

TISZÁNTÚLI KUNHALMOK TALAJÁNAK VÁLTOZÁSAI MŰVELÉS FELHAGYÁSÁT KÖVETŐEN

BOTOS Ágnes¹, TÓTH Csaba Albert², NOVÁK Tibor József¹

¹ Debreceni Egyetem, TTK, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék
4002 Debrecen, Egyetem tér 1. Pf. 400, e-mail: botosagnes@science.unideb.hu

² Debreceni Egyetem, TTK, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék

Kulcsszavak: kunhalmok, felhagyás, talajregeneráció, felszíni talajvizsgálat, védelem

Összefoglalás: A vizsgálatban szereplő halmok felszíni talajrétegét a felhagyás időpontjában tápanyag feldúsulás (N, P) jellemezte, amely az invazív- és gyomfajok elterjedésének kedvezett. A felhagyást követően spontán szukcesszióval elkezdődött a növényzet regenerálódása. Az eredmények és a vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a művelés megszüntetésével megfigyelhetők változások a halmok talajának tápanyag-összetételében, a teljes regenerálódás azonban még egy nagyon hosszú folyamat eredményeként mehet csak végbe. A folyamatos talajminta-vételezéssel viszont jól nyomon követhetőek a felszíni rétegben zajló tápanyagforgalmi és talaj-regenerálódási folyamatok.

Bevezetés

A kunhalmok kiemelt jelentőségűek, az Alföld tájképi színező elemei, a környezet síkjából kúpszerűen kiemelkedő, elszigetelten álló kerekded formájú dombok. Átmérőjük 30-80 m, magasságuk különböző, de egy sem haladja meg a 11 métert (Ecsedy 1979). Jelentős részük réz- és kora bronzkori temetkezéseket, szarmata, germán és honfoglalás kori temetőket foglal magában (Tóth és Tóth 2003). A legtöbb becslés szerint a kunhalmok megjelenése Kr. e. 2000 körülire tehető, eredetük pedig a kelet-európai síkságról nyugat felé tartó állattartó lovas népekhez köthető (Molnár 2004). Kiemelkedő értékük, hogy menedékhelyként szolgálnak természetes élőhelyeknek és reliktum fajoknak, természetközeli állapotban fajgazdag lőszártársulással rendelkeznek (Bede 2014). Az egyre intenzívebb szántóföldi növénytermesztés hatására azonban a kiváló minőségű mezőségi (csernozjom) talajú területeket feltörték, ezzel a halmok botanikai, tájképi, talajtani értéke jelentősen csökkent (Gojda és Hejzman 2012).

A kunhalmok törvényi védettségének szükségessége már egy évtizeddel ezelőtt is fontos kérdés volt. Az 1963. évi IX. számú törvény biztosított számukra valamilyen szintű védettséget, de önmagában kevésnek bizonyult. A '90-es évek elején emellett néhány halom helyi védettséget is kapott (Tóth 2004). A széleskörű teljes védelmet azonban az 1996. évi LIII. törvény jelentette, amely nevesítette és *ex lege* védett jellegűvé tette a kunhalmokat. Ezzel egy időben megindult a kunhalmok kataszterének, nyilvántartásának elkészítése is (Rásó 2012). A kataszterezés során felvételezésre kerültek a sírhalmok, őrhalmok, határhalmok és lakódombok is (Tóth 1999).

A Nemzeti Park Igazgatóságok területén elhelyezkedő kunhalmok kataszterezéséből látható az (1. táblázat), hogy a szántott kunhalmok aránya a még ép, ősgyepvel rendelkező halmokkal szemben sokkal magasabb. A Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság területén a kunhalmok 61%-a roncsolt, szántott, 23%-uk pedig elhordott és mindössze csak 16% tekinthető épnek. A Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság esetében az ép halmok száma még kevesebb, csupán 7%, míg a szántott halmok 51%-ban vannak jelen, az elhordott halmok aránya pedig 42%. A Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság területén elhelyezkedő kunhalmok több mint felének, 54%-ának szintén a szántóföldi művelés áldozatává vált, az értékes vegetációval rendelkező halmok száma itt is elenyésző, 15%, a maradék 31%-uk pedig elhordásra került (szóbeli közlés).

1. táblázat Kunhalmok helyzete a nemzeti park igazgatóságok területén (szóbeli közlések alapján)

Table 1. Status of mounds on the National Park Directorates

	KNP	KMNP	HNPI
Szántott, roncsolt	61%	51%	54%
Elhordott	23%	42%	31%
Ép	16%	7%	15%

A 32/2010 FVM rendelet 2. § o) pontban meghatározott kunhalmokon az 1. melléklet, 9. pont szerint a gyeptelepítés előkészítést kivéve mindennemű talajmunka végzését megtiltja. A művelésből kivont halmok fenntartására vonatkozóan azonban nincsenek egységes irányelvek (Botos et al. 2015). A spontán felverődő vagy telepített gyepekben további legettetés, vagy kaszálás hiányában eluralkodhatnak a gyom- vagy özönfajok (Richard et al. 2002). A kivonás hatására „haszontalanná” váló szántóföldi zárvány gyepterületeket a tulajdonosok gyakran veszik igénybe a védelmi célokkal össze nem egyeztethető módon, pl. korábban másutt vezető földutat terelnek rá, illetve szerves- vagy műtrágya, szalma, vagy egyéb anyagok deponálására használják (Philip et al. 2004). A Magyar Államkincstár, mint az Európai Unió mezőgazdasági támogatások kifizető ügynöksége a jogszabályban előírt HMKÁ követelményeket és kötelezettségeket jogosult ellenőrizni, meg nem felelés esetén a szükséges lépéseket megtenni.

A Helyes Mezőgazdasági és Környezeti Állapot rendszerét a 2003-as KAP reform vezette be, amelyhez kapcsolódik a 1782/2003/EK rendelet is. A kölcsönös megfeleltetés részeként a HMKÁ tartalmazza azokat a mezőgazdasági termelésre vonatkozó előírásokat, amelyek hozzájárultak a fenntartható agrárkörnyezet kialakításához (Brady et al. 2009). Ezeket az előírásokat hazánkban az 50/2008 (IV. 24.) FVM rendelettel tartjuk be. Az előírások köre folyamatosan bővül, a talajerózió-, gyomosság-, talajtaposás elleni védelem, a vetésváltás szabályai mellett a környezeti és tájvédelmi faktorok is szerepelnek benne, mindezek mellett pedig 2010-től a tájra jellemző tájképi elemek védelmét is tartalmazza. A rendelet értelmében a kunhalmok megőrzésének követelménye és a hozzá kapcsolódó előírások is bekerültek a HMKÁ feltételrendszerébe (Árgay et al. 2013). A gazdálkodóknak ezekre hivatkozva gondoskodniuk kell a termelő területükön található védett tájlelemről, ellenkező esetben ugyanis különböző nagyságú összegek kerülhetnek levonásra az aktuális évi támogatásukból. A rendelet megalkotásának célja továbbá a természetes tájlelemek fenntartása a művelt kultúrtájban, és az egyedi tájértékek megőrzése (Rákóczi és Barczy 2014).

A felhagyott, művelésből kivont területeken azonban rendkívül fontosak a természetvédelmi célú kezelések is, amelynek célja a még épen maradt élőhelyek megőrzése. A megvalósíthatóság érdekében rehabilitációs és rekonstrukciós tevékenységeket végeznek. A mezőgazdasági művelés alól kivett területeken az utóbbi években egyre inkább alkalmaznak alternatív megoldásokat is a hasznosításra vonatkozóan. Ilyen megoldást jelenthet a féltermészetes gyepvegetáció létrehozása vagy az extenzív állattartás is (Deák et al. 2008). A kezelési módszerek megválasztásánál azonban figyelembe kell venni a tájhasználat változás hatására bekövetkező talajtani változásokat is.

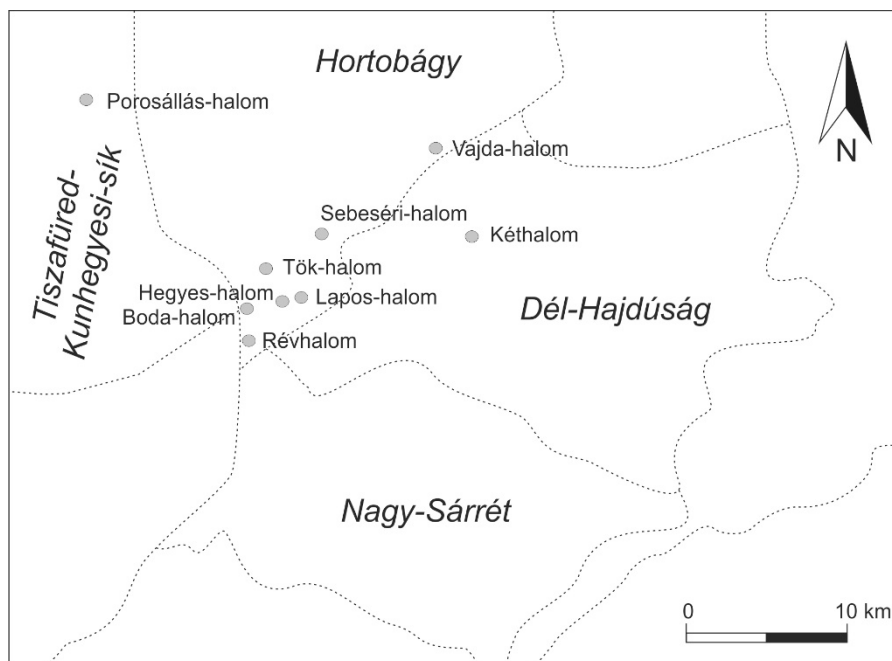
A mezőgazdasági művelés alól kivont területeken a talaj szervesanyag- és tápanyagtartalma, valamint szerkezete jelentős változásokon megy keresztül: a C és N tartalékok a felhagyást követő első néhány évtizedben növekedhetnek. A növekedés mértéke azonban függ a hely specifikus feltételeitől is: társulás, éghajlat, talajtani adottságok. Az intenzív földművelés hatására létrejövő magas tápanyagtartalmú talaj korlátozza a növényzet sokszínűségét és megmaradását. A gyepterületeken a fajok hosszú együttélését többek között az alacsony P-tartalom biztosítja, amely a művelést követően nem jellemző a talajokra (Stefanovits et al. 1999).

Tanulmányunk célja az volt, hogy három év (2014–2016) vizsgálatai alapján 9 kiválasztott tiszántúli kunhalom felszínén a közelmúltban lezajlott területhasználat-váltás eredményeként megismerjük a halmok talajában bekövetkező talajfizikai és talajkémiai változásokat.

Anyag és módszer

Vizsgálataink helyszínéül a Hortobágy déli részén, valamint a vele szomszédos hajdúsági területeken álló 9 kunhalomot választottunk ki, amelyek művelésének felhagyása 2011–2012-ben történt: Révhalom, Lapos-halom, Boda-halom, Hegyes-halom, Tök-halom, Vajda-halom a Hortobágyról, a Kéthalom a Dél-Hajdúságról, a Porosállás-halom pedig a Tiszafüred-Kunhegyesi-síkról került kiválasztásra. A szikes pusztai, illetve részben szántóföldi környezetben elhelyezkedő halmok közelében nagy laposok (Salamon-, Kárnyás- stb.) és erek (Kerülő-, Tárkány- stb.) területén fordulnak elő kiterjedtebb természet közeli gyepek. A halmok többsége azonban az állandó vízállású elhagyott medrek, vagy időnként kiszáradó laposok partján, egykori folyóhátak kiemelkedésein áll (Barcsay 2008). Talajukat jellemzően a környező területek feltalajából hordhatták össze, amire a rendkívül mély humuszos réteg utal (M. Nepper et al. 1981).

A halmok előtörténete különböző, a felhagyást megelőző időszak is eltérő. Néhány halmon (Révhalom, Boda-halom) lucernát termesztettek, amely többnyire gyomos, elöregedő állapotban volt. Más halmokon régóta folyamatos szántóföldi művelés folyt, egyéves kultúrák alkalmazásával (Hegyes-halom, Tök-halom). Egyes halmokon pedig (Porosállás-halom, Vajda-halom) korábban akácot telepítettek, amely az ismétlődő vágások ellenére rendszeresen felújult. A vizsgálatban szerepelnek referenciaként olyan halmok is, amelyekeken viszonylag háborítatlan gyeptakaró található (Két-halom, Lapos-halom). A tanulmányban szereplő kunhalmok földrajzi elhelyezkedése az 1. ábrán látható.



1. ábra A vizsgálatban szereplő kunhalmok földrajzi elhelyezkedése
Figure 1. Location of the studied mounds

A talajtani vizsgálatokhoz szükséges talajmintákat mindhárom vizsgálati évben (2014, 2015 és 2016) mind a halom felszínéről („halomtető”), mind a halmok közvetlen szántóföldi környezetéből gyűjtöttük. Mindezek mellett megmintáztuk egyes halmok esetében a környezetükben található, természetes állapotú löszgyepek talaját is. A mintavétel során

véletlenszerűen elhelyezett pontokból 10-10 átlagmintát gyűjtöttünk be a feltalaj 5 cm-es rétegéből 100 cm³-es acélhenger segítségével. A begyűjtött talajmintákat a Debreceni Egyetem Földrajzi laboratóriumában dolgoztuk fel, előzetesen 3 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 foszfor mennyiségét az ammónium-laktáttal kioldható foszfortartalommal (MSZ 20135 1999), a talaj nitrát-tartalmát pedig az arra vonatkozó magyar szabvány szerint (MSZ 20135 1999) meghatározott nitrát-tartalommal jellemeztük. A mintaterületek talajai a fizikai talajféleségét a szemcseösszetétel iszapolással végzett elemzése alapján határoztuk meg (Félegyházi et al. 2002).

A talajmintavételt a felhagyást (2012) követő második évtől minden évben megismételtük (2014, 2015, 2016). A vizsgálat során alkalmazott statisztikai eljárásokat (leíró statisztikai paraméterek) minden esetben az R 3.3.0. statisztikai programban végeztük.

Eredmények és megvitatásuk

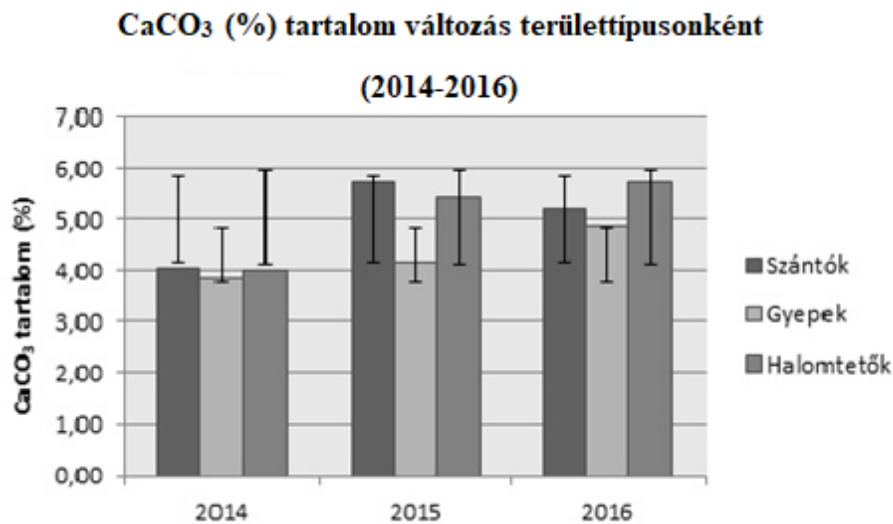
A vizsgálatban szereplő halmok talajának fizikai félesége javarészt az iszapos vályog textúra osztályba sorolható, csak a Porosállás-halom talaj bizonyult könnyebb mechanikai összetételűnek (vályog). A Rév-halom textúrája viszont iszapos-agyagos-vályog textúrájának bizonyult.

A talajtani alapvizsgálatokat tekintve, a karbonát-tartalom és a pH-értékek eredményeinél nem volt megfigyelhető szignifikáns különbség a halomtötök felhagyott illetve a környezetükben lévő szántóföldi területek talaja között (2. táblázat). A vizsgált talajok kémhatása a bolygatatlan löszgyepek estében volt a legalacsonyabb: gyengén savanyú – semleges (6,55±1,64). Ez az optimális állapot a növények számára, ezen körülmények között tudnak a legtöbb tápelemet felvenni és hasznosítani a talajból. A halomtötök esetében a három vizsgálati évben a pH-értékek folyamatos emelkedése figyelhető meg, jelen állapotban a semleges kémhatás jellemző leginkább a felhagyott halmok talajában. A szántóföldi területek talaja a gyengén savanyú csoportba sorolható (6,09±1,09). A talajok kémhatását jelentősen befolyásolja a talajok szénsava mésztartalma. A vizsgálatban szereplő talajok mésztartalmát elemezve elmondható (2. ábra), hogy az antropogén hatás alatt korábban nem álló gyepterületek esetében alacsony értékek jellemzőek (4,3±1,5).

2. táblázat A talajok pH értékei a vizsgálati időszakokban (2014–2016)
Table 2. pH values of the soils within the studied period (2014–2016)

	Területtípus	pH (H ₂ O)	pH (KCl)
2014	Szántók	6,19	5,7
	Gyeppek	5,81	5,48
	Halomtötök	6,37	5,95
2015	Szántók	6,08	5,93
	Gyeppek	6,9	6,83
	Halomtötök	6,75	6,47
2016	Szántók	6,01	5,84
	Gyeppek	6,94	6,73
	Halomtötök	6,95	6,56

Ezek a területek a gyengén meszes csoportba tartoznak, a vizsgált években az értékek ingadozása csekély ($1,11 \pm 0,5$). A korábban művelés alatt álló halomtetők értékei az első vizsgálati évben még közel azonosak a szántóföldi területek értékeivel ($\pm 4\%$), a felhagyást követően azonban növekedés figyelhető meg. Jelenlegi állapotában a közepesen meszes osztályba sorolható, amely kedvező a talaj természetes szerkezetének kialakulásához is.



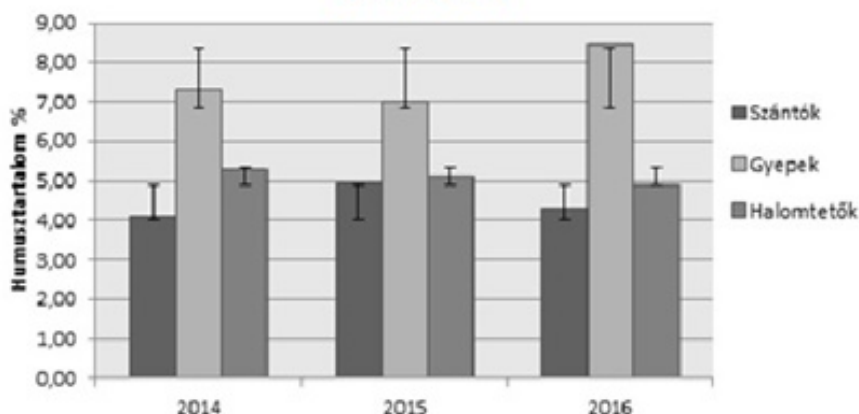
2. ábra A vizsgált területek talajának átlagos CaCO₃-tartalma (%) 2014 és 2016 között
Figure 2. Average CaCO₃ content (%) in the studied soils between 2014 and 2016

A humusztartalom eredményeiről elmondható (3. ábra), hogy mindhárom vizsgálati évben legmagasabb arányban a természetes állapotú löszgyepben volt (7–8,5%). A felhagyott és jelenleg is szántott területek értékeit összehasonlítva látható, hogy a napjainkban is szántóföldi művelés alatt álló területeken alacsonyabb az átlagos humusztartalom, hiszen a talajok folyamatos szántásával a legfelső, humuszban gazdag réteg összekeveredik a mélyebb, humuszban szegény rétegekkel. Ugyanakkor a szellőzöttség növekedése következtében is csökken a humusztartalom, mert a talaj jobb levegőzöttsége a humuszvegyületek fokozott lebontáshoz vezet (Káta 2011). A felhagyott területeken fokozatosan növekszik a humusztartalom, valószínűleg annak hatására, hogy a növekvő földalatti, és földfeletti biomassza tömege helyben felhalmozódik, miközben a lebomlás a még csekély mikrobiológiai aktivitás miatt lassú.

A 4. és 5. ábrán jól látható, hogy a vizsgált években (2014–2016) milyen tápanyag ellátottsági értékeket kaptunk az egyes terület típusok elkülönítése során. A gyepre általánosan alacsony tápanyagtartalom értékek jellemzőek. A művelésből kivont halomtetők és a szántóföldi területekre nagy variabilitás jellemző. Az átlagértékek tekintetében a vizsgálat kezdetén közel hasonló eredmények születtek. A nitrát-tartalom esetében megfigyelhető, hogy a szántóföldi mintákban jellemző magasabb átlagos nitrát értéke csak néhány %-kal tér el a felhagyott területek értékeitől ($15\text{--}25 \text{ mg/kg} \pm 1,8$). A halomtetők esetében a második vizsgálati évben (2015) kiugró eredmények születtek ($250 \text{ mg/kg} \pm 2,02$). A szántóföldi művelés következtében megemelkedett tápanyagtartalom (N) lassíthatja a felhagyott szántók spontán regenerációját, továbbá mivel ezek a felhagyott területek zárt vegetációval (gyep) fedettek, a tartós növényfedettség gátolja a nitrát kimosódását. A lassú regeneráció következtében az alacsonyabb tápanyag ellátottságot kedvelő löszgyep-fajok hátrányba kerülnek a gyomokkal szemben, a szukcesszió pedig megrekedhet. Érdekes azonban, hogy 2014-ben jelentősen magasabb volt a természetes állapotú löszgyep nitrát tartalma ($120 \text{ mg/kg} \pm 1,6$). Ennek oka valószínűleg a növényfedettség kimosódást gátló hatása.

Humusztartalom (%) változás területtípusonként

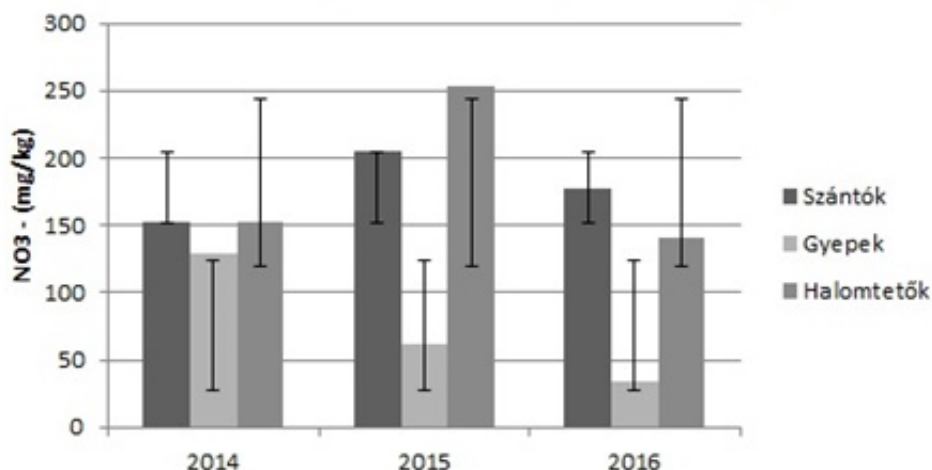
(2014-2016)



3. ábra A humusztartalom értékének változása a vizsgálati területeken 2014 és 2016 között
 Figure 3. Changes in soil organic matter content in the studied soils between 2014 and 2016

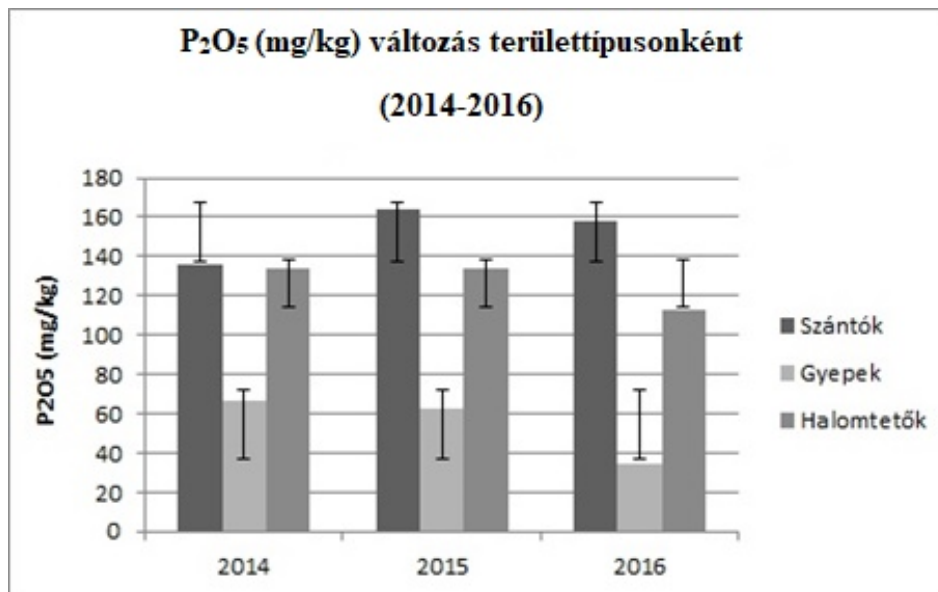
NO₃⁻ (mg/kg) változás területtípusonként

(2014-2016)



4. ábra A vizsgált területek talajának könnyen kioldható nitrát tartalma (mg/kg) területtípus szerint 2014-2016 között
 Figure 4. Average nitrogen content (mg/kg) in the studied soils between 2014 and 2016

A foszfor átlagos mennyisége a különböző típusú területeken a N megoszlásához hasonlóan a műtrágyák használatához, vagy használatának megszűnéséhez köthető (5. ábra). A művelésből kivont, felhagyott halmok területén a foszfor mennyisége a kezdeti vizsgálati évben (2014) még a szántóföldi területek értékeihez volt hasonló (135 mg/kg \pm 7,3; 133 mg/kg \pm 2,3). Azt követően (2015) azonban általánosságban alacsonyabb volt, hiszen a folyamatos utánpótlás megszűnt (164 mg/kg \pm 4,9; 134 mg/kg \pm 3,2) a növények, illetve a talajflóra pedig folyamatosan felhasználja a meglévő készleteket. A legalacsonyabb értékeket a gyepterületek vizsgálatainál kaptunk (54 mg/kg).



5. ábra Al-oldható P (mg/kg) tartalom a vizsgálatban szereplő területtípusok szerint 2014-2016 között
Figure 5. Average phosphorus content (mg/kg) in the studied soils between 2014 and 2016

A pH tekintetében javarészt gyengén savanyú értékeket mértünk, általában kisebb értékek jellemzik a gyepeket és szántóföldi területeket ($6,55 \pm 1,64$; $6,09 \pm 1,09$). A $\text{CaCO}_3\%$ értékei alapján a területhasználatban nem mutatkozott jelentős különbség, jelenlegi állapotban azonban a felhagyott területek talajában növekedés figyelhető meg (5–6%).

A humusztartalom értékeit vizsgálva a gyepek humusztartalma kiemelkedően magasabb a szántóföldi és felhagyott terület értékeinél, a vizsgálat kezdetéhez képest azonban a felhagyott területek talajában 3 év után már a kezdetihez képest magasabb humusztartalom figyelhető meg (érték, átlag-szórás). A vizsgálat kezdetén (2014) a szántó és a felhagyott halomtető között nincs szignifikáns különbség ($p > 0,05$), a gyepek humusztartalma azonban szignifikánsan ($p < 0,05$) nagyobb a két másik csoporttól.

A tápanyagellátottság alapján a vizsgálat kezdetén (2014) a szántóföldi és felhagyott területek között nem jelentős a variabilitás. A könnyen kioldható nitrát-tartalom tekintetében (2014) a szántó és a felhagyott halomtető között nincs szignifikáns különbség ($p > 0,05$). A gyepvel borított talajok mindhárom évben jellemzően szignifikánsan elkülönülő csoportot képeznek ($p < 0,05$). Az AL-oldható P-tartalmat illetően a szántók váltak szignifikánsan külön ($p < 0,05$). A korábban művelés alatt álló kunhalmok nagyrésze eredeti vegetációját elvesztette, legfelső kultúrrétege a szántás következtében teljesen megsemmisült, felszíne azonban még épnek mondható.

Összegezve megállapítható, hogy a művelés megszüntetésével valóban megfigyelhetők változások a halmok talajának tápanyag-összetételében, de a tápanyagtartalom különbségei elsősorban a halmok előtörténete alapján bizonyult eltérőnek. A korábban is gyepvel borított halmok talajában nagyobb humusztartalmat, kisebb nitrogén és foszfortartalmat mértünk, mint a halmok szántott környezetében, illetve művelésből nemrég kivont halmok felszínén. A művelés felhagyása óta (2012) eltelt négy év alatt a szántóföldi környezet és a felhagyott halom felszínek talaja között lényeges különbség eddig egyedül a foszfortartalom csökkenésében mutatkozott meg. A halmok talajának teljes regenerálódása azonban még egy nagyon hosszú folyamat eredményeként mehet csak végbe. A folyamatos talajminta-vételezéssel nyomon követhetőek a szukcesszióban is szerepet játszó felszíni talajrétegben zajló tápanyagforgalmi folyamatok.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Debreceni Egyetem Földtudományi Intézet szediment labor dolgozójának, Sósne Mező Krisztinának, a laboratóriumi vizsgálatok során nyújtott folyamatos, rendkívüli segítőkészségét. Szeretnénk megköszönni Dr. Tóth Albertnek, a Hortobágyi Természetvédelmi Kutatótábor szervezőjének a lehetőséget a terepi mintavétel lebonyolítására, továbbá a tábor résztvevőinek a mintavételezésben nyújtott aktív segítségét. A tanulmány Az Emberi Erőforrások Minisztériuma Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült. Az utolsó szerző munkáját a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatta. A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- Árgay Z., Balczó B., Tóth P. 2010: A kunhalmok megőrzése. Magyar Mezőgazdaság: 48–49.
- Barcsay L. 2008: Ágota pusztja. Természet világa 7: 313–315.
- Bede Á. 2014: A tiszántúli halmok régészeti geológiai és környezettörténeti szempontú vizsgálati lehetőségei. Szegedi Tudomány Egyetem, Doktori Értekezés. Szeged, pp. 60–61., 178 p.
- Botos Á., Ókrös 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. *Landscape & Environment* 9(1): 42–50.
- Brady M., Kellermann K., Sahrbaheer C., Jeinek L. 2009: Impacts of Decoupled Agricultural Support on Farm Structure. *Biodiversity and Landscape Mosaic: Some EU Results. Journal of Agricultural Economics* 60: 563–585.
- Deák B., Török P., Kapocsi I. 2008: Szik és löszgyep rekonstrukció vázfajokból álló magkeverék vetésével a Hortobágyi Nemzeti Park területén (Egyek-Pusztakócs). *Tájökológia Lapok* 6(3): 323–332.
- Ecsedy I. 1979: The people of the pit-grave kurgans in Eastern Hungary. *Fontes Archaeologici Hungariae, Akadémiai Kiadó, Budapest*, 148 p.
- Félegyházi E., Kiss T., Szabó J. 2002: Természetföldrajzi gyakorlatok: különös tekintettel a geomorfológiai vizsgálatokra: földrajz tanárszakos és geográfus hallgatók számára. *Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen*, pp. 87–95.
- Gojda M., Hejman M. 2012: Cropmarks in main field crops enable the identification of a wide spectrum of buried features on archaeological sites in Central Europe. *Journal of Archaeological Science* 39: 1655–1664.
- Kátai J. 2011: Talajökológia. Debreceni Egyetem, Debrecen. TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt. Debrecen, 99 p.
- M. Nepper I., Sőregi J., Zoltai L. 1981: Hajdúsági halmok. *Hajdúsági Közlemények* 8: 28–43.
- Molnár A. 2004: Hajdúsági eltűnő szigetek. Ifjúsági Természetvédő Kör Kiadó, Hajdúböszörmény, pp. 17–21.
- MSZ 20135 1999: A talaj oldható tápelemtartalmának meghatározása, 12 p.
- 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.
- Rákóczi A., Barcsi A. 2014: Védett tájelemek az Európai Unióban, a 73/2009 EK rendelet hatásai a magyar kunhalmok állapotára. *Tájökológiai Lapok* 12 (1): 95–105.
- Rásó J. 2012: „Ti vagytok a mi katedrálisaink?”. *Püspökladányi Kalendárium 2013-as esztendőre. Püspökladányi Tájékoztató Központ*, pp. 77–80.
- 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.
- Stefanovits P., Filep Gy., Füleky Gy. 1999: Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 71–75.
- Tóth A. 2004: A kunhalmokról más szemmel. Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatósága: Alföldkutatásért Alapítvány. Debrecen, pp. 7–11.
- Tóth A. (szerk.) 1999: Kunhalmok. Alföldkutatásért Alapítvány Kiadványa, Kisújszállás, 77 p.
- Tóth A., Tóth Cs. 2003: Kunhalmok állapotfelmérése a Hortobágy déli pusztáin és a szomszédos hajdúsági területeken. In: Tóth A. (szerk.) *Tisza-völgyi tájváltozások. Kisújszállás. Alföldkutatásért Alapítvány*, 99 p.

CHANGES IN SOIL CHARACTERISTICS AFTER ABANDONMENT OF CULTIVATION ON THE MOUNDS OF TISZÁNTÚL

Á. BOTOS¹, CS. A. TÓTH², T. J. NOVÁK¹

¹University of Debrecen, Department of Landscape Protection and Environmental Geography
4002 Debrecen, Egyetem tér 1. P.O.B. 400, e-mail: botosagnes@science.unideb.hu

²University of Debrecen, Department of Geography and Geoinformatics
4002 Debrecen, Egyetem tér 1. P.O.B. 400

Keywords: abandonment, soil-regeneration, mounds

Nine mounds located within the National Park of Hortobágy were investigated after the abandonment of their cultivation, regarding their most important soil properties such as aggregate stability, nitrogen and phosphorus content, pH, organic carbon content and secondary carbonates. Due to the machinery cultivation most of them were plowed during the 20th century. After setting new legislative frames of their preservation, former cultivated mounds were abandoned and spontaneous regeneration processes of vegetation and soil could start on the *ex lege* protected mounds. According to 32/2010 FVM ministerial decree no further cultivation is allowed on the mounds, except for preparation of setting grasslands. However there are no uniform policies for their management and restoration. During spontaneous regeneration of grasslands weeds and invasive species can spread in lack of pasturing or mowing. After abandonment of cultivation the mounds were exposed to many different mismanagement problems. For example: dirt roads were settled crossing the mounds, they were used for deposition of fertilizers and manure. We found, that the topsoil layer of the mounds differs significantly according their management history: below grasslands higher organic content and lower concentration of N and P was measured. Over the 4 years investigation period starting after the abandonment (2012) only in order of the P concentration significant change (decreasing) could be detected. The regeneration concerning of other features requires longer period.