

Spontán téli tűz hatásának vizsgálata természetközeli gyepeken

Fúró Gabriella¹ – Varga Krisztina¹ – Csízi István¹
– Halász András²

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,

¹Karcagi Kutatóintézet, Karcag

²Állattenyésztés-technológiai és Állatjóléti Tanszék, Gödöllő
var8139@uni-mate.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Kontrolláltan gyeptűz hatását vizsgáltuk a MATE Karcagi Kutatóintézet rét hasznosítású, természetközeli gyepein. A 2022 igen száraz januárjában keletkezett tűz hatására a leégett területen, cönológiai felvételezésünk alapján, a tarackos pázsítfűvek és a borított terület részaránya megnövekedett. A leégett területen nagyobb szén-dioxid kibocsátást mértünk minden mérési időpontban infravörös gázanalizátor segítségével. A talajszondával rögzített talajnedvességi értékek viszont az érintetlen gyeptermésű kontroll gyepeken voltak nagyobbak. Mivel aszályos évszám esetén nyílt lehetőségünk vizsgálatokat végezni, feltétlen indokolt más termőhelyeken, más csapadékviszonyok között is vizsgálni a gyeptűz hatását, mert prognosztizálható a gyakoribb előfordulásuk hazánkban is.

Kulcsszavak: Gyeptűz, cönológia, növénymagasság, talajnedvesség, szén-dioxid emisszió

SUMMARY

The effect of uncontrolled turf fire was investigated on the meadow grassland of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Karcag Research Institute. The fire in January 2022, which was very dry, resulted in an increase in the proportion of bunchgrass and uncovered area in the burned area, based on our cenological recordings. We measured higher carbon dioxide emissions in the burned area at all measurement times using an infrared gas analyser. Soil moisture values recorded with soil probes were higher in the control grassland with intact grassland cover. Since we had the opportunity to carry out studies in a drought year, it is absolutely justified to investigate the effects of grass fires in other growing areas and under other precipitation conditions, because their more frequent occurrence in our country can be predicted.

Keywords: Grassland fire, coenology, plant height, soil moisture, carbon dioxide emissions

BEVEZETÉS

Extenzív gyepekre alapozott, tradicionális pásztorteknológiai elem volt ősidők óta, az óévről lábön maradt, illetve avarosodott gyepek télvégi „gyors” tűzzel történő felégetése, a takarmány minőségének javítása céljából (Baskay-Tóth, 1962). Ez a 20. század végéig elterjedt gyeptudományi „mozzanat”, a gyepek környezetvédelmi fókuszba kerülésével egyöntetűen tilossá vált, mellyel a gyepek flórájának és faunájának védelme érdekében csak egyet érthetünk (Molnár és Csízi, 2015). A klímaváltozás indukálta tél végi, koratavaszi tartós

száraz periódusok folytán viszont fel kell készülni hazánkban is a spontán tüzek gyakoribb előfordulására gyepeinken (Deák et al., 2012).

Kéziratunk célkitűzése, hogy áttekintsük a magyar viszonyokhoz releváns nemzetközi tapasztalatokat, s egy konkrét, spontán gyeptűz kapcsán rögzített állapotfelméréssel bővítjük a hazai adatbázist, s tegyük mindezt gazdálkodói szempontból.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Természetközeli gyepeken a legeltetéses állattartás visszaszorulásának egyik következményeként megjelenő parlaggyepek területi növekedése (Valkó et al., 2012) folytán avarosan maradt gyeprészek, száraz időjárással társulva, mind melegágyai a spontán tüzeknek, illetve a szándékos égetésnek (Ónodi et al., 2008; Samu et al., 2010; Pautasso et al., 2010).

Bolygónk nagy kiterjedésű gyepek régióiban a tűz mindenhol ott volt az adott gyeptudományban. Egykori őshazánk, az eurázsiai sztyeppe krónikáját is végig kísérik a tematikusan végzett nagy kiterjedésű gyeptűzök. Még a modern korban is az őszi-téli egyszeri tűz jelentőségét ecseteli Shalyt (1930). A sztyepei kolhozok gyeptudományának is szerves részét képezte a természeti erőforrások prédálása (Zhmykhova, 1974; Borisova, 1978).

Az amerikai kontinenst tradicionálisan óriási kiterjedésű gyepek tarkítják. Weir és Scasta (2017) az oklahomai egyetemen a különböző időszakban végzett égetés hatását vizsgálták az ún. magasfüvű legelőkön, melyeken az egykori bölénycsordáknak élelmet nyújtó Nagy kékszáru prériefű (*Andropogon gerardii*) alkot társulást a Méhbalzsammal (*Monarda citriodora*). 2003-2016 közötti évszámokat elemezve megállapították, hogy a január és április közötti égetés nem befolyásolta a magasfüvek borítottságát. A május és augusztus között végzett égetés nyomán 8-22%-kal csökkent a tallgrass aránya. Ugyanakkor a szeptember és december közötti égetés 6-14%-kal növelte a magasfüvek borítottságát.

Dél-Amerika pampáin a gyeptűzök szintén a gazdálkodás velejárói. Overbeck et al. (2005, 2017), tanulmányozva a dél-brazíliai pampák növényállomány szerkezetét, felhívják a figyelmet, hogy ha az adott gyepeken az *Andropogon*, *Schizachyrium* vagy a *Shorghastrum* nemzetségek dominanciája tapasztalható, akkor a tűz jelenlétét indikálja.

Az észak-kelet ausztrál szavannák növényfaj összetételét tanulmányozva Williams et al. (2003)

megállapították, hogy a domináns társulásalkotó *Heteropogon triticeus* borítottsági részaránya csökkent, ha több év telik el két, arrafelé jellemző szavannatűz között. Russel-Smith et al. (2003) szintén az észak-kelet ausztrál szavannák gyepasszociációit vizsgálva megállapították, hogy a *Sorghum stipoides* részaránya akkor nő a gyepterületen, ha évenként leégetik az ottani gyepek nem hasznosított, száraz fitomasszáját.

Ha a tűznek a gyepterület növényállomány szerkezetére kifejtett hatását tekintjük, egyöntetű az állásfoglalás abban, hogy a hatás az avar mennyiségével arányos (Altbacker, 2005; Ónodi, 2011). Ha túl sok az éghető fitomassza, károsodhatnak a felszínközeli gyepterületek (Miller, 2000). Akár borítatlan, nyílt foltok jönnek létre, megnyitva a lehetőséget új fajok megtelepedésének (Antonsen és Olsson, 2005). Ezek a fajok azonban lehetnek a gazdasági állatok számára értéktelen egyévi gyomok tömege is (Blumenthal et al., 2005; Végvári et al., 2011), vagy kolonizáló kompetitor fajok lehetnek évekig dominánsak a területen (Házi et al., 2011).

Tűz hatására megnövekedett tarackos pázsitfű borításról számol be Penksza et al. (2010), valamint Szentes et al. (2012). A szintén tarackos nád terjedéséről ír, a tűz hatására Vona et al. (2006).

A gyepek égetésének léteznek ugyanakkor előnyei is. Egyes növényfajoknak pont a gyepterület elégetése révén biztosíthatunk jobb életfeltételeket (Rietze, 2009). Mérsékelheti inváziós fajok terjedését (Cummings et al., 2007). Megfontolandó Baeza et al. (2002) megállapítása, miszerint inkább mi égesük el az éghetőt a gyepterületen, mint, hogy szabadon tomboljon a „vad tűz”. Magyarországon az 1996. évi LIII. törvény,

a 306/2010 Korm. rendelet, valamint az 50/2008. (IV.24.) FVM rendelet szabályozzák a gyepterület. Deák et al. (2012) konkrét javaslatokat is tettek a gyepek kontrollált égetésére, melyet max. 3-5 évenként javasolnak hazai körülmények között.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Egy kontrolláltan módon 2022 január 29.-én keletkezett, kb. 15 hektárt érintő gyepterület növény szerkezetére, talajhőmérsékletre, -nedvességre, -széndioxid emisszióra kifejtett hatását vizsgáltuk a MATE Karcagi Kutatóintézet 01702/1 hrsz-ú, rét hasznosítású gyepterületén.

A gyepterületen cickafarkos-füves puszta (*Achilleo-Festucetum pseudovinae*) asszociáció található, de az ősgyepekre jellemző relief viszonyok miatt, mozaikos szerkezeti elosztásban, a réti esetpázsit (*Alopecurus pratensis*) dominál.

A terület tengerszint feletti magassága 82 m. Az 50 éves csapadékátlag 503 mm. A 2022. év első hónapjai rendkívül aszályosak voltak, ezért az 1. táblázatban közöljük ezen kritikus időszakra vonatkozó adatokat. A vizsgálati terület talajtípusa közepes réti szolonyec. 1987 óta a területre kemikáliát nem juttattak ki a táblatorzskönyv szerint. A Kutatóintézet akkreditált laboratóriumában végzett talajvizsgálat eredményei: pH: 4,6; Arany-féle kötöttség: 40; vízben oldható összes sótartalom: 0,02%; szénsavas mésztartalom: 0,21%; humusztartalom: 3,7%; nitrogéntartalom: 3,2 mg/kg; foszfortartalom: 90 mg/kg, káliumtartalom: 260 mg/kg.

1. táblázat

A kísérleti időszak meteorológiai adatai (Karcag, 2021. október-2022. április)

Év(1)	Hónap(2)	Átlaghőmérséklet (°C)(3)	Maximum hőmérséklet (°C)(4)	Minimum hőmérséklet (°C)(5)	Csapadék (mm)(6)
2021	október(7)	9,9	26,5	-3,0	12,0
	november(8)	4,9	16,8	-5,0	53,5
	december(9)	1,3	10,0	-7,5	40,4
2022	január(10)	-0,4	13,7	-14,1	7,0
	február(11)	4,1	14,7	-5,8	8,4
	március(12)	5,1	23,1	-7,4	10,0
	április(13)	10,4	25,0	-0,3	40,6

Table 1: Meteorological data for the experimental period (Karcag, October 2021-April 2022)

Year(1), Month(2), Average temperature (°C)(3), Maximum temperature (°C)(4), Minimum temperature (°C)(5), Precipitation (mm)(6), October(7), November(8), December(9), January(10), February(11), March(12) April(13)

A vizsgálat módszere a következő volt: 3-3 db, 2*2 méteres mintaterületet választottunk ki a leégett, illetve az érintetlen (kontroll) területen. A kijelölt területeken több időpontban (2022.04.06.; 2022.04.12.; 2022.05.09.) rögzítettük a növénymagassági értékeket. Szén-dioxid-emissziót mértünk Testo 535 infravörös gázanalizátor készülék segítségével, valamint talajnedvességet és talajhőmérsékletet mértünk SMT-100 készülékkel 2022. 04.06-án, valamint 2022.04.12-én. Cönológiai

felvételezést végeztünk Balázs (1949) féle módszerrel 2022. május 9-én, valamint fitomassza hozamot is mértünk Grasshopper® készülék révén az elmaradt tavaszi csapadék, valamint a tűz által okozott borítatlan területek nagysága miatt.

A talaj CO₂-kibocsátását a Karcagi Kutatóintézetben fejlesztett keretes módszerrel vizsgáltuk (Kovács, 2014). A CO₂-koncentráció mérésére Testo 535 típusú infravörös gázanalizátort használtunk. A mérés folyamata a következő: a mérési

terület lehatárolása után lefedtük a területet, kivártuk az inkubációs időt (30 perc), majd megmértük a CO₂-koncentrációt az edényekben (Kovács, 2014). A CO₂-emissziós értékek kiszámításához a következő képletet alkalmaztuk:

$$F = d \cdot V / A \cdot (C1 - C2) / t \cdot 273 / (273 + T), \text{ ahol}$$

F=CO₂-emisszió (g×m⁻²×h⁻¹);
d=a CO₂ térfogattömege (1,96 kg×m⁻³);
V=a henger talajszint feletti térfogata (0,0040 m³);
A=a mérési felület (0,0314 m²);
C1=a kezdeti CO₂-koncentráció (m³×m⁻³);
C2=az inkubáció utáni CO₂-koncentráció (m³×m⁻³);
t=inkubációs idő (1800 s);
T=a levegő hőmérséklete (°C).

A talajnedvesség és talajhőmérséklet mérésekre SMT-100 típusú műszert használtunk, ami a talaj dielektromos vezetőképességét méri, ebből számolja a nedvességtartalmat, amit térfogatszázalékban fejez ki. A műszer az értékeket egy tizedesjegyre méri. Egy 0-10 cm-es réteg átlagos nedvességtartalmának mérésére használható. A nedvességméréssel egy időben a réteg hőmérsékletét is méri, az eredmények egy kézi adatgyűjtő kijelzőjéről olvashatóak le.

A Grasshopper® készülék True North Technologies és az írországi Moorepark Grassland Research Station által lett kifejlesztve, mely a fűborítás mérésén alapul. A készülék használata egyszerű, sétálás közben használható. A készülék alján lévő tárcsa milliméteres pontossággal méri az összenyomott gyepp magasságát, mely az érzékelő egységen keresztül küldi a mért adatokat a készülék mobiltelefon alkalmazásába.

A készülék 40 mm magassághoz, valamint 17% szárazanyagtartalomhoz volt beállítva, ennek alapján kaptuk meg a hozam eredményeket, melyet a műszer kg/ha-ban ad meg. Az adatok rögzítése, valamint elemzése Microsoft Excel® segítségével történt.

EREDMÉNYEK

Cönológiai vizsgálat eredményei

Mindkét területen növénycönológiai vizsgálatot végeztünk, melynek az eredményeit a 2. táblázatban láthatjuk. Felmérésünk során megállapítottuk, hogy a tűzzel leégett területen az elsőrendű fűvek dominálnak (Réti ecsetpázsit, Keskenylevelű réti perje), míg a kontroll területen a társulásalkotó Sovány csenkesz az uralkodó növényfaj. A tarackos fűvek megnövekedett részarányáról számolt be Penksza et al. (2010), valamint Szentés et al. (2012) is az általuk vizsgált gyepp asszociációknál tűz hatására. A kontroll területen több növényt találtunk a felmérés során (13 faj), tehát ez a terület diverzebbnek bizonyult, a tűz hatására csökkent a növényi fajszám. A felmérésünk során megállapítottuk, hogy a borítatlan területek aránya magasabb a tűzzel leégett területen, melynek átlagos értéke 21,875%. Antonsen és Olsson (2005) vizsgálataik során szintén a borítatlan terület növekedését tapasztalták gyeptűz után. A növény szerkezeti változásoknál figyelembe kell venni, hogy csak a tűz hatás utáni első növedéket vizsgáltuk, ezért feltétlenül indokolt a vizsgálatok folytatása.

2. táblázat

A vizsgált területek cönológiai felvételezésének eredményei

Növény/Terület(2)	Borítás %(1)					
	Tűzzel leégett terület 1(3)	Tűzzel leégett terület 2(4)	Tűzzel leégett terület 3(5)	Kontroll terület 1(6)	Kontroll terület 2(7)	Kontroll terület 3(8)
Borítatlan terület	25,00	18,75	21,88	3,13	3,13	6,25
<i>Poa pratensis</i>	31,25	34,38	28,13	9,38	9,38	18,75
<i>Alopecurus pratensis</i>	34,38	31,25	39,06	18,75	25,00	21,88
<i>Carex vulpina</i>	6,25	6,25	9,38	6,25	3,13	3,13
<i>Festuca pseudovina</i>	3,13	3,13	0,00	34,38	43,75	37,50
<i>Podospermum canum</i>	0,00	1,56	0,00	6,25	6,25	6,25
<i>Taraxacum officinale</i>	0,00	1,56	0,00	1,56	0,00	0,00
<i>Silene alba</i>	0,00	3,13	1,56	0,00	3,13	0,00
<i>Potentilla argentea</i>	0,00	0,00	0,00	3,13	0,00	0,00
<i>Veronica persica</i>	0,00	0,00	0,00	9,38	0,00	1,56
<i>Festuca rupicola</i>	0,00	0,00	0,00	3,13	3,13	3,13
<i>Ranunculus acris</i>	0,00	0,00	0,00	1,56	0,00	0,00
<i>Inula britannica</i>	0,00	0,00	0,00	1,56	1,56	0,00
<i>Achillea collina</i>	0,00	0,00	0,00	1,56	1,56	1,56

Table 2: Results of the cenological survey of the study areas

Cover (%) (1), Plant/Area (2), Area burnt by fire 1 (3), Area burnt by fire 2 (4), Area burnt by fire 3 (5), Control area 1 (6), Control area 2 (7), Control area 3 (8)

Növénymagasság mérésének eredményei

A terület növénymagasságait 3 alkalommal mértük meg, melynek átlagos eredményeit az 1. ábrán láthatjuk. Az első mérés során azt tapasztaltuk, hogy a szálfüvek indultak meg a tűzzel leégett területen. Mivel a szálfüvek mindkét területen megtalálhatóak,

ezeknek a növényeknek a magasságát mértük le. Míg április 6-án a leégett területnél mértük a nagyobb növénymagassági értékeket, egy hónap múlva (május 9.) már a kontroll területen. Ennek egyik oka lehet a kontroll terület érintetlen gyeptermésének a nedvességmegőrző hatása a felvételezési időszak száraz volta miatt.

1. ábra: A vizsgált területeken rögzített növénymagasság értékek

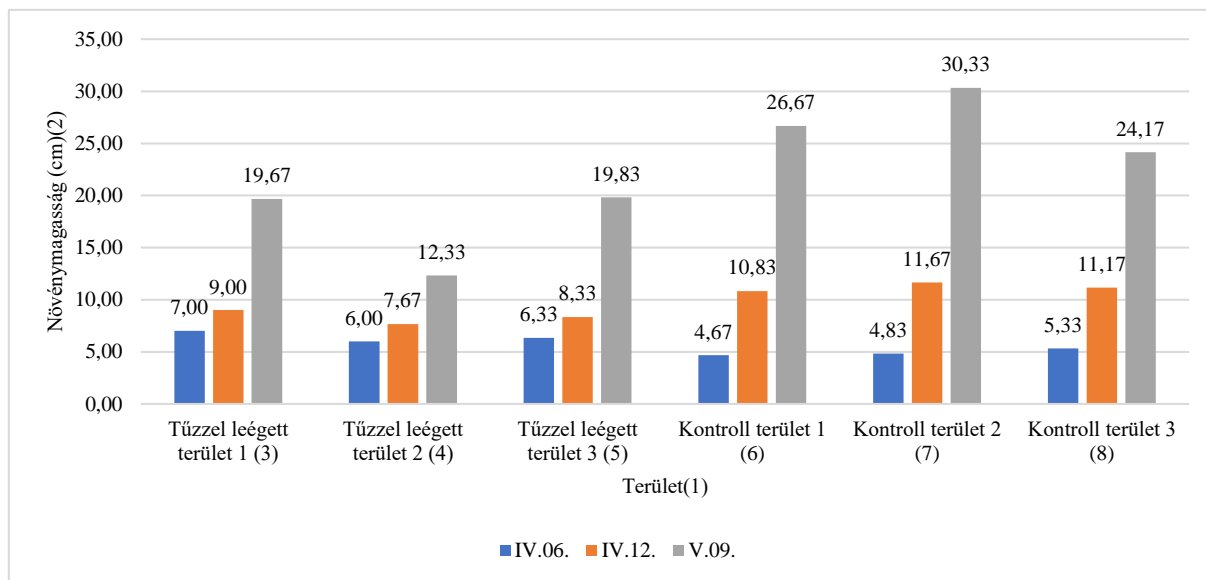


Figure 1: Plant height values recorded in the study areas

Area(1), Plant height (cm)(2), Area burnt by fire 1(3), Area burnt by fire 2(4), Area burnt by fire 3(5), Control area 1(6), Control area 2(7), Control area 3(8)

Grasshopper által mért eredmények

A tűzzel leégett területen Grasshopper mérőtárcsa segítségével megmértük a zöldhozamot a terület növényborítása alapján 3 ismétlésben, melyhez a következő eredményeket kaptuk: 1750 kg/ha, 1732 kg/ha, 1845 kg/ha. A kontroll területen szintén elvégeztük ezt a mérést, és a műszer a következő eredményeket mérte: 2098 kg/ha, 1902 kg/ha, valamint 2322 kg/ha. A tűzzel leégett terület átlagos zöldhozama 1775,67 kg/ha, valamint a kontroll terület zöldhozama 2107,33 kg/ha. Azt tapasztaltuk, hogy a tűzzel leégett területen kisebb a hozam, átlagosan 15,74%-kal, mivel ezeken a területeken magasabb a borítatlan területek aránya. Az eredmény statisztikailag nem igazolható (p-érték: 0,058).

Széndioxid-emisszió, talajhőmérséklet és talajnedvesség vizsgálatának eredményei

Két alkalommal mértünk szén-dioxid-emissziót, talajhőmérsékletet, valamint talajnedvességet a vizsgálati területen. A következő táblázatunkból látszik (3. táblázat), hogy magasabb volt a széndioxid-emisszió mindkét alkalommal a gyorsított leégett területen. A kontroll területen $0,114 \text{ g} \times \text{m}^{-2} \times \text{h}^{-1}$, a tűzzel égetett területen $0,150 \text{ g} \times \text{m}^{-2} \times \text{h}^{-1}$ volt a szén-dioxid-emisszió átlagos értéke. A varianciaanalízis szoros összefüggést mutatott

(p-érték: 0,016). A második mérési alkalommal szintén magasabb volt a szén-dioxid emisszió mértéke a leégett területen (gyorsított leégett terület szén-dioxid-emisszió átlagos értéke: $0,037 \text{ g} \times \text{m}^{-2} \times \text{h}^{-1}$, kontroll terület szén-dioxid-emisszió átlagos értéke: $0,035$), melyet nem tudunk igazolni varianciaanalízissel (p-érték: 0,159). Eredményeink feltétlen megerősítésre indokolnak, hasonló tüzeset lehetősége esetén, hogy pontosabb támpontokat adhassunk a gyepterületek többirányú szén körforgalmáról.

A talajnedvességet, valamint a talajhőmérsékletet a szén-dioxid-emisszió mérésével azonos időpontban mértük meg mindkét területen. A gyorsított leégett területen alacsonyabb volt az átlagos talajnedvesség értéke (8,17%, valamint 7,3%), mint a kontroll területen mért átlagos értékek (8,4% és 8,53%). A varianciaanalízis nem mutatott összefüggést egyik alkalommal sem (p-érték: 0,899, valamint 0,173). A gyorsított leégett területen alacsonyabb volt az átlagos talajhőmérséklet értéke ($23,7 \text{ }^\circ\text{C}$ és $22,17 \text{ }^\circ\text{C}$), mint a kontroll területen mért átlagos értékek ($24,57 \text{ }^\circ\text{C}$, valamint $24,53 \text{ }^\circ\text{C}$). A varianciaanalízis csak a második mérésünket igazolta (p-érték: 0,006). Az eredmények egyik lehetséges magyarázata a leégett gyeptermés nélküli „védtelensége” lehet, amit a borítatlan terület közel 22%-s aránya (2. táblázat) is jelez.

Szén-dioxid-emisszió, talajnedvesség és talajhőmérséklet mérésének eredményei

Dátum(1)	Mérések(2)	Tüzzel leégett terület 1(3)	Tüzzel leégett terület 2(4)	Tüzzel leégett terület 3(5)	Kontroll terület 1(6)	Kontroll terület 2(7)	Kontroll terület 3(8)
április 06.	Szén-dioxid-emisszió ($g \times m^{-2} \times h^{-1}$)(9)	0,15	0,159	0,141	0,103	0,111	0,128
	Talajnedvesség (%) (10)	5,8	7,6	11,1	7,9	7,4	9,9
	Talajhőmérséklet ($^{\circ}C$)(11)	23,6	23,7	23,8	24,1	24,4	25,2
április 12.	Szén-dioxid-emisszió ($g \times m^{-2} \times h^{-1}$)(9)	0,025	0,065	0,022	0,019	0,001	0,015
	Talajnedvesség (%) (10)	8,4	7,4	6,1	9,2	8,2	8,2
	Talajhőmérséklet ($^{\circ}C$)(11)	21,5	22,2	22,8	24,2	24,4	25

Table 3: Results of carbon dioxide emission, soil moisture and soil temperature measurements

Date(1), Measures(2), Area burnt by fire 1(3), Area burnt by fire 2(4), Area burnt by fire 3(5), Control area 1(6), Control area 2(7), Control area 3(8), Carbon-dioxide-emission(9), Soil moisture (%) (10), Soil temperature ($^{\circ}C$)(11)

DISZKUSSZIÓ

Napjainkban egyre gyakoribbak a hosszú csapadékmentes időszakok, ami tény az első negyedévre is igaz. A kontrollálatlan tüzek gyakorisága prognosztizálhatóan egyre nő a több ok miatt növekvő területi részarányú parlaggyepek miatt (Valkó et al., 2012).

A spontán gyeptűz hatásának vizsgálata során markáns különbségeket nem találtunk a leégett, illetve a kontroll gyepek között, ami alátámasztja Altbacker

(2005) és Ónodi (2011) megállapítását, miszerint a hatás az éghető fitomassza tömegtől függ. Rét hasznosítási módú, aprócsenkeszes gyeppaszociációban keletkezett tűz teremtett számunkra vizsgálati lehetőséget.

A Keskenylevelű réti perje borítási részarányának növekedése további pontosításokra szorul, hasonló adottságú termőhelyeken keletkezett gyeptűz utáni cönológiai felméréseket igényel, mivel pl. ellentétes tendenciát mutattak ki ennél a gyeppalkotónál Deák et al. (2012) felmérései.

IRODALOM

- Altbacker V. (2005): Növényzet és növényevők közötti interakciók mechanizmusainak vizsgálata. Akadémiai Doktori értekezés. ELTE, Budapest
- Antonsen, H.-Olsson, P. (2005): Relativ importance of burning, mowing and species translocation in the restoration of a former bereal bayfield: responses of plant diversity and the microbial community, *Journal of Applied Ecology* 42: 337-344.
- Baeza, M.-Luis, D.-Raventos, J.-Escarre, A. (2002): Factors influencing fire behaviour in shrublands of different stand ages and the implications for using prescribed burning to reduce wildfire risk. *Journal of Environmental Management* 65: 199-203.
- Balázs F. (1949): A gyepek termésbecslése növénycönológia alapján. *Agrártudomány, Budapest* 1(1): 26-35.
- Baskay-Tóth B. (1962): Legelő- és rétművelés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 127-159.
- Blumenthal, D. M.-Jordan, N. R.-Svenson, E. L. (2005): Effects of prairie restoration on weed invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 221-228.
- Borisova I. V. (1978): A közép-kazahsztáni sivatagi sztyeppék fő növényközösségeinek átfogó jellemzői. 145-148.
- Cummings, D. C.-Fuhlendorf, S. D.-Engle, D. M. (2007): Is altering grazing selectivity of invasive forage species with patch burning more effective than herbicide treatments? *Rangeland Ecological Management* 60: 253-255.
- Deák B.-Valkó O.-Schmotzer A.-Kapocsi I.-Tóthmérész B.-Török P. (2012): Gyepek égetésének természetvédelmi megítélése Magyarországon: problémák és pozitív tapasztalatok. *Tájökológiai Lapok* 10(2): 287-303.
- Házi, J.-Bartha, S.-Szentés, Sz.-Penszsa, K. (2011): Seminaturl grassland management by mowing of *Calamagrostis epigejos* in Hungary. *Plant Biosystem* 145(3): 699-704.
- Kovács Gy. (2014): Mezőgazdasági hasznosítású talajok széndioxid-emissziójának vizsgálata Karcag térségében. PhD értekezés, Debrecen
- Miller, M. (2000): Fire Autecology. *Wildland Fire in Ecosystems—Effects of Fire on Flora*. Rocky Mountain Research Station, 9-17.
- Molnár Zs.-Csizi I. (2015): Természetkímélő gazdálkodás szikeseinken. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót, 41-52.
- Overbeck, G. E.-Müller, S. C.-Pillar, V. D. (2005): Fine – scale post – fire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. *Journal Vegetation Science* 16 (6): 655-664.
- Overbeck, G. E.-Scasta, J. D.-Furquim, F. F.-Boldrini, I. I.-Weir, J. R. (2017): The South Brazilian Grasslands. A South American tallgrass. Parallels and implications of fire dependency. *Perspectives in Ecology and Conservation* 16: 24-30.
- Ónodi G. (2011): Legelés és tűz, mint gyeptudományi tényezők. Kísérletes vizsgálatok nyílt évelő homokpuszta gyepekben. PhD értekezés
- Ónodi, G.-Kertész, M.-Botta-Dukát, Z.-Altbacker, V. (2008): Grazing effects on vegetation composition and on the spread of fire on open sand grasslands. *Arid Land Research and Management* 22: 273-278.
- Pautasso, M.-Dehnen-Schmutz, K.-Holdenrieder, O.-Pietravalle, S.-Salama, N.-Jeger, M. J.-Lange, E.-Hehl-Lange, S. (2010): Plant health and global change – some implications for landscape management. *Biological Reviews* 85: 729-735.

- Penksza K.-Szentés Sz.-Dannhauser C.-Loksa G.-Házi J. (2010): A legeltetés hatása a gyepekre és természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai és Káli medencében. *Természetvédelmi Közlemények* 16: 25-32.
- Rietze, J. (2009): Ecological monitoring of the management of slope vegetation by prescribed burning in the Kaiserstuhl-Region. *International Forest Fire News* 38: 63-66.
- Russel-Smith, J.-Hoare, J. R.-Whitehead, P. J.-Cook, G. D.-Brooks, K. (2003): Response of Eucalyptus open-forest and woodland savanna to four experimental fire regimes. 1973-96. *Munmarlary. Monsoonal Northern Australia*
- Samu, F.-Kádár, F.-Ónodi, G.-Kertész, M.-Szirányi, A.-Szita, É.-Fetykó, K.-Neidert, D.-Botos, E.-Altbacker, V. (2010): Differential ecological responses of two generalist arthropod groups, spiders and carabid beetles to the effects of wildfire. *Community Ecology* 11: 129-133.
- Shalyt M. S. (1930): Egyszeri tűz az ősztéli időszakban. *Geobotanikai esszé Gos. sztyeppék. Steppe Institut 1.*
- Szentés, Sz.-Sutyinszki, Zs.-Szabó, G.-Zimmermann, Z.-Házi, J.-Wichmann, B.-Hufnagel, L.-Penksza, K.-Bartha, S. (2012): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. *Central European Journal of Biology* 7: 1055-1060.
- Valkó O.-Deák B.-Kapocsi I.-Tóthmerész B.-Török P. (2012): Gyepék kontrollált égetése, mint természetvédelmi kezelés. Alkalmazási lehetőségek és korlátok. *Természetvédelmi Közlemények* 18.
- Végvári Zs.-Ilonczai Z.-Boldogh S. (2011): A tüzek hatása. In.: *Természetkímélő gyepgazdálkodás: Hagyományörző szemlélet, modern eszközök.* Csákvár. 189-201.
- Vona, M.-Falusi, E.-Penksza, K. (2006): Examination of the soil-plant relations on the Galgahévíz peaty meadow, effects of nature conservation measures on the vegetation. *Thaiszia* 16: 109-111.
- Weir, J. R.-Scasta, J. D. (2017): Vegetation responses to season of fire in tallgrass prairie: a 13-year case study. *Fire Ecology* 13(2): 137-142.
- Williams, P. R.-Congdon, R. A.-Grice, A. C.-Clarke, P. J. (2003): Effect of fire regime on plant abundance in a tropical eucalypt savanna of north-eastern Australia. *Austral Ecology* 28: 327-338.
- Zhmykhova V. S. (1974): A Streletszkaya sztyeppe szempontrendszerének változása, kaszált és nem kaszált természetvédelmi rendszerek alatt. 27-30.