

## SZARMATA TEMETKEZÉSI SZOKÁSOK HATÁSA A TALAJOK REDOX VISZONYAINAK VÁLTOZÁSÁRA – AZ ÜLLŐI SZARMATA FAZEKASFALU PÉLDÁJÁN

FUCHS M., SZEGI T., MICHÉLI E.

Szent István Egyetem Gödöllő, Talajtani és Agrokémiai Tanszék  
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: fuchs.marta@mkk.szie.hu

**Kulcsszavak:** régészet, talajtan, vas-pad, podzolosodás, redox-folyamatok, emberi hatás

**Összefoglalás:** Magyarországon a régészeti feltárások több mint kilencven százalékát a különböző beruházásokat megelőző ún. leletmentő ásatások teszik ki, melyek a beruházások költségvetésének kilenc ezrelékével rendelkeznek. Így bukkantak egy i. sz. IV–V. századbeli szarmata fazekasfalú nyomaira a régészek Üllő közelében, a fővárost elkerülő M0-ás körgyűrű új szakaszának építését megelőző feltárásnál. Az ásatásba való bekapcsolódásunkat a régészek részéről felmerült talajtani vonatkozású kérdések indokolták. Munkánk során részletesen az egyik sírhalom oldalfalában talált vaskéreggel foglalkoztunk. Célunk a vaskéreg kialakulásáért felelős egykori talajképződési viszonyok rekonstruálása, melyben nagy segítségünkre volt 2003. nyarán Dániában, Skelhoj halotti halmának feltárásában való részvételünk. Több különböző talajfolyamat vezethet a vas elmozdulásához és felhalmozódásához az egyes talajszintekben, ilyen a podzolosodás, a redox folyamatok (oxidáció és redukció), valamint bauxitképződés. Vizsgálataink során dán irodalmi adatok és tapasztalatok alapján kémiai bizonyítékokat gyűjtöttünk arra vonatkozóan, hogy az üllői vas-padok redox folyamatok eredményeképpen jöttek létre. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a sírok oldalfalában talált vaskéreg kialakulásáért az emberi talajbolygatás által előidézett anaerob körülmények folyamatok a felelősek.

### Bevezetés

Az ókor kultúrrétegei az emberi tevékenység termékeiként és a talajtani folyamatoknak köszönhetően kettős természettel rendelkeznek. Hogy megérthessük a letelepedés területén végbemenő ember-táj kölcsönhatás okozta folyamatokat, hogy megbecsülhessük az emberi hatások szintjét és jellemzőit, továbbá a természetes folyamatok szerepét a kultúrrétegek kialakulásában, nemcsak régészeti módszerekre, de a probléma természet-tudományos megközelítésére is szükség van (ZAZOVSKAYA és BRONNIKOVA 2001). Számos elfogadott módszer létezik a paleo-környezeti viszonyok rekonstruálására, úgy mint a talajtani és geológiai vizsgálatok, pollenanalízis, magvak, növényi és állati maradványok vizsgálata vagy a stabil izotóp vizsgálat (BRONNIKOVA et al. 2003, BEDŐ 2004).

A talajtani szakemberek és régészek együttműködése több évtizedes múltra tekint vissza, bár a korai kutatások elsősorban a leletet tartalmazó talaj kémiai tulajdonságaira korlátozódtak (FOSS és TIMPSON 2001). Az elmúlt néhány évtizedben azonban a pedológiai tudományterület (mely a különböző talajokkal és azok kialakulásával foglalkozik) a közös munka különösen aktív tagjává vált.

A talajokkal kapcsolatos tudás hozzájárul a régészek által tanulmányozott leletek idővel és környezettel kapcsolatos összefüggéseinek megismeréséhez. Ezt az igényt célozta meg a „New Archaeology” irányzat már 1958-tól Sir Grahame Clark alapvető munkájától kezdődően (SMITH 1997), a Binford testvérpár (BINFORD és BINFORD 1968) és Colin Renfrew (RENFREW 1976) zászlaja alatt. Az „újrégészet” törekvései számos

alkalmat biztosítanak a hazai talajtan, a geológia és a földrajz szakembereinek is, hogy tanácsot és szakvéleményt adjanak régészeti feltárásoknál (SÜMEGI et al. 1998, FÜLEKY 2003, BARCZI et al. 2003, 2004, Joó et al. 2003).

Jelen munkánk keretében Üllő külterületén, a fővárost elkerülő M0-ás körgyűrű új szakaszának építését megelőző leletmentő ásatásnál nyújtottunk segítséget egy i. sz. IV–V. századbeli szarmata fazekasfalú feltárása kapcsán felmerült talajtani kérdésekben. Az egykori szarmata település feltárása 2001-ben kezdődött, a területről több mint hét-ezeröttszáz régészeti objektum (sír, ház-, égetőkemence-maradvány, gabonátároló) került elő (1. ábra). Az ásatás során a régészek részéről számos talajtani vonatkozású kérdés merült fel az antropogén és pedogén folyamatok és rétegek elkülönítésével, a feltárt égetőkemencék elhelyezkedésével, és a temetkezési halmokkal kapcsolatban. Részletesen a lelőhely Ny-i részén található temetőrészlet feltárása során észlelt cementált vas kiválások talajképződési folyamatainak rekonstrukciójával foglalkoztunk.



*1. ábra* A feltárt terület  
*Figure 1.* The excavated area

A dél-orszországi sztyeppékről származó szarmaták nomád törzsei a Kr. u. 1. században jelentek meg a Kárpát-medencében, és igen hamar a térség meghatározó elemeivé váltak. Megtelepedésük után életmódjuk, agyagi kultúrájuk viszonylag rövid idő alatt jelentős változáson ment keresztül (KULCSÁR 1998), többek között számos technológiai fogást vettek át pannóniai szomszédaiktól, s hamarosan jól iszapolt, agyagból készült, korongolt fazekastermékeikkel tűntek ki (ISTVÁNOVITS és KULCSÁR 2002). A letelepedés

azonban nem csak a fejlődést, hanem a szarmaták kultúrájának bizonyos értelemben vett elszegényedését is maga után vonta. Ahogy a törzsek életmódja megváltozott, úgy tűntek el az eurázsiai sztyeppén elterjedt korábbi nomád szokásaik, hagyományaik. Ezt figyelhetjük meg a halotti rítusok esetében is. A korábbi szarmata korszakokra, szállásterületekre jellemző igen színes, változatos temetkezési szokások rendkívül leegyszerűsödtek, eltűntek pl. a katakombás, padmalyos halom- és aknasírok (KULCSÁR 1998). Legelterjedtebb temetkezési formává a bejáratallal rendelkező, körülárokolt sírok váltak, míg a zárt árokgyűrűvel kerített, halommal jelölt sírok száma nagymértékben lecsökkent.

A halmos temetkezési forma a kora bronzkortól kezdve egész Európában elterjedt volt. A Magyarországon „kunhalmokként” ismert, az Alföldön igen elterjedt földhalmok java a bronzkortól a népvándorlásig terjedő időszakban épült, tehát a halmok többsége 3000-4000 éves (TÓTH 1999, 2004), és a szarmata sírhalmok is ebbe a fogalomkörbe tartoznak.

A vas-padok kialakulásának vizsgálata során figyelmünket olyan bronzkori, dán halotti halmokra vonatkozó irodalmak keltették fel, melyekben a halmok teljesen konzerválódott tölgyfakoporsókat, esetenként az eltemetett személyek bőrének és hajának maradványait, valamint ruháit, és a temetés egyéb szerves kellékeit tartalmazták. A halmok „magja” majdnem minden esetben kékesszürke színű és szokatlanul nedves volt, továbbá vékony, erősen cementált, vöröses-barna színű vas-paddal volt körülveve (BREUNING-MADSEN et al. 2001).

A következő néhány évtizedben a jelenség számos magyarázata látott napvilágot, a közös mindegyikükben az volt, hogy a vas-padok kialakulását valamiféle podzolosodási folyamatnak tulajdonította (HOLST et al. 1998). A '90-es években azonban a Jutlandi ásatásokon feltártak néhány olyan vas-padokkal rendelkező halmot, melyek a régi elméletek újraértékeléséhez vezettek. Az új kémiai és morfológiai vizsgálatok alapján megállapították, hogy a vas-padok kialakulásáért a redox-folyamatok a felelősek (BREUNING-MADSEN és HOLST 1998).

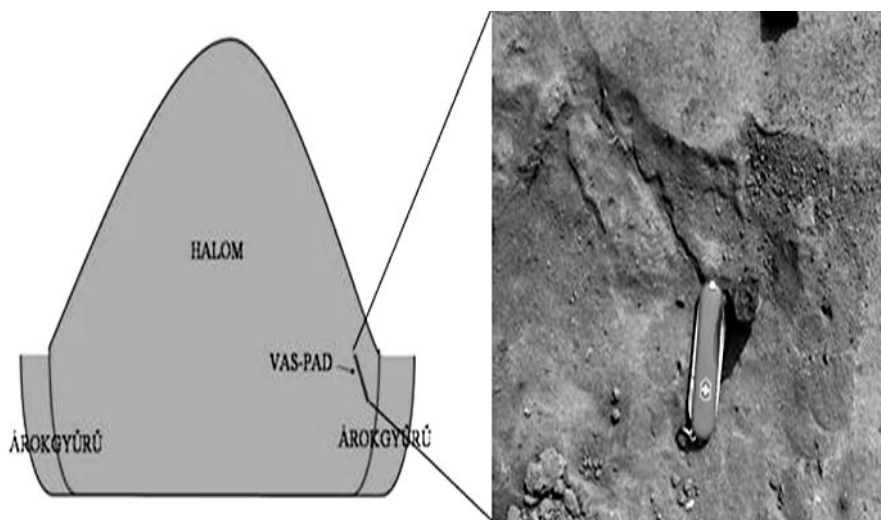
A Kárpát-medence éghajlati viszonyai között két különböző talajfolyamat vezethet a vas elmozdulásához és felhalmozódásához az egyes talajszintekben, a podzolosodás és a redox folyamatok (oxidáció és redukció). A podzolosodás savanyú, nagy nedvességát-eresztő képességű, durva szövetű talajokra jellemző, ahol az agyagszétesés termékei közül a kovasav helyben marad, míg a vas és alumínium az alomból származó szerves savakkal komplexeket képezve mobillá válnak, majd a talaj alsóbb szintjeibe mosódva újra kicsapódnak (STEFANOVITS et al. 1999). Az így létrejött, a podzolos talajokra jellemző szerves anyagban, vasban és alumíniumban feldúsult felhalmozódási, spodic szint könnyen cementálódhat a kicsapódott vas és alumínium vegyületektől (BUOL et al. 2003).

A levegőtleniség következményeként fellépő redox folyamatoknak elsősorban vízzel telített talajokban van kiemelkedő jelentősége, de az erős vízmozgással vagy időszakos víztelítettséggel jellemezhető talajokban és üledékekben is megjelennek. Itt a biológiai aktivitás gyorsan felhasználja a talaj maradék oxigén-tartalmát, amely így anaerobbá válik. A  $Fe^{3+}$  ion  $Fe^{2+}$  ionná redukálódik, így a talaj elveszti barnás-vöröses színét és szürkés árnyalatúvá válik. A redukált  $Fe^{2+}$  ion mobillá válva követi a talajoldat mozgásokat, majd az oxigénben gazdagabb részekben (gyökérjáratok, üregek)  $Fe^{3+}$  ionként kicsapódik. Ahol a talajban éles, jól definiálható határ húzódik a porozitásában eltérő vagy az aerob és anaerob rétegek találkozásánál, a vas kicsapódása egy keskeny rétegben történhet, ami vassal cementálva keménnyé, tömörre válik (BREUNING-MADSEN és HOLST 1998).

### Anyag és módszer

A lelőhely Ny-i részében feltárt temetőrészlet egy árokkal körülvett sírjának oldalfalában cementált vaskiválásokat bontottak ki a régészek. A sírcsoport azon jellemzője alapján, hogy kiemelkedő alapterületűek és mélységűek voltak mind a sírgödrök, mind az őket kerítő árkok, a régészek arra következtettek, hogy a sírokat egykor halmok fedték (Kocsis et al. 2002). A halmok eltűnését a terület intenzív mezőgazdasági művelése okozhatta. A vaskiválások az egykori halom rekonstruált oldalfalából, az árok mögül kerültek elő, követve a halom dőlésszögét.

A sír feltárása során a régészek először csak egy sorban, elszórtan elhelyezkedő cementált vaskiválásokat találtak. A sor kibontása során a halom dőlésszögét követő, cementált vas-pad került elő az árokgyűrű mögül (2. ábra).



2. ábra A halom oldalfalában található vas-pad elhelyezkedése  
Figure 2. The location of iron-pan in the side wall of the mound

Talajminták gyűjtését a vas-padból, a környezetében nyitott recens talajszelvény A, B és C szintjeiből, és egy dán podzolos talaj spodic szintéből végeztük el.

A vizsgált vas-pad környezetében mély humuszos réteggel rendelkező, laza szerkezetű mészlepedékes mezőségi talajok kerültek leírásra. A talaj helyszíni vizsgálatait (a talaj szintjei, ezek színe, szerkezete, tömődöttsége, fizikai félesége,  $\text{CaCO}_3$  tartalma és pH-ja) az alábbi, két ismétlésben elvégzett laboratóriumi vizsgálatokkal egészítettük ki: a minták szerves anyag tartalmának meghatározása Walkley-Black módszerrel (SPARKS et al. 1996), a pH meghatározása elektrometriás módszerrel, az összes  $\text{CaCO}_3$  tartalom meghatározása Scheibler-módszerrel (BÚZÁS 1988), a talaj homokfrakciójának meghatározása rövidített mechanikai elemzéssel (BÚZÁS et al. 1988).

A vas-padból, és az összehasonlítás céljából gyűjtött dán podzolos talaj spodic szintjéből az alábbi vizsgálatokat végeztük el: szerves anyag tartalom meghatározása Walkley-Black módszerrel (SPARKS et al. 1996), összes szabad vas, alumínium és man-

gántartalom meghatározása Mehra-Jackson módszerrel (dithionit-citrátos extrahálás) (USDA 1996), a szerves kötésben levő vas és alumínium tartalom meghatározása nátrium-pirofoszfátos extrahálással (USDA 1996), az összes vas, alumínium és szilícium tartalom meghatározása káliumhidroxidos feltárással (BALLENEGGER és DI GALÉRIA 1962).

### Eredmények

A vas-pad képződésének rekonstruálásához a hazai éghajlatunkon előforduló vas elmozdulási és felhalmozódási folyamatokra (podzolosodás és a redox folyamatok) jellemző vasformákat vizsgáltuk. A régészeti feltárás jellegéből adódóan (a leleteket tartalmazó szint feletti rétegek letermelése) paleotalaj vizsgálatára már nem volt lehetőségünk, a vas-pad 5m-es környezetében leírt recens talajszelvényt vizsgálati eredményeink alapján (1. táblázat) mészlepedékes mezősségi talajként soroltuk be (SZABOLCS 1966).

1. táblázat Mészlepedékes mezősségi talaj laboratóriumi és helyszíni vizsgálati eredményei  
Table 1. Results of laboratory and field experiments of the examined Calcic Chernozem

	Mélység (cm)	Szín (nedves)	OC %	CaCO <sub>3</sub> %	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	Textúra %	Homok
Asz	0–20	10YR 3/2	2,68	1,94	7,97	7,54	Homokos vályog	31
A	20–50	10YR 3/2	1,86	4,77	8,05	7,73	Homokos vályog	23
Bk	50–75	10YR 4/2	1,27	8,99	8,41	7,94	Homokos vályog	21
Ck	75–	10YR 5/3	0,11	21,37	8,63	8,25	Homokos vályog	19

Az A szintben jelentkező, de a mészlepedékes mezősségi talajokhoz viszonyítva az egész szelvényben tapasztalható magasabb homoktartalom a Duna közelségének tulajdonítható (a lelőhely a Pesti hordalékkúp-síkság területén helyezkedik el).

A vas-pad környezetét alkotó mezősségi talaj A és B szintjeiből, a vas-padból és a dán podzol spodic szintjéből meghatározott különböző vas és alumínium formák eredményeit a 2. és 3. táblázat tartalmazza.

2. táblázat Szervesanyag, pirofoszfátos és dithionit-citrátos Fe, Al és Mn tartalom  
Table 2. Organic carbon dithionite-citrate and pyrophosphate-soluble Fe, Al and Mn content

	OC %	Fep %	Fed %	Alp %	Ald %	Mnd %
Mezősségi A	2,67	0,29	0,92	0,05	0,06	0,13
Mezősségi B	1,27	0,31	0,91	0,04	0,04	0,11
Vas pad	1,05	0,11	4,15	0,05	0,05	0,32
Spodic szint	2,15	0,29	0,38	0,42	0,43	0,03

A vas-padból dithionit-citrátos kivonással meghatározott vas tartalom (Fed) kiugró értéke alapján arra következtethetünk, hogy a vas-pad vas jelentős része nem agyagszét-ésésből származó vas, vagyis a vas szabad, redukálható formában van jelen. Ezzel szemben a dán podzol spodic szintjében a pirofoszfát oldható, vagyis szerves kötésben lévő vas fordul elő nagyobb arányban (2. táblázat).

Az olyan nemzetközi talajosztályozási rendszerekben, mint az USDA Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF 1975), vagy a WRB (FAO, ISRIC 1998) a podzolosodás kritériumaként az összes vas- és alumínium tartalom (ditiónit-citrátos extrahálás), és a szerves kötésben levő vas és alumínium (pirofoszfátos extrahálás) hányadosát használják. Vagyis podzolosodásról beszélünk, ha  $(\text{Fep}+\text{Alp}) \cdot 100 / (\text{Fed}+\text{Ald}) > 50$  a felhalmozódási, spodic szintben.

3. táblázat A  $\text{Fep}+\text{Alp} / \text{Fed}+\text{Ald}$  hányados százalékban megadott értékei  
Table 3. The values of  $\text{Fep}+\text{Alp} / \text{Fed}+\text{Ald}$  quotient in %

	$(\text{Fep}+\text{Alp}) \cdot 100 / (\text{Fed}+\text{Ald})$
<i>Mezőségi B</i>	36,84 %
<i>Vas pad</i>	3,80 %
<i>Spodic szint</i>	87,65 %

Az 3. táblázat eredményei alapján podzolosodásról csak a dániai podzolos erdőtalaj spodic szintje esetén beszélhetünk, míg a vas-padban és környezetét alkotó talajban nem mutattunk ki erre utaló folyamatot.

### Értékelés

Vizsgálati eredményeink alapján a feltárt vas-pad keletkezéséről a következő hipotézist állítottuk fel: a vas-pad kialakulásáért redox-folyamatok a felelősek, melyeket a sírhalom építése során fellépő, emberi tevékenység hatására bekövetkező anaerob viszonyok váltottak ki. A halom egyes részei az építéssel járó tevékenységek:

- véletlen (taposás) vagy,
- szándékos (a jobb szerkezetet célzó tömörítés, az ezt elősegítő nedvesítés) következményeként tömörebbé váltak mint a környezetük. A tömörebb részekben a levegő diffúziója gátolttá vált, és a beszivárgó víz átfolyása is akadályokba ütközött, ezáltal a halom ezen részein (valószínűleg a leginkább megtaposott, sír melletti, alapi részén) nedves, anaerob viszonyok alakulhattak ki. A levegőtlen viszonyok kialakulását segíthette a koporsó környezetében (magas szerves anyag tartalom) beinduló mikrobiális lebontó tevékenységek beindulása is, mely felhasználta az egyébként is kevés oxigént. Az anaerob körülmények között  $\text{Fe}^{3+}$  ion mozgékony  $\text{Fe}^{2+}$  ionná redukálódott, mely követte a halomban végbemenő vízmozgásokat, majd a kevésbé tömör, aerob részekben (esetünkben a halom árokgyűrűhöz közeli oldalfalában), ahol a talaj már lazább és pórusait oxigén töltötte ki, újra  $\text{Fe}^{3+}$  ionná oxidálódott és kicsapódott.

Felmerül a kérdés, hogy az üllői halmok esetében miért nem alakultak ki a dán halmokban megfigyelt, a halmok magját körülzáró és ezáltal konzerváló jól fejlett vas-padok. A választ a temetkezési rítusok, és az éghajlati viszonyok különbségeiben kereshetjük. A szarmata sírhalmokat környezetükből hordták fel, míg a dán halmok speciálisan lefektetett (a koporsó körüli magban tömören, vízzel átitatottan, a takarórétegben lazábban elhelyezett) gyeptéglákból épültek, melyek magas szerves anyag tartalma a mikrobiális lebontó tevékenységek intenzív beindulását, így a tömör, nedves mag maradék oxigéntartalmának teljes felhasználását eredményezték, így biztosítva az anaerob körü-

mények gyors kialakulását. A dán vas-padok fejlődését elősegítő nedves éghajlat szintén hiányzik az üllői területen.

Nemzetközi irodalmak alapján (TAYLOR és CROWDER 1984, CROWDER és MACFIE 1986) vas-padok képződésének egyéb lehetőségei sem zárhatóak ki (hasonló folyamatokat okozhat a halmot körülvevő árokban időszakos nedvesedés hatására megtelepedő nád, gyékény vagy más, nagy szervesanyag tartalmú anyag jelenléte is), de ezen elmélet rekonstruálására a paleotalaj elhordása miatt nem volt lehetőségünk.

A munkánk során bemutatásra került elméletek és eredmények alapján újabb lehetőségek nyíltak a talajtan és a régészet együttműködésére, hiszen a halotti halmokban talált vas-padokra és hasonló képződményekre irányított figyelem a temetkezési rítusok jobb és alaposabb megismerését, és nem utolsósorban a halotti halmok meglétének bizonyítását is szolgálják.

#### Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönjük az üllői fazekasfalut feltáró régészeknek, különösen Kulcsár Valériának és Nagy Andreának segítségét, és a közös munka lehetőségét, továbbá Henrik Breuning-Madsen-nek, a Koppenhágai Egyetem Földrajztudományi Intézete professzorának, hogy lehetővé tette a dán halotti halmok megismerését.

#### Irodalom

- BALLENEGGER R., DI GALÉRIA J. (szerk.) 1962: Talaj- és trágyavizsgáló módszerek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- BARCZI A., SÜMEGI P., JOÓ K. 2003: Adatok a Hortobágy paleoökológiai rekonstrukciójához a Csípő-halom talajtani és malakológiai vizsgálata alapján. Földtani Közlemények 131 (3): 421–431.
- BEDŐ V. 2004: Tudományközi beszélgetések: régészet. Világosság 1: 83–90.
- BINFORD S. R., BINFORD L. 1968: New Perspectives in Archaeology. Chicago, Aldine.
- BREUNING-MADSEN H., HOLST M. K. 1998: Recent studies on the formation of iron pans around the oaken log coffins of Bronze Age burial mounds of Denmark. Journal of Archaeological Science 25: 1103–1110.
- BREUNING-MADSEN H., RONSBO J., HOLST M. K. 2000: Comparison of the composition of iron pans in Danish burial mounds with bog iron and spodic material. Catena 39: 1–9.
- BREUNING-MADSEN H., HOLST M. K., RASMUSSEN M. 2001: The chemical environment in a burial mound shortly after construction – an archeological-pedological experiment. Journal of Archeological Science 28: 691–697.
- BRONNIKOVA M. A., ZAZOVSKAYA E. P., BOBROV A. A. 2003: Local landscape evolution related to human impact of an Early Medieval pre-urban center in the Upper Dnieper region (central Russian plain): an interdisciplinary experience. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 20: 245–262.
- BUOL S. W., SOUTHARD R. J., GRAHAM R. C., MCDANIEL P. A. 2003: Soil Genesis and Classification. Iowa State Press pp. 327–339.
- BUZÁS I. (szerk.) 1988: Talaj-és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1., 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- CROWDER A. A., MACFIE S. M. 1986: Seasonal deposition of ferric hydroxide plaque on roots of wetland plants. Canadian Journal of Botany 64: 2120–2124.
- FAO, ISRIC 1998: World Reference Base For Soil Resources. FAO, Rome.
- FOSS J. E., TIMPSON M. E. 2001: Contribution of pedology to archaeology: a U.S. perspective. In: Füleky, Gy. (ed.): Proceedings of the 1st International Conference on Soils and Archaeology. Környezetkímélő Agrokémiáért Alapítvány, Gödöllő, pp. 122–125.
- FÜLEKY GY. 2003: Soils and environment of the bronze age tell in Százhalombatta. In: Füleky, Gy. (ed.): Soils and archaeology. pp. 79–93.
- HOLST M. K., BREUNING-MADSEN, H., OLSSON M. 1998: Soil forming processes in and below a Bronze Age burial mound at Lejrskov, Southern Jutland. Danish Journal of Geography 98: 46–55.
- ISTVÁNOVITS E., KULCSÁR V. 2002: Római kori barbárok (Kr. születése körül -5. század első harmada). In: Kovács T. (szerk.): Kelet és Nyugat határán, a magyar föld népeinek története Kr. e. 400 000 –Kr. u. 804. Helikon Kiadó, Budapest, pp. 105–113.

- JOÓ K., BARCZI A., SZÁNTÓ Zs., MOLNÁR M. 2003: A hortobágyi Csípő-halom talajtani vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan*, 52: 5–20.
- KOCSIS L., KÓVÁRI K., KULCSÁR V., PATAY R., SZABÓ Á., TARI E., VÁGNER Zs. 2002: Az Űllő 5. lelőhelyről írott 2002-es jelentés. pp. 6–11.
- KULCSÁR V. 1998: A kárpát-medencei szarmaták temetkezési szokásai. *Múzeumi füzetek* 49: 15–40.
- VAN REEUWIJK L. P. (szerk) 1995: *Procedures for soil analysis*, 5th edition. ISRIC, Wageningen, The Netherlands, 12–5 – 12–8. p.
- RENFREW C. 1976: Archaeology and the earth sciences. In: Davidson, D.A. and Shackley, M.L. (eds.): *Geoarchaeology*, London, Duckworth, pp. 1–5.
- SMITH P. J. 1997: Grahame Clark's new archaeology: the Fenland Research Committee and Cambridge prehistory in the 1930s. *Antiquity* 71: 11–30.
- SOIL SURVEY STAFF 1975: *Soil Taxonomy*. USDA-SCS Agriculture Handbook 436. US Government Printing Office, Washington, DC.
- SPARKS D. L. (szerk.) 1996: *Methods of Soil Analysis. Part 3 Chemical Methods*. Soil Sci. Soc. of Am., Inc., Am. Soc. of Agr., Inc., Madison, Wisconsin, USA, pp. 995–996.
- STEFANOVITS P., FILEP Gy., FÜLEKY Gy. 1999: *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- SÜMEGI P., MAGYARI E., KOZÁK J., TÓTH Cs. 1998: A Szakáld-Testhalom bronzkori tell geoarcheológiai vizsgálata. A kunhalmok felmérése, geomorfológiai, geológiai és paleoökológiai vizsgálata. Zárójelentés. SZABOLCS I. (ed.). 1966: *A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve*. OMMI. Budapest.
- TAYLOR G. J., CROWDER A. A. 1984: Formation and morphology of iron plaque on the roots of *Typha latifolia* grown in solution culture. *American Journal of Botanists* 71: 666–675.
- TÓTH A. (szerk.) (1999): *Kunhalmok*. Alföldkutatásért Alapítvány Kiadványa, Kisújszállás.
- USDA 1996: *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigation Report N°. 42, Version 3.0. United State Department of Agriculture.
- ZAZOVSKAYA E. P., BRONNIKOVA M. 2001: Cultural layers of Medieval towns as a result of pedoathropogenic irreversible change in soil system of urban environment. In: Füleky, Gy. (edited): *Proceedings of the 1st International Conference on Soils and Archaeology*. Környezetkímélő Agrokémiáért Alapítvány, Gödöllő, 2001. 89–92. p.



## INFLUENCE OF SARMATA BURIAL CUSTOMS ON CHANGES OF SOIL REDOX CONDITIONS

FUCHS M., SZEGI T., MICHÉLI E.

Szent István University Gödöllő, Department of Soil Science and Agrochemistry  
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1. e-mail: fuchs.marta@mkk.szie.hu**Keywords:** archaeology, soil science, iron pan, podzolisation, redox processes, human impact

Pedology is an important tool in reconstruction of the environments of archeological sites. The 30 ha archeological site of a 4th-5th century sarmata pottery village raised several questions that needed pedological research to be answered. The archeological site is located in the outskirts of Üllő, in near the junction of M60 motorway and 4th main road. The excavation was started in 2001. The territory of the site is more than 30 hectares now and includes fireplaces, storage pits, cisterns, buildings and three cemeteries, with 10-12 graves. Ditches surrounded most of these graves, and they were probably covered with mounds, which have been destroyed by intensive agricultural activity. Most questions that were related to location of fireplaces and storage pits in the ancient landscape were relatively easy to answer based on preserved genetic horizons of the soil mantle. A confusing formation of iron crusts in well drained, coarse textured, Calcic Chernozem (WRB) soil of the area induced the presented more detailed investigation. Two soil-forming processes can lead to removal and concentration of iron in soils, namely podzolisation and redox processes (oxidation-reduction processes). Podzolisation occurs only in acidic, well-drained sandy soil where organic acid from the litter layer dissolves iron and aluminum hydroxides in the upper part of the soil by forming complexes with the iron and aluminum. These complexes subsequently become mobile and are leached from the top layer by the percolated water and re-precipitate in the subsoil below. The enriched horizons, also called spodic horizons may be firmly cemented by leached and re-precipitated iron and aluminum compounds. Redox processes (oxidation and reduction processes) primarily take place in waterlogged soils. Here the biological activity will quickly consume all the oxygen and soil will become anaerobic. Ferric iron will be reduced to ferrous iron and the soil will lose its brownish color and turn olive, bluish or gray. The ferrous iron, being somewhat more mobile will follow the water movement and re-precipitate as ferric-hydroxides in places more rich in oxygen. Where a sharp and well-defined border between aerobic and anaerobic soil conditions is found, the iron precipitation may take place in a narrow zone and thus develop a hard, dense pan. During our investigations, according to Danish literature and experiences, we've proved this iron pan was developed under redox conditions. Based on the analytical data and the soil formation environment of the iron pan, the following hypothesis is suggested for the development of the iron pans. Shortly after construction of the pits and ditches anaerobic conditions arose in the core of the mound as a result of the decomposition of organic material. Soil aeration was impeded because of the distance between the core and the mound surface and the relatively wet and compact conditions in the core of the mound. Probably the core was soaked and treaded down during the erection of the mound to get a better structure, or it was just a chance that caused anaerobic conditions in the centre of the mound. Ferric iron was converted into ferrous and moved from the anaerobic core to more aerobic parts in the mound. At the border between the wet, anaerobic core and the dry aerobic areas, the iron was precipitated as ferric iron creating a thin, strongly cemented iron pan.