

## Birka (*Ovis aries*, L.)- és nyúllegelés (*Oryctolagus cuniculus*, L.) hatásainak vizsgálata az égésre homokpusztagyepen

Ónodi Gábor<sup>1</sup>, Csatádi Katalin<sup>2</sup>, Németh István<sup>2</sup>, Váczi Olivér<sup>2</sup>,  
Botta-Dukát Zoltán<sup>1</sup>, Kertész Miklós<sup>1</sup> és Altbäcker Vilmos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MTA ÖBKI, 2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2–4. E-mail: gabor.onodi@botanika.hu

<sup>2</sup>ELTE Etológia Tsz, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c

**Összefoglaló:** Legeltetéses és égetéses kísérletet végeztünk a Kiskunsági Nemzeti Park orgoványi területén annak tesztelésére, hogyan előzhető meg legeltetéssel a nyáras-borókásokban pusztító tüzek. Negyven darab tisztás növényzetét mértük fel, majd a tisztások egy részét birkával legeltettük, más területeken az üregi nyúl legelését vizsgáltuk április és május folyamán. Nyár közepére az áprilisban legeltetett területek növényzete csaknem teljesen, a májusban kezelték csak részben regenerálódott, így a nyári aszályos időszakban kevesebb éghető, száraz anyag halmozódott fel. Eredményeink azt mutatják, hogy a mérsékelt legeltetésnek nincs jelentős rövidtávú hatása a gyepek fajgazdagságára, azonban késő tavasszal végezve csökkenti a tűz kiterjedését a gyepekben. Ezért a mérsékelt legeltetés része kell legyen egy olyan kezelési tervnek, ahol a buckaközi gyepeket természetközeli állapotban kívánják hosszú távon megőrizni.

**Kulcsszavak:** tűz, biomassa, erdős-sztyepp, tájhasználat, terepkísérlet, NDVI

### Bevezetés

A gyepek és gyepes-fás vegetációtípusok mintázatának legfontosabb alakító tényezői a klíma és tájhasználat miatt a gyepes vegetáció világszerte gyors változásban van (Frank *et al.* 1998, van Langevelde *et al.* 2001), ezért stabilitásának és változásának kutatása elsődleges feladat mind elméleti, mind természetvédelmi, mind gazdasági szempontból.

Az utóbbi évtizedekben az Alföldön a korábinál szélsőségebbé vált az időjárás: különösen csapadékos és aszályos évek követik egymást. Ennek egyik következménye, hogy a csapadékos években felhalmozódott növényi anyag egy későbbi szárazság idején könnyen meggyullad. 1993-ban és 2000-ben is volt a kiskunsági Homokhátságban kiterjedt, nehezen oltható, egyes természetvédelmi területek jelentős hányadát érzékenyen érintő tűz.

Az tüzek előfordulásának gyakorisága, feltételezésünk szerint, a tájhasználat változása következtében is fokozódik. A legeltetett állattábor, mind a szarvasmarháé, mind pedig a juhé, jelentősen csökkent a Kiskunságban. A legelési nyomás csökkenéséhez nagymértékben hozzájárult a kiskunsági Homokhátságban az üregi nyúl tömegességének drasztikus csökkenése 1994–95 telén. A természetes fajok populációjának esetleges növekedése nem kompenzálja az így elmaradt legelést, a növényzet mennyisége megnövekszik (Katona *et al.* 2004). Mindezek következté-

ben, különösen csapadékos évek után, nagymértékű avar-felhalmozódás várható, ami fokozott tűzveszélyhez vezet.

A borókásbéli gyepekben korábban szelektív elkerítésekkel bizonyítottuk, hogy a gyepek alacsony borításáért az üregi nyulak rágása a felelős (Katona *et al.* 2004). A nyulak legelése helyfüggő volt, ami közrejátszhatott az egyes tisztások növényzete közötti nagy különbségek kialakulásában (Kertész *et al.* 1993). A legelés hatását a nyulak helyi rágási szokásai is befolyásolták (Mátrai *et al.* 1998). Ugyanakkor nem mindegy, mikor, milyen faj legel, hiszen a birkával történő legeltetés hagyományosan a tavaszi időszakban jellemző, míg az üregi nyúl egész évben jelen van és elsősorban a téli relatív táplálékhiány idején fejthet ki jelentős hatást. Ugyanazon gyepekből a birkák elsősorban egyszikűeket, míg az üregi nyulak a kétszikűeket fogyasztják (Csecserits *et al.* 2003). A legelő állatközösség megismerése alapvető jelentőségű a növényzetre gyakorolt hatásuk becslésében.

A néhány évenként nagy területeket érintő tűz a növényzet egyik fő formálója az erdős-sztyepp zónában. A foltokban történő égés, majd a bekövetkező regenerációs folyamatok nagy szerepet játszhatnak a szavannai fás-gyep arány létrejöttében (Veblen *et al.* 2003). A bugaci 1976-os, majd a bócsai ősborkás területét 1993-ban károsító tűz hívta fel a figyelmet arra, hogy a néhány évtizedenként nagy területeket pusztító tűz, majd a bekövetkező regenerációs folyamatok is nagy szerepet játszhatnak a hazai borókások mozaikosságának létrejöttében (Altbäcker 1998). A tűz hevességét a száraz időjárás és a felszíni éghető anyag mennyiségének növekedése fokozza (Gibson *et al.* 1990), ezért várható a nagy kiterjedésű tüzek gyakoribbá válása, ahogy ez a mediterráneumban is bekövetkezett (Veblen *et al.* 2003). A hazai borókásokban korábban bekövetkező tüzek terjedését, hevességét vélhetően befolyásolta a növényevők megelőző jelenléte is, azonban ennek megítéléséhez ismerünk kellene a tüzet megelőző állapotot.

A fentiekből következően a csökkenő legelési nyomás mellett fellépő szárazodás jelentősen növelheti a tűzveszélyt a Kiskunságban. Az alábbiakban egy olyan kísérlet eredményeiről számolunk be, ahol különböző legeltetési kezelések hatásait vizsgáltuk ismert növényzetű parcellákban a növényzet mennyiségére, összetételére és a tűz kiterjedésére.

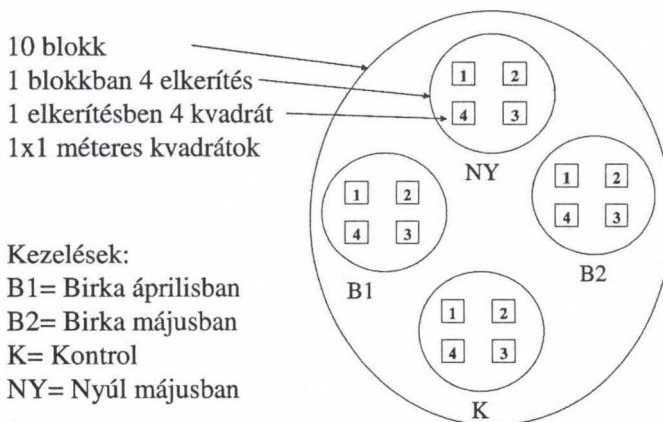
### Anyag és módszer

Vizsgálati területünk a KNP területén, Orgovány határában (N46°47.369, E19°26.829) helyezkedik el. Kísérletünket egy hozzávetőlegesen 1 hektáros méretű erdős-sztyepp mozaikban végeztük, ahol a fás vegetációt a közönséges boróka (*Juniperus communis*, L.) cserjéi és a fehér nyár (*Populus alba*, L.) valamint a fekete nyár (*Populus nigra*, L.) kistermetű sarjai alkották. A fátlan részek növényzete nyílt mészkedvelő homokpusztagyep volt, ennek kiterjedése jóval meghaladta a cserjés részekét. A gyepek nagyobb része az évelő füvek által dominált nyílt, évelő, mészkedvelő homokpusztagyep volt, ennek kiterjedése jóval meghaladta a cserjés részekét. A gyepek nagyobb része az évelő füvek által dominált nyílt, évelő, mészkedvelő homokpusztagyep volt, ennek kiterjedése jóval meghaladta a cserjés részekét.

kedvelő homokpusztagyep (*Festucetum vaginatae* Rapaiics ex Soó 1929) társulásba tartozott, kisebb részén az egyévesek dominanciája volt jellemző (*Secali sylvestris-Brometum tectorum* Hargitai 1940). A *Festucetum vaginatae* a Kárpát-medencében endemikus növénytársulás, szemiárid klímán, laza szerkezetű, alacsony humusztartalmú meszes homoktalajokon fordul elő. A társulásban a talaj kis víztartó képessége következtében felerősödik a Magyar Alföld klímájának kontinentális jellege, ezért a növényzet félsivatagi jellegű, az edafikus tényezők jelentős befolyásoló hatása jellemző (Molnár 1999). A *Secali sylvestris-Brometum tectorum* a másodlagos szukcesszió tagja, foltjai felszíni bolygatás hatására alakulnak ki az előbb jellemzett társulás állományainak helyén.

Kecskemét térségére a meleg, száraz, esetenként szélsőségekre hajló kontinentális időjárás jellemző. A felszínre jutó évi napsugárzás összege 4700 MJ/m<sup>2</sup>, a napsütés időtartama 2044 óra/év. Az évi középhőmérséklet 10,3 °C. Kecskemét legmelegebb hónapja a július (átlagos középhőmérséklete 20,9 °C), leghidegebb a január (-1,9 °C). A csapadék éves mennyisége 520 mm körül alakul.

Vizsgálatunkat 2003 folyamán végeztük. Áprilisban a területen egy hozzávetőlegesen 1 hektárnyi részt villanypásztorral körbekerítettünk a kezelésektől független legelési hatások minimalizálása érdekében. Ezen belül 8 méter átmérőjű elkerítésekben vizsgáltuk birka és üregi nyúl legelésének hatását a későbbi, általunk indított égésre a gyeppen. Összesen 40 elkerítést jelöltünk ki az egy hektáros terület fátlan részein. Az elkerítéseket 10 blokkba rendeztük, minden blokkba 4 különbözően kezelt elkerítés került, a legeltetési kezelés négy fajtájának megfelelően (1. ábra).



1. ábra. Kísérleti elrendezés.

A blokkok tehát a kezelések ismétlései voltak. A legeltetési kezelés négy fajtája az áprilisi birkalegeltetés, a májusi birkalegeltetés, a májusi nyúllegelés és a legelésmentes kontroll voltak. Mivel a birkalegeltetés az ember által szorosan kontrollálható, így jól időzíthető kezelés, ezért a nyúllegeléssel szemben ennek hatásait két lehetséges időpontban is vizsgáltuk. A kontroll elkerítésbe nem került legelő állat, a



kezelés többi fajtája esetében a legeltetést a föld feletti cönológiai borítás felének eltávolításáig végeztük. Egy elkerítésbe mindig egy állat került, így a nyulak a növényzeti borítás felét 5–7 nap alatt, míg a birkák néhány óra alatt eltávolították. Minden elkerítésen belül 4 darab 1x1 méteres mintavételi kvadrátot helyeztünk el az 1. ábrán látható elrendezésben, ezekben a kvadrátokban követtük nyomon a kezeléseknél a vegetációra gyakorolt hatásait. Az egy blokkhoz tartozó elkerítéseket mindig ugyanazon vegetációs foltban helyeztük el, így növényzetük a lehető legjobban hasonlított egymásra, és térben is közel helyezkedtek el egymáshoz. Az egyes blokkokat úgy helyeztük el, hogy az egyhektáros területen található gyepek valamennyi vegetációs foltját tartalmazza, azok tömegességi viszonyait reprezentálva. Így a kijelölt blokkok közül négy homoki árvalányhaj (*Stipa borysthenica*, Kolokov) kettő magyar csenkesz (*Festuca vaginata*, W. et K.), egy fényes sás (*Carex liparicarpus*, Gaud) egy pedig fenyérfű (*Bothriochloa ischaemum*, (L.) Keng) dominálta foltban helyezkedett el, míg kettő blokk egyévesek dominálta (*Secali sylvestris*-*Brometum tectorum*) foltba került.

Július elején minden elkerítés felén, mely a négyből kettő mintavételi kvadrátot tartalmazott, elvégeztük az égetéses kezelést. A gyepeket egy sávban, a mintavételi kvadrátok mellett, felgyújtottuk, innen a tűz szabadon terjedhetett a mintavételi kvadrátokban. Az égetést az összes elkerítés esetén ugyanazon a napon, gyenge É–NY-i szél mellett végeztük, minden elkerítésben a szélirány felőli oldalon indítottuk a tüzet. A tűz tovaterjedését az elkerítés köré helyezett 2 méter széles, vízzel átítatott szőnyeggel akadályoztuk meg. Az elkerítések fel nem égetett fele mindig két kvadrátot tartalmazott, ezeket a területeket a legelés utáni regenerációs folyamatok tanulmányozása miatt védtük meg a tűztől.

Az edényes növényfajok tömegességi adatait a kvadrátokban cönológiai borítás-becslési technikával gyűjtöttük. Minden kvadrátban, minden egyes növényfajhoz 0 és 100 közötti értéket rendeltünk a kvadrátban elfoglalt területrészüknél megfelelően. Ugyanígy becsültük az avar és a nyílt homokfelszín mennyiségét, valamint az égetés után a leégett terület méretét, azaz a tűz kiterjedését. A növényzet magasságát vonalzó mentén mértük, kvadrátonként tíz véletlenszerűen leszúrt ponton, a vonalzóhoz hozzáérő legmagasabb növénysszál hosszát adtuk meg centiméterben.

A föld feletti élő fitomassza mennyiségét nem destruktív módon, terepi spektroszkópiai eljárással becsültük (Goodin & Henebry 1998, Kertész *et al.* 2001, White & Jentsch 2001). Ezzel a módszerrel a fotoszintetikusan aktív növényi részek tömegességét tudtuk becsülni minden kvadrátban. A spektroszkópiai eljárás során Cropscan MSR87 többszörös sugármérőt használtunk (© Cropscan Inc.), amellyel egy időpillanatban, nyolc hullámhossztartományban mértük a Napból érkező és a felszínről visszaverődő fény intenzitását. Vizsgálatunkhoz a vörös (R, 660 nm) és a közeli infravörös (NIR, 810 nm) tartományban mérő szenzorok adatait használtuk fel. A föld feletti élő fitomassza mennyiségét normalizált differenciális vegetációs indexszel (NDVI) fejeztük ki. Az NDVI-érték a növényzet mennyiségi becslésénél leggyakrabban alkalmazott spektrális adatokból számított, LAI-val korreláló

vegetációs index (Roujean & Breon 1995). A fényképek elemzésével kapott adatokból a következő egyenlet alapján számoltuk az NDVI-értéket:

$$NDVI = (NIR_{ref}/NIR_{inc} - R_{ref}/R_{inc}) / (NIR_{ref}/NIR_{inc} + R_{ref}/R_{inc}),$$

ahol  $R_{ref}$  a vizsgált területről visszaverődő,  $R_{inc}$  a Naptól érkező fény intenzitását fejezi ki vörös hullámhossztartományban, míg hasonló módon  $NIR_{ref}$  a vizsgált területről visszaverődő,  $NIR_{inc}$  a Naptól érkező fény intenzitását fejezi ki közeli infravörös tartományban.

A terepi adatok felvételezését áprilisban, a legeltetések előtt, júliusban, a legeltetések után és az égetés előtt, valamint szeptemberben, két hónappal az égetés után végeztük.

A legeltetéshez 1 birkát és 10 házinyulat használtunk. A birka egy ivarérett hím volt, a kísérletet megelőzően a Gödi Biológia Állomás egy negyedhektáros füves elkerítésében tartottuk, és minden nap friss vizet adtunk neki. A nyulak 3 hónapos ivartalanított nőstény állatok voltak. Az ivartalanításra azért volt szükség, hogy egy esetleges szökés esetén se tudjanak a terület üregi nyúl állományával keveredni. Az állatokat, a kísérletet megelőzően az ELTE Etológia Tanszék gödi tenyészházában tartottuk. Itt víz *ad libitum* rendelkezésükre állt, táplálékként a kísérletet megelőző két hétig nyúltápot (Monori takarmány) kaptak, majd az utolsó két hétben kétnaponta homoki pusztáról származó fűfajokkal etettük őket. A kísérlet során az állatok már nem kaptak tápot, csak a terület növényfajait rághatták, vizet azonban rendelkezésükre bocsátottunk. Ezen kívül a nyári meleg miatt árnyékot is biztosítottunk nekik, mely egy növényekből készített sátor volt, ami alá beásták magukat és a legmelegebb órákat itt töltötték. A legeltetés során a birkát pórázon tartottuk, így vittük egyik tisztásról a másikra, míg a nyulakat több napon keresztül, a föld feletti cönológiai borítás felének eltávolításáig a tisztásban tartottuk, miközben a tisztást egy 1 méter magas műanyagkerítéssel kerítettük körbe. A kísérlet végeztével mind a birkát, mind a nyulakat visszavittük a Biológiai Állomásra.

A növényzet összesített borításának, az avarborításnak, a fajszámnak és az NDVI-értékeknek a kezelésektől és a mintavétel időpontjától való függését háromtényezős ismételt méréses varianciaanalízissel vizsgáltuk, ahol a két fix faktor, a kezelések (legelés, égetés), mellett random faktorként a blokkot is figyelembe vettük. Feltételeztük, hogy a random faktornak nincs interakciója a többi tényezővel, ezért csak az időpont és a fix faktorok interakcióit építettük be a modellbe. A növényzet közvetlenül az égetés előtt mért magasságát és a tűz kiterjedését, tehát azokat a változókat, melyeket csak az égetés napján és csak a leégetett kvadrátokban mértünk, az előzőtől különböző, kéttényezős varianciaanalízissel vizsgáltuk, ahol fix faktor volt a legelés és random faktor a blokk. A szignifikánsan különböző kezelési szintek közötti eltérések feltárásához mindkét esetben Tukey-féle HSD tesztet használtunk.



## Eredmények

Az avarborítás tekintetében a legeltetési kezelések között egyik felvételezési időponton belül sem volt szignifikáns különbség (1. táblázat). Április és július között az avarborítás a kontroll kvadrátokban szignifikánsan megnövekedett, ugyanakkor a legelt kvadrátokban nem volt szignifikáns az avarborítás növekedése. A tűznek erős azonnali hatása volt a száraz növényi részek borítására, az égés után két hónappal szignifikánsan kevesebb avart találtunk az égett kvadrátokban, mint a nem égettekben.

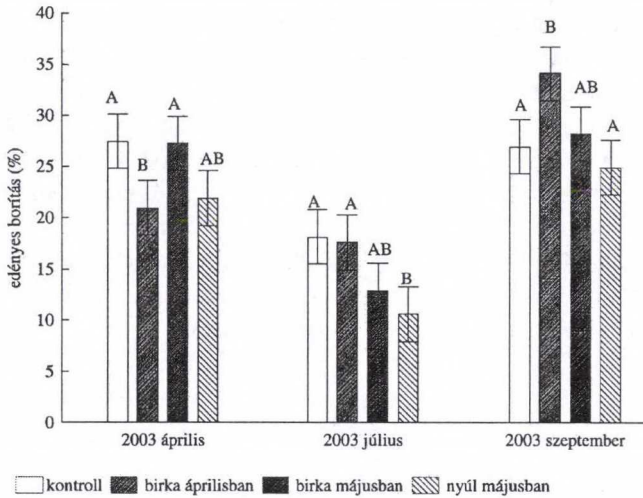
**1. táblázat.** Az áprilistől szeptemberig vizsgált változókhoz tartozó F-értékek és szignifikancia szintek (\* esetén  $p < 0.05$ ; \*\* esetén  $p < 0.01$ ; \*\*\* esetén  $p < 0.001$ ).

	Legel	Éget	Idő	Legel x Éget	Legel x Idő	Éget x Idő	Legel x Éget x Idő
Szab. fok	3,143	1,143	2,18	3,143	6,286	2,286	6,286
Avar	0,22	22,30***	19,98***	1,99	3,37**	45,94***	0,82
Edényes	5,04**	16,06***	8,42**	0,42	6,50***	29,12***	0,95
NDVI	4,12**	12,18***	51,90***	0,80	4,71***	21,71***	0,93
Fajszám	2,90*	3,25	45,94***	1,38	1,73	12,47***	0,64

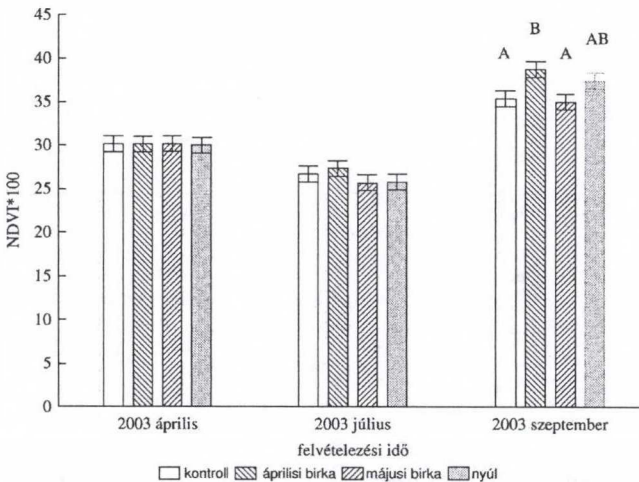
Az összesített edényes borítás a kísérlet kezdetekor, 2003 áprilisában, szignifikáns különbségeket mutatott a leendő legelési kezelés típusai szerint (1. táblázat). Nyár közepére az áprilisi birkalegelés kivételével minden legelési típusban, beleértve a kontrollt is, szignifikánsan lecsökkent az edényes növények borítása (1. táblázat). Ekkor a kontroll és az áprilisi birkalegelés nem különbözött egymástól, míg ezekhez képest a májusi nyúllegelés esetében szignifikánsan kevesebb edényes növényt találtunk. A májusi birkalegelés a kontrollnál jelentősen kisebb borításértékeket eredményezett, de hatása 5%-os szignifikanciaszint mellett nem különbözött a többi legelési típus hatásától. Őszre a borításértékek valamennyi legelési típus esetén megnöttek, azonban az áprilisi birkalegelés a kontrollnál szignifikánsan magasabb borításértékeket eredményezett (2. ábra). A tűz után két hónappal még nem regenerálódott az edényes növények borítása, az égett területeken szignifikánsan kisebb borításértékeket mértünk.

A föld feletti élő biomassza becsült mennyiségében nem volt szignifikáns különbség a kísérlet kezdetekor. Az égetés előtt, júliusban az összesített edényes borításhoz hasonló mintázatot mutattak az NDVI-értékek, a hatás azonban nem volt szignifikáns. Az összesített edényes borításhoz hasonlóan az NDVI-értékek is az áprilisi birkalegelés szignifikáns növelő hatását mutatják a tűz után két hónappal (3. ábra). A tűz után két hónappal még nem regenerálódott a föld feletti élő biomassza mennyisége, az égett területeken szignifikánsan kisebb NDVI-értékeket mértünk.

A terepi spektroszkópia és az űrtávérzékelési adatokkal összevethető NDVI-értékek használata fontos új lehetőség a föld feletti zöld biomassza mennyiségének nem szubjektív becslésére.



**2. ábra.** Az edényes növényfajok összesített borítása (átlag +/- 95%-os konfidencia intervallum) a legelési kezelési típusai szerint az egyes felvételi időpontokban, áprilisban a legeltetés előtt, júliusban a legeltetés után és az égetés előtt és szeptemberben, az égetés után 2 hónappal. A betűjelzések a Tukey-féle HSD teszt eredményeit mutatják, a különböző betűjelzések a kezelési szintek közötti szignifikáns különbséget jelölik az egyes felvételezési időpontokon belül.

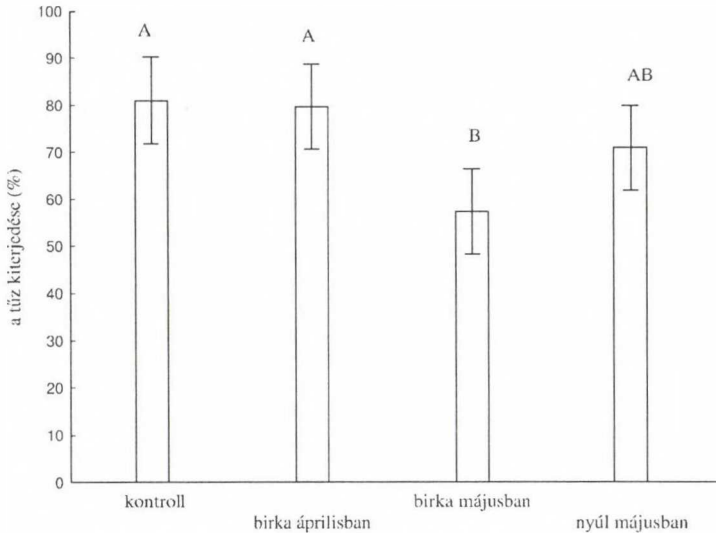


**3. ábra.** A föld feletti élő biomassza becsült mennyisége (NDVI) (átlag +/- 95%-os konfidencia intervallum) a legelési kezelési típusai szerint az egyes felvételi időpontokban, áprilisban a legeltetés előtt, júliusban a legeltetés után és az égetés előtt és szeptemberben, az égetés után 2 hónappal. A betűjelzések a Tukey-féle HSD teszt eredményeit mutatják, a különböző betűjelzések a kezelési szintek közötti szignifikáns különbséget jelölik az egyes felvételezési időpontokon belül.

A legelési kezelések típusai a fajszám tekintetében szignifikánsan különböztek egymástól. Azonban a legelés és a vizsgálati időpont interakcióját nem találtuk szignifikánsnak a kísérletben, tehát maga a birkalegeltetés illetve a nyúllegelés nem befolyásolta időben a fajszámot, hanem a mintavételi helyek kiválasztásából adódó különbségről van szó, amely már az áprilisi birkalegeltetés előtt is fennállt és a kísérlet során végig megmaradt. A tűz után két hónappal szignifikánsan alacsonyabb fajszámot mértünk az égett kvadrátokban (4 edényes növényfaj kvadrátonként), mint a kontroll kvadrátokban (5 edényes növényfaj kvadrátonként) (1. táblázat).

Az áprilisi és a májusi birkalegelés szignifikánsan csökkentette ( $F=4,30$ ,  $p<0,01$ ) a növényzet magasságát júliusban mérve, míg a nyúllegelés hatása köztes eredményt adott.

A májusban birkával legeltetett kvadrátoknak kisebb területhányada égett le az égetés során ( $F=5,68$ ,  $p<0,01$ ), mint a kontroll és az áprilisi birkalegelés esetén. A májusi nyúllegelés köztes eredményt adott (4. ábra).



**4. ábra.** Az égett terület aránya (átlag  $\pm$  95%-os konfidencia intervallum) a legelési kezelés típusai szerint az égetés után. A betűjelzések a Tukey-féle HSD teszt eredményeit mutatják, a különböző betűjelzések a kezelési szintek közötti szignifikáns különbséget jelölik.

## Megvitatás

A legeltetést követő kontrollált égetéses kísérletünkben azt találtuk, hogy a legeltetés csökkentette a tűz kiterjedését. Mivel a legeltetést különböző időszakokban és különböző fajjal végeztük, lehetőség nyílik a legeltetés hatásának finom elemzésére. A vegetációs időszak elején, áprilisban birkával legeltetett parcellák növényzetének borítása júliusig regenerálódott, így az aszályos időszakot követő égetés idején az



ottani növényzet borítása a kontroll parcellákhoz hasonló volt. A vegetációs periódus későbbi szakaszában, májusban legelt területek borítása nem regenerálódott júliusig, akár üregi nyúl legelt, akár birkával történt a legeltetés. A két faj eltérő legelési szokásainak köszönhetően az áprilisi és májusi birkalegelés a növényzet magasságát, a nyúllegelés a gyep sűrűségét csökkentette tartósan, mivel a birka felülről, addig a nyúl a növényzet belsejében legel. Eredményeink azt mutatják, hogy a tűz terjedésében mind az éghető biomassza mennyisége, mind a növényzet struktúrája, azon belül a magassága meghatározó szerepet játszanak. A száraz biomassza mennyisége csak a legelés hiánya esetén tudott áprilistől júliusig szignifikánsan növekedni, mivel a tavaszi legeltetések az élő növényi részek jelentős hányadát eltávolították, és így a nyári aszály idejére ezekből nem keletkezett avar. Az élő biomassza mennyiségét a májusi nyúl (2. és 3. ábrák), míg a növényzet magasságát a májusi birka csökkentette legerősebben. Bár a tűz kiterjedésében a különbség a kontrollhoz képest csak a májusi birkalegelés esetében volt szignifikáns, a tűz kiterjedése nem különbözött egymástól a két májusi legeltetési típusban.

Kísérletünk is bizonyítja, hogy a növényevők sokoldalúan befolyásolták az erdős-sztyepp komplex életét (Bender *et al.*, 1984): megváltoztatják a gyepfoltok borítását, a gyepen belüli tápanyagforgalmat és az erre visszavezethető heterogenitást, a boróka szaporodását (Mátrai *et al.* 1998), valamint egyes folthatárok élességét (Kertész *et al.* 1993). A kiskunsági borókásokban tapasztalt, elsősorban az üregi nyúl tevékenységére visszavezethető, sokoldalú hatások az abiotikus tényezők figyelembevételével értelmezhetőek igazán, a rövidfűvű prérin tapasztaltakkal megegyezően (Milchunas *et al.* 1989). Az abiotikus tényezők között kiemelten kezelendő a legelés csökkenésével egyre valószínűbb tűz szerepe. Több olyan tűzérzékeny vegetációtípus létezik, ahol a helyi természetes növényevőket a természetes rendszer részének tekintik, azaz kimutatták, hogy hatásuk nélkül degradációs folyamatok indulhatnak be (Clark 1981, Delibes & Hiraldo 1981). Kísérletünk rövidtávú eredménye nem mond ellent ennek az állításnak, mert a legeltetési kezelések hatására nálunk sem csökkent számottevően a fajszám. A fajszám változásának nyomon követését fontosnak tartjuk ilyen rövidtávú vizsgálat esetén is, mivel egyrészt egy szelektíven legelő állat a föld feletti növényi borítás felének eltávolítása során képes egyes fajokat eltüntetni a gyepből és ezzel csökkenteni a fajgazdagságot, másrészt a rövidtávú hatás meglétéből következtethetünk a hosszabb távú hatásra. A legelési kezelések esetén ez nem történt meg, ez azonban nem zárja ki a hosszabb távú hatást. Kísérletünkben a tűz néhány hónapos időtávlatú, fajszámot csökkentő hatása arra vezethető vissza, hogy az égett kvadrátokban nem tudtak regenerálódni az ősz eleji egyéves aszpektushoz tartozó növényegyedek. Prérin folytatott hosszabb időtávú vizsgálatában Collins (1987), a legelés és a tűz kombinált alkalmazása esetén, a fajgazdagság növekedését kapta eredményül.

A legeltetés során eltérő hatást váltott ki a két alkalmazott állatfaj, de legalább olyan fontosnak látszik a legeltetés időzítése is. Ez az üregi nyúl legelésére kevésbé vonatkozik, mivel a nyulak egész évben jelen voltak, a birkalegeletés természetvé-

delmi gyakorlatára viszont jellemző volt a nyájak kora tavasztól áprilisig tartó jelenléte. Vizsgálatunk szerint az áprilisi birkalegelésnek az összesített edényes borítás tekintetében éppen hogy serkentő hatása volt a vegetációs periódus második felére, míg a májusi legelések nem okoztak eltérést ilyen időtávon a kontrollhoz képest. Feltételezésünk szerint emiatt az áprilisi legeltetés a következő vegetációs periódusban növelheti egy esetleges tűz terjedésének esélyét, így ez a kezelés a tűz terjedésének tekintetében ellentétesen is hathat.

A birka illetve nyúl által legelt területek ugyan azonos jellegű változáson mentek át az összesített edényes borítást tekintve, de a két állatfaj legelését megfigyelve azt tapasztaltuk, hogy a birka felülről legelve inkább a gyeppen domináns egyszikűeket fogyasztotta, míg a nyúl a gyeper belsejében legelve sok kistermetű kétszikűt is le tudott csipegetni. Ezek szerint nem mindegy, hogy egy terület milyen legelési rezsimnek van kitéve, hiszen ez szabja meg a növényzetben a friss és elszáradt részek aránya mellett a faji összetételt is. Jelen vizsgálatunk egy szezonnra korlátozódott, de korábbi kisparcellás kísérletünk alapján az évhata is fontos lehet, mivel a csapadék eloszlása igen egyenetlen (Katona *et al.* 2004).

A növényzet, a növényevők és a csapadék eloszlása komplex interakcióban vannak egymással, amely léptékfüggően jelentkezik és fontos természetvédelmi gyakorlati kihatásai vannak. A növényzet állapotában tükröződik a legelő állatok mennyiségi és minőségi összetétele, valamint az időszakosan bekövetkező erdőtüzek hatása. A klímaváltozásból adódóan a nyári aszályos időszakok hosszának várható megnyúlása abba az irányba hat, hogy ésszerűen szabályozott legeltetéssel olyan természetvédelmi kezelést hozunk létre, mely alacsony mértékű zavarás mellett csökkenti az erdőtüzek kialakulásának és terjedésének valószínűségét. A nyúllegelés illetve a birkával történő kontrolált, mérsékelt legeltetés a tűzveszély szempontjából ajánlható kezelések, melyek az itt ismertetett és korábbi (Ónodi *et al.* 2006) eredményeink illetve terepi megfigyeléseink alapján a nyílt homoki gyepek fajgazdagságát nem veszélyeztetik. Az üregi nyúl a Homokhátság területén a 90-es éve közepéig évszázadokon keresztül jelen volt, eltűnése a terület jelentős részéről a legelési nyomás csökkenését eredményezte, mely a tüzek terjedésének kedvez. Ezért az üregi nyúl esetleges újbóli elterjedését a Homokhátságban a természetvédelmi értékek fennmaradása szempontjából nem tartjuk ellenjavalltnak. A birkával történő legeltetési gyakorlat kialakítása érdekében további, hosszabb távú vizsgálatokat tartunk szükségesnek.

Vizsgálatunk következtetései alapján a homoki gyeper megváltozása a nyárasborókás táj szerkezetére is kihathat, mert a legelés hiányában felhalmozódó szerves anyag égésekor a tisztások többé nem működnek tűzpásztaként, és egy esetleges tűz a fás foltokra is át tud terjedni. A nyáras-borókás homoki növényfajokban különösen gazdag formájának mintázata olyan, hogy a fás-bokros foltok egymástól többé-kevésbé elszigetelten helyezkednek el. Noha a védett növények főképpen a gyeppen



fordulnak elő, a fás vegetációnak jelentős a szerepe a biodiverzitás fenntartásában, mert egyrészt növeli az élőhely-diverzitást a növények számára árnyékos, illetve fél-árnyékos foltok, mohosok, illetve humuszosabb termőhelyek képzésével, ami változatos élőhelyet teremt sok állatfajnak. Az ilyen mintázatú vegetáció égése magát a mintázatot változtatja meg döntő mértékben. Kiskunsági megfigyeléseink, és nem publikált adataink szerint a boróka, ami nagyon könnyen ég, és nem regenerálódik tűz után, eltűnik az égett területről, és átadja a helyét a gyepnek, vagy a sarjhajtásokról könnyen regenerálódó nyárfa-fajoknak illetve akácnak. Következésképpen a gyep vagy sokkal nyíltabbá válik, vagy eltűnik, de biztosan jelentős, magánál az égésnél nagyobb hatású változás következik be.

Az égés természetvédelmi jelentősége abból adódik, hogy a nyáras-borókás mintázatát több négyzetkilométeres, nagy, elszigetelt foltokban meg tudja változtatni. Ez történt a 2000-es ágasegyházi tűz esetében is. A leégett 400 hektár nagyobb része ültetett erdő volt, viszont az Izsák-Órgovány-Ágasegyháza határán lévő kb. 120 hektáros nyáras-borókás kb. 80 százaléka leégett. Ez a terület nem kapcsolódik egyéb természetes homoki vegetációjú vidékhez, így regenerációja, következtésképpen invazív fajokkal szembeni ellenállása, homoki fajokban való gazdagsága komoly veszélybe kerülhet a heves égés következtében. A legelés elmaradása vagy lecsökkenése a gyepes vegetáció uralkodóvá válásához vezet, minthogy a tüzet a gyep biomasszája biztosítja (Belsky 1992), viszont főleg a fás vegetációt károsítja. Nagy legelési nyomás viszont csökkenti a tüzek szerepét és beerdősüléshez vezet (van Langevelde *et al.* 2001). Modelljük szerint a szavanna mintázata kvázi stabil fázisok között billeg. Ezt a tapasztalatot nehéz hasznosítani a Kiskunságban, minthogy nincsenek hatalmas kiterjedésű természetes mozaikos tájak, és az elmúlt évtizedek tűz-esetei megegyeztek abban, hogy ha a borókás-gyep „átbillen” a fátlan fázisba, akkor a fás fázis, legalábbis a boróka, nehezen regenerálódik. Mivel a boróka különösen érzékeny a tűzre (Wink & Wright 1973), ezt a préri rehabilitációjában kihasználták a boróka visszaszorítására (Jameson 1962), de mi ezt a tapasztalatot inkább a csekély számú borókás megvédésére kívánjuk hasznosítani a Kiskunságban. További kísérletekkel kívánjuk tisztázni, hogy milyen intenzitású legeltetés képes megelőzni az avar-felhalmozódást, és így kiváltható-e legeltetéssel az égés a tűzveszély csökkentésére.

#### Köszönetnyilvánítás

Ezt a munkát az alábbi pályázatok révén végeztük: OTKA T 29703 és NKFP 3B-0008/2002. Köszönjük a Kiskunsági Nemzeti Park munkatársainak a terepen folyó kutatások támogatását.



## Irodalomjegyzék

- Altbäcker, V. (1998): *Növény-növényevő kapcsolatok vizsgálata homoki társulásokban.* – In: Fekete, G. (szerk.) *A közösségi ökológia frontvonalai.* Scientia, Budapest, pp. 123–145.
- Belsky, A. J. (1992): Effects of Grazing, Competition, Disturbance and Fire on Species Composition and Diversity in Grassland Communities. – *Journal of Vegetation Science* **3**: 187–200.
- Bender, E. A., Case, T. J. & Gilpin, M. E. (1984): Perturbation experiments in community ecology: theory and practice. – *Ecology* **65**: 1–13.
- Clark, W.R. (1981): *Role of black-tailed jackrabbits in a North American shrub-steppe ecosystem.* – Proc. World Lagomorph Conf., Guelph, Ontario, 1979, pp.706–719.
- Collins, S. L., (1987): Interaction of Disturbances in Tallgrass Prairie: A Field Experiment. – *Ecology* **68**: 1243–1250
- Csecserits, A., Váczi, O., Katona, K. & Altbäcker, V. (2003): Optimális legelési intenzitás vizsgálata homokpusztagyepben. – *Acta Biologica Debrecina* **11**: 167–168.
- Delibes, M. & Hiraldo, F. (1981): *The rabbit as prey in the Iberian mediterranean ecosystem.*– Proc. World Lagomorph Conf., Guelph, Ontario, 1979, pp. 614–622.
- Frank, D. A., McNaughton, S. J., & Tracy, B. F. (1998): The Ecology of the Earth's Grazing Ecosystems. – *BioScience* **48**: 513–521.
- Gibson, D. J., Hartnett, D.C. & Smith-Merrill G. (1990): Fire temperature heterogeneity in contrasting fire-prone habitats: Kansas tallgrass prairie and Florida sandhills. – *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **117**: 349–356.
- Goodin, D. G. & Henebry, G. M. (1998): Seasonality of finely-resolved spatial structure of NDVI and its component reflectances in tallgrass prairie. – *International Journal of Remote Sensing* **19**: 3213–3220.
- Jameson, D.A. (1962): Effects of burning on a Galleta–Black Grama range invaded by Juniper. – *Ecology* **43**: 760–763.
- Katona, K., Bfró, Zs., Hahn, I., Kertész, M. & Altbäcker, V. (2004): Abundance of European hares in a lowland area, Hungary: a long term ecological study in the period of the rabbit extinction. – *Folia Zool.* **53**: 255–268
- Kertész, M., Szabó, J., & Altbäcker, V. (1993): Bugac Rabbit Project. Part I. Description of the study site and vegetation map. – *Abstracta Botanica* **17**: 187–196.
- Kertész, M., Lhotsky B. & Hahn, I. (2001): Detection of fine-scale relationships between species composition and biomass in grassland. – *Community Ecology* **2**: 221–230.
- van Langevelde, F., van Vijver, C. A. D. M., Kumar, L., van Koppel, J., Ridder, N., van Andel, J., Skidmore, A. K., Hearne, J. W., Stroosnijder, L., Bond, W. J., Prins, H. H. T., & Rietkerk, M. (2001): Effects of fire and herbivory on the stability of savanna ecosystems. – *Ecology* **84**: 337–350.
- Mátrai, K., Altbäcker, V. & Hahn, I. (1998): Seasonal diet of rabbits and their effect on juniper in Bugac Juniper Forest (Hungary). – *Acta Theriol.* **43**: 107–112
- Milchunas, D. G., Lauenroth, W. K., Chapman, P. L. & Kazempour, M. K. (1989): Plant communities in relation to grazing, topography and precipitation in a semiarid grassland. – *Vegetatio* **80**: 11–23.
- Molnár, Zs. (1999): *Nyílt, évelő, mészkedvelő homokpusztagyep.* – In Borhidi, A., Sánta, A. (szerk.): *Vörös könyv Magyarország növénytársulásairól.* TermészetBUVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 333–336.
- Ónodi, G., Kertész, M. & Botta-Dukát, Z. (2006): Effects of simulated grazing on open perennial sand grassland. – *Community Ecology* **7**: 133–141.
- Roujean, J. L. & Breon, F. M. (1995): Estimating PAR absorbed by vegetation from bidirectional reflectance measurements. – *Remote Sensing of Environment* **51**: 375–384.
- Veblen, T. T., Baker, W. L. & Montenegro, G. (eds) (2003): *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas.* – Springer, New York.
- White, P. S. & Jentsch, A. (2001): The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. – *Progress in Botany* **62**: 399–450.
- Wink, R. L., & Wright, H. A. (1973): Effects of fire on an ashe juniper community. – **26**:326–329.

## The effects of sheep and rabbit grazing on fire in sandy grassland

Ónodi, G.<sup>1</sup>, Csatádi, K.<sup>2</sup>, Németh, I.<sup>2</sup>, Váczi, O.<sup>2</sup>,  
Botta-Dukát, Z.<sup>1</sup>, Kertész, M.<sup>1</sup> and Altbäcker, V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences,  
Alkotmány u. 2–4, 2163 Vácrátót, Hungary.

E-mail: gabor.onodi@botanika.hu

<sup>2</sup> Eötvös Loránd University, Department of Ethology,  
Pázmány Péter sétány 1/c, 1117 Budapest, Hungary.

**Abstract:** The succession of sandy shrubland is dependent upon the disturbance pattern by herbivores. We studied how experimental grazing, either by sheep or rabbit, affects the composition of sandy grassland in a juniper shrubland. We assessed the botanical composition of study plots before and after the grazing sessions and a controlled burning session. We found that rabbit and sheep removed different parts of the vegetation, while rabbits focused on dicots, sheep ate grasses. The recovery of vegetation was also affected by the timing of treatment: grazing early in the season had negligible impact compared to grazing before the summer drought period. The extent of fire decreased due to the sheep grazing conducted before the summer, thus moderate grazing should be considered as a management tool to maintain the integrity of sandy grassland.

**Keywords:** fire, biomass, forest-stepp, land use, field experiment, NDVI

