b	3,95	11,33 a	0,91
	Összes Zn							
2002. 04.	86,10 c	0,61	76,27 b	1,55	78,73 b	1,79	69,57 a	1,42
2002. 11.	85,27	6,80	83,23	10,77	78,17	9,50	67,87	4,84
2003. 04.	85,30	8,63	81,33	13,70	79,17	8,08	66,27	15,26

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

31. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának cink koncentrációja a mélység függvényében (Gyökérkút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (ítató)		Intenzív gyephasználat (csapás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Lakanen-Erviö oldható Zn								
0-20	15,63	3,44	9,48	0,03	24,43	12,16	8,34	0,64
20-40	8,54 b	2,23	5,99 ab	1,15	7,08 ab	1,99	3,99 a	0,30
40-60	4,38	0,49	5,57	1,59	4,46	0,376	9,69	5,81
Összes Zn								
0-20	86,10 c	0,61	76,27 b	1,55	78,73 b	1,79	69,57 a	1,42
20-40	83,00	3,22	74,73	6,69	83,90	1,47	75,33	7,61
40-60	88,30 b	2,26	80,97 b	6,10	61,33 a	8,70	91,73 b	4,40

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

32. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított legelőterületek talajának cink koncentrációja a mélység függvényében (Sáránykút, mg/kg)

Mélység (cm)	Mérsékelt gyephasználat		Közepes gyephasználat		Intenzív gyephasználat (jószágállás)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
Lakanen-Erviö oldható Zn						
0-20	13,98	14,94	10,54	7,76	14,69	8,33
20-40	4,18 b	0,65	1,24 a	0,06	1,91 a	1,00
40-60	9,11	9,77	2,24	1,13	1,80	0,44
Összes Zn						
0-20	51,27	0,90	51,63	6,50	54,16	1,45
20-40	43,77 a	3,84	64,80 b	5,08	67,07 b	2,94
40-60	45,97 a	3,58	60,43 b	3,10	66,10 b	1,39

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a $P < 0,05$ szinten.

33. melléklet

A tavaszi és az őszi talajminták kémiai tulajdonságai közötti különbségek
(2001. 04. - 11., Gyökérkút, 0-20 cm)

	Mérsékelt gyephasználat	Közepes gyephasználat	Intenzív gyephasználat (ítató)	Intenzív gyephasználat (csapás)
só%	NS	NS	***	*
szerves C%	NS	NS	NS	**
NH ₄ -N	NS	NS	***	***
NO ₃ -N	NS	NS	***	***
LE K	NS	NS	***	*

* P<0,1; ** P<0,05; *** P<0,01; NS: nem szignifikáns

LE: Lakanen-Erviö oldható NS: nem szignifikáns

34. melléklet

Az őszi és a tavaszi talajminták kémiai tulajdonságai közötti különbségek
(2001. 11. – 2002. 04., Gyökérkút, 0-20 cm)

	Mérsékelt gyephasználat	Közepes gyephasználat	Intenzív gyephasználat (ítató)	Intenzív gyephasználat (csapás)
só%	NS	NS	***	NS
szerves C%	*	NS	NS	NS
NH ₄ -N	NS	NS	***	***
NO ₃ -N	NS	NS	***	NS
LE K	NS	NS	***	***

* P<0,1; ** P<0,05; *** P<0,01; NS: nem szignifikáns

LE: Lakanen-Erviö oldható

35. melléklet

A tavaszi és az őszi talajminták kémiai tulajdonságai közötti különbségek
(2002. 04. - 11., Gyökérkút, 0-20 cm)

	Mérsékelt gyephasználat	Közepes gyephasználat	Intenzív gyephasználat (ítató)	Intenzív gyephasználat (csapás)
só%	NS	NS	***	NS
szerves C%	NS	NS	NS	***
NH ₄ -N	NS	NS	***	***
NO ₃ -N	NS	*	***	NS
LE K	NS	NS	*	NS

* P<0,1; ** P<0,05; *** P<0,01; NS: nem szignifikáns

LE: Lakanen-Erviö oldható

36. melléklet

Az őszi és a tavaszi talajminták kémiai tulajdonságai közötti különbségek
(2002. 11. – 2003. 04., Gyökérkút, 0-20 cm)

	Mérsékelt gyephasználat	Közepes gyephasználat	Intenzív gyephasználat (ítató)	Intenzív gyephasználat (csapás)
só%	NS	NS	***	NS
NH ₄ -N	NS	NS	***	***
NO ₃ -N	NS	NS	***	NS

* P<0,1; ** P<0,05; *** P<0,01; NS: nem szignifikáns

37. melléklet

A különböző intenzitással hasznosított területek növényborítottsága
a Gyökérkút legelőn

	2001. tavasz		2001. ősz		2002. tavasz		2002. ősz		2003. tavasz	
	átlag %	szórás	átlag %	szórás	átlag %	szórás	átlag %	szórás	átlag %	szórás
Mérsékelt gyephasználat	95,5 b	1,4	98 b	0,8	97 c	1,4	93 b	2,2	97 c	2,7
Közepes gyephasználat	94 b	3,5	94 b	3,2	92,5 b	1,8	92 b	2,8	86 b	1,2
Intenzív gyephasználat (csapás)	56 a	13,1	53 a	12,1	60 a	8,9	60,5 a	7,1	64 a	5,7

Az abc különböző betűi szignifikáns eltéréseket mutatnak a P<0,05 szinten.

38. melléklet

Növényfajok száma a Gyökérkút legelőn

	Mérsékelt gyephasználat						Közepes gyephasználat						Intenzív gyephasználat (csapás)					
	2001. tavasz	2001. ősz	2002. tavasz	2002. ősz	2003. tavasz	átlag	2001. tavasz	2001. ősz	2002. tavasz	2002. ősz	2003. tavasz	átlag	2001. tavasz	2001. ősz	2002. tavasz	2002. ősz	2003. tavasz	átlag
Összes faj	17	8	15	10	15	13	14	9	16	10	14	12,6	9	6	4	5	4	5,6
Pázsitfű	6	3	6	4	5	4,8	6	4	6	4	5	5	4	1	1	1	2	1,8
Pillangós	2	1	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0,4
Egyéb kétszikű	9	4	7	4	7	6,2	7	4	9	5	8	6,6	5	4	3	3	2	3,4
Takarmány	6	4	5	6	5	5,2	6	5	5	5	5	5,2	1	2	1	2	1	1,4
Feltételes gyom	9	4	7	4	7	6,2	6	4	7	5	7	5,8	8	4	2	3	3	4
Gyom	2	0	3	0	3	1,6	2	0	4	0	2	1,6	0	0	1	0	0	0,2

39. melléklet

A különböző intenzitású legelőhasználat hatása a legelő növényi borítottságára és botanikai összetételére (vegetáció tavasszal, Gyökérkút, 2001., %)

	Mérsékelt gyepasz.	Közepes gyepasz.	Intenzív gyepasz. csapás	Intenzív gyepasz. itató #
Borítottság	95,5	94	56	0
Pázsitfűvek				
Angol perje <i>Lolium perenne</i> L.		3	11	1
Réti perje <i>Poa pratensis</i> L.	32	15		
Sovány csenkesz <i>Festuca pseudovina</i> Hack. ex Wiesb.	38	47		
Réti ecsetpázsit <i>Alopecurus pratensis</i> L.	5	16		
Sziki árpa <i>Hordeum hystris</i> Roth			*	3
Tarack búza <i>Elymus repens</i> (L.) Gould.	*			
Puha rozsnok <i>Bromus mollis</i> L.	1	2	*	6
Karcsú fényperje <i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Spreng.	4			
Kőperje <i>Sclerachloa dura</i> L.			*	
Csillagpázsit <i>Cynodon dactylon</i> L.		*		
Pillangósok				
Bodorka fajok <i>Trifolium</i> L. spp.	3	5		
Szarvaskerep <i>Lotus corniculatus</i> L.	2			
Egyéb kétszikűek				
Kakukkfű faj <i>Thymus</i> L. sp.	*			
Közönséges cickafark <i>Achillea millefolium</i> L.	6	*		
Porcsin keserűfű <i>Polygonum aviculare</i> L.			40	2
Apró szulák <i>Convolvulus arvensis</i> L.	*			
Lándzsás útifű <i>Plantago lanceolata</i> L.		*		
Sziki üröm <i>Artemisia santonicum</i> L.		*		
Libapimpó <i>Potentilla reptans</i> L.	*			
Bókoló bogáncs <i>Carduus nutans</i> L.				5
Sziki pozdor <i>Scorzonera cana</i> (C. A. Mey.) Gris.	*			
Koshomlok <i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	*	1	*	
Büdös zsázsa <i>Lepidium rudemale</i> L.			2	4
Mezei iringó <i>Eryngium campestre</i> L.		*		
Pásztortáska <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.			*	
Orvosi székfű <i>Matricaria chamomilla</i> L.			*	
Közönséges tyúkhúr <i>Stellaria media</i> L.	*	2		
Fehér libatop <i>Chenopodium album</i> L.		*		
Magyar szegfű <i>Dianthus giganteiformis</i> Borb. subsp. <i>pontederæ</i> Kern.	*			
Osztrák zsálya <i>Salvia austriaca</i> Jacq.	*			

Az itatónál a kis területen jelentkező koncentrált állati jelenlét következtében a növényzetnek nincs lehetősége csírázni és növekedni. Az oszlopban a számok az itatótól távolodva a fajok megjelenési sorrendjét mutatják.

* Azok a fajok, amelyek jelenléte kevesebb, mint 1%.

40. melléklet

A különböző intenzitású legelőhasználat hatása a legelő növényi borítottságára és botanikai összetételére (vegetáció ősszel, Gyökérkút, 2001., %)

	Mérsékelt gyepasz.	Közepes gyepasz.	Intenzív gyepasz. csapás	Intenzív gyepasz. itató #
Borítottság	98	94	53	0
Pázsitfűvek				
Angol perje <i>Lolium perenne</i> L.		2	23	1
Réti perje <i>Poa pratensis</i> L.	14	12		4
Sovány csenkesz <i>Festuca pseudovina</i> Hack.exWiesb.	60	68		6
Réti ecsetpázsit <i>Alopecurus pratensis</i> L.	2	7		5
Pillangósok				
Bodorka fajok <i>Trifolium</i> L. spp.	5	3	*	
Egyéb kétszikűek				
Közönséges cickafark <i>Achillea millefolium</i> L.	15	*		
Porcsin keserűfű <i>Polygonum aviculare</i> L.			28	
Gyermekláncfű <i>Taraxacum officinale</i> Weber ex Wiggers		*	*	
Pásztortáska <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.			*	2
Libapimpó <i>Potentilla reptans</i> L.	1	*		
Fehér libatop <i>Chenopodium album</i> L.				
Mezei katáng <i>Cichorium intybus</i> L.	*			
Magyar imola <i>Centaurea jacea</i> L. subsp. <i>angustifolia</i> (Schrank) Gugler				
Közönséges tyúkhúr <i>Stellaria media</i> L.				3
Mályva <i>Malva</i> L. sp.				
Lándzsás útifű <i>Plantago lanceolata</i> L.	*	*	*	

Az oszlopban a számok az itatótól távolodva a fajok megjelenési sorrendjét mutatják.

* Azok a fajok, amelyek jelenléte kevesebb, mint 1%.

41. melléklet

A különböző intenzitású legelőhasználat hatása a legelő növényi borítottságára és botanikai összetételére (vegetáció tavasszal, Gyökérkút, 2002., %)

	Mérsékelt gyepasz.	Közepes gyepasz.	Intenzív gyepasz. csapás	Intenzív gyepasz. itató #
Borítottság	97	92,5	60	0
Pázsitfűvek				
Angol perje <i>Lolium perenne</i> L.			15	2
Réti perje <i>Poa pratensis</i> L.	24	39		6
Sovány csenkesz <i>Festuca pseudovina</i> Hack. ex Wiesb.	48	40		
Réti ecsetpázsit <i>Alopecurus pratensis</i> L.		2		
Sziki árpa <i>Hordeum hystrix</i> Roth	*	*		
Tarack búza <i>Elymus repens</i> (L.) Gould.	*	*		
Puha rozsnok <i>Bromus mollis</i> L.	*	*		
Karcsú fényperje <i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Spreng.	*			
Pillangósok				
Bodorka fajok <i>Trifolium</i> L. spp.	1	1		
Szarvaskerep <i>Lotus corniculatus</i> L.	1			
Egyéb kétszikűek				
Kerner kányafű <i>Rorippa kernerii</i> Menyh.				4
Kakukkfű faj <i>Thymus</i> L. sp.	*			
Közönséges cickafark <i>Achillea millefolium</i> L.	16	5		
Porcsin keserűfű <i>Polygonum aviculare</i> L.		*	44	1
Apró szulák <i>Convolvulus arvensis</i> L.	1	*		
Lándzsás útifű <i>Plantago lanceolata</i> L.	*	*		
Üröm <i>Artemisia</i> L. sp.	*	*		
Sziki üröm <i>Artemisia santonicum</i> L.	*	*		
Szörös disznóparéj <i>Amaranthus retroflexus</i> L.		*	*	5
Libapimpó <i>Potentilla reptans</i> L.	2			
Bókoló bogáncs <i>Carduus nutans</i> L.				3
Sziki pozdor <i>Scorzonera cana</i> (C. A. Mey.) Gris.		*		
Koshomlok <i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.		*		
Büdös zsázsa <i>Lepidium ruderales</i> L.			*	
Mezei iringó <i>Eryngium campestre</i> L.		*		

Az oszlopban a számok az itatótól távolodva a fajok megjelenési sorrendjét mutatják.

* Azok a fajok, amelyek jelenléte kevesebb, mint 1%.

42. melléklet

A különböző intenzitású legelőhasználat hatása a legelő növényi borítottságára és botanikai összetételére (vegetáció ősszel, Gyökérkút, 2002., %)

	Mérsékelt gyepasz.	Közepes gyepasz.	Intenzív gyepasz. csapás	Intenzív gyepasz. itató #
Borítottság	93	92	60,5	0
Pázsitfűvek				
Angol perje <i>Lolium perenne</i> L.	*	4	14	2
Réti perje <i>Poa pratensis</i> L.	21	32		
Sovány csenkesz <i>Festuca pseudovina</i> Hack. ex Wiesb.	41	43		
Réti ecsetpázsit <i>Alopecurus pratensis</i> L.	*	8		
Pillangósok				
Bodorka fajok <i>Trifolium</i> L. spp.	18	1	*	6
Szarvaskerep <i>Lotus corniculatus</i> L.	*			
Egyéb kétszikűek				
Közönséges cickafark <i>Achillea millefolium</i> L.	10	2		
Porcsin keserűfű <i>Polygonum aviculare</i> L.		*	45	1
Gyermekláncfű <i>Taraxacum officinale</i> Weber ex Wiggers		*		3
Pásztortáska <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.		*		5
Libapimpó <i>Potentilla reptans</i> L.	*			
Fehér libatop <i>Chenopodium album</i> L.		*	*	
Mezei katáng <i>Cichorium intybus</i> L.	*			
Magyar imola <i>Centaurea jacea</i> L. subsp. <i>angustifolia</i> (Schrank) Gugler	*			
Közönséges tyúkhúr <i>Stellaria media</i> L.			*	
Mályva <i>Malva</i> L. sp.				4

Az oszlopban a számok az itatótól távolodva a fajok megjelenési sorrendjét mutatják.

* Azok a fajok, amelyek jelenléte kevesebb, mint 1%.

43. melléklet

A különböző intenzitású legelőhasználat hatása a legelő növényi borítottságára és botanikai összetételére (vegetáció tavasszal, Gyökérkút, 2003., %)

	Mérsékelt gyepasz.	Közepes gyepasz.	Intenzív gyepasz. csapás	Intenzív gyepasz. itató #
Borítottság	97	86	64	0
Pázsitfűvek				
Angol perje <i>Lolium perenne</i> L.		*	*	2
Réti perje <i>Poa pratensis</i> L.	18	31		3
Sovány csenkesz <i>Festuca pseudovina</i> Hack. ex Wiesb.	62	42		
Réti ecsetpázsit <i>Alopecurus pratensis</i> L.	5	7		
Sziki árpa <i>Hordeum hystrix</i> Roth			1	5
Tarack búza <i>Elymus repens</i> (L.) Gould.				
Puha rozsnok <i>Bromus mollis</i> L.	*	*		6
Karcsú fényperje <i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Spreng.	*			
Pillangósok				
Bodorka fajok <i>Trifolium</i> L. spp.	*	*		
Szarvaskerep <i>Lotus corniculatus</i> L.	5			
Tövisek iglice <i>Ononis spinosa</i> L.	*			
Egyéb kétszikűek				
Kakukkfű faj <i>Thymus</i> L. sp.	*			
Közönséges cickafark <i>Achillea millefolium</i> L.	2	*		
Porcsin keserűfű <i>Polygonum aviculare</i> L.		1	62	1
Apró szulák <i>Convolvulus arvensis</i> L.	*	*		
Libapimpó <i>Potentilla reptans</i> L.	*			
Bókoló bogáncs <i>Carduus nutans</i> L.				3
Sziki pozdor <i>Scorzonera cana</i> (C. A. Mey.) Gris.	*	*		
Koshomlok <i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.		*		
Büdös zsázsa <i>Lepidium rudemale</i> L.			*	4
Mezei iringó <i>Eryngium campestre</i> L.		*		
Pásztortáska <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.		*		
Gyermekláncfű <i>Taraxacum officinale</i> Weber ex Wiggers		*		
Magyar szegfű <i>Dianthus giganteiformis</i> Borb. subsp. <i>pontederæ</i> Kern.	*			
Osztrák zsálya <i>Salvia austriaca</i> Jacq.	*			

Az oszlopban a számok az itatótól távolodva a fajok megjelenési sorrendjét mutatják.

* Azok a fajok, amelyek jelenléte kevesebb, mint 1%.

44. melléklet

A különböző intenzitású legelőhasználat hatása a legelő növényi borítottságára és botanikai összetételére (vegetáció tavasszal, Sárkánykút, 2002., %)

	Mérsékelt gyepasz.	Közepes gyepasz.	Intenzív gyepasz. jószágállás #
Borítottság	83,5	85	0
Pázsitfűvek			
Angol perje <i>Lolium perenne</i> L.			1
Sovány csenkesz <i>Festuca pseudovina</i> Hack. ex Wiesb.	40	70	
Sziki árpa <i>Hordeum hystrix</i> Roth			4
Puha rozsnok <i>Bromus mollis</i> L.		*	
Csillagpázsit <i>Cynodon dactylon</i> L.		*	
Karcsú fényperje <i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Spreng.	2		
Egyéb kétszikűek			
Közönséges cickafark <i>Achillea millefolium</i> L.	3	2	
Porcsin keserűfű <i>Polygonum aviculare</i> L.		*	3
Lándzsás útifű <i>Plantago lanceolata</i> L.	*	*	
Sziki üröm <i>Artemisia santonicum</i> L.	37	10	
Sziki sóvirág <i>Limonium gmelinii</i> (Willd.) Ktze.	*	*	
Fehér libatop <i>Chenopodium album</i> L.			2
Sziki pozdor <i>Scorzonera cana</i> (C. A. Mey.) Gris.		*	
Mezei iringó <i>Eryngium campestre</i> L.	*		

Az oszlopban a számok a jószágállástól távolodva a fajok megjelenési sorrendjét mutatják. * Azok a fajok, amelyek jelenléte kevesebb, mint 1%.

45. melléklet

A különböző intenzitású legelőhasználat hatása a legelő növényi borítottságára és botanikai összetételére (vegetáció ősszel, Sárkánykút, 2002., %)

	Mérsékelt gyepasz.	Közepes gyepasz.	Intenzív gyepasz. jószágállás #
Borítottság	80	81	0
Pázsitfűvek			
Angol perje <i>Lolium perenne</i> L.			1
Sovány csenkesz <i>Festuca pseudovina</i> Hack. ex Wiesb.	39	65	4
Puha rozsnok <i>Bromus mollis</i> L.		*	
Csillagpázsit <i>Cynodon dactylon</i> L.		*	3
Karcsú fényperje <i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Spreng.	2		
Egyéb kétszikűek			
Közönséges cickafark <i>Achillea millefolium</i> L.	3	4	5
Porcsin keserűfű <i>Polygonum aviculare</i> L.		*	2
Lándzsás útifű <i>Plantago lanceolata</i> L.	*	*	
Sziki üröm <i>Artemisia santonicum</i> L.	35	9	
Sziki sóvirág <i>Limonium gmelinii</i> (Willd.) Ktze.	*	*	
Sziki pozdor <i>Scorzonera cana</i> (C. A. Mey.) Gris.		*	

Az oszlopban a számok a jószágállástól távolodva a fajok megjelenési sorrendjét mutatják. * Azok a fajok, amelyek jelenléte kevesebb, mint 1%.

9. IRODALOMJEGYZÉK

1. Abril A. – Bucher E. H. (1999): The effects of overgrazing on soil microbial community and fertility in the Chaco dry savannas of Argentina. *Applied Soil Ecology*. 12. 159-167.
2. Agricultural Research Council (1980): The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal. 1-351.
3. AGROTPO: Agrotopográfiai Adatbázis (készítette: MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete) forrás: <http://gisserver1.date.hu/tikofe/fold/fold.html>
4. Aiken G. E. (1990): Plant and animal responses to a complex grass-legume mixture under different grazing intensities. *Dissertation Abstracts International*. 51:3. 1045.
5. Allison C. D. (2004): Continuous vs. rotational grazing on arid lands. *Southwest Beef Symposium*. Odessa, Texas, USA. 2-5.
6. Anderson P. – Radford E. (1994): Changes in vegetation following reduction in grazing pressure on the National Trust's Kinder Estate, Peak District, Derbyshire, England. *Biological Conservation*. 69. 55-63.
7. Andrae J. (2004): Grazing impacts on pasture composition. *Cooperative Extension Service, University of Georgia, USA. Bulletin 1234*. 1-8.
8. Anger M. – Roth A. – Kühbauch W. (1997): Nitrate losses from excrement patches on pastures. *Grassland Science in Europe*. 2. 187-191.
9. Anke M. – Regiusné M. Á. – Gundel J. (2005): A mangán szerepe a növény- és az állatvilágban, valamint a humán táplálkozásban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 54. 1. 69-80.
10. Aradi Cs. (1994): Gyepgazdálkodás és természetvédelem. In: *A Gyepgazdálkodás az Állattartás Szolgálatában*. Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 11. (Szerk.: Nagy G.). 33-38.
11. Armstrong R. H. – Grant S. A. - Common T. G. – Beattie M. M. (1997): Controlled grazing studies on *Nardus* grassland: effects of between-tussock sward height and species of grazer on diet selection and intake. *Grass and Forage Science*. 52. 219-231.
12. Austrheim G. – Gunilla E. – Olsson A. – Grontvedt E. (1999): Land-use impact on plant communities in semi-natural sub-alpine grasslands of Budalen, central Norway. *Biological Conservation*. 87. 369-379.

13. Balázs F. (1949): A gyepek termésbecslése növénycönológia alapján. Agrártudományok 1./1. p. 26-35.
14. Barcsák Z. – Baskay-Tóth B. – Prieger K. (1978): Gyeptermesztés és –hasznosítás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 1-339.
15. Barcsák Z. – Kertész I. (1986): Gazdaságos gyeptermesztés és hasznosítás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 45-68.
16. Barcsák Z. (1988): Gyomtalanítás. In: Nagy Z. – Vargyas Cs. (szerk.) Gyepnövénytermesztés gyeptakarmány hasznosítás. Gyep- és Takarm. Fejlesztő Gazdasági Társaság, Szombathely. 252-287.
17. Bardgett R. D. – Cook R. (1998): Functional aspects of soil animal diversity in agricultural grasslands. Applied Soil Ecology. 10. 263-276.
18. Bardgett R. D. – Leemans D. K. – Cook R. – Hobbs P. J. (1997): Seasonality of the soil biota of grazed and ungrazed hill grasslands. Soil Biology and Biochemistry. 29:8. 1285-1294.
19. Barnes R. F. – Miller D. A. – Nelson J. C. (1995): Forages, Vol. I. An introduction to grassland agriculture. Fifth Edition, Iowa State University Press, Ames, Iowa. 514.
20. Barrow N. J. (1987): Return of nutrients by animals. In: Snaydon R. W. (ed.) Managed Grasslands: Analytical Studies. Elsevier, Amsterdam. 181-186.
21. Barton S. B. – Roger L. N. (1979): Forage and weed species and grazing management systems on permanent pastures in the Allegheny Highlands of West Virginia. West Virginia University, Bulletin 670. 1-22.
22. Baskai-Tóth B. (1962): Legelő- és rétművelés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 127-159.
23. Berg W. A. – Bradford J. A. – Sims P. L. (1997): Long-term soil nitrogen and vegetation change on sandhill rangeland. Journal of Range Management. 50:5. 482-486.
24. Béri B. – Nagy G. – Vinczeffy I. (1995a): Az időszakos legeltetés hatása tejhasznosítású szarvasmarha-állományok termelésére. 1.: Hatások a tejtermelésre és a termelt tej szomatikus sejtszámára. Állattenyésztés és Takarmányozás. 44:1. 37-49.
25. Béri B. – Nagy G. – Vinczeffy I. (1995b): The influence of grazing on milk production and productive lifetime. Európai Állattenyésztők Szövetségének 46. ülése. Prága. 179.
26. Berrow M. L. – Burridge J. C. – Reith J. W. S. (1983): Soil drainage conditions and related trace element contents. Journal of the Science of Food and Agriculture. 34. 53-54.

27. Berry N. R. – Jewell P. L. – Sutter F. – Edwards P. J. – Kreuzer M. (2001): Effect of concentrate on nitrogen turnover and excretion of P, K, Na, Ca and Mg in lactating cows rotationally grazed at high altitude. *Livestock Production Science*. 71. 261-275.
28. Betteridge K. - W.G.K. Andrewes - Sedcole J.R. (1986): Intake and excretion of nitrogen, potassium and phosphorus by grazing steers. *Journal of Agricultural Science*. 106:393-404.
29. Bodó I. (1992): A régi háziállatfajták és a legelőhasznosítás. In: *Természetes Állattartás 2.* (Szerk.: Vinczeffy I.). 243-251.
30. Breland T. A. – Hansen S. (1996): Nitrogen mineralization and microbial biomass as affected by soil compaction. *Soil Biology and Biochemistry*. 28. 655-663.
31. Broeke M. J. D. – van der Putten A. H. J. (1997): Nitrate leaching affected by management options with respect to urine-affected areas and groundwater levels for grazed grassland. *Agriculture, Ecosystem and Environment*. 66. 197-210.
32. Brooks K. N. – Folliott P. F. – Gregersen H. M. – DeBano L. F. (1997): *Hydrology and the Management of Watersheds*. 2nd ed. Iowa State University Press, Ames.
33. Bryan W. B. – Prigge E. C. (1994): Grazing initiation date and stocking rate effects on pasture productivity. *Agronomy Journal*. 86:1. 55-58.
34. Bullock J. M. – Pakeman R. J. (1996): Grazing of lowland heath in England: management methods and their effects on heathland vegetation. *Biological Conservation*. 79. 1-13.
35. Bullock J. M. (1996): Plant competition and community dynamics. In: *The ecology and management of grazing systems*. Ed.: Illius – Hodgson. CAB International, Wellingford. 69-100.
36. Bussink D. W. (1992): Ammonia volatilization from grassland receiving nitrogen fertilizer and rotationally grazed by dairy cattle. *Fertilizer Research*. 33. 257-265.
37. 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.
38. Byers R. A. – Barker G. M. (2000): Soil dwelling macro-invertebrates in intensively grazed dairy pastures in Pennsylvania, New York and Vermont. *Grass and Forage Science*. 55. 242-252.
39. Carran R. A. (1988): Influence of soil N transformations on cation uptake by urine affected pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 31. 65-70.

40. Carroll Z. L. – Reynolds B. – Emmett B. A. – Sinclair F. L. – Ruiz de Ona C. (2004): The effect of stocking density on soil in upland Wales. CCW Contract Science Report 630. 1-42.
41. CAST (Council for Agricultural Science and Technology) (2002): Environmental Impacts of Livestock on U.S. Grazing Lands. Ames, Iowa. 22. 1-16.
42. Castilla C. E. (1992): Carbon dynamics in managed tropical pastures: The effect of stocking rate on soil properties and above- and below-ground carbon inputs. Dissertation Abstracts International. 53:2. 614.
43. Chiy P. C. – Philips C. J. C. – Ajele C. L. (1994): Sodium fertilizer application to pasture 5. Effects on herbage digestibility and mineral availability in sheep. Grass and Forage Science. 49. 25-33.
44. Chiy P. C. – Philips C. J. C. (1996): Sodium nutrition of dairy cow. In: Philips C. J. C. (ed.) Progress in Dairy Science. CAB International, Wellingford. 29-44.
45. 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.
46. Csizi I. (2003): A hasznosítás és az évjárat hatása a Karcag környéki szikes gyepek termésére. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen. 1-149.
47. Common T. G. – Wright I. A. – Grant S. A. (1998): The effect of grazing by cattle on animal performance and floristic composition in Nardus-dominated swards. Grass and Forage Science. 53. 260-269.
48. Cook D. F. – Dadour I. R. – Ali D. N. (1996): Effect of diet on the excretion profile of ivermectin in cattle faeces. International Journal for Parasitology. 26:3. 291-295.
49. Cookson W. R. – Cornforth I. S. (2002): Dicyandiamide slows nitrification in dairy cattle urine patches: effects on soil solution composition, soil pH and pasture yield. Soil Biology and Biochemistry. 34. 1461-1465.
50. Correa J. E. (1999): Grazing Systems. Alabama A&M and Auburn Universities. 1-4.
51. Curll M. L. – Wilkins R. J. (1983): The comparative effects of defoliation, treading and excreta on a *Lolium perenne* – *Trifolium repens* pasture grazed by sheep. Journal of Agricultural Science. 100. 451-460.
52. Czeplédi L. - Béri B. – Kátai J. (2001): The effects of grazing on pasture lands in protected areas. 52nd Conference of European Association for Animal Production (EAAP), Budapest. 234.

53. Czeglédi L. – Béri B. – Rátónyi T. – Mihók S. (2002): Szarvasmarha-legeltetés hatása a szikes talajra. EU Konform Mezőgazdaság és Élelmiszerbiztonság, Debrecen. 170-175.
54. Daróczy S.-Lelkes J. (1990): Elektronikus talajvizsgáló nyomószonda a mezőgazdasági művelés alatt álló talajok tömörségének helyszíni vizsgálatára. Szabadalmi leírás, Országos Találmányi Hivatal, Budapest. Szabadalmi lajstromszám: 186306.
55. Dexter A. R. (1991): Amelioration of soil by natural processes. Soil and Tillage Research. 20. 87-100.
56. Di H. J. – Cameron K. C. – Silva R. G. – Russel J. M. – Barnett J. W. (2002): A lysimeter study of the fate of ¹⁵N-labelled nitrogen in cow urine with or without farm dairy effluent in a grazed dairy pasture soil under flood irrigation. New Zealand Journal of Agricultural Research. 45. 235-244.
57. Dickinson C. H. – Craig G. (1990): Effects of water on the decomposition and release of nutrients from cow pats. New Phytologist. 115. 139-147.
58. Drewry J. J. – Lowe J. A. H. – Paton R. J. (1999): Effect of sheep stocking intensity on soil physical properties and dry matter production on a Pallic Soil in Southland. New Zealand Journal of Agricultural Research. 42. 493-499.
59. Drewry J. J. – Paton R. J. (2000): Effects of cattle treading and natural amelioration on soil physical properties and pasture under dairy farming in Southland, New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research. 43. 377-386.
60. Early M. S. B. – Cameron K. C. – Fraser P. M. (1998): The fate of potassium, calcium, and magnesium in simulated urine patches on irrigated dairy pasture soil. New Zealand Journal of Agricultural Research 41. 117-124.
61. Evans R. (1977): Overgrazing and soil erosion on hill pastures with particular reference to the Peak District. Journal of the British Grassland Society. 32. 65-76.
62. Evans R. (1990): Soils at risk of accelerated erosion in England and Wales. Soil Use and Management. 6. 125-131.
63. Felföldy L. (1987): A biológiai vízminősítés. Vízügyi Hidrobiológia. 16. 172-175.
64. Ferencz G. (1997): Gyephasználatra kedvező talajnedvesség-tartalom. Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 14. Debrecen. 153-156.
65. Filep Gy. (1995): Az NH₄-N tartalom meghatározása indofenolkék reakció alapján, Kempers módosított módszerével. In: Filep Gy. Talajvizsgálat. Debrecen. 105-107.

66. Filep Gy. (1995): Talajtani alapismeretek II. Talajrendszertan és alkalmazott talajtan. Debreceni Agrártudományi Egyetem, Debrecen. 1-165.
67. Földvári Gy. (1966): Magyarország genetikus talajtípusainak, altípusainak és változatainak szisztematikus jegyzéke. In: Szabolcs I. (szerk.) A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. 201-203.
68. Fontenot J. P. – Church D. C. (1979): The macro (major) minerals. In: Church D. C. (ed.) Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. 2. – Nutrition, 2nd. O B Books. Oregon. 56-99.
69. Frame J. (1992): Improved Grassland Management. Farming Press Books, UK. 1-351.
70. Frank A. B. – Tanaka D. L. – Hofmann L. – Follet R. F. (1995): Soil carbon and nitrogen of Northern Great Plains grasslands as influenced by long-term grazing. Journal of Range Management. 48. 470-474.
71. Frank T. – Bingham F. T. – Chapman H. D. – Pugh A. L. (1954): Solution culture studies on nitrite toxicity to plants. Soil Science Society of America Proceedings. 18. 305-308.
72. Freckman D. W. – Duncan D. A. – Larson J. (1979): Nematode density and biomass in an annual grassland ecosystem. Journal of Range Management. 32. 418-422.
73. Grant S. A. – Suckling D. E. – Smith H. K. – Torvell L. – Forbes T. D. A. – Hodgson J. (1985): Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: the hill grasslands. Journal of Ecology. 73. 987-1004.
74. Gruber F. (1960): Rét és legelő. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1-511.
75. Haraszti E. (1977): Az állat és a legelő. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 1-275.
76. Hargitai L. (1988a): A talajok humusztartalmának meghatározása kolorimetriás módszerrel. In: Buzás I. (szerk) Talaj- és Agrokémiai Vizsgálati Módszerkönyv 2. INDA, Budapest. 155-156.
77. Hargitai L. (1988b): A talaj összesnitrogén-tartalmának meghatározása Kjeldahl szerint. In: Buzás I. (szerk) Talaj- és Agrokémiai Vizsgálati Módszerkönyv 2. INDA, Budapest. 165-169.
78. Haynes R. J. – Williams P. H. (1993): Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. Advanced in Agronomy 49. 119-199.
79. Hobbs R. J. – Gimingham C. H. (1987): Vegetation, fire and herbivore interactions in heathland. Advances in Ecological Research. 16. 87-173.
80. Hogg D. E. (1981): A lysimeter study of mineral nutrient losses from urine and dung applications on pasture. New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 9. 39-46.

81. Holmes W. (1989): Grass its production and utilization II. ed. BGS Blackwell. Oxford-London-Edinburgh-Boston-Melbourne. 1-306.
82. Holt J. A. – Bristow K. L. – McIvor J. G. (1996): The effects of grazing pressure on soil animals and hydraulic properties of two soils in semi-arid tropical Queensland. *Australian Journal of Soil Reserach*. 34. 69-79.
83. Huber S. A. – Judkins M .B. – Krysl L. J. – Svejcar T. J. – Hess B. W. – Holcombe D. W. (1995): Cattle grazing a riparian mountain meadow: effects of low and moderate stocking density on nutrition, behaviour, diet selection, and plant growth response. *Journal of Animal Science*. 73:12. 3752-3765.
84. Hucing H. – Anger M. – Khbauch W. (1995): Zur Wirkung intensiver und extensiver Beweidung auf Grunland unter besonderer Berucksichtigung der Nitratverlagerung. *Wirtschaftseigene Futter*. 41:2. 172-181.
85. Janowszky J. (1995): Szarvasi fűfajták. Öntözési Kutatóintézet, Szarvas.
86. Jarvis S. C. – Hatch D. J. – Roberts D. H. (1989): The effects of grassland management on nitrogen losses from grazed swards through ammonia volatilization; the relationship to excretal N returns from cattle. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge. 112. 205-216.
87. Jarvis S. C. (1993): Nitrogen cycling and losses from dairy farms. *Soil Use and management*. 9. 99-105.
88. Jones R. M. – Bunch G. A. (1995): Yield and population dynamics of *Chamaecrista rotundifolia* cv. Wynn in coastal south-eastern Queensland as affected by stocking rate and rainfall. *Tropical Grasslands*. 29:2. 65-73.
89. Jones R. M. – McDonald C. K. – Clements R. J. – Bunch G. A. (2000): Sown pastures in subcoastal south-eastern Queensland: pasture composition, legume persistence and cattle liveweight gain over 10 years. *Tropical Grasslands*. 34:1. 21-37.
90. Kátai J. (1993): Tanulmány a gyep talajának élővilágáról. In: Legeltetési Állattartás. Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 11. (Szerk.: Vinczeffy I.). 85-100.
91. Kátai J. (1997): A gyepgazdálkodás talajmikrobiológiai vonatkozásai. Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 14. Debrecen. 149-153.
92. Kehl H. (1995): Vegetation dynamics of Macchie and their derivatives under the influence of a small settlement near Antalya. In: (Sukopp H. – Numata M. – Huber A. eds.) *Urban ecology as the basis of urban planning*. Academic Publishing, Amsterdam. The Netherlands. 85-150.

93. Kennedy A. P. – Till A. R. (1981): The distribution in soil and plant of ^{35}S from sheep excreta. *Australian Journal of Agricultural Research*. 32. 339-351.
94. Kovács A. (2000): *Pratológia. Szt. István Egyetem Kiadványa. Gödöllő*. 1-272.
95. Kovács B. - Győri Z. - Prokisch J. - Loch J. - Dániel P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 27(5-8). 1177-1198.
96. Kovács B. - Prokisch J. - Győri Z. - Kovács A. B. - Palencsár A. J. (2000): Studies on soil sample preparation for inductively coupled plasma atomic emission spectrometry analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31(11-14). 1949-1963.
97. Landsberg J. – O'Connor T. – Freudeberger D. (1999): The impacts of livestock grazing on biodiversity in natural ecosystems. In: Jung H. G. – Fahey G. C. (eds.) *Nutritional Ecology of Herbivore. Proceedings of the 5th International Symposium on the Nutrition of Herbivores*. Savoy, USA. 752-777.
98. Láng I. (1992): A gyep szerepe a változó mezőgazdaságban. *Természetes állattartás* 2. Debrecen. 16-18.
99. Lantinga E. A. – Keuning J. A. – Groenwold J. – Deenen P. J. (1987): Distribution of excreted nitrogen by grazing cattle and its effects on sward quality, herbage production and utilization. In: (Van der Meer H. G. – Unwin R. J. – van Dijk T. A. – Ennik G. c. eds.) *Animal manure on grassland and fodder crops: fertilizer or waste?* Martinus Nijhoff, Dordrecht. 103-117.
100. Lavado R. S. – Sierra J. O. – Hashimoto P. N. (1996): Impact of grazing on soil nutrients in a Pampean grassland. *Journal of Range Management*. 49:5. 452-457.
101. Li G. D. – Kemp P. D. – Hodgson J. (1997): Regrowth, morphology and persistence of grassland *Puna chicpra* (*Cichorium intybus* L.) in response to grazing frequency and intensity. *Grass and Forage Science*. 52:1. 33-41.
102. Lukács A. – Rédly L. (1988a): Mintavétel és a minták előkészítése, feltárása, fizikai-kémiai és kémiai vizsgálatokhoz. In: Buzás I. (szerk.) *Talaj- és Agrokémiai Vizsgálati Módszerkönyv 2*. INDA, Budapest. 15-21.
103. Lukács A. – Rédly L. (1988b): Vízben oldható összessó-tartalom meghatározása. In: Buzás I. (szerk.) *Talaj- és Agrokémiai Vizsgálati Módszerkönyv 2*. INDA, Budapest. 175-177.
104. Mackay A. W. – Tallis J. H. (1996): Summit-type blanket mire erosion in the Forest of Bowland, Lancashire, UK: predisposing factors and implications for conservation. *Biological Conservation*. 76. 31-44.

105. MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK) (1970): Modern Farming and the Soil. Report of the Agricultural Advisory Council on Soil Structure and Soil Fertility. London: HMSO.
106. Maldonado G. – Velasquez J. (1990): Preliminary evaluation of management of a mixed grass-legume pasture in the Caqueta piedmont, Colombia. *Pasturas Tropicales*. 12:2. 11-14.
107. Marosi S. – Somogyi S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere I. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. 1-479.
108. Matizha W. – Clatworthy J. N. – Kangai J. R. (1995): Effect of stocking rate on beef cattle performance and vegetation changes on *Hyparrhenia veld* reinforced with fine-stem stylo. *Zimbabwe Journal of Agricultural Research*. 33:1. 23-39.
109. Milchunas D. G. – Lauenroth W. k. (1993): Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs*. 63. 327-366.
110. Milchunas D. G. – Sala O. E. – Lauenroth W. K. (1988): A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist*. 132. 87-106.
111. Miller E. R. – Lei X. – Ullrey D. E. (1991): Trace elements in animal nutrition. In: Mortvedt J. J. (ed.) *Micronutrients in agriculture*. Soil Science Society of America, Madison. 593-662.
112. Miller W. J. (1979): *Dairy Cattle Feeding and Nutrition*. Academic Press, New York. 1-411.
113. Moles R. (1992): Trampling damage to vegetation and soil cover within the Burrell National Park. Mullack Mor. Co. Clare. *Irish Geography*. 25. 129-137.
114. Molnár Zs. (1992): A Pitvarosi-puszták növénytakarója, különös tekintettel a löszpusztagyepre. *Botanikai Közlemények*. 79. 1. 19-27.
115. Monteath M. A. - Johnstone P. D. - Boswell C. C. (1977): Effects of animal on pasture production: I. Pasture productivity from beef cattle and sheep farmlets. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 20. 23-30.
116. Morton J. D. - Baird D. B. (1990): Spatial distribution of dung patches under sheep grazing. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 33. 285-294.
117. Mosquera R. – Gonzalez A. (1995): Estudio de la composición botánica en sistemas lecheros sometidos a distinta carga. *Proceedings of the 1995 Congress of the Spanish Weed Science Society, Spain*. 73-76.

118. Mott J. J. (1985): Mosaic grazing – animal selectivity in tropical savannas of northern Australia. Proceedings of the XV. International Grassland Congress. Kyoto, Japan. 1129.
119. MSZ 21470-50:1998 Környezetvédelmi talajvizsgálatok. Az összes és az oldható toxikuselem-, a nehézfém- és a króm(VI)tartalom meghatározása.
120. Murphy P. (2005): Soil Utilization of Manure. LPES Materilas. 1-16.
http://www.lpes.org/Lessons/Lesson30/30_Soil_Manure.html
121. Murphy W. M. – Mena Barreto 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.
122. Mwendera E. J. – Saleem M. A. M. (1997): Hydrologic response to cattle grazing in the Ethiopian highlands. Agriculture, Ecosystems and Environment. 64. 33-41.
123. Naeh M. A. – Bailey A. W. – Pluth D. J. – Chanasyk D. S. – Hardin R. T. (1991): Grazing impacts on litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta. Journal of Range Management. 44. 7-12.
124. Nagy G. (1993): Gyepesítés, gyepfelújítási módok. Legeltetési Állattartás. Debrecen. 35-64.
125. Nagy G. (2003): A gyepterületek mezőgazdasági értékének meghatározása. In: Jávora A. (ed) Legeltetési állattartás. 271-279.
126. Naveh Z. - Whittaker R.H. (1979): Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. Vegetatio 41: 171-190.
127. Newman R. – Broersma K. – Krzic M. – Bomke A. (1999): Soil compaction on forest plantations following cattle use. Extension Note, British Columbia Ministry of Forests. 34. 1-5.
128. Nguyen M. L. – Goh K. M. (1993): An overview of the New Zealand S-cycling model for recommending S requirements in grazed pastures. New Zealand Journal of Agricultural Research. 36. 474-491.
129. Nguyen M. L. – Goh K. M. (1994): Sulphur cycling and its implications on sulphur fertilizer requirements on grazed grassland ecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 49. 173-206.
130. Nie Z. N. – Ward G. N. – Michael A. T. (2001): Impact of pugging by dairy cows on pastures and indicators of pugging damage to pasture soil in south-western Victoria. Australian Journal of Agricultural Research. 52. 37-43.

131. Northup B. K. – Brown J. R. – Holt J. A. (1999): Grazing impacts on the spatial distribution of soil microbial biomass around tussock grasses in a tropical grassland. *Applied Soil Ecology*. 13. 259-270.
132. Otani I.–Takahashi Y.–Uozumi S.–Yoden Y.–Igarashi R. (1994): Influences of cutting and grazing tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) sward on red-yellow soil on the grass root and soils. *Bulletin of the Chugoku National Agricultural Experiment Station*. 14. 69-89.
133. Owens L. B. – Van Keuren R. W. – Edwards W. N. (1998): Budgets of non-nitrogen nutrients in a high fertility pasture system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 70. 7-18.
134. Pitman W. D. – Machen R. V. – Pond K. R. (1994): Grazing evaluation of Bigalta and Floralta limpograss. *Crop Science*. 34:1. 210-214.
135. Priszter Sz. (1998): *Növényneveink*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 1-547.
136. Proffitt A. P. B. – Bendotti S. – McGarry D. (1995): A comparison between continuous and controlled grazing on a red duplex soil. I. Effects on soil physical characteristics. *Soil and Tillage Research*. 35. 199-210.
137. Puls, R. (1990): *Mineral Levels in Animal Health*. Sherpa International, Canada. 1-240.
138. Puls, R. (1994): *Mineral Levels in Animal Health*. 2nd edn. Diagnostic data, Sherpa International, Canada. 83-109.
139. Putman R. J. (1986): *Grazing in temperate ecosystems. Large herbivores and the ecology of the New Forest*. Croom Helm, London.
140. Rawes M. – Hobbs R. (1979): Management of semi-natural blanket bog in the northern Pennines. *Journal of Ecology*. 67. 789-807.
141. Regiusné M. Á. – Nagy Z. (1977): Ásványianyag- és nyomelemellátás a legeltetési húsmarhatartásban. *Állattenyésztés*. 26. 4. 335-341.
142. Regiusné M. Á. (1990): A szarvasmarha, juh és a ló cink-, mangán-, réz-, molibdén-, nikkel- és kadmiumellátottsága. 3. közlemény: A rézellátás. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 39. 6. 547-562.
143. Regiusné M. Á. – Anke M. – Groppe B. (1990): A haszonállatok ásványianyag státuszának meghatározása a különböző szervek Zn-, Mn-, Cu-, I-, Se-, Mo-, Cd-, Ni-, Li- és As-tartalma alapján. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 39. 1. 85-95.
144. Richards I. R. – Wolton K. M. – Ivins J. D. (1976): A note on the effect of sheep grazing on the yield of grass swards. *Journal of Agricultural Science*. 87. 337-340.

145. Richards I. R. – Wolton K. M. (1976): The spatial distribution of excreta under intensive cattle grazing. *Journal of the British Grassland Society*. 31. 89-92.
146. Robson A. D. (1988): Manganese in soils and plants – an overview. In: Graham R. D. – Hannam R. J. – Uren N. C. (eds.) *Manganese in Soils and Plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 329-333.
147. Robson M. J. – Parsons A. J. – Williams T. E. (1989): Herbage production: grasses and legumes. (in: Holmes ed.) *Grass, its production and utilization*. Second edition. Blackwell Scientific Publications. 60-68.
148. Safley L. M. – Barker J. C. – Westermann P. W. (1984): Characteristics of fresh dairy manure. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*. 27. 1150-1153.
149. SAS Institute Inc. (1999b): *The Analyst Application*, First Edition, Cary NC: SAS Institute Inc., 1-476.
150. SAS Procedures Guide, Version 8. (1999a): SAS Institute Inc., Cary, NC. 1-1729.
151. Scholefield D. – Patto P. M. – Hall D. M. (1985): Laboratory research on the compressibility of four topsoils from grassland. *Soil and Tillage Research*. 6. 1-16.
152. Schuman G. E. – Reeder J. D. – Manley J. T. – Hart R. H. – Manley W.A. (1999a): Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass rangeland. *Ecological Applications*. 9:1. 65-71.
153. Schuman G. E. – Reeder J. D. – Morgan J. A. – LeChain D. R. – Hart R. H. – Eldridge D. – Freudenberger D. (1999b): Influence of grazing on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass prairie. *People and rangelands: building the future*. Proceedings of the VI. International Rangeland Congress, Australia. 230-232.
154. Schuster H. J. (1979): *Analyse und Bewertung von Pflanzengesellschaften im nordlichen Frankenjura - Ein Beitrag zum Problem der Quantifizierung unterschiedlich anthropogen beeinflusster Ökosysteme*. Diss. an der Technischen Universität, Berlin.
155. Seidlheko 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.
156. Sharpley A. N. – Syers J. K. – Springett J. A. (1979): Effect of surface casting earthworms on the transport of phosphorus and nitrogen in surface runoff from pasture. *Soil Biology and Biochemistry*. 11. 459-462.

157. Sheath G. W. – Carlson W. T. (1998): Impact of cattle treading on hill land. 1. Soil damage patterns and pasture status. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 41:2. 271-278.
158. Sholefield D. – Garwood E. A. – Titchen N. M. (1988): The potential of management practices for reducing losses of nitrogen from grazed pastures. In: Jenkinson D. S. – Smith K. A. (eds): *Nitrogen Efficiency in Agricultural Soils*. Elsevier, London. 220-230.
159. Singleton P. L. - Boyes M. - Addison B. (2000): Effect of treading by dairy cattle on topsoil physical conditions for six contrasting soil types in Waikato and Northland, New Zealand, with implications for monitoring. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 43. 559-567.
160. Sipos A. (1977): A gyepek hasznosítása. A gyepgazdálkodás legújabb eredményei. Témadokumentáció. 1-113.
161. Snaydon R.W. (1981): The ecology of grazing pastures. In F. H. W. Morley (ed.) *Grazing animals*. Elsevier, New York. 13.
162. Spedding C. R. W. (1971): *Grassland Ecology*. Oxford University Press, London. 1-221.
163. Stafford Smith D. M. – Pickup G. (1990): Pattern and production in arid lands. *Proceedings of the Ecological Society of Australia* 16. 195-200.
164. Steele K. W. – Judd M. J. – Shannon P. W. (1984): Leaching of nitrate and other nutrients from a grazed pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 27. 5-12.
165. Stefanovits P. (1997): A termőföld és a gyepek. Legeltetéses állattartás. Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 14. Debrecen. 137-139.
166. Solymos P. (1993): Pázsitfűvek, perjeszittyók, sások. Budapest.
167. Syers J. K. – Springett J. A. (1983): Earthworms ecology in grassland soils. In: Satchell J. E. (ed.) *Earthworms Ecology*. Chapman and Hall, London. 67-83.
168. Szalay S. – Sámsoni Z. – Siroki Z. – El-Hyatemy Y. (1977): A Hortobágy legelőterületeinek mikorelem ellátottsága. *Agrokémia és Talajtan*. 26. 95-112.
169. Szemán L. (1997): A gyepek felújítása. *Magyar Mezőgazdaság*. 29-31.
170. Szodfridt Gy. – Barcsák Z. – Vinczeffly I. (1993): A gyepek növényei. In: Vinczeffly I. (szerk.) *Legelő- és gyepgazdálkodás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 104-143.
171. Szűcs I. (1999): A gyepnövényzet természetes kialakulása. *Agroökológia-Gyep-Vidékfejlesztés*. Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 15. Debrecen. 151-154.

172. Szűcsné P. J. – Kóródi S. (1994): A legelő-erdő-juh kölcsönhatás. In: Szűcsné P. J. – Vinczeffly I. eds. Természetes Állattartás 4. 103-114.
173. Thomas T. M. (1965): Sheet erosion induced by sheep in the Pumlumon (Plynlimon) area, mid Wales. In: Rates of Erosion and Weathering in the British Isles. Institute of British Geographers, Bristol. 11-14.
174. Thurow T. L. (1991): Hydrology and erosion. In: R. K. Heitschmidt and J. W. Stuth (eds.): Grazing Management: An Ecological Perspective. Timber Press, Portland, Oregon. 141-160.
175. Ubrizsy G. (1955): Magyarország ruderalis növénytársulásai II. Ökológiai és szukcessziótanulmányok. Növénytermelés. 4. 109-126.
176. Van Vuuren A. M. – Smith M. C. T. (1997): Effect of nitrogen and sodium chloride intake on production and composition of urine in dairy cows. In: Jarvis S. C. – Pain B. F. (eds.) Gaseous nitrogen emissions from grassland. CAB International, Wellingford. 95-96.
177. Várallyay Gy. – Zilahy P. (1989): Talajok. In: Pécsi M. (szerk.) Magyarország Nemzeti Atlasza. Kartográfiai Vállalat. 1989. 77-85.
178. Várallyay Gy. (1993): Talajmintavétel a talajok fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak meghatározásához. In: Buzás I. (szerk.) Talaj- és Agrokémiai Vizsgálati Módszerkönyv 1. INDA, Budapest. 15-23.
179. Vinczeffly I. (1974): Gyepgazdálkodási ismeretek. Egyetemi jegyzet. Debreceni Agrártudományi Egyetem, Debrecen. 1-152.
180. Vinczeffly I. (1993): Legelő- és gyepgazdálkodás. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 1-400.
181. Vinczeffly I. – Nagy G. (1993): Szempontok a legeltetési állattartás értékeléséhez. Legeltetési állattartás. Debrecen. 309-364.
182. Vinczeffly I. (1996): A legeltetés története. Gödöllői Gyepgazdálkodási Tanácskozás. GATE Kiadvány, Gödöllő. 5-10.
183. Volesky J. D. (1996): Forage production and grazing management of chicory. Journal of Production Agriculture. 9:3. 403-406.
184. Warren S. D. – Thurrow T. L. – Blackburn W. H. – Garza N. E. (1986): The influence of livestock trampling under intensive rotation grazing on soil hydrologic characteristics. Journal of Range Management. 40. 491-495.

185. Weber G. E. – Jeltsch F. – Rooyen N. van – Milton S. J. – van Rooyen N. (1998): Simulated long-term vegetation response to grazing heterogeneity in semi-arid rangelands. *Journal of Applied Ecology*. 35:5. 687-699.
186. West C. P. – Mallarino A. P. – Wedin W. F. – Marx D. B. (1989): Spatial variability of soil chemical properties in grazed pastures. *Soil Science Society of America Journal*. 53. 784-789.
187. Whalley W. R. – Dumitru E. – Dexter A. R. (1995): Biological effects of soil compaction. *Soil Tillage and Research*. 35. 53-68.
188. 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.
189. Whitehead D. C. (2000): Nutrient elements in grassland. CABI Publishing, UK. 1-369.
190. Whiting D. – Wilson C. – Card A. (2003): Soil pH. Colorado State University Cooperative Extension, USA. CMG Facts Sheets. 22. 1-4.
191. Wilkinson S. R. – Lowrey R. W. (1973): Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: Butler G. W. – Bailey R. W. (eds.) *Chemistry and biochemistry of herbage*. Vol. 2. Academic Press, London. 247-315.
192. Williams B. L. – Shand C. A. – Sellers S. – Young M. E. (1999): Impact of synthetic sheep urine on N and P in two pastures in the Scottish uplands. *Plant and Soil* 214. 93-103.
193. Williams P. H. – Gregg P. E. H. – Hedley M. J. (1990): Fate of potassium in dairy cow urine applied to intact soil cores. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 33. 151-158.
194. Williams P. H. – Haynes R. J. (1993): Fate of ³⁵S-labelled urine sulphate in urine affected areas of pasture soil under field conditions. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 121. 83-89.
195. Williams P. H. – Haynes R. J. (1994): Comparison of initial wetting pattern nutrient concentration in soil solution and the fate 15N-labelled urine in sheep and cattle urine patch areas of pasture soil. *Plant and Soil*. 162. 49-59.
196. Williams P. H. – Haynes R. J. (1995): Effect of sheep, deer and cattle dung on herbage production and soil nutrient content. *Grass and Forage Science*. 50:3. 263-271.
197. Willms W. D. – Dormaar J. F. – Adams B. W. – Douwes H. E. (2002): Response of mixed prairie to protection from grazing. *Journal of Range Management*. 55. 210-216.

198. Wolton K. M. (1979): Dung and urine as agents of sward change: a review. In: Charles H. A. – Haggard R. J. (eds.) Changes in sward composition and productivity. Occasional Symposium 10. British Grassland Society, Hurley. 131-135.
199. Xia J. X. – Hodgson J. – Chu A. C. P. (1994): Effects of severity of grazing on tissue turnover in Matua prairie grass dairy pasture. New Zealand Journal of Agricultural Research. 37:1. 41-50.
200. Zhang Y. J. – Jiang W. L. – Ren J. Z. (2001): Effects of sheep night penning on soil nitrogen and plant growth. New Zealand Journal of Agricultural Research. 44. 151-157.
201. Zobell D. R. - Waldron B. L. - Olson K. C. - Harrison R. D. - Jensen H. (2003): Forage kochia for fall/winter grazing. Utah State University, Cooperative Extension, USA. 1-4.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőimnek, **Dr. Béri Béla** egyetemi docensnek és **Dr. Nagy Géza** egyetemi tanárnak a vizsgálataim megtervezésében, kivitelezésében és a dolgozat megírásában nyújtott segítségükért.

Megköszönöm **Dr. Kátai János** dékán, egyetemi tanárnak, hogy a tudományos pályán elindított, és a lehetőséget, hogy vizsgálataimat a talajtani laboratóriumában végezhettem.

Köszönöm **Dr. Rátonyi Tamás** egyetemi docensnek (Földműveléstani és Területfejlesztési Tanszék), és **Csendő Lászlóné** vegyésztechnikusnak (Mikrobiológia Tanszék) a talajvizsgálatokban nyújtott segítségüket.

Köszönöm **Dr. Vinczeff Imre** professzor emeritusnak hasznos tanácsait, és **Földi Imre** tudományos ügyintézőnek (Vidékfejlesztési és Tájhasznosítási Tanszék) a botanikai felvételezésben nyújtott segítségét.

Köszönöm **Dr. Kovács Béla** (Műszerközpont) és **Dr. Prokisch József** (Élelmiszertudományi és Minőségbiztosítási Tanszék) egyetemi docenseknek szakmai tanácsaikat és laborvizsgálati segítségüket.

Köszönöm az **Állattenyésztés- és Takarmányozástani Tanszék** valamennyi dolgozójának a munkámhoz nyújtott segítséget.

Köszönetet mondok a **Hortobágyi Természetvédelmi és Génmegőrző Kht.**-nak amiért a magyar szürke gulyáinál elvégezhattük vizsgálatainkat.

Köszönettel és hálával tartozom **feleségemnek** és **családomnak** a munkám során nyújtott feltétlen támogatásért.

NYILATKOZATOK
az értekezés utolsó lapján

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum
Mezőgazdaságtudományi Karán az Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
keretében készítettem a Debreceni Egyetem ATC MTK doktori (PhD) fokozatának
elnyerése céljából.

Debrecen, 2005. augusztus 10.

.....
a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Czeglédi Levente doktorjelölt 2000 – 2005 között a fent megnevezett
Doktori Iskola keretében irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt
eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az
értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javasoljuk.

Debrecen, 2005. augusztus 10.

.....
Dr. Béri Béla
egyetemi docens

.....
Dr. Nagy Géza
egyetemi tanár