

A talajművelés felhagyásának hatásai a talaj és a növényzet egyes tulajdonságaira a Boda-halom példáján

Botos Ágnes¹ – Tóth Csaba Albert² –
Novák Tibor József¹

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar

¹Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen

²Természettföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen

novak.tibor@science.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A 2013-ig művelt Boda-halom, legutóbb lucernásként hasznosított felszínének szántóföldi művelésből történt kivonása után, 2014-től négy éven át talajmintákat vettünk a felhagyást követő változások vizsgálata céljából. Mintáink a felhagyott halomtestből, a halom továbbra is lucernásként hasznosított előteréből és kontrollként a környező gyeptől származtak. Mindhárom vizsgált élőhelyen 2018 nyarán fajlistát és cönológiai táblázatot készítettünk.

A három élőhely összehasonlítása során a kalcium-karbonát és pH értékeiben nem mutatkozott jelentős különbség. Az átlagos humusztartalom a kontroll gyepten ($8,3 \pm 0,6$ g/100 g) szignifikánsan ($p < 0,01$) nagyobb volt, mint akár a lucernásban ($3,9 \pm 0,5$ g/100 g), akár a felhagyott halomtesten ($4,8 \pm 0,2$ g/100 g). A halomtest és a lucernás talajának humusztartalma közötti különbség nem volt szignifikáns. Tápanyag ellátottság (N, P) alapján a halom felszíne (N: $25,0 \pm 3,6$ mg/kg; P: $66,5 \pm 2,7$ mg/kg) és a lucernás talaja (N: $35,3 \pm 3,1$ mg/kg; P: $122,5 \pm 2,5$ mg/kg) szignifikánsan ($p < 0,01$) különbözött.

A növényzet szociális magatartás típus szerinti összetételében mindhárom élőhelyen domináltak a zavarástűrő és a természetes gyom fajok. A halomfelszín és a kontroll gyepten emellett a természetes kompetitor és generalista fajok voltak megfigyelhetőek nagyobb arányban. A felhagyást követő ötödik évben készült felvételek alapján az összbőrités tekintetében a halomtest regenerálódó növényzete ($91 \pm 1\%$) közelebb állt a kontroll gyeptenhez ($93 \pm 4\%$), a lucernás ennek alatta maradt ($60 \pm 10\%$). Fajgazdagság alapján a halom növényzete (23 faj) szintén a kontroll gyeptenhez (25 faj) közelített, a lucernás (15 faj) ebben a tekintetben is lényegesen különbözött a regenerálódó halomtól.

Kulcsszavak: művelés felhagyása, talajregeneráció, kunhalom, másodlagos szukcesszió, gyepten, lucernás

SUMMARY

The previously cultivated (alfalfa) Boda mound was abandoned in 2013. Four years long following the abandonment soil samples were collected for monitoring of changes in surface soil characteristics starting in 2014. The samples were grouped according the habitat types: the abandoned surface of the mound, the still cultivated alfalfa in the foreground of the mound, and reference natural vegetation in closest vicinity of the mound. On the three habitat types lists of present species and their cover was registered during the summer 2018.

Based on the soil carbonate content there was no significant difference among the habitats. The pH of the alfalfa proved to be significantly lower as on the other two habitats. The averaged humus content in the control vegetation (8.3 ± 0.6 g/100 g) was

significantly ($p < 0.01$) higher, than in the alfalfa (3.9 ± 0.5 g/100 g), and on the abandoned mound (4.8 ± 0.2 g/100 g). There was no significant difference between the humus content of the soils on the abandoned mound and the recently cultivated alfalfa. Based on the nutrient (N, P) content the soil of the mound surface (N: 25.0 ± 3.6 mg/kg; P: 66.5 ± 2.7 mg/kg) and the soil of alfalfa (N: 35.3 ± 3.1 mg/kg; P: 122.5 ± 2.5 mg/kg) showed significant ($p < 0.01$) differences.

Based on distribution of the social behavior types of the registered plant species in all habitats the disturbance-tolerant species and the natural weeds dominated. Additionally, on the mound's surface and in the control vegetation natural competitor and generalist species were present in mentionable share. According the number of present plant species and average cover in fifth year after abandonment the regenerating mound surface (23 species, $91 \pm 1\%$ total cover) was closer to the control vegetation (25 species, $93 \pm 4\%$), than to the alfalfa (15 species, $60 \pm 10\%$) which covered the mound surface as well just 5 years ago.

Keywords: abandonment of cultivation, soil-regeneration, mounds, secondary succession, lawn, alfalfa

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A kunhalmok tájképi, kultúrtörténeti, régészeti jelentősége mellett kiemelkedő a botanikai értékük (Deák et al., 2016a, b; Deák, 2018; Tóth et al., 2019). A különböző típusú halmok (tellek, kurgánok, őrhalmok, határhalmok) közös jellemzője, hogy a rajtuk fennmaradt fajok, illetve gyeptalajmaradványok gyakran védelemre érdemesek teszik őket (Baráz és Kiss, 2007). Az emberi tevékenység azonban napjainkra a számukat drasztikusan lecsökkentette. A hajdani 40 000 halomból alig 2000 maradt fenn, aminek egyik legfőbb oka a gépi talajművelés elterjedése (Tóth és Tóth, 2003; Bede, 2016; Deák et al., 2019). A művelés gépesítésével lehetővé vált a halomtestek meredekebb oldalainak feltörése, sokszor egészen a csúcsukon kialakított magasságjegyig. A beszántott halmok magassága így évről-évre csökkent, rosszabb esetben belesimultak a környezetükbe vagy aszimmetrikussá váltak, vegetációjuk elpusztult, értékes kultúrrétegük sérült (Rákóczi és Barczy, 2014). Pusztulásuk rohamos volt, magasságuk csökkenésével folyamatosan veszítettek tájképi értékükből, az értékes löszgyepek maradványok száma pedig egyre csekélyebb lett.

Az épségben megmaradt, bolygatatlan kunhalmok javarészt értékes löszgyepei vegetációk őrzői, emellett azonban előfordulnak felszínükön szikes társulások is

(Deák et al., 2015). Annak ellenére, hogy kis kiterjedésűek, értékes és gazdag növényvilággal rendelkeznek (Joó, 2003; Bede et al., 2015; Tóth et al., 2019; Barczy et al., 2004 a, b, c; Penksza et al., 2011; Vona és Penksza, 2004). A halomfelszíneken megfigyelhető ősi lősnövényzet természetessége a bolygatott halmok esetében az őket ért környezeti hatások mértékétől függ (Kis, 2018; Deák et al., 2018). A legjellemzőbb társulástípusok: *Salvia nemorosae* – *Festucetum rupicolae* Zólyomi ex Soó 1964, *Agropyro cristati* – *Kochietum prostratae* Zólyomi 1958; *Achilleo setaceae* – *Festucetum pseudovinae* Soó (1933) 1947 corr. Borhidi 1996 és az *Artemisio santonicii* – *Festucetum pseudovinae* Soó in Máthé 1933 corr. Borhidi 1996 (Deák et al., 2015).

Védelmük szükségességét elsőként az 1996. évi LIII. törvény (Tvt.) 23. § (2) bekezdése ismerte el. A természet védelméről szóló törvény azonban kevésnek bizonyult, helyzetük akkor vált kedvezőbbé, amikor a 32/2010 (III.30.) FVM rendelet érvénybe lépett. A 32/2010 FVM rendelet 2. § o) pontban meghatározott kunhalmokon az 1. melléklet, 9. pont szerint a gyeptelepítés előkészítést – kivéve mindennemű talajmunka végzését – megtiltja. Egységes irányelvek azonban nincsenek megfogalmazva a művelésből kivont halmok fenntartására vonatkozóan (Botos et al., 2015). A spontán regenerálódó vagy telepített gyepekben további legeltetés vagy kaszálás hiányában eluralkodhatnak a gyom- vagy özönfajok (Richard et al., 2002; Kelemen et al., 2014). A kivonás hatására „haszontalanná” váló szántóföldi zárvány gyepterületeket a tulajdonosok gyakran veszik igénybe a védelmi célokkal össze nem egyeztethető módon, például korábban másutt vezető földutat terelnek rá, illetve szerves- vagy műtrágya, szalma, vagy egyéb anyagok deponálására használják (Philip et al., 2004). A halmok további pusztulását a rendelet valamelyest megállította, ám a halomtestek felszínén a szukcesszió kezdeti stádiumában a gyomosodás és invazív fajok megtelepedése lett jellemző (Török et al., 2012). A művelés megszűntével minden bizonnyal a talaj fizikai-kémiai jellemzői (talajszerkezet, szervesanyag-tartalom, tápanyagtartalom) is jelentősen átalakulnak. Mivel a művelés megszüntetésével a N (mg/kg) és P (mg/kg) mesterséges utánpótlása megszűnik, a szervesanyag-tartalom (C_{org} %) pedig várhatóan növekszik (Stefanovits et al., 1999), alapvetően más feltételek állnak elő a regenerálódó vegetáció számára. A magas tápanyagtartalom az azt kihasználni képes kompetitoroknak kedvez. Gyepterületeken a fajok együttélését többek között az alacsony P tartalom biztosítja, amely a művelést követően nem jellemző a talajokra (Richard et al., 2002). Művelés alól kivont területeken a talaj szerkezete, szervesanyag- és tápanyagtartalma jelentős változásokon megy keresztül: a C- és N-tartalékai a felhagyást követő első néhány évtizedben növekednek. A növekedés mértéke és sebessége azonban függ a termőhelyi viszonyoktól is: társulás, éghajlat, talajadottságok (Richard et al., 2002).

Az intenzív művelés az élőhelyek sokféleségének csökkenését és fajösszetételük változását

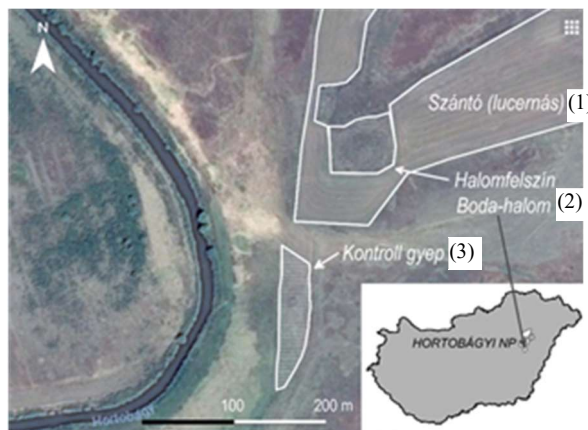
eredményezte (Tóth és Tóth, 2003). A nagyléptékű tájatalakítás következménye a korábbi élőhelyrendszerek megszűnése vagy átalakulása (Kelbert, 2012). A szántóföldi művelés alól kivont területeken egyre jellemzőbb az alternatív hasznosítás, például a féltermészetes gyepevegetáció létrehozása vagy az extenzív állattartás (Deák et al., 2008). A gyeprekonstrukció kiváló lehetőség a biológiai sokféleség megőrzésére: növeli a megmaradt gyepefragmentumok kiterjedését és összekapcsolja azokat, így csökken a fragmentáltságuk (Valkó et al., 2018). A növényvédőszer- és műtrágyaterhelés csökkentése mellett idővel a gyomok is visszaszorulnak a felhagyott területeken.

Vizsgálatunk célja az volt, hogy a nádudvari Boda-halom felszínén megismerjük a közelmúltban lezajlott területhasználat-váltás eredményeként a halom felszínének talajában és növényzetében bekövetkezett változásokat a művelés felhagyását követő első öt évben (2014-2018) a továbbra is lucernával hasznosított, illetve a környező természetes gyepterületekhez képest.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkhoz egy az Ágota-puszta területén emelkedő kurgánt, a Boda-halmot, és annak közvetlen környezetét választottuk. A közel 5000 ha kiterjedésű Ágota-puszta Püspökladány ÉNy-i határában fekszik, a Hortobágy legdélebbi pusztája (*1. ábra*).

1. ábra: A vizsgálati terület elhelyezkedése



Forrás: saját szerkesztés(4)

Figure 1: Location of the Boda mound

Arable field (alfalfa)(1), Mound surface (Boda mound)(2), Control vegetation(3), Source: authors(4)

A szolonyec szikes pusztá területét nagy laposok (Salamon- és Kanász-lapos, Kék-fenek) és erek (Kerülő- és Tárkány-ér) tagolják. Ezek mellett a Kösegy és Hortobágy lefűződött medrei, a kanyargókban található övzátonyok és sarlólaposok rendszere, valamint a folyóhátak és az azokon emelkedő kunhalmok jelentenek némi változatosságot a felszín képében (Novák, 2005; Barcsay, 2008). Az északabbi pusztáktól a szántott és részben parlagon hagyott folyóhátak kissé elzárják. Sajátos arculatú

pusztarész, amelynek déli része átmenetet jelent a sárréti területek felé, kelet felé pedig a délhajdúsági löszös térszinek határolják (M. Nepper et al., 1981). A tanulmányunkban szereplő Boda-halom (N47.39138°, E21.05194°) Nádudvar központjától 9,3 km-re, DNy-ra fekszik a Hortobágy folyó és a Nádudvar-Karcag földút között.

A formája és mérete alapján vélhetően kurgán típusú halom, a Jamnaja-kultúra (gödörsíros kurgánok népe) által épített késő rézkori, kora bronzkori (i.e. 3500-2300) halomsír (Tóth, 2004). Feltáratlan, bejárása során sem találtunk semmiféle régészeti anyagot.

A halom hosszú ideig szántóföldi művelés alatt állt, területén a felhagyás előtt lucernaföld volt. 2013 őszén a halom felszíne felhagyásra került, a korábbi állapotból fennmaradt lucerna pedig erősen kiritkult, rajta természetvédelmi kezelés, fűmagvetés nem történt.

A talajtani vizsgálatokhoz 100 cm³ térfogatú mintavevő hengerrel átlagmintákat vettük a talaj felszíni 0-5 cm-es rétegéből a) a halom felhagyott tetején kialakult, nem hasznosított gyeptől, b) a halom közvetlen szántóföldi környezetéből, amelyet a vizsgálat ideje alatt kioregdedő, erősen gyomos lucernás borított, és c) a közelben található természetes állapotú, legelőként hasznosított gyeptől. A mintavétel során típusonként (a, b, c) véletlenszerűen elhelyezett pontokban 3 részmintából álló átlagmintát gyűjtöttünk be. A mintavételezést 2014-2017 között minden év júliusában, a Hortobágyi Természetvédelmi Kutatótábor keretein belül végeztük.

A begyűjtött talajmintákat a Debreceni Egyetem földrajzi laboratóriumában dolgoztuk fel. Feldolgozás előtt három napon át 105 °C-on, átlagminták esetében 40 °C-on, súlyállandóságig szárítottuk. A pH_(H₂O) és pH_(KCl) értéket 1:2,5 arányú szuszpenzióban mértük. A CaCO₃-tartalmat Scheibler-féle kalciméterrel, a szervesanyag-tartalmat pedig a hagyományos nedves oxidációs eljárást követő titrimetriás módszerrel határoztuk meg (Félegyházi et al., 2002). Meghatároztuk a tápanyag ellátottsági értékeket is, a növényzet számára hozzáférhető P mennyiségét az ammónium-laktáttal kioldható foszfortartalommal (MSZ 20135 1999), a talaj nitrát-N tartalmát pedig az arra vonatkozó magyar szabvány szerint (MSZ 20135 1999) meghatározott nitrát-tartalommal jellemeztük. A fizikai talajféleséget a szemcseösszetétel iszapolással végzett elemzése alapján határoztuk meg (Félegyházi et al., 2002). A laboratóriumi vizsgálatokat követően a rendelkezésre álló adatokból meghatároztuk a leíró statisztikai paramétereket. Az egyes élőhelyeken kapott talajtani jellemzők értékeit élőhely-páronként kétféle t-próbával hasonlítottuk össze. Az alkalmazott statisztikai eljárásokat az R 3.3.0. statisztikai programmal végeztük.

A talajmintákkal reprezentált mintaterületeken 2018. júliusában, 3–3 db, 1×1 méteres kvadrátban felvettük a jelenlévő növényfajok százalékos borítását, valamint a kvadrátra becsült összborítás értékét.

A mintaterületeken a kvadrátokat véletlenszerűen helyeztük el. A felmért növényfajok szociális magatartás típusait (SzMT) Borhidi (1993) műve alapján határoztuk meg. A taxonneveket a www.ipni.org alapján használtuk.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A fizikai talajféleség a halom felszínén és a közvetlen környezetében lévő szántóföldi területen is iszapos vályognak bizonyult, míg a természetes állapotban lévő gyeptalajának textúrája homokos vályog. A textúra különbözősége a természetközeli kontroll gyeptalajhoz képest a halom összehordott anyagának következménye. Emiatt azonban a talajszerkezet a felhagyást követően várhatóan hosszú távon sem lesz azonos a referenciaként szolgáló természetközeli gyeptalaj szerkezetével.

A három területtípus közül a szántóföldi területen voltak a legmagasabbak a térfogattömeg értékek (1,87-1,97 g/cm³). A művelésből kivont halomfelszín talajában hasonló, de némileg alacsonyabb értékek mutatkoztak (1,22-1,89 g/cm³). A gyepi mintaterület pedig alacsony értékek jellemezték (1,16-1,56 g/cm³). Mindhárom csoport esetében elmondható, hogy az átlagértékek alapján a természetes vályogos-agyagos textúrájú talajokra jellemző térfogattömeg határon belül vannak: 0,8-1,8 g/cm³ (Schmidt, 2011). A felhagyott talaj térfogattömegének további csökkenése a gyökérzet lazító hatása, valamint a nagyobb biológiai aktivitás következtében növekvő porustérfogat miatt vélhetően a későbbiekben is várható (Piché és Kelting, 2015).

A kémiai talajtani paraméterek közül a kalcium-karbonát (%) és a kémhatás átlagértékeit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat

A talajok pH és CaCO₃ (%) értékei a vizsgálati időszakokban (2014-2017)

Mintavétel éve(1)	Minta típusa(2)	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)
2014	Lucernás(3)	4,9±0,3	4,7±0,3	4,1±0,4
	Halomfelszín(4)	4,9±0,5	6,8±0,4	6,5±0,5
	Kontroll gyept(5)	5,6±0,4	7,8±0,3	7,1±0,6
2015	Lucernás	5,8±0,6	4,5±0,3	4,1±0,1
	Halomfelszín	6,2±0,8	7,0±0,4	6,5±0,4
	Kontroll gyept	6,1±0,3	7,7±0,3	7,2±0,4
2016	Lucernás	5,8±0,5	4,8±0,3	4,4±0,4
	Halomfelszín	5,3±0,4	6,1±0,5	5,8±0,5
	Kontroll gyept	6,2±0,3	7,7±0,3	7,3±0,3
2017	Lucernás	5,5±0,4	5,1±0,3	4,8±0,4
	Halomfelszín	5,2±0,2	6,1±0,2	5,8±0,4
	Kontroll gyept	6,2±0,3	7,8±0,2	7,4±0,2

Table 1: pH values and average CaCO₃ content (%) of the soils during the studied period (2014-2017)

Sampling years(1), Type of habitat(2), Alfalfa(3), Mound surface(4), Control vegetation(5)

A szénsavas mésztartalom és a pH-értékek eredményeinél nem volt megfigyelhető szignifikáns különbség a halomtető felhagyott, illetve a környezetében lévő lucernás talaja között ($p > 0,05$). A kalcium-karbonát értékeiben a legalacsonyabb értékek a művelésből kivont területeken, a halomfelszín talajában mutatkoztak (4,9-6,2%). Ezek az átlagértékek hasonlóak a lucernás területéhez (4,9-5,8%). A legmagasabb, a növények számára is optimális állapotot a természetközeli kontroll gyepterület talajában mértük (5,6-6,2%).

A pH tekintetében jellemzően gyengén savanyú értékeket mértünk a halomtetőn (6,1-6,8), és semleges értékeket a gyepterületen (7,7-7,8). A lucernás területek savanyú tartományban eső értékei (4,5-5,1) mind a halomtetőhöz ($p < 0,05$), mind a gyephez képest ($p < 0,01$) szignifikánsan alacsonyabbak.

A kontroll gyepterület humusztartalma ($8,33 \pm 0,65$) kiemelkedően magasabb a szántóföldi ($3,93 \pm 0,50$) és a felhagyott terület ($4,76 \pm 0,21$) értékeihez képest is (2. ábra). Statisztikai értelemben vett szignifikáns különbség azonban nem figyelhető meg a lucernás és a felhagyott területek talaja között ($p > 0,05$). Az átlagos humusztartalom közel azonosnak tekinthető a két területtípus között. A művelésből kivont halomfelszín talajában a szerves szén felhalmozódása következtében a humusztartalom bár némileg magasabb, a teljes regeneráció azonban egy hosszú folyamat eredménye lehet. Mind a lucernás, mind pedig a felhagyott halom talajának humusztartalma szignifikánsan ($p < 0,01$) kisebb viszont, mint a kontroll gyepterület talajában mért értékek.

2. ábra: A humusztartalom értékének alakulása a vizsgált területeken 2014 és 2017 között

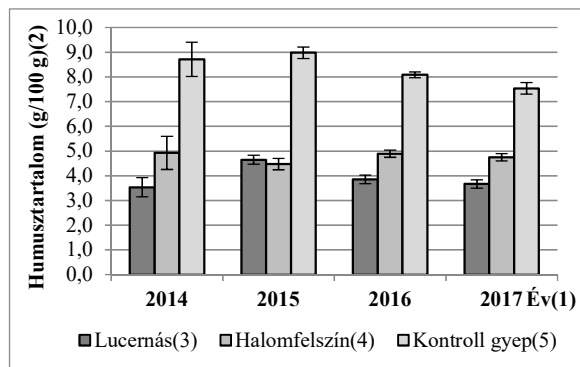


Figure 2: Changes in soil organic matter content in the studied soils between 2014 and 2017

Year(1), Humus-content (g/100 g)(2), Alfalfa(3), Mound surface(4), Control vegetation(5)

A tápanyag ellátottsági értékek (N, P) alapján a korábban művelés alatt álló halom és a megművelt szántóföldi területek talaja között szignifikáns különbség tapasztalható ($p < 0,05$). A könnyen kioldható nitrát tartalom esetében a vizsgálat kezdetéhez (2014) képest némi csökkenés figyelhető meg a felhagyott halomfelszínen (3. ábra).

A legmagasabb átlagértékeket minden évben a lucernás területek esetében kaptuk ($32,76 \text{ mg/kg} - 39,75 \text{ mg/kg} \pm 12,34$). Általános eredményként azonban elmondható, hogy ezek az értékek jó tápanyagellátottságú talajokra megfelelőek (Stefanovits, 1999). A kontroll gyepterületének talaján a vizsgálat kezdetétől fogva évről-évre jelentős ingadozás figyelhető meg ($19,74 \text{ mg/kg} - 27,75 \text{ mg/kg} \pm 9,82$). A legalacsonyabb nitrát tartalmat a felhagyott halom talajában mértük mind a négy vizsgálati évben ($10,45 \text{ mg/kg} - 16,73 \text{ mg/kg} \pm 3,31$). A korábbi, folyamatos szántóföldi művelés során bejuttatott tápanyagtartalom (N) egy része már a rövid időtávlatában felhasználódott, illetve kimosódott, ami a növényzet regenerációja szempontjából kedvező, hiszen lassíthatja a szukcesszió során a nitrogénigényes gyomok spontán regenerációját. A felhagyást követő, kezdődő szervesanyag-felhalmozódás viszont még nem szolgáltatott kimutatható mértékű N-tartalom növekedést a talajban, ahogyan a humusztartalom megnövekedése sem volt még jellemző.

3. ábra: A vizsgált területek talajának nitrát-N tartalma terület típus szerint 2014-2017 között

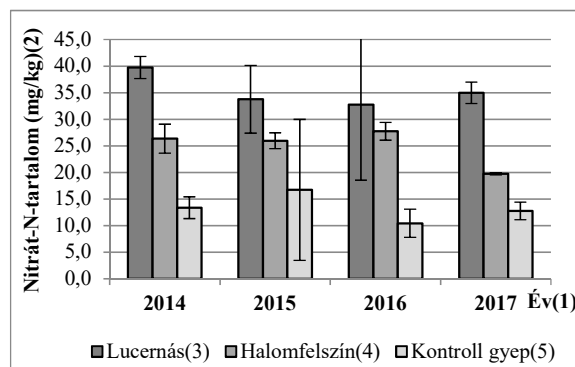


Figure 3: Average nitrate content (mg/kg) in the studied soils between 2014 and 2017

Year(1), Nitrate-N content (mg/kg)(2), Alfalfa(3), Mound surface(4), Control vegetation(5)

Az AL-oldható P-tartalmat illetően szignifikánsan ($p < 0,05$) elkülönülnek a szántóföldi területek a másik két területtípustól (4. ábra). A foszfor átlagos mennyisége az egyes típusú területeken a nitrogén megoszlásához hasonlóan a műtrágyák használatához, vagy használatának megszüntetéséhez köthető. A művelésből kivont, felhagyott halmok területén a foszfor mennyisége általánosságban alacsonyabb volt, hiszen a folyamatos utánpótlás megszűnt. A legmagasabb, művelt talajra jellemző értékek $120,16 \text{ mg/kg} - 125,44 \text{ mg/kg} \pm 21,53$ között változtak. A felhagyott halom felszínén jóval alacsonyabb értékeket mértünk: $62,70 \text{ mg/kg} - 68,93 \text{ mg/kg} \pm 15,92$). A legkisebb átlagértékeket pedig a természetes állapotú, bolygatatlan gyeppel borított területtípus esetében kaptuk: $19,06 \text{ mg/kg} - 24,98 \text{ mg/kg} \pm 5,51$.

Összborítás tekintetében a halmon felhagyás után kialakult növényzet (91±1%) és a kontrollként használt gyepek között alig volt különbség (93±4%), ehhez képest a lucernás összborítása jóval gyéresebb volt (60±10%). A kvadrátonkénti átlagos fajszám a felhagyott halom gyepeiben 13±3,5, a lucernásban 10±3,5 a kontrollnak tekintett gyepekben 18±2 faj/m².

4. ábra: Al-oldható P (mg/kg) tartalom a vizsgálati területeken 2014-2017 között

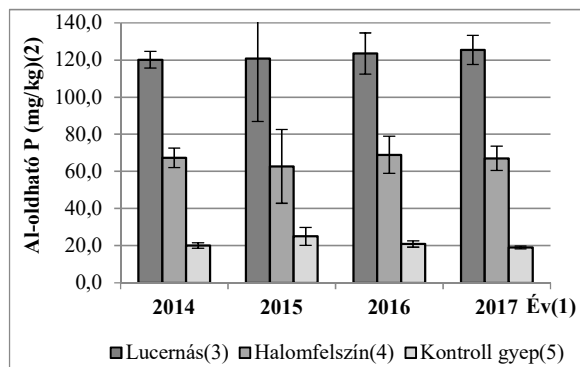


Figure 4: Average phosphorus content (mg/kg) in the studied soils between 2014 and 2017

Year(1), Nitrate-N content (mg/kg)(2), Alfalfa(3), Mound surface(4), Control vegetation(5)

Legfajgazdagabbnak a kontrollként használt gyepek bizonyult 25 növényfajjal. Tömeges faj a tejoltó galaj (*Galium verum* L.), a keskenylevelű perje (*Poa angustifolia* L.), és a farkas kutyatej (*Euphorbia cyparissias* L.). Helyenként uralkodóvá válik a korai sás (*Carex praecox* Schreb.).

A halom felszínén összesen 23 növényfaj terepi előfordulását jegyeztük fel. A felvételezés során megállapítottuk, hogy a felmérés időszakában (2018) a halom jelentős részén a karsú fenyperje (*Koeleria cristata* Griseb.), mezei cickafark (*Achillea collina* L.) és pusztai csenkesz (*Festuca rupicola* Heuff.) a leggyakoribbak. Jellemző még a borzas bükköny (*Vicia hirsuta* (L.) Gray), keskenylevelű perje (*Poa angustifolia*) és réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) foltok, társult gyomnövényekkel: pásztortáska (*Capsella bursa-pastoris* L.), apró szulák (*Convolvulus arvensis* L.) (2. táblázat).

A halom közvetlen környezetében lévő lucernás (de nem művelt) területen összesen 15 faj jelenlétét jegyeztük fel. Itt tömegesek a gyomfajok, köztük az útszéli bogáncs (*Carduus acanthoides* L.), a takarmány lucerna (*Medicago sativa* L.) és a sertésszörös zörgőfü (*Crepis setosa* Haller f.), amelyek jelenléte a talaj emelkedett N tartalmával is összefügg. Eluralkodott a kaporlevelű ebszékfü (*Tripleurospermum perforatum* (Mérat) M. Lainz.), amely tipikus gyomtársulás alkotó faj. Emellett azonban a keskenylevelű perje (*Poa angustifolia*), a fedél rozsnok (*Bromus tectorum*) és pusztai csenkesz (*Festuca rupicola*) is előfordul kisebb borítással a területen.

2. táblázat

A Boda-halom felhagyott területén (a halmon, a lucernásban és a referencia gyepekben) felmért növényfajok százalékos borítása (2018. július)

Felvétel típusa(1)	Halom(2)			Lucernás(3)			Gyep(4)		
Tudományos név(5)	H1	H2	H3	L1	L2	L3	K1	K2	K3
<i>Festuca rupicola</i>	27	10	7	5			1		8
<i>Galium verum</i>							30	15	13
<i>Achillea collina</i>	10	30	8				3		5
<i>Poa angustifolia</i>	15		1				15		20
<i>Carduus acanthoides</i>	9	8			5	25			
<i>Carex praecox</i>	5		5				25	10	1
<i>Koeleria cristata</i>			10	35					
<i>Medicago sativa</i>					10	7	25		
<i>Alopecurus pratensis</i>	10	1	10				1	5	12
<i>Trifolium striatum</i>							8	12	15
<i>Vicia hirsuta</i>	15	1	15				1	1	1
<i>Falcaria vulgaris</i>	10	8					10		1
<i>Vicia angustifolia</i>	5		8				7	1	7
<i>Euphorbia cyparissias</i>								20	7
<i>Crepis setosa</i>				13	8	5			
<i>Convolvulus arvensis</i>	1	7	5	1	4		1		5
<i>Hordeum hystrix</i>				10	7				
<i>Bromus tectorum</i>				7	7	1			
<i>Tripleurospermum perforatum</i>				1	7	7			
<i>Elymus repens</i>		3					5	1	6
<i>Carex melanostachya</i>							4	5	4
<i>Lolium perenne</i>				7	5				
<i>Marrubium peregrinum</i>									12
<i>Glechoma hederacea</i>							1		10
<i>Bromus mollis</i>	1			5	1			1	1
<i>Arrhenantherum elatius</i>						4			4
<i>Torilis arvensis</i>		5					1		1
<i>Carduus acanthoides</i>							5		
<i>Calamagrostis epigeios</i>		5							
<i>Veronica sp.</i>							1		3
<i>Cerastium dubium</i>							1	1	1
<i>Polygonum aviculare</i>	1			1	1				
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3								
<i>Potentilla argentea</i>									3
<i>Bromus japonicus</i>				1	1				
<i>Arenaria leptoclados</i>	1								
<i>Bromus tectorum</i>									1
<i>Chenopodium album</i>					1				
<i>Cynodon dactylon</i>									1
<i>Hordeum murinum</i>						1			
<i>Lathyrus sp.</i>		1							
<i>Picris hieracioides</i>			1						
<i>Podospermum canum</i>	1								
<i>Verbena officinalis</i>		1							
<i>Vicia tetrasperma</i>			1						
Összborítás(6)	95%	85%	93%	60%	50%	70%	97%	93%	90%

Table 2: The surveyed species cover in percentage in the three studied habitat types (mound, alfalfa field, reference grassland) on the Boda mound (2018 July)

Type of habitat(1), Mound surface(2), Alfalfa(3), Control vegetation(4), Species name(5), Total cover %(6)

A Borhidi (1993) féle szociális magatartás típus (SzMT) és a hozzá rendelhető természetességi értékszám számszerűen mutatja meg, hogy az adott növény milyen módon kapcsolódik a termőhelyéhez, és a kapcsolódás természetességéről is ad információt. A vizsgálatban szereplő mindhárom területtípus esetében a természetes termőhelyek zavarástűrő növényei (DT, +2) voltak jelentős arányban jelen (halom: 32%, lucernás: 40%, kontroll: 45%). A lucernás terület esetében jelentős volt még a honos flóra antropofil elemeihez tartozó fajok (honos

gyomfajok, W, +1 kategória) (26%) és a ruderalis kompetitorok (RC, -2) aránya is (20%). Az 5. ábrán látható, hogy a lucernásból regenerálódott halom gyepeinek összetétele szociális magatartás típusok alapján a kontroll gyepek értékéhez jobban hasonlít, míg a lucernásban lényegesen eltérő arányok jellemzőek. A felvételenként számolt természetességi érték átlagai a regenerálódott halom ($2,1 \pm 0,7$) és a kontroll gyepek ($2,1 \pm 0,2$) esetében egyformának bizonyultak, csupán szórása nagyobb a halom gyepeiben. A lucernás értéke lényegesen alacsonyabb ($0,9 \pm 0,1$).

5. ábra: A Borhidi-féle szociális magatartás típusok megoszlása a három vizsgált élőhely típusban

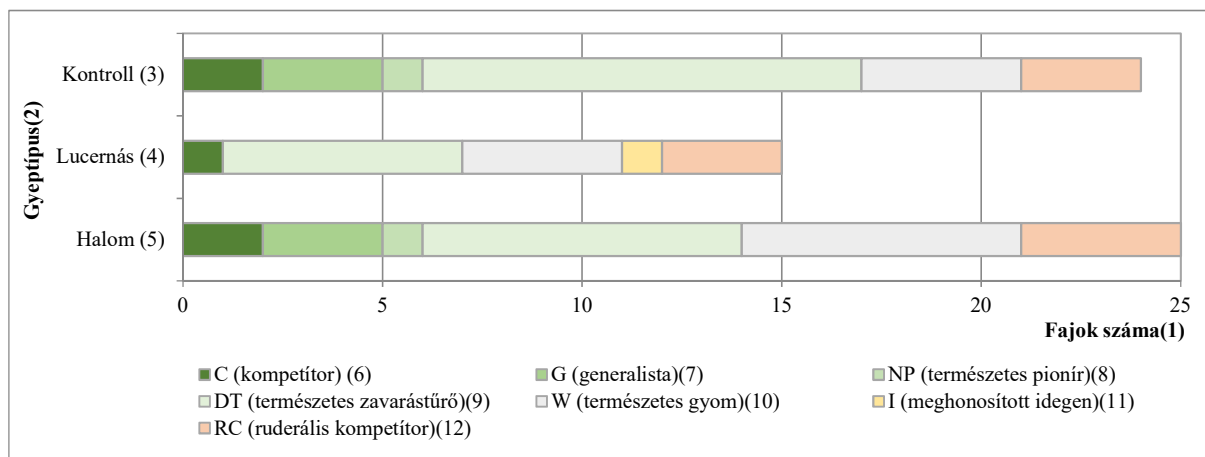


Figure 5: Distribution of the social behaviour types (SBT, according to Borhidi 1993) in the three studied habitats
Number of species(1), Type of habitat(2), Control vegetation(3), Alfalfa(4), Mound surface(5), Competitors(6), Generalists(7), Natural pioneers(8), Disturbance tolerants(9), Natural weeds(10), Invasives(11), Ruderal competitors(12)

KÖVETKEZTETÉSEK

A felhagyást követő talaj- és növényzeti változások követése során, a halom felszínén kialakuló növényzetet, és az ott gyűjtött talajmintákat a továbbra is lucernásként hasznosított halomelőtérhez, és a közeli referencia gyepphez hasonlítottuk. Az a várakozásunk, hogy a felhagyott lucernásban öt éves távlatban a talajban és a növényzetben is jól követhető, egyértelmű változások zajlanak, nem bizonyult megalapozottnak. Bár növényzet tekintetében a halom a közös fajok, a fajok száma és a teljes borítás tekintetében közeledett a környező gyepek növényzetéhez, a talaj humusz tartalma alapján azonban még mindig a környező lucernához volt inkább hasonló. A talaj P-tartalma alapján a felhagyott terület a lucernáznál kisebb értékkel rendelkezett, nitrát-N tekintetében pedig mindhárom élőhely közül a legkisebb értékeket mutatta. Úgy tűnik ezek alapján, hogy a talajban ennyi idő alatt a szerves anyag mennyisége még nem mutat lényeges növekedést. A N-felhasználása a szukcesszió kezdeti szakaszán nagyobb volt, mint ami az elmaradt utánpótlás (felhagyás, lucerna felszámolása) mellett a talajba került. A P mennyisége viszont a megszűnt utánpótlás ellenére is meghaladja a természetközeli gyepekben mérhető értéket, ami akár a megnövekedett szerves anyag input mellett segítheti a mikrobiális

lebontást (Philip et al., 2004; Spohn et al., 2015), ugyanakkor a P-igényes gyomfajok megmaradásának is kedvez (Richard et al., 2002).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány a Bolyai János Kutatási ösztöndíj támogatásával (Novák Tibor József, BO/00448/17/10) és az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-4-DE-129 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának (Bolyai+) szakmai támogatásával készült. A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt (Tóth Csaba Albert), az Európai Unió, Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3-IV-DE-103 azonosítószámú Új Nemzeti Kiválóság Programja (Botos Ágnes) támogatta. Ezúton szeretnénk megköszönni Dr. Tóth Albertnek, a Hortobágyi Természetvédelmi Kutatótábor szervezőjének a lehetőséget, hogy a tábor keretein belül a terepi mintavételre lehetőséget nyújtott. Továbbá szeretnénk megköszönni a táborozók közül Kis Szabolcsnak és Olasz Ákosnak a mintavételezésben nyújtott aktív segítséget. Köszönjük Sóséné Mező Krisztinának (DE Földtudományi Intézet szediment labor) a laboratóriumi vizsgálatok során nyújtott segítőkészségét

IRODALOM

- Baráz Cs.-Kiss G. (2007): „Ex lege” védett értékek: források, lápok, barlangok, víznyelők, kunhalmok, földvárak. Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger. 27-29. p.
- Barczy A.-Penksza K.-Joó K. (2004a): Alföldi kunhalmok talaj-növény összefüggés-vizsgálata. In: Tóth A.: Kunhalmokról – más szemmel. Kisújszállás – Debrecen pp. 27-43.
- Barczy, A.-Penksza, K.-Joó, K. (2004b): Reseach of soil-plant connections on Kurgans in Hungary. *Ökológia (Bratislava)* 23: 15-22.
- Barczy A.-Penksza K.-Joó K. (2004c): Alföldi kunhalmok talaj-növény összefüggés-vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan* 53: 3-16.
- Barcsay L. (2008): Ágota puszta. Természet világa. Budapest. 7.
- Bede Á. (2016): Kurgánok a Körös-Maros vidékén. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest
- Bede, Á.-Salisbury, R. B.-Csathó, A. I.-Czukur, P.-Páll, D. G.-Szilágyi, G.-Sümegei, P. (2015): Report of the complex geoarcheological survey at the Ecse-halom kurgan in Hortobágy, Hungary. *Central European Geology* 58(3): 268-289.
- Borhidi A. (1993): A Magyar Flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai; Janus Pannonius Tud. Egy Kiadványai, Pécs, 95 pp.
- Botos, Á.-Ökrös, V.-Tóth, Cs. (2015): Soil aggregate stability, organic carbon and plant available nutrient contents (N,P) in soils of prehistoric mounds after abandonment of cultivation. Department of Landscape Protection and Environmental Geography. University of Debrecen, Debrecen. 9 (1-4): 1-2.
- Deák B. (2018): Természet és történelem – A kurgánok szerepe a sztyeppi vegetáció megőrzésében. *Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest*
- Deák B.-Török P.-Kapocsi I. (2008): Szik és Lössgyep Rekonstrukció vázfajokból álló magkeverék vetésével a Hortobágyi Nemzeti Park területén (Egyek-Pusztaköcs). *Tájökológia Lapok* 6(3): 323-332.
- Deák B.-Török P.- Tóthmérész B.-Valkó O. (2015): A hencidai Mondró-halom, a löszgyep-vegetáció őrzője. *Kitaibelia*. vol. 20. no. 1. p.143-149.
- Deák, B.-Valkó, O.-Török, P.-Tóthmérész, B. (2016a): Factors threatening grassland specialist plants - A multi-proxy study on the vegetation of isolated grasslands. *Biological Conservation* 204: 255-262.
- Deák, B.-Tóthmérész, B.-Valkó, O.-Sudnik-Wójcikowska, B.-Bragina, T. M.-Moysiyenko, I.-Apostolova, I.-Bykov, N.-Dembicz, I.-Török, P. (2016b): Cultural monuments and nature conservation: The role of kurgans in maintaining steppe vegetation. *Biodiversity & Conservation* 25: 2473-2490.
- Deák, B.-Valkó, O.-Török, P.-Kelemen, A.-Bede, Á.-Csathó, A. I.-Tóthmérész, B. (2018): Landscape and habitat and filters jointly drive richness and abundance of grassland specialist plants in terrestrial habitat islands. *Landscape Ecology* 33: 1117-1132.
- Deák, B.-Tóth, C.-Bede, Á.-Apostolova, I.-Bragina, T. M.-Báthori, F.-Bán, M. (2019): Eurasian Kurgan Database – a citizen science tool for conserving grasslands on historical sites. *Hacquetia* 18 (2): 185-193.
- Félegyházi E.-Kiss T.-Szabó J. (2002): Természetföldrajzi gyakorlatok: különös tekintettel a geomorfológiai vizsgálatokra: földrajz tanárszakos és geográfus hallgatók számára. Kossuth Egyetemi Kiadó. Debrecen. p. 87-95.
- Joó K. (2003): Kunhalomkutatások (A Csípő-halom vegetációja). *Tájökológiai Lapok* 1(1): 87-96.
- Kelbert B. (2012): Kaszálás felhagyás hatása helyreállított szikes és löszgyepek vegetációjára. *Gyepgazdálkodási Közlemények*. Debrecen. 1.2. 21-22 p.
- Kelemen, A.-Török, P.-Valkó, O.-Deák, B.-Miglécz, T.-Tóth, K.-Ölvedi, T.-Tóthmérész, B. (2014): Sustaining recovered grasslands is not likely without proper management: vegetation changes and large-scale evidences after cessation of mowing. *Biodiversity & Conservation* 23: 741-751.
- Kis Sz. (2018): Mesterséges felszínformák botanikai összehasonlítása a Nagykunság és a Nagy-Sárrét vidékén. *Kitaibelia*. vol. 23. no. 1. p. 65-67.
- M. Nepper I.-Sőregi J.-Zoltai L. (1981): Hajdúsági halmok. Hajdúsági Közlemények Hortobágyi Idegenforgalmi Bizottság. Hajdúböszörmény. p. 28-43.
- Novák T. J. (2005): Tájváltozások értékelése hortobágyi mintaterületen a talajok és a vegetáció egyes jellemzői alapján. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem
- Penksza, K.-Joó, K.-Nagy, A.-Herczeg, E. (2011): Evaluation of vegetational changes in the natural vegetation cover of kurgans (Csípő- and Kántor-halom). *BAR International Series* 22: 339-346.
- Philip, C.-Mark, J. M.-Sean, T. S. (2004): Community- and ecosystem level changes in a species-rich tallgrass prairie restoration. *Ecological Applications* 14. 6. 1680-1694. p.
- Piché, N.-Keltling, D. L. (2015): Recovery of soil productivity with forest succession on abandoned agricultural land. *Restoration Ecology* 23 (5): 645-654.
- Rákóczi A.-Barczy A. (2014): Védett tájelemek az Európai Unióban, a 73/2009 EK rendelet hatásai a magyar kunhalmok állapotára. *Tájökológiai Lapok* 12 (1): 95-105.
- Richard, F. P.-James, M.-Alan, H. (2002): Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. *Journal of Applied Ecology*. 39. 294-309. p.
- Schmidt J. (2011): Földműveléstan. TAMOP 4.2.5 Pályázat könyvei. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem
- Spoehn, M.-Novák, T. J.-Incze, J.-Giani, L. (2015): Dynamics of soil carbon, nitrogen, and phosphorus in calcareous soils after land-use abandonment – A chronosequence study. *Plant and Soil*. 401(1):185-196.
- Stefanovits P.-Filep Gy.-Füleky Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest. p. 71-75.
- Tóth A. (2004): A kunhalmokról más szemmel. Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatósága: Alföldkutatásért Alapítvány. Debrecen. 7-11. p.
- Tóth A.-Tóth Cs. (2003): Kunhalmok állapotfelmérése a Hortobágy déli pusztáin és a szomszédos hajdúsági területeken. In: Tóth A. (szerk.) Tisza-völgyi tájváltozások. Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás, pp. 95-111.
- Tóth, Cs. A.-Deák, B.-Nyilas, I.-Bertalan, L.-Valkó, O.-Novák, T. (2019): Iron age burial mounds as refugia for steppe specialist plants and invertebrates – case study from the Zsolca mounds (NE Hungary). *Hacquetia* 18 (2): 195-206.
- Török, P.-Miglécz, T.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Deák, B.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2012): Recovery of native grass biodiversity by sowing on former croplands: Is weed suppression a feasible goal for grassland restoration? *Journal for Nature Conservation* 20: 41-48.

Valkó, O.-Tóth, K.-Kelemen, A.-Miglécz, T.-Radócz, S.-Sonkoly, J.-Tóthmérész, B.-Török, P.-Deák, B. (2018): Cultural heritage and biodiversity conservation – Plant introduction and practical restoration on ancient burial mounds. *Nature Conservation* 24: 65-80.

Vona M.-Penksza K. (2004): A szentesi Kántor-halom vegetációjának változása és ennek összefüggése a talaj vízháztartásával. *Tájökológiai Lapok* 2: 341-348.