

Adalékok Gorzsa késő neolit tell település kerámiáinak gyártástechnológiájához

TDK dolgozat

Geológus MSc

Készítette: Vanicsek Katalin

Témavezető: Dr. Szakmány György

Külső konzulens: Dr. Kreiter Attila

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Földrajz- és Földtudományi Intézet

Kőzettan-Geokémiai Tanszék

Budapest, 2013.01.08.

Tartalomjegyzék

I, BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1. Bevezetés, a kutatás célja
2. A kerámia-archeometria kutatás története
3. Gorzsa régészeti háttere

II, MÓDSZEREK ÉS ANYAGOK

III, GORZSA KERÁMIÁK VIZSGÁLATA

1. Makroszkópos megfigyelések
2. Polarizációs mikroszkópos vizsgálatok
 - a) Kerámiák
 - b) Paticsok és agyagos üledékek (talajok)
3. SEM-EDX

IV, KERÁMIATECHNOLÓGIAI KÍSÉRLETEK

1. Soványítás törtkerámiával és agyagos közettörmelékkel
2. Agyagkeverés

V, DISZKUSSZIÓ- KONKLÚZIÓ

VI, ÖSSZEFOGLALÁS

VII, KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

VIII, IRODALOMJEGYZÉK

I, BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1. Bevezetés, a kutatás célja

Kerámiák természettudományos módszerekkel történő vizsgálata már viszonylag távoli időkre nyúlik vissza, de különösen az elmúlt években erősen megnövekedett az igény erre, mivel jól kiegészíti a régészeti szempontok alapján történő kerámiák leírását, és ezáltal többlet információval szolgál a kerámia készítési technológiájáról. A vizsgálatok a régészeti ásatásokon előkerült nagyszámú kerámialelet csoportosítását is elősegíthetik. Ezen kívül a kerámiák archeometriai vizsgálatának a gyártáshoz használt nyersanyagok eredetének meghatározásában is fontos szerepe lehet.

Munkám során Gorzsa, késő neolitikum tell település kerámiáinak előzetes archeometriai vizsgálatát végeztem el, és a készítési technológiával kapcsolatban felmerülő kérdések tisztázására kísérletsorozatot végeztem. Célom a gorzsai kerámiák első ízben történő archeometriai szempontból történő jellemzése, a készítési technológiájának előzetes vizsgálata, és a kerámiák nyersanyag lelőhelyének minél pontosabb lehatárolása volt. A kérdések megválaszolásához kerámiakészítési technológiai kísérleteket is végeztem, és azok eredményeinek tükrében értékeltem a gorzsai kerámiákról kapott eredményeimet.

2. A kerámia-archeometria kutatás története

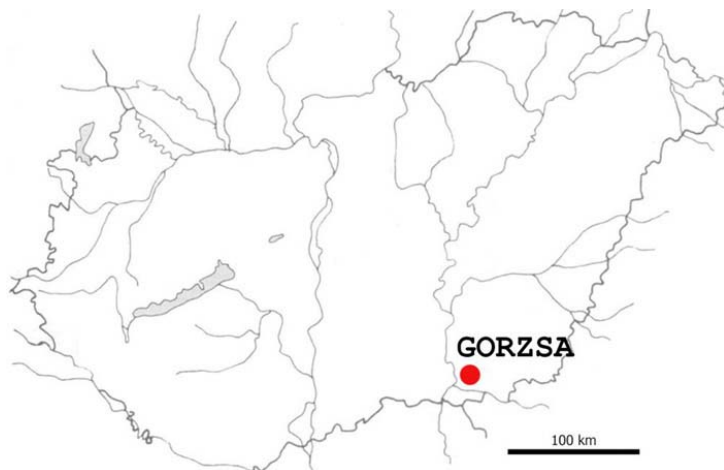
A kerámia a régészeti ásatásokról leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben előkerülő lelet típus. Az archeometriai vizsgálatok jól kiegészítik a régészeti szempontok alapján történő feldolgozásukat, az eredmények alátámaszthatják, vagy akár cáfolhatják a csak régészeti szempontok alapján történő feldolgozás eredményeit, emellett a régésznek új adatokat szolgáltathatnak a további feldolgozás-értelmezés tekintetében (Szilágyi, 2011).

Hazánkban Nyáry Jenő felkérésére Szabó József volt az, aki régészeti kerámiákon elsőként mikroszkópos vizsgálatokat végzett még a 19. században (Nyáry, 1881). Ennek ellenére hazánkban csak az elmúlt 15-20 évben indultak meg intenzíven a kerámia archeometriai kutatások (Szakmány 2008, Szilágyi 2011).

Az 1960-as években Bohn Péter volt az, aki kelta kerámiákat petrográfiai mikroszkóppal és röntgen diffrakciós elemzéssel vizsgált (Bohn, 1964). Magyarországon a nyersanyag eredetének meghatározására neutronaktivációs analízist Balla Márta vezetésével alkalmaztak (Balla & Gunneweg 2007). Az 1990-es évek közepétől a kerámiák archeometriai vizsgálatára irányuló munkák száma megnőtt, ezek a vizsgálatok főként petrográfia mikroszkóppal és röntgen-pordiffrakcióval végzett vizsgálatok voltak (Szakmány 2008).

Az utóbbi időben jelentősen megnőtt, a petrográfiai mikroszkópos vizsgálatok és a röntgenpordiffrakciós vizsgálatok kiegészítéseként, a különböző geokémiai módszerekkel végzett vizsgálatok száma is, elsősorban röntgenfluoreszcens és neutronaktivációs analízis elemzések történtek. Példaként említem a Körös kultúra kerámiáinak vizsgálatát (Szakmány et al. 2004, Szakmány et al. 2005), illetve a százhalombattai bronzkori település kerámiáinak vizsgálatát, amelynek feldolgozása polarizációs és katódlumineszcens petrográfiával, röntgen-pordiffrakciós (XRD) és röntgenfluoreszcens (XRF) vizsgálatokkal történt (Kreiter et al. 2007). A kerámiák vizsgálatának egyik célja a nyersanyag származási helyének meghatározása. A meghatározásra főként talajminták, paticsok és kerámiák petrográfiai mikroszkópos összehasonlító vizsgálata, és azok kémiai összetételének összehasonlítása szolgáltathat lehetőséget. Ilyen például Szilágyi és Szakmány (2007) *Tiszaszőlős-Domaháza és Füzesabony-Gubakút* neolit lelőhelyek kerámiáinak, paticsainak és a környezet agyagos üledékeinek vizsgálata. Nyersanyag meghatározására irányuló vizsgálatokat röntgen-pordiffrakciós, XRF, NAA és pásztázó elektronmikroszkópos mérésekkel végzett például Szakmány & Starnini (2007) illetve Taubald & Biró (2005, 2007). A fentiek a tejjesség igénye nélkül, kiragadott példákon mutatta be a kerámia archeometriai vizsgálatok robbanásszerű fejlődését Magyarországon, amelynek egyik kiemelkedő eredménye és a további fejlődés mozgatórugója a 2007-ben Budapesten megrendezett EMAC (European Meeting on Ancient Ceramics) konferencia megrendezése volt.

3. Gorzsa régészeti háttere



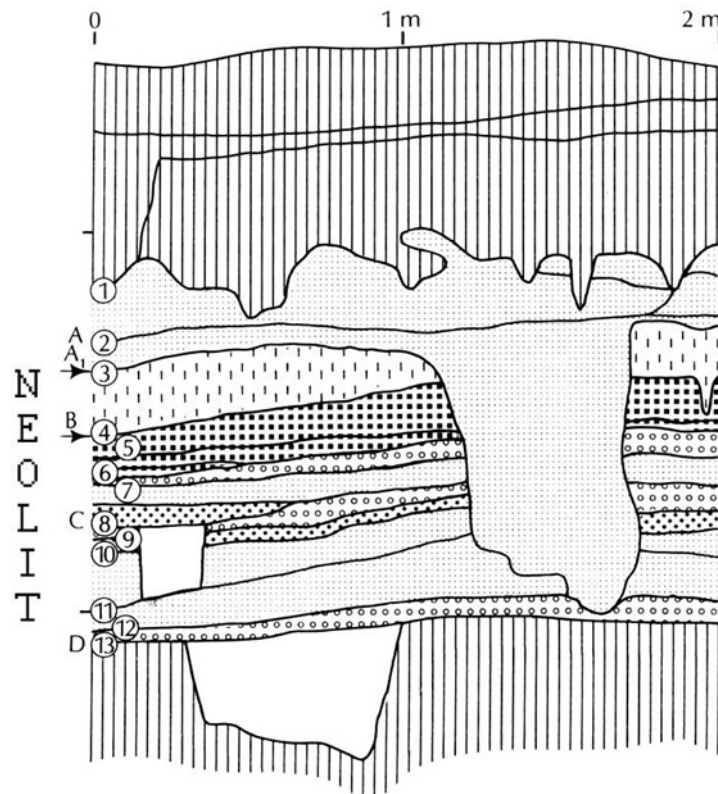
1. ábra Gorzsa elhelyezkedése

Gorzsa, késő neolitikus Tisza kultúrába tartozó tell település az Alföldön, a Tisza-Maros szögletében, Hódmezővásárhelytől délnyugatra helyezkedik el (1. ábra). A tell kiterjedése 3-3,5 hektár. Az újkőkori (4900-4400BC) települést egykor mocsarak, tavak, folyók vették körül, az egykori tell település 3-4

m-re emelkedett ki az őt körülvevő ártéri területből (Horváth 2003, 2005).

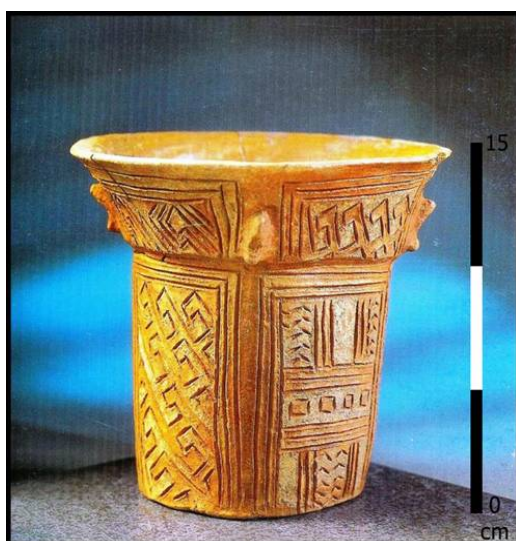
Elsőként 1952-ben Tompa Gabriella írt az újkőkori leletekről. Ezt követően 1953-ban Zalotay Elemér, majd 1955-56-ig Gazdapusztai Gyula folytatott leletmentést a területen. 1957-ben és 1963-ban Gazdapusztai végzett ásatást a tell rétegviszonyait tisztázandó, majd leletei alapján elkülönítette a „későneolitikus bütykös kerámia Dél-alföldi csoportját”, melyet Bognár-Kutzián Ida nevezett el a Tisza-kultúra Gorzsa-csoportjának. Gazdapusztai halálával a Gorzsa csoport kora, eredete, a tell rétegsora és a településszerkezetet érintő kérdések nyitottak maradtak. A kérdések tisztázására 1978-ban Horváth Ferenc vezetésével tervszerű, rétegtani szinteket követő hitelesítő ásatás kezdődött, mely érintette a szomszédos telleket (Kökénydomb, Tápé-Lebő) is. A feltárást mikroszintkövetéses eljárással végezték, melynek lényege, hogy kézi szerszámokkal tárják fel az objektumokat, azok pusztulási szintjeit és a lelőhely feltöltődését.

A gorzsai tellen kialakult rétegsor vastagsága 2,60-3,00 m között változik. Ebből a Tisza kultúra átlag 180-200 cm vastagságú. A települést négy fázisra osztották (D-A). (Horváth 1987; Horváth 2005; Gulyás, Sümegi 2011) (2. ábra).



2. ábra A gorzsai tell felépítése (Horváth F. 2005). 1-13: fő szintek, A-D: fázisok.

A legutóbbi ásatás során több tízezernyi kerámia töredék került elő. A gorzsai kerámiák nagyon jellegzetesek, jellemző kerámiatípus a galléros edény, illetve a fényezett, apró bütykös, úgynevezett gorzsai típusú kerámia is (3. ábra). Díszítésére meanderikus formakincs jellemző (Horváth 1987, 2005).



3. ábra Jellegzetes Gorzsa kerámiák

II, MÓDSZEREK ÉS ANYAGOK

1, Gorzsa

A több évre tervezett munka jelenlegi, első fázisának célja az volt, hogy általános képet kapjak a gorzsai tell település kerámiáinak összetételéről, jellegzetességeiről, valamint, hogy a kerámiák nyersanyaga származhat-e a tell anyagából, illetve annak közvetlen közeléből. Ezeket az elsődleges adatokat 9 reprezentatív kerámia minta vizsgálatával kaptam, melyek a tell négy különböző rétegéből származnak. A mintákat 5, a helyszínen gyűjtött paticsal és a tellből valamint a tell környékéről sekélyfúrásból gyűjtött agyagos üledékekkel (talajmintákkal) hasonlítottam össze (1. táblázat). A tell környéki sekélyfúrásokat a tell három oldaláról, a felszíntől 150 cm mélységig fúrtuk le. Mintavételi pontoknak mélyen fekvő, a lehető legnagyobb agyagtartalmúnak tűnő területeket választottuk. Emellett a tell anyagából a régészeti ásatás során gyűjtött talajmintát, valamint egy sekély mélységből származó kevert talajmintát vizsgáltam meg.

Az agyagmintákat nem közvetlenül, hanem kiégetve vizsgáltam meg. A mintákat az egyes fúrásokból úgy választottam ki, hogy azok reprezentálják a teljes fúrás anyagát. Ez fúrásonként három-három minta volt; a fúrás felső szakaszából, a fúrás közepéből és a fúrás alsó részéből. A talajmintákból téglatesteket formáltam, majd 750°C-on, 1 órás felfűtéssel, 2 óra hűntartással, oxidatív körülmények között, a Magyar Nemzeti Múzeum Nemzeti Örökségvédelmi Központ Restaurálási és Alkalmazott Természettudományi Laboratóriumában Nabertherm L15/12/320 típusú izzító kemencében kiégettük őket. A kerámia, patics és kiégetett talajmintákból vékonycsiszolatot készítettem és polarizációs mikroszkópban vizsgáltam. A polarizációs mikroszkópos feldolgozás mellett előzetes SEM-EDX vizsgálatokat végeztem Bendő Zsolt segítségével, az ELTE Közettan-Geokémiai Tanszéken található Amray 1830i típusú, INCA EDS-detektorral felszerelt pásztázó elektronmikroszkóppal három kerámián és három talajmintán. Három kerámiamintában (Gorker001, Gorker003, Gorker009) és három talajmintában (Gorf 1/12, Gorf 2/5, Gorf 3/2) 500x500 μm^2 és 5x5 μm^2 területről készítettünk mátrixméréseket, illetve a kerámiákban található soványító anyagok alapanyagát mértük. Ezen kívül a visszaszórt elektron képeken a minták szövetét vizsgáltuk.

			vizsgálat	
Minta	vizsgált anyag	Fázis	polarizációs mikroszkóp	SEM-EDX
Gorker001	kerámia	A	x	x
Gorker002	kerámia	B	x	
Gorker003	kerámia	B	x	x
Gorker004	kerámia	B	x	
Gorker005	kerámia	B	x	
Gorker006	kerámia	B	x	
Gorker007	kerámia	C	x	
Gorker008	patics	C	x	
Gorker009	kerámia	D	x	x
Gorker010	kerámia	C	x	
Gorker011	patics	B	x	
Gorker012	patics	C	x	
Gorker013	talaj tellből	ni	x	
Gorker016	talaj tellből	ni	x	
Gorker017	patics	C	x	
Gorker018	patics	C	x	
GORF1/3	tell környéki talaj	x	x	
GORF1/8		x	x	
GORF1/12		x	x	x
GORF2/3	tell környéki talaj	x	x	
GORF2/5		x	x	x
GORF2/8		x	x	
GORF3/2	tell környéki talaj	x	x	x
GORF3/4		x	x	
GORF3/7		x	x	

ni – nem ismert

1. táblázat A vizsgált minták és a vizsgálati módszerek.

2, Soványítási, keverési kísérlet

A kerámiatechnológiai kísérlet során alap nyersanyagként tisztított, homogén Kishajmási Agyagot használtam (törmelékes elegyrészek mennyisége: ~8%, uralkodó szemcseméret: 50-100µm) és azt egyrészt változó mennyiségű törtkerámiával (grog) és agyagos közettörmelékkal (ARF) soványítottam. A kísérlet másik részében a Kishajmási Agyagot különböző mennyiségű és szemcseméretű agyagos-aleuritos, a Kishajmási Agyagnál

soványabb, többféle típusú száraz agyaggal kevertem. Ezek megnevezése a következő: „sárgagyag”, „kékagyag”, „meddő homokos” és „meddő agyagos” agyag. Ezek az agyagos üledékek Abony 36. lelőhelyről Fábián Szilviától és Serlegi Gábortól származnak, melyeket makroszkóposan megfigyelhető különbségeik alapján Kreiter Attila választott ki a kísérletek lefolytatásához. A kiválasztásnál fontos szempont volt, hogy olyan anyagokat használjunk, melyek megjelennek régészeti kerámiákban. Mind a négy minta finomszemcsés, a Kishajmási Agyagnál átlagosan több törmelékes elegyrészt tartalmaznak, illetve uralkodó szemcseméretük a „meddő agyagos” kivételével $\sim 150\mu\text{m}$. Az abonyi lelőhely a Duna-Tisza közén, Szolnoktól nyugatra helyezkedik el, ahol 2004 és 2007 között folyt ásatás. A terület agyagos üledékekben gazdag.

Az alap nyersanyagként használt mintát lemértem, majd ebből számítva adtam hozzá a korábban említett négy fajta száraz agyagos üledékekből, az $500\mu\text{m}$ alatti mérettartományú anyagokból 16, 32, 48, 64, 80%-ot, illetve $500\mu\text{m}$ feletti törmelékekből pedig 16, 32, 48, 64%-ot, vagyis az agyagos üledékek adagolása a Kishajmási Agyaghoz tömegarányok alapján történt. A különböző mennyiségű agyagos üledék hozzáadását a továbbiakban egységesen agyagkeverésnek fogom nevezni. A hozzáadott törmelékből ($500\mu\text{m}$ feletti mérettartomány) azért nem használtam 80%-nyit, mert már a 64%-nak megfelelő anyag is nehezen volt belekeverhető az alapanyagba. A munka során kiderült, hogy a 16%-nál kevesebb soványító anyag alig látszik az alapanyagban, ezért csak egy mintasorozatnál használtam 8% soványítást. A sovány agyagot szitálással $500\mu\text{m}$ alatti és fölötti frakcióra különítettem el azért, hogy lássam, hogy az agyagkeverés olyan esetekben is megfigyelhető-e, amikor a sovány anyagban nincsenek nagy „agyagpelletek” vagy agyagos közettörmelékek, amelyek megkönnyítenék a keverés felismerését. Ugyanis a nagyobb méretű törmelékkel ($>500\mu\text{m}$) való soványítás eredménye sokkal egyértelműbben látszik, mint az $500\mu\text{m}$ alatti, egyedi szemcsékkel történő. A soványítás és keverés után téglatesteket formáltam (4. ábra), majd azokat a sekélyfűrészek anyagának feldolgozásánál ismertetett kemencében 750°C -on, 1 óra felfűtéssel, 3 órás hőtartással, oxidatív körülmények között kiégettem. A kiégetést követően vékonycsiszolatot készítettem a mintákból, majd polarizációs mikroszkóppal vizsgáltam azokat.

(Megjegyzés: a minták szemcseméretének leírásánál a PCRG (Prehistoric Ceramics Research Group) 2010, 3. kiadásának ajánlását vettem figyelembe (Méretkategóriák: nagyon finom ($<0,1$ mm), finom ($0,1-0,25$ mm), közepes ($0,25-1$ mm), durva ($1-3$ mm), nagyon durva (>3 mm).)



4. ábra Agyagkeveréses mintatestek

III, GORZSA KERÁMIÁK VIZSGÁLATA

1. Makroszkópos megfigyelések

A vizsgált gorzsai kerámiák egy része szendvics szerkezetű, vagyis a keresztmetszeten megfigyelhető a külső oxidált szegély és egy belső, redukált rész (5. ábra). Ezek mellett jellemző a szürke/fekete durvakerámia is.



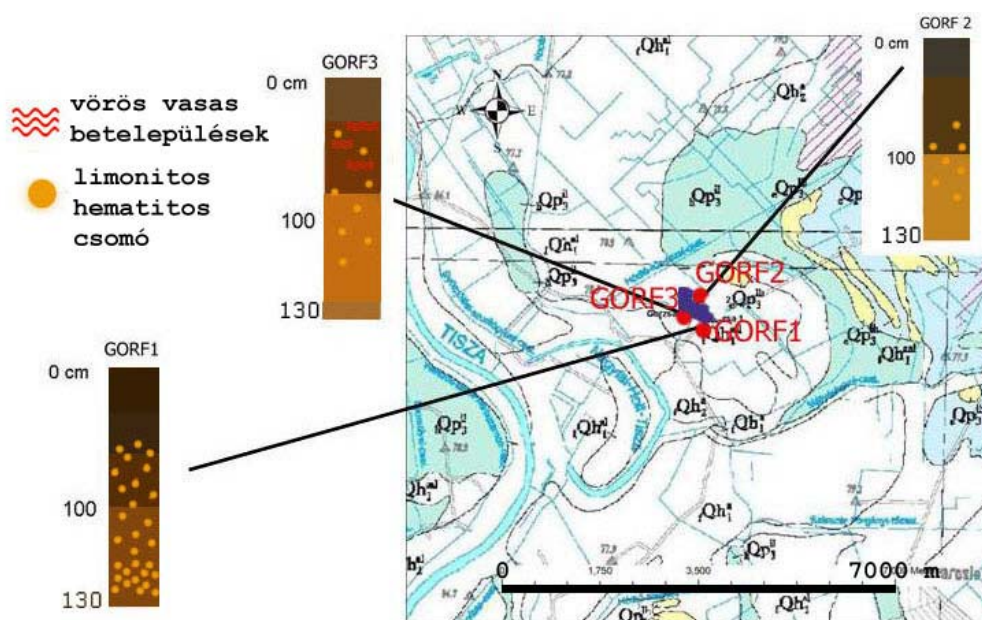
5. ábra Szendvics szerkezetű Gorzsa kerámia

A kerámiák többsége tömött és alig porózus. A soványításra szolgáló törtkerámiák (grog), és agyagos közettörmelékek (ARF) szabad szemmel is jól láthatók a vágott felületeken (6. ábra). Ezek makroszkópos elkülönítése csak azoknál a törmelékeknél volt lehetséges, ahol korábbi kiégetési nyomok voltak láthatók.



6. ábra Gorzsa kerámia keresztmetszete (Gorker 006).

A potenciális nyersanyag meghatározása érdekében talajmintákat gyűjtöttünk a tell három oldalán lemélyített sekélyfúrásokból (GORF 1, -2, -3) (7. ábra). Ezek a talajminták már makroszkóposan is jól elkülöníthetők egymástól, színüket, szemcseméretüket tekintve. A minták felső ~ 30 centimétere humuszban gazdag, sötét, agyagos talaj. A fúrásokban lefelé haladva a minták színe világosodik. A GORF2 és GORF3 fúrás mintája morzsalékos, a GORF1 tömbös, vagyis a GORF1 fúrás a másik kettőnél agyagosabb (kövérebb) volt. Mindhárom fúrásban 40-50 cm mélységtől kezdve a talajszelvényben limonitos-hematitos csomókat észleltem, ezek mennyisége azonban változó volt. Az első fúrásban (GORF1) limonitos csomók 50 cm-től kezdődnek, lefelé haladva növekszik a mennyiségük. A második fúrásban (GORF2) az előbbinél jóval kevesebb limonitos csomó található, szintén 50 cm-től kezdődően. A harmadik fúrásban (GORF3) szintén található limonitos csomó, illetve a fúrás tetején vörös vasas közbetelepülések (7. ábra).



7. ábra A tell környékének geológiai térképe és a tell környékén lemélyített sekélyfúrások egyszerűsített szelvénye. (Alaptérkép: Magyarország földtani térképe , 1:100 000, MÁFI, 2005)

A területet holocén ártéri agyag és felső-pleisztocén löszös homok borítja (7. ábra) (KALMÁR et al. 1997). A Dél-Tiszai medencét kitöltő negyedidőszaki képződmények vastagsága eléri a 600 m-t is (FRANYÓ, 1992 térképe alapján). A felszínen főként összefüggő holocén kőzetlisztes agyag (1–3 m vastagságban) található, mely összefüggő holocén agyagrétegre települ. Ezek alatt pleisztocén folyóvízi homok található, mely nagyrészt finomszemű homok. A mélységgel 1,8 m-ig nő az agyagtartalom (KALMÁR et al. 1997). A löszrétegekben itt-ott vörös-agyag zónákat találhatunk (Rónai, 1985).

2. Polarizációs mikroszkópos vizsgálatok

a) Kerámiák

Polarizációs mikroszkópos vizsgálatokkal a kerámiák ásványos összetételéről, szövetszerkezeti jellegzetességeiről és a soványításra szolgáló anyagokról kaptam információkat.

A Gorker001 (A fázisból) jelű kerámiatöredék szövete szeriális és kissé inhomogén. Az alapanyag 1 nikollal okkersárga, középen a magban élénkbarna. Keresztezett nikolok között a színe hasonló az 1 nikolos színekhez, egy árnyalattal sötétebb, nem izotróp. Nem igazán porózus, a kis mennyiségben felismerhető pórusok a törtkerámiák (lásd később) körül találhatók. A pórusok másodlagosak, mikrittel és agyagásványokkal kitöltöttek. A nem plasztikus törmelékes elegyrészek uralkodó szemcsemérete 25-75 μm , jól osztályozott. A maximális szemcseméret 150-200 μm között van. A törmelékes elegyrészek mennyisége mintegy 10%. Ezek főként monokristályos kvarc, csillám, kevés földpát és akcesszóriaként kevés klorit, gránát, epidot, aktinolit és opak ásvány jelenik meg. A kvarc általában monokristályos, többnyire normál kioltású, egy-egy szemcse azonban hullámos kioltású. A szemcsék szögletesek, esetleg enyhén koptatottak. A kerámiában jelentős mennyiségű, mintegy 10%-nyi, viszonylag nagyméretű (uralkodó szemcseméret: 2-3 mm) törtkerámia (grog) és agyagos közettörmelékek (ARF) van. Ezek összetétele az alapanyagéhoz hasonló, de szövete részben eltér attól. Bennük a pórusok ritkák, 1-2%, 100-500 μm hosszúak, ~25 μm vékonyak és másodlagosak, vagyis a kiégetést követően keletkeztek. Elsődleges karbonátot nem tartalmaz. A mintában limonitos-hematitos csomók találhatók (8.a ábra).

A Gorker002 és Gorker003 (B fázis) jelű minták a Gorker001 mintához nagyon hasonlóak, lényeges eltérés a soványító anyagok mennyiségében van. Ezekben a mintákban sok (20-25%) grog és ARF található, ezek megjelenése, szemcseeloszlása változatos (8.b ábra). A Gorker003 átlagos szemcsemérete az előzőekhez képest valamivel durvább (50-125 μm). A Gorker004 (B fázis) kerámiatöredék egy nikollal barna, egy vékony szegélyen sárga (de ezek nem térnek el egymástól szemcseeloszlásukat és összetételüket tekintve), keresztezett nikolok között sötétbarna, kissé izotróp. Szemcsemérete a Gorker003-mal megegyezik. Törmelékes elegyrész mennyisége ~20%, ezek főként a kvarc, csillám és földpát, illetve kevés piroxén, amfibol és opak ásványok. A kvarczszemcsék között hullámos és normál kioltásúak hasonló arányban megtalálhatók. Kevés polikristályos kvarc van a mintában.

A Gorker005 (B fázis) a Gorker004-hez hasonló, az eltérés az, hogy a Gorker005 kevesebb soványító anyagot (5%) tartalmaz. Lényeges különbség az előzőekhez képest, hogy ez a minta 1%-nál kevesebb finomszemcsés elsődleges karbonátot is tartalmaz.

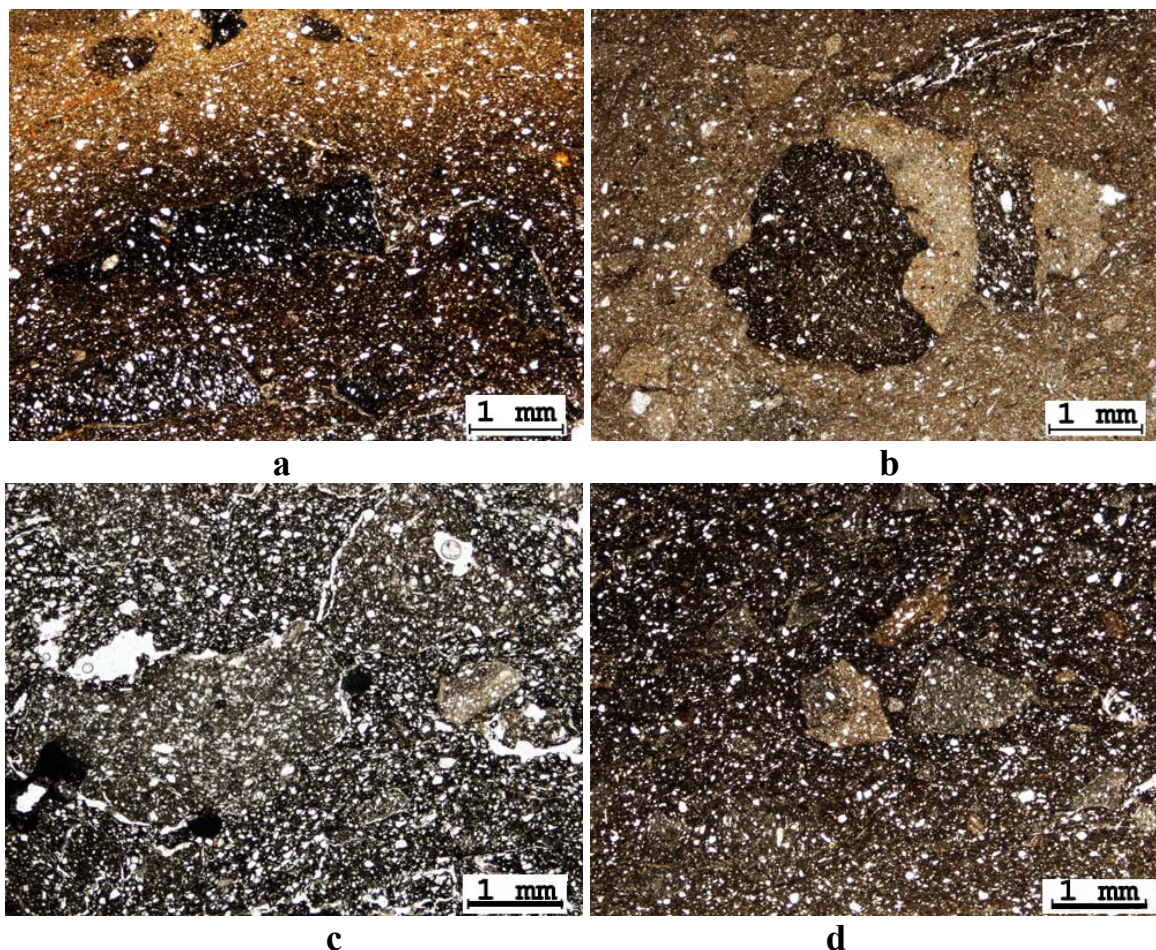
A Gorker006 (B fázis) minta alapanyaga 1 nikollal nézve fekete-sötétszürke, keresztezett nikolok között szintén fekete. Porózus, a pórusok másodlagosak (a kiégetés során keletkeztek), nyúltak, méretük változatos. A törmelékszemcsék uralkodó szemcsemérete 50 μm , jól osztályozott. A törmelékes elegyrészek mennyisége igen jelentős, mintegy 40%, ezek monokristályos, normál, vagyis nem hullámos kioltású kvarc, csillámok, kevés K-földpát és piroxén. Az ARF-ek/grogok mennyisége nagy (~15%), ezek jól elkülöníthetők az alapanyagtól színük, szemcseeloszlási jellemzőik alapján. A minta 1%-nál kevesebb finomszemcsés karbonátot tartalmaz (8. c ábra).

A Gorker007 (C fázis) jelzésű minta kevésbé homogenizált, kissé irányított, és a törmelékszemcsék méretét tekintve gyenge hiátusz látható 50-100 μm között. Az alapanyag 1 nikollal vöröses-barna, keresztezett nikolok között egy árnyalattal sötétebb. Porózus, a pórusok mérete változatos (70-600 μm), főként másodlagos eredetűek. A törmelékes elegyrészek uralkodó szemcsemérete 50 és 75 μm közötti. A törmelékes elegyrészek mennyisége 10%, kissé szögletesek. Ezek a tulajdonságok az előző mintákéval gyakorlatilag megegyeznek. A kvarcszemcsék nagy része hullámos kioltású és monokristályos, de kevés polikristályos kvarc is található a mintában. A soványító anyagként használt törtkerámiák és agyagos közettörmelékek mennyisége 5%, ezek az alapanyagtól éles határvonallal különülnek el, és színükben is eltérnek attól.

A Gorker009 (D fázis) gyengén irányított, jól homogenizált, szeriális szövetű kerámiatöredék. Két szélén oxidáltabb, vékony (egyik oldalon 50 μm , másikon 250 μm) vörös sáv található, melynek anyaga, szövete egyezik a belsőével. Az alapanyag 1 nikollal sötétbarna-fekete, keresztezett nikolok között egy árnyalattal sötétebb, izotrópnak tűnik. Nem porózus. Az uralkodó szemcseméret a 50-75 μm tartományba esik. Jól osztályozott. A törmelékes elegyrészek mennyisége 30%, gyengén koptatottak, ezek: monokristályos, egyenes kioltású kvarc, csillám, kevés amfibol, ilmenit és cirkon. A kvarcszemcsék közül kevés hullámos kioltású, és jelen van polikristályos kvarc is. Az ARF/grog mennyisége jelentős, 25%, ezek többségének mérete 0,5-1,2 mm között változik. A csiszolatban található ARF/grogok szemcseeloszlása, színe, körvonala egymáshoz hasonló (8.d ábra).

A Gorker010 (C fázis) irányított szövetű, rosszul homogenizált, enyhén hiátuszos (0,05-0,08 mm) kerámiatöredék. Két részből áll, kívül egy oxidált, vörös és belül egy redukív szürke részből. 1 nikollal a színe sárgás-barna, keresztezett nikolok között szürkés-barna,

piszkos-sárga. A törmelékes elegyrészek mennyisége 10%, kissé szögletesek vagy kerekítettek. A kvarcsemcsék nagy része monokristályos, egyenes kioltású, de találhatók a csiszolatban polikristályosak és hullámos kioltású szemcsék is. Kevés (5%) ARF/grog is jelen van. Porózus (10%), a pórusok szélesek, hosszúak (max. 2mm széles – 30mm hosszú).



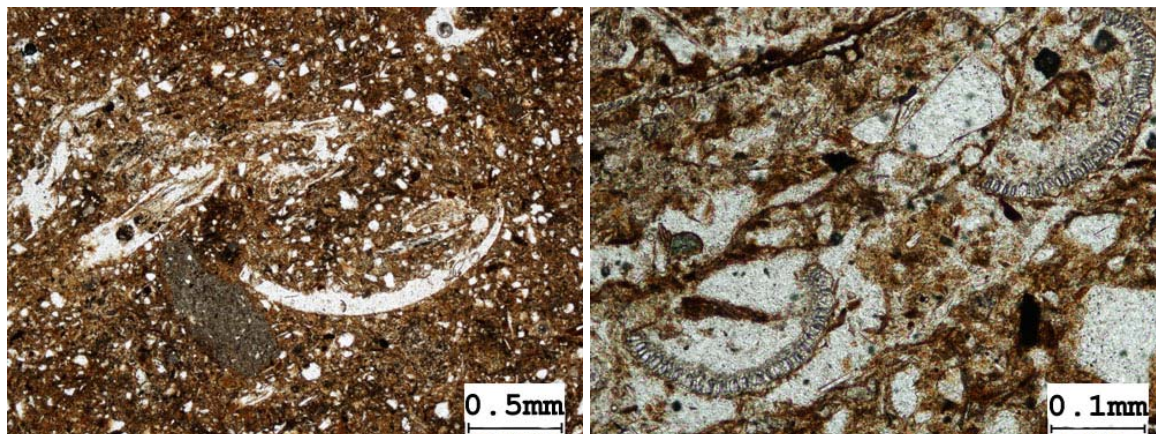
8. ábra Gorzsa kerámiák polarizációs mikroszkópos képe. 1N. (a: Gorker001, b: Gorker002, c: Gorker006, d: Gorker009)

b) Paticsok és agyagos üledékek (talajok)

A patics olyan agyagos padló- vagy falmaradvány, melynek kiégetése nem szándékosan történt, de a véletlen vagy szándékos megégés miatt megmaradt. Paticsok vizsgálata azért fontos, mert az egykori felszíni agyagos üledéket reprezentálják, és így hasznos információt nyújthatnak a kerámiák vizsgálati eredményének értelmezése során.

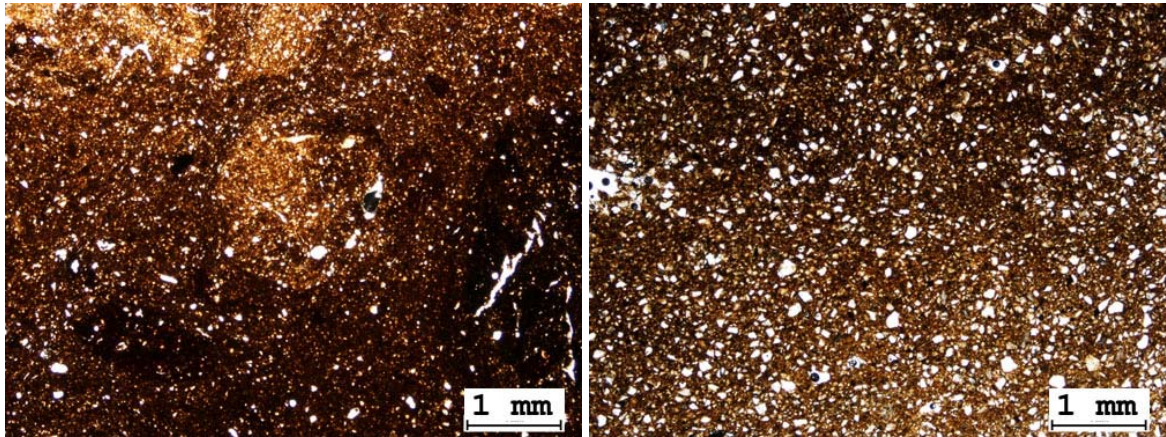
A gorzsai paticsok törmelékes elegyrészeinek eloszlása és összetétele hasonló a kerámiáknál tapasztaltakhoz (monokristályos kvarc, földpát, csillám, akcesszóriák: piroxén,

titanit) de a kerámiákkal ellentétben primer karbonátot is tartalmaznak. Fontos különbség, hogy a kerámiáknál jóval porózusabbak és növényi maradványok kiégett nyomai találhatók bennük, melyekben néhol fitolitok (növényi opál) maradtak meg. A pórusok alakja alapján ezek eredetileg pelyva és egyéb szármaradványok lehettek, amelyeket szándékosan kevertek az egykori agyagba. Ezek a kerámiákból teljesen hiányoznak. A helyi paticsok összetétele a kerámiákéval nagyon sok hasonlóságot mutat, ugyanakkor azonban a kerámiákkal ellentétben igen porózusak és növényi soványító anyagot és fitolitokat tartalmaznak (9.ábra).



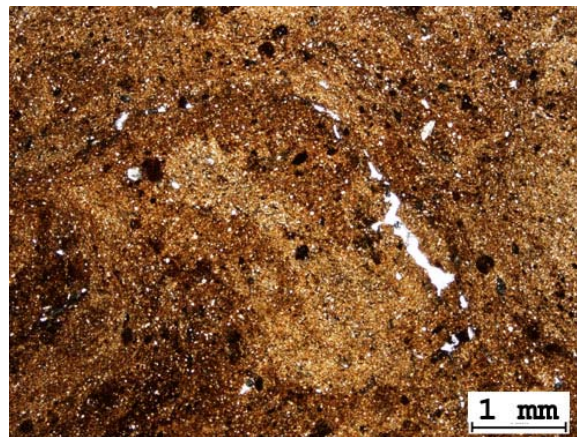
9. ábra A paticsok mikroszkópos képe. Az ábrákon láthatók a növényi maradványok kiégett nyomai és bennük a fitolitok. Gorker 12(balra), Gorker 11(jobbira), 1 nikol.

A három kézi fúróval gyűjtött tell környéki agyagos talajmintában a törmelékes elegyrészek mennyisége 10-30% közötti, uralkodó szemcseméretük 25 és 125 μm között változik, ezek: monokristályos kvarc, muszkovit; akcesszóriaként gránát, epidot és amfibol fordul elő. Jól osztályozottak. Limonitos-hematitos csomókat tartalmaznak, hasonlóakat azokhoz, amilyenek nagyrészt a kerámiamintákban is megtalálhatók. Egyik talajminta sem tartalmaz elsődleges karbonátot. A három fúrás mintáiban fúrásonként, lényeges különbség a törmelékes elegyrészek mennyiségében van. Az egy fúráson belüli minták törmelékes elegyrészeit és azok összetételét tekintve egymáshoz képest viszont nagyon hasonlóak (10. ábra).



a

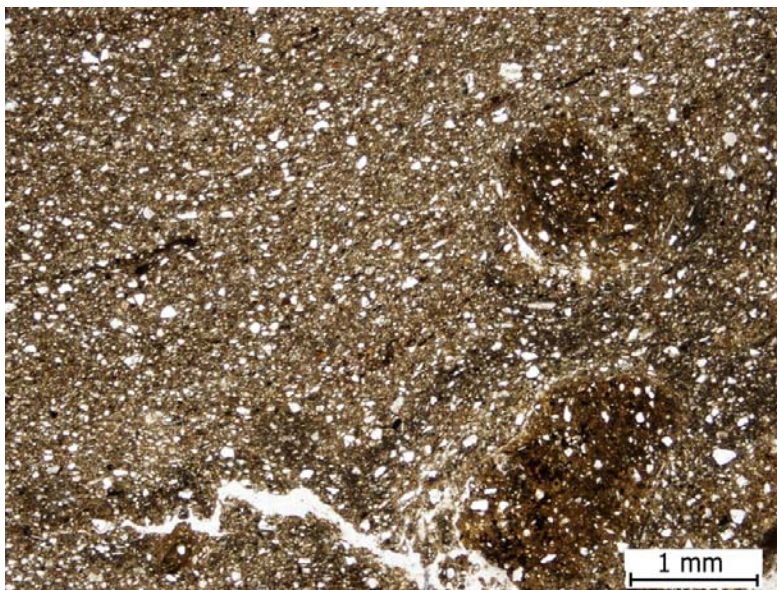
b



c

10. ábra A tell környéki talajminták polarizációs mikroszkópos képe. 1N. (a: GORF 1/8, b: GORF 2/3, c: GORF 3/2)

A tellből gyűjtött agyagos üledékek polarizációs vizsgálata alapján a minták szemcsemérete nagyon finom-finom; jól osztályozottak, szövetük szeriális. Törmelékes elegyrészek mennyisége 10%. Uralkodóan monokristályos kvarcot tartalmaznak, de polikristályos kvarc is található a mintákban. A szemcsék kioltása egyenes és hullámos. Az egyik minta kevés, kvarcban szegény, agyagos csomót tartalmaz. A mintákban 1%-nál kevesebb elsődleges karbonát található. (11. ábra).



11. ábra A tellből gyűjtött 1% karbonátot tartalmazó minta. (Gorker013)

A tell felső részéből gyűjtött agyag szemcseeloszlását és összetételét tekintve nagyon hasonló némelyik kerámiához. Lényeges különbség azonban, hogy ez a minta azonban tartalmaz karbonátot, míg a kerámiák nem.

Összefoglalóan, a talajmintákat összehasonlítva a kerámiákkal arra a következtetésre jutottam, hogy a tell környékéről gyűjtött minták nagyon hasonlóak a kerámiák anyagához, törmelékes elegyrészeik minőségét és mennyiségét tekintve, de szemcseeloszlásuk nem egyezik meg maradéktalanul a kerámiákéval, ezért elképzelhető, hogy azokat egymással keverve használták fel kerámiakészítésre.

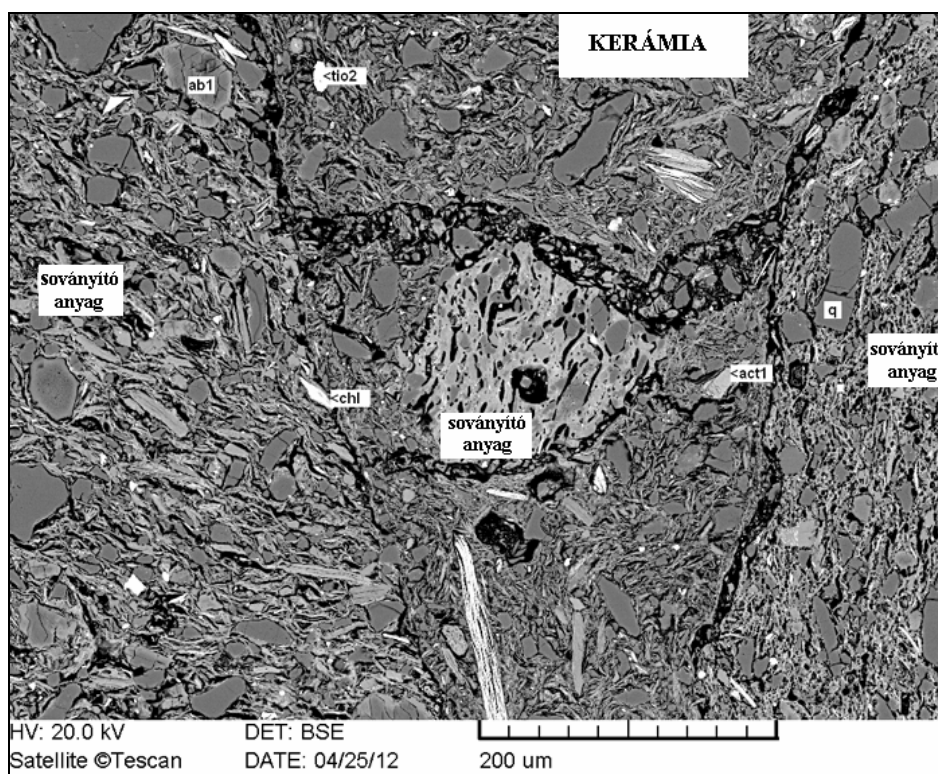
3. SEM-EDX

Három kerámiamintán és három talajmintán végeztünk előzetes SEM-EDX vizsgálatokat egyrészt azért, hogy a kerámiákban lévő soványító anyagok (főként törtkerámiák) szövetét és összetételét pontosabban meghatározzuk, illetve, a tell környékéről gyűjtött talajminták összetételét hasonlítsuk a kerámiák összetételéhez. Vizsgálataink célja a felhasznált nyersanyag pontosabb meghatározása volt.

A Gorker001 mintában három, mikroszkóposan egymástól különböző ARF/grog soványító anyagot vizsgáltunk, ezek ásványos összetétele egymáshoz hasonló, eltérés a

szövetükben van. Az ARF7-nek nevezett törmelék szöve a kerámia alapanyagának szövetéhez hasonló, repedések határolják, míg a másik két vizsgált törmelék (ARF3, ARF6) szöve irányított. Ebből kifolyólag ezek a törmelékek valószínűleg törtkerámiák. A Gorker003 mintában található ARF/grog soványító anyagok szöve és összetétele egymáshoz hasonló. A Gorker009-ben található törmelékek közül némelyiken már plasztikus átrendeződés figyelhető meg, ami azt jelenti, hogy ezek jobban kiégett állapotban vannak, de összetételük szintén hasonló az alapanyaghoz (12. ábra), (2.Táblázat).

Az előzetes SEM-EDX vizsgálatok alapján a kerámiákban található törtkerámiák kémiai összetétele tehát nagyon hasonló az alapanyag kémiai összetételéhez. Eltérés leginkább a törmelékek szövetében látható, illetve némelyik törmelékben több az üveg, jobban ki lett égetve.

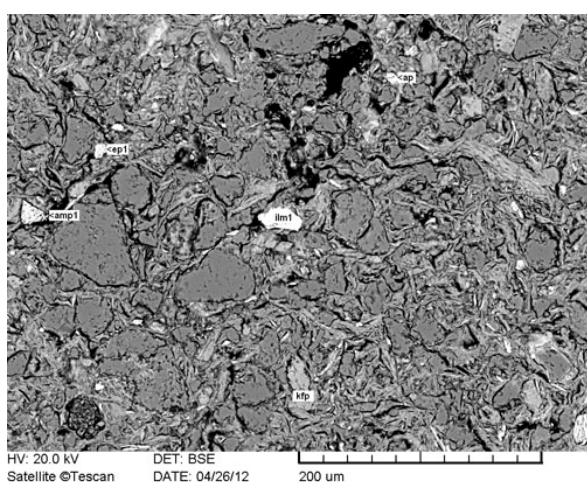


12. ábra Kerámia alapanyagának és a benne lévő törtkerámiának a visszaszórt elektron-képe.

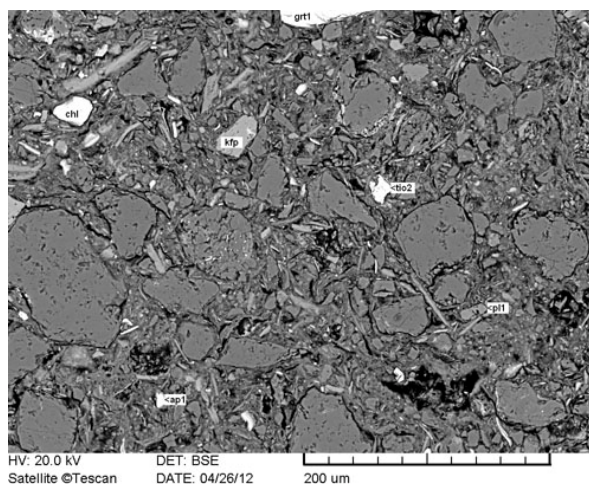
Három tell környéki sekélyfúrás három mintáját szintén vizsgáltuk SEM-EDX-szel. Fúrásonként azt a mintát választottam, ami legjobban reprezentálja a teljes fúrás anyagát, ezek a GORF 1/12, GORF 2/5 és a GORF 3/2 (13. ábra) jelzésű minták. A három tell környéki fúrás három mintájáról készült SEM-EDX mérések szerint a talajminták kémiai összetétele hasonló a kerámiák anyagának kémiai összetételéhez (2.Táblázat) , emellett ásványos

összetételük is hasonló. A visszaszórt elektron képeken jól látszódnak a talajminták szemcseeloszlásában mutatkozó különbségek (13. ábra.). A vizsgálatok szerint a minták akcesszóriaként rutilt, ilmenitet, amfibolt, epidotot, apatitot és kétféle gránátot (kalciumos és nem kalciumos) tartalmaznak.

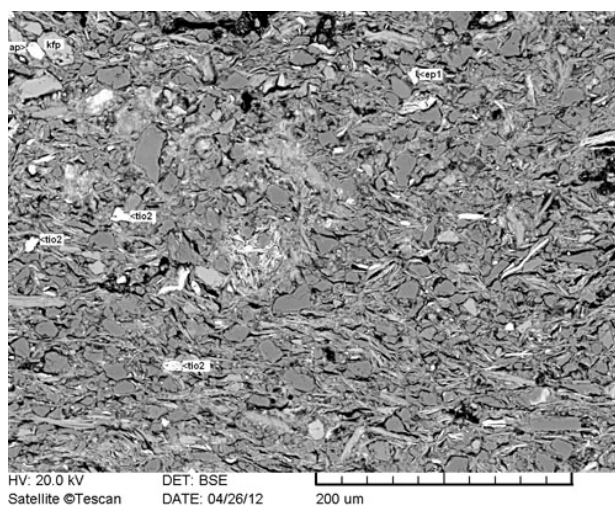
A SEM-EDX vizsgálatok tehát azt mutatják, hogy a kerámiák nyersanyagához nagyon hasonló összetételű agyagos üledékek (talaj) a tell közvetlen környezetében is megtalálható volt, vagyis a nyersanyag helyi lehetett. Ugyanakkor a grog/ARF és a kerámiák alapanyagának hasonlósága arra utal, hogy a kerámiák soványítására szolgáló anyagok szintén helyiek voltak.



a



b



c

13. ábra A tell környéki fúrások visszaszórt elektron képei. (a: GORF 1/12, b: GORF 2/5, c: GORF 3/8)

SEM-EDX mérési adatok										
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Gorker 001 kerámia alapanyag	g001_keramia_500x500 µm	67,22	0,86	16,65	4,98	2,46	2,12	0,76	3,76	1,18
	g001_keramia_mx1, 5x5 µm	65,94	0,35	19,23	6,18	2,58	1,33		4,40	
	g001_keramia_mx2, 5x5 µm	63,48	1,16	18,87	5,79	2,94	2,10		4,53	1,11
	g001_keramia_mx3, 5x5 µm	70,53	0,35	15,57	5,24	2,18	1,05		3,75	1,34
Gorker 001 soványító anyag (grog/ARF)	g001_arf3_a_mx1, 5x5 µm	57,93	0,33	26,33	6,73	3,11	1,71		3,86	
	g001_arf3_a_mx2, 5x5 µm	60,74	0,50	21,62	7,38	3,05	1,98	0,75	3,97	
	g001_arf3_b_mx1, 5x5 µm	64,76	0,38	18,63	5,65	4,56	1,37		3,68	0,96
	g001_arf3_b_mx2, 5x5 µm	63,20	0,33	19,48	5,21	2,74	2,05		5,38	1,61
	g001_arf3_mx1, 5x5 µm	64,97	0,51	21,19	5,49	3,00	1,24		3,60	
	g001_arf3_mx2, 5x5 µm	58,53	0,57	22,61	7,16	3,08	1,70	0,70	5,66	
	g001_arf3_mx3, 5x5 µm	57,85	0,50	25,03	7,27	3,69	1,46		4,19	
	g001_arf6_500x500 µm	65,79	0,67	19,32	5,44	2,50	1,72	1,18	3,39	
	g001_arf6_mx1, 5x5 µm	62,03	0,46	21,63	7,00	3,22	1,35		4,31	
	g001_arf6_mx2, 5x5 µm	64,06	0,63	21,08	6,49	2,83	1,34		3,56	
	g001_arf6_mx3, 5x5 µm	59,90	0,34	25,68	5,95	2,72	1,50		3,91	
Gorker 009 kerámia alapanyag	g009_keramia_500x500 µm	67,54	0,90	18,52	5,84	2,87	0,85		3,48	
	g009_keramia_mx1, 5x5 µm	61,25	0,41	23,01	6,99	3,67	0,51		4,16	
	g009_keramia_mx2, 5x5 µm	57,99	0,62	24,39	8,28	4,12	0,72		3,87	
Gorker 009 soványító anyag (grog/ARF)	g009_arf1_mx1, 5x5 µm	64,84	0,45	20,33	6,43	3,26	0,99		3,69	
	g009_arf1_mx2, 5x5 µm	60,27	1,03	22,09	7,45	2,97	0,91		5,27	
	g009_arf2_mx1, 5x5 µm	64,24	0,58	21,44	2,85	2,06	0,63		8,20	
	g009_arf2_mx2, 5x5 µm	63,15	0,26	21,93	3,87	2,13	1,33		7,33	
	g009_arf3_mx1, 5x5 µm	61,44	0,40	22,15	6,62	2,97	0,90		3,94	1,57
	g009_arf3_mx2, 5x5 µm	56,45	0,22	26,83	5,99	3,18	0,91	1,44	3,98	0,98
	g009_arf4_500x500	65,80	0,88	20,58	5,87	2,66	0,90		3,30	
Gorker 003 kerámia alapanyag	g003_s_keramia_500x500 µm	68,70	0,76	17,69	5,55	2,70	0,72		3,88	
	g003_v_keramia_500x500 µm	71,84	0,72	16,03	4,43	2,51	1,09		3,38	
	g003_s_mx1, 5x5 µm	70,71	0,23	17,07	4,65	3,06	0,71		3,57	
	g003_s_mx2, 5x5 µm	53,52	0,20	24,31	10,56	3,72	0,90	0,58	5,83	
	g003_s_mx3, 5x5 µm	58,93	0,81	22,61	7,32	4,26	1,19		4,88	
Gorker 003 soványító anyag (grog/ARF)	g003_arf1_mx1, 5x5 µm	62,32	0,34	20,95	7,23	3,33	1,39		4,44	
	g003_arf1_mx2, 5x5 µm	60,51	0,50	22,53	7,48	2,99	1,45		4,54	
	g003_arf2_mx1, 5x5 µm	62,38	0,30	21,30	6,97	4,13	1,23		3,68	
	g003_arf3_mx1, 5x5 µm	61,88	0,43	21,71	6,91	3,70	1,27		4,12	
	g003_arf3_mx2, 5x5 µm	66,58	0,47	20,46	4,66	2,90	0,63		4,30	
1.fúrás <i>(Gorf1)</i> alapanyag	g1_12_500x500 µm	69,25	1,06	18,85	4,52	2,08	1,26		2,98	
	g1_12_mx1, 5x5 µm	60,20	0,45	24,00	6,83	3,80	1,56		3,15	
	g1_12_mx2, 5x5 µm	67,44	0,57	19,88	4,14	2,39	2,49		3,08	
	g1_12_mx3, 5x5 µm	59,47	0,61	24,71	6,44	3,63	1,70		3,43	
2.fúrás <i>(Gorf2)</i> alapanyag	g2_5_500x500 µm	68,95	0,60	15,91	4,59	2,49	3,29		3,44	0,73
	g2_5_mx1, 5x5 µm	57,29	0,47	21,90	8,04	3,74	2,57		4,91	1,07
	g2_5_mx2, 5x5 µm	54,25	0,37	24,98	6,02	4,64	3,63		5,10	1,02
	g2_5_mx3, 5x5 µm	56,54	0,62	20,87	7,64	4,17	4,79		4,21	1,17
3.fúrás <i>(Gorf3)</i> alapanyag	g3_2_500x500 µm	65,17	1,17	20,13	5,81	2,99	1,37		2,98	0,37
	g3_2_mx1, 5x5 µm	71,98	1,15	15,66	5,24	2,88	0,76		2,16	0,17
	g3_2_mx2, 5x5 µm	60,69	0,58	22,72	7,05	3,88	1,41		2,79	0,88
	g3_2_mx3, 5x5 µm	61,77	0,62	23,06	6,55	3,29	1,29		3,14	0,28

2. Táblázat, SEM-EDX mérési adatok

IV, KERÁMIATECHNOLÓGIAI KÍSÉRLETEK

1. Soványítás törtkerámiával és agyagos közettörmelékkel

1.a, Soványítás törtkerámiával

A kísérlet során háromféle törtkerámiával soványítottam a Kishajmási Agyagot. Oxidatív körülmények között kiégett törtkerámiával (1) (ezek selejtezett kelta kerámatöredékek voltak, Báticasék–Körtvélyes dűlő lelőhelyről), redukált törtkerámiával (2) (szintén kelta kerámatöredékek Báticasék–Körtvélyes dűlő lelőhelyről), és a Kishajmási Agyagból készített oxidatív körülmények között kiégett kerámiával (3) (3. Táblázat).

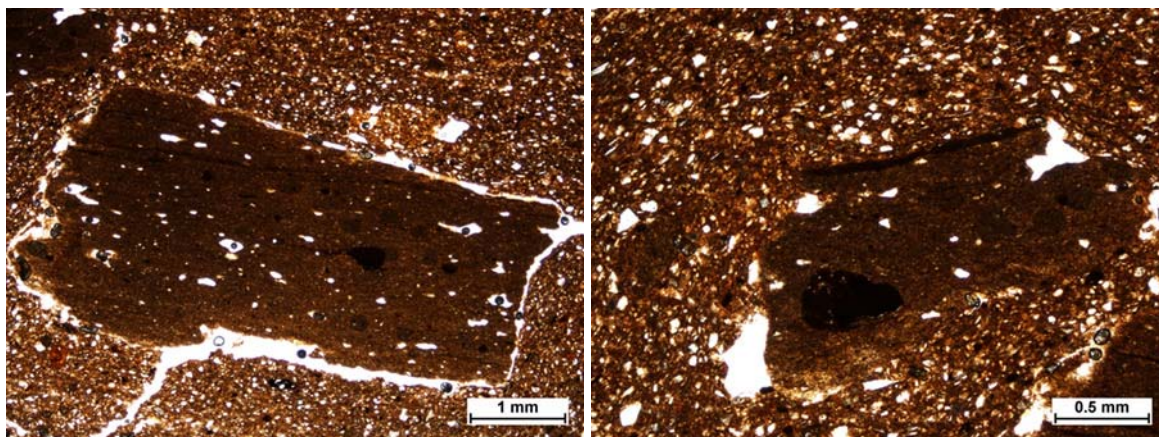
soványítás	minta száma	Soványító anyag %-ban
Kerámiával(kelta kerámatöredék)	B9, A07,A08	Nem mért, ~20%
redukált kerámiával (kelta kerámatöredék)	B10, A09	Nem mért, ~20%
saját anyagából készített kerámiákkal	B12/1	16
	B12/2	32
	B12/3	48

3. táblázat. Soványításhoz használt, különböző törtkerámia anyagok listája

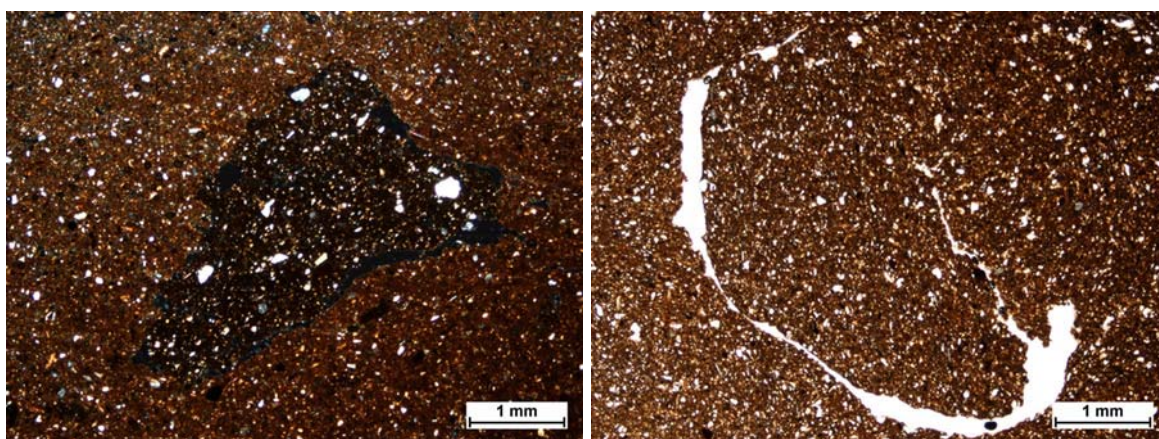
A mikroszkópos vizsgálatok azt mutatták, hogy az első esetben (A07, A08, B9) a soványításra használt eredetileg oxidatíván kégetett törtkerámiák néhol elválnak az alapanyagtól, repedések övezik őket, és szövetük nagyon különbözik a mátrixtól (erősen irányított), így könnyű volt őket elkülöníteni. A törtkerámiák porózusak, széleik lekerekítettek. Nem vagy gyengén izotrópok. Némelyik kerámia töredék inkább agyagos közettörmelékre hasonlít, mivel szélei lekerekítettek, határvonalai diffúzak, alapanyaguk nem izotróp, szövetük nem irányított. A mintákban ezeken kívül megfigyelhetők voltak törtkerámiák, melyeket éles, szögletes formák jellemeznek és tűzfoltosak, illetve vannak olyanok, melyeknek éles, jól látható határvonalai vannak és lekerekítettek (14 ábra).

Redukált törtkerámiás soványítás (A09,B10) esetén a kerámiák a kiégetés során különböző mértékben oxidálódtak. Ezeknek a törtkerámiák szögletesek vagy lekerekítettek. A kisebb, ~0,5 mm-es kerámatöredékek inkább agyagos közettörmelékekre hasonlítanak. A

Kishajmási Agyagból készített kerámiával való soványítás során (B12/1,B12/2,B12/3) a törtkerámiát főképp makroszkóposan lehetett megfigyelni, a legtöbbet repedések jelezték. Mikroszkóposan kizárólag a repedéseket követve lehetett észrevenni a törtkerámiákat. Az őket határoló repedések nélkül teljesen beleolvadnának az alapanyagba (15. ábra).



14. ábra Eredetileg oxidatíván kiégetett törtkerámiák megjelenése a Kishajmási Agyagban (B9, 1N)



15. ábra Soványítás redukált törtkerámiával (B10, balra, +N) és saját anyagából készített kerámiával (B12, jobbra, 1N).

1.b, Soványítás agyagos közettörmelékkel

A kísérletnek ebben a részében 4 féle száraz agyagos törmeléket használtunk soványításra. Ezeket különböző százalékban adtam hozzá az alapmintához (4. táblázat).

soványítás	minta száma	Soványító anyag %-ban
sárga agyag törmelékkel	B2/1	16
	B2/2	32
	B2/3	48
	B2/4	64
kékagyag törmelékkel	B4/1	16
	B4/2	32
	B4/3	48
	B4/4	64
"meddő homokos" törmelékkel	B6/1	16
	B6/2	32
	B6/3	48
	B6/4	64
"meddő agyagos" törmelékkel	B8/1	16
	B8/2	32
	B8/3	48
	B8/4	64

4. Táblázat. Soványításhoz használt különféle agyagos törmelékek listája

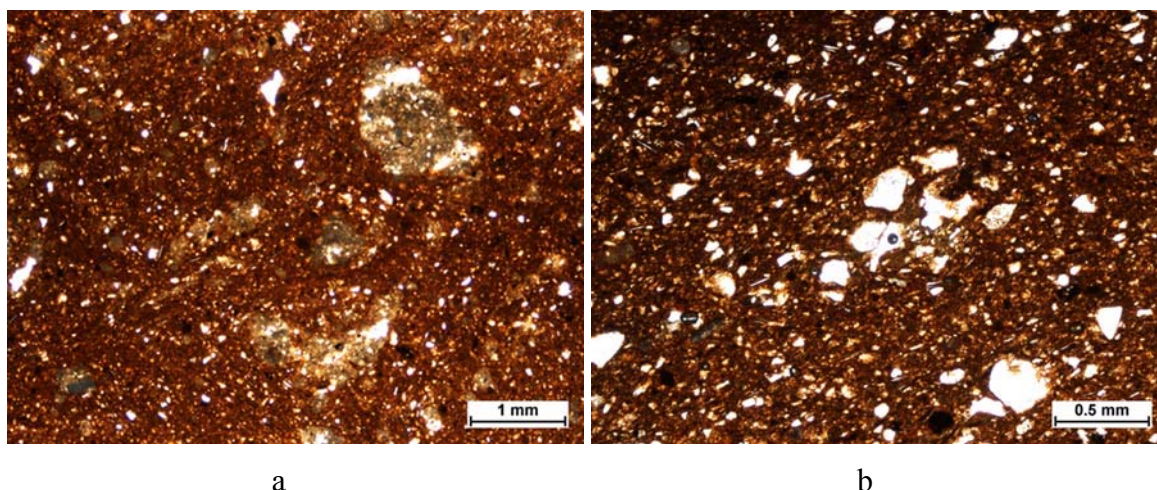
Az 500 μm feletti sárgagyag törmelékkel való soványítás esetén minden mintában a soványítás jól látható, és egyértelmű. A minták hiátuszosak (50 μm és 500 μm között). Az agyagtörmelékek nagyrészt lekerekített, szabálytalan vagy kerekded formájúak, de előfordulnak rosszul kerekített, szögletes szemcsék is. Az alapanyagtól egyes szemcsék jól látható határvonalak mentén különülnek el, míg mások körvonala elmosódó. A szemcsék körül sehol nem láthatók repedések (16a ábra).

Az 500 μm feletti kékagyag törmelék alig látszik a mintában, részben az alapanyagba dolgozás közben széteshettek, ennek ellenére a szövet hiátuszos, a szétesett törmelékből származó nagy kvarcsemmek miatt. A szemcsék nem egyenletes eloszlással helyezkednek el, göcökben, sávokban tömörülnek (16b ábra).

Az 500 μm feletti meddő homokos törmelékkel való soványításnál a homokos soványító anyag könnyen kipereg a mintákból, sok törmelék az alapanyagba gyúrás közben szétesett, így a mintákban sok nagy (250 μm) kvarc szemcse található, ami a törmelékekből származik. A megmaradt törmelékek határvonalai szabálytalanok és elmosódottak.

Keresztezett nikolok között a törmelékszemcsék beleolvadnak az anyagba. A soványítás következtében a szövet hiátuszos, ami már a 16%-os (B6/1.minta) soványításnál is jól látszik.

Az 500 µm feletti meddő agyagos törmelékkal soványítás esetén a soványító anyag sok helyről kikopott. Az üregek alapján azok szabálytalan, lekerekített alakúak. Ezekben a mintákban vannak kvarcban szegényebb és dúsabb helyek. A törmelékszemcsék miatt hiátuszos szövetűek.



16. ábra Sárgaagyag (48%) és kékagyag (16%) törmelékkal soványítás, B2/3(a), B4/1(b).

Összefoglalóan, az 500 µm feletti frakcióval való soványítás esetén azok mikroszkópos megfigyelésénél a problémát az okozta, hogy a törmelékek sok esetben az alapanyagba keverés során szétestek. Ahol megmaradtak, ott a minta hiátuszos szemcseméret-eloszlást mutat. A törmelékek nagyrészt lekerekített, szabálytalan vagy kerekded formájúak, de előfordulnak rosszul kerekített, szögletes törmelékek is. Az alapanyagtól egyes törmelékek jól látható határvonalak mentén különülnek el, míg mások körvonala elmosódó. Keresztezett nikolok között a diffúz körvonallú törmelékek széle egészen beleolvadnak az alapanyagba.

2. Agyagkeverés

Mielőtt az agyagkeveréses kísérleteket elvégeztem, az alapanyagként használt Kishajmási Agyag polarizációs mikroszkópos leírását is elvégeztem, amire a keverés előtti és utáni állapot összehasonlító vizsgálatához volt szükség. A keveréshez sárgaagyagot, kékagyagot, meddő homokos és meddő agyagos megnevezésű anyagot használtam (5. táblázat).

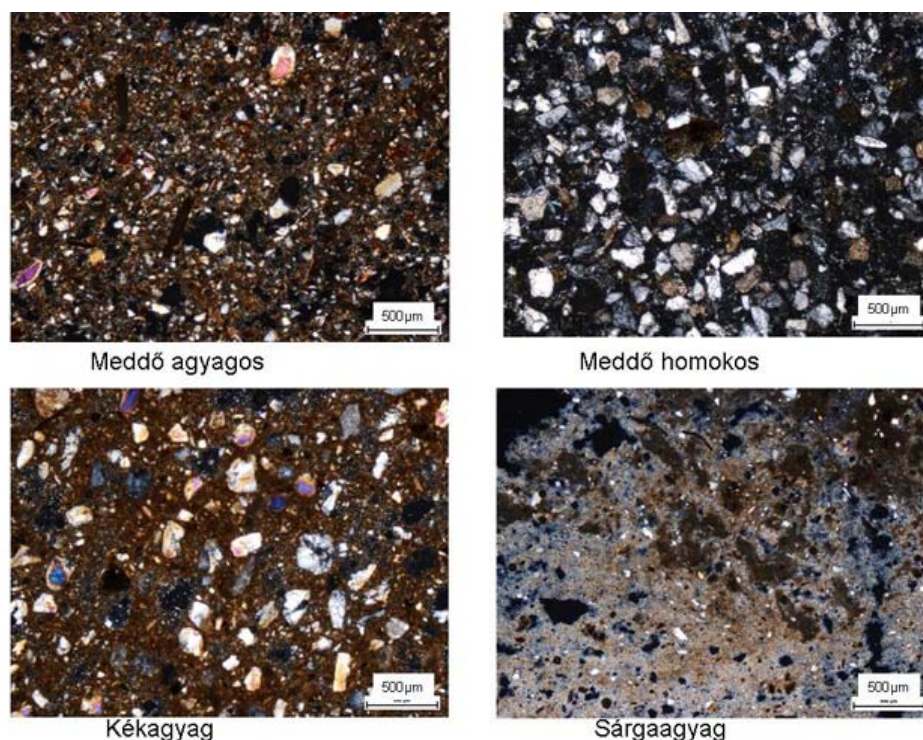
Keveréshez használt anyag	minta száma	soványító anyag %-ban
sárgaagyag, 500µm alatt	B1/1	8
	B1/2	16
	B1/3	32
	B1/4	48
	B1/5	64
	B1/6	80
kékagyag, 500µm alatt	B3/1	16
	B3/2	32
	B3/3	48
	B3/4	64
	B3/5	80
"meddő homokos", 500µm alatt	B5/1	16
	B5/2	32
	B5/3	48
	B5/4	64
	B5/5	80
"meddő agyagos", 500µm alatt	B7/1	16
	B7/2	32
	B7/3	48
	B7/4	64
	B7/5	80

5. táblázat. Különböző, a keveréshez használt anyagok, azok mennyisége és mintaszámuk.

A Kishajmási Agyag színe egy nikollal világossárga, keresztezett nikolok között sötétbarna. A törmelékes elegyrészeinek mennyisége ~8%, átlagos szemcseméret 30µm, maximális szemcseméret 250µm, de ezek ritkák. Törmelékes elegyrész főként a monokristályos kvarc, csillám és kevés földpát. A törmelékes elegyrészek eloszlása az alapanyagban kissé inhomogén. Jól osztályozott.

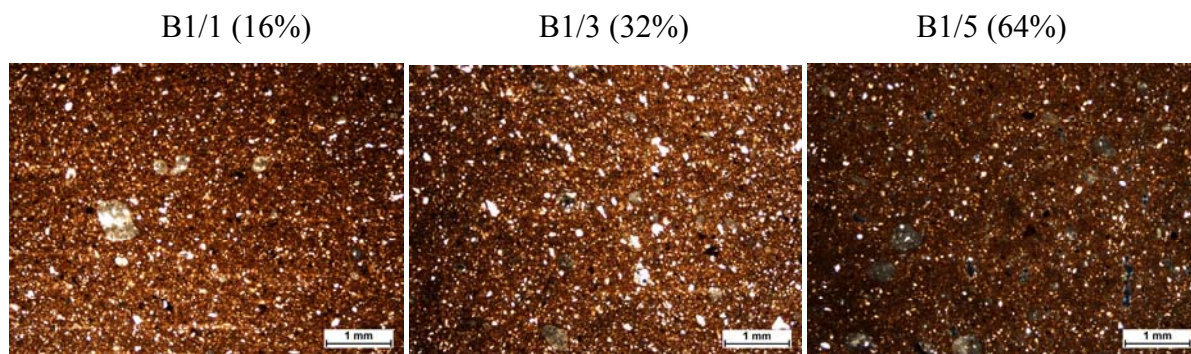
A keveréshez használt anyagok agyagos-aleuritos üledékek. Szemcseméretük átlagosan nagyobb, mint a Kishajmási Agyagé (kivéve a sárgaagyagot), több aleuritot

tartalmaznak (17. ábra). Ezen kívül színükben is különböznek a Kishajmási Agyagtól. A sárgaagyag és a kékagyag megnevezés az anyagok makroszkóposan látható színét tükrözi.



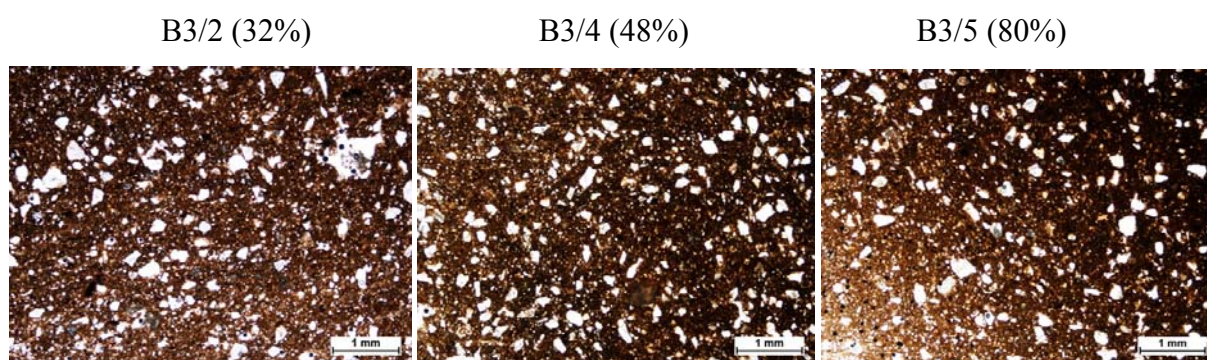
17. ábra, Keverésre szolgáló anyagok mikroszkópos képe.

A sárgaagyaggal való keverés miatt az eredetileg szeriális szövet enyhén hiátuszossá vált. Ez a hiátusz a 8% (B1/1. minta) és 16% sárga agyag hozzákeverése esetén (B1/2. minta) nem vagy alig érzékelhető. A 32, 48, 64%-nyi agyaghozzáadásnál (B1/3, B1/4, B1/5. minták) alig látható különbség, enyhe inhomogenitást ismerhetünk fel, de az akár természetesnek is tűnhetne, ha nem ismernénk a „tisztá” Kishajmási Agyagot. Néhol a sárgaagyagból származó szemcsék nagyobb gócokba tömörülnek. Ez a 32%-tól a 80%-ig történő sárgaagyag hozzáadásánál mindegyik mintában megfigyelhető, de különböző mértékben. A 80%-os (B1/6. minta) keverésnél már nagyon sok „sárgaagyag góc” van jelen, amitől a szövet majdnem teljesen homogénné vált, de ebben az esetben már a sárga agyag alkotja az anyag jelentős részét. A fentiek alapján a sárgaagyaggal történő keverésnél a minta inhomogenitása adhat támpontot ahhoz, hogy megállapíthassuk az agyakok keverését. Mivel a sárgaagyag szemcséi alig nagyobbak a Kishajmásinál, a jól eldolgozott anyagban azok – az elkeveredés miatt – alig láthatóak, természetesnek mutatkoznak (18. ábra).



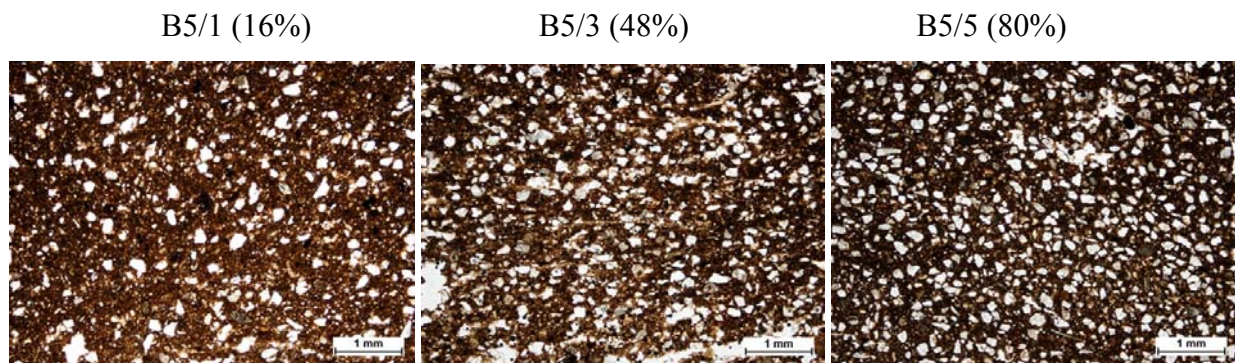
18. ábra, Sárgagyaggal történő agyagkeverés (1N).

A kékagyag 16%-os (B3/1.minta) és 32%-os (B3/2.minta) hozzáadásánál hiátusz van 50 μm és 250 μm között, a kékagyag uralkodóan 250 μm szemcséi miatt. Ekkor a soványítás jól látható. A 32%-osnál valamivel több kvarc szemcse látható, mint a 16%-osnál. A 32%, 48% (B3/3.minta), 64% (B3/4.minta) és 80%-os (B3/5.minta) kékagyag keveréses minták alig térnek el egymástól, ennél a két mintánál a soványítás már nem egyértelmű a gyakori 250 μm -os szemcsék miatt (19. ábra).



19. ábra, Kékagyaggal történő agyagkeverés (1N).

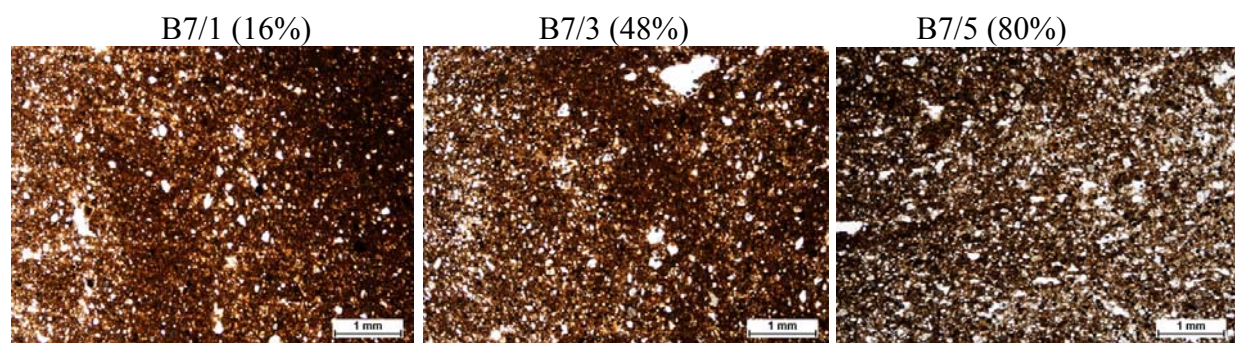
A „meddő homokos” anyaggal való keverésnél a 16% (B5/1.minta) és 32%-os (B5/2.minta) keverés hiátuszos szemcseeloszlást mutat. Kvarcban dúsabb és szegényebb részek jól megfigyelhetők, mindkét minta inhomogén. A 48-80%-os (B5/3-B/5.minták) keverésnél, minél nagyobb mennyiséget adtunk az eredeti agyaghoz, egyre kevésbé figyelhető meg a keverés, mert ezekben a mintákban - megfelelően homogénné történő elkeverés esetén - annyira sok a finom és közpszemcsés kvarc, hogy ez már természetes, nem kevert szemcseösszetételnek mutatkozik (20. ábra).



20. ábra, Meddő homokos” agyaggal való agyagkeverés (1N).

A „meddő agyagos” anyag szemcsemérete hasonló az alap nyersanyagéhoz illetve nagyon finom ($<0,1$ mm) homokot is tartalmaz. A 16%-os (B7/1. minta) „meddő agyagos” anyag hozzáadásánál nem látszik, hogy soványítás történt; a keverék mindössze enyhén inhomogénnek mutatkozik, ami akár természetes is lehetne. A 32%-os (B7/2.minta) „meddő agyagos” minta viszont már erősen inhomogén, ebben kvarcban dúsabb és szegényebb sávok figyelhetők meg. A 48%-os alig különbözik az előzőtől. Ezeknél a mintáknál az anyagok nem tökéletes elkeverése miatt észlelhető az agyagkeverés (21. ábra).

A 64% (B7/4. minta) és 80% (B7/5. minta) „meddő agyaggal” kevert mintákban már olyan sok a törmelékes elegyrész, hogy teljesen felülírja a korábbi szemcseeloszlási jellemzőket, és úgy tűnik, mintha ez lenne a természetes szemcseösszetétele az anyagnak (21. ábra).



21. ábra, "Meddő agyaggal" való agyagkeverés (1N).

v, DISZKUSSZIÓ-KONKLÚZIÓ

A gorzsa tell település ásatásából származó kerámialeletek petrográfiai vizsgálati eredményei azt mutatják, hogy a gorzsa késő neolitik kerámiaak soványítására változó mennyiségű törtkerámiaát és agyagos közettörmelékét használtak. Ezek egymástól való elkülönítése régészeti jelentőséggel bír, mivel a törtkerámia használatának kulturális okai is lehetnek (Kreiter 2007a), illetve az agyagos közettörmelék természetes úton is jelen lehet az alapanyagban. A törtkerámiaak és agyagos közettörmelék polarizációs mikroszkópban történő elkülönítésére elsőként Whitbread (1986) szolgáltatott szempontokat, figyelembe véve a törmelék határát, kerekítettségét, alakját, optikai jellegét, és külső-belső tulajdonságait. Ez a szempontrendszer támpontot ad az elkülönítésben, de már maga a szerző is felhívta arra a figyelmet, hogy sokszor a törtkerámiaak és ARF-ek elkülönítése ezek alapján teljesen megbízhatóan nem lehetséges (Whitbread, 1986). Cuomo di Caprio és Vaughan (1993) szerint a törtkerámiaakban a szemcsék és pórusok irányítottak, a korábbi formázás következtében, a repedések a törtkerámia hosszanti irányával párhuzamosak illetve a törtkerámiaak eloszlása a kerámiaakban egyenletes, mivel a nyersanyaghoz szándékosan adagolták.

A törtkerámiaával történő soványítási kísérleteink során megfigyeltem, hogy azok körvonala sokszor lekerekített, az alapanyag nem izotróp és a szemcsék határvonalai olykor diffúzak. A gorzsa kerámiaak vizsgálata alapján a tűzfoltos, biztosan törtkerámiaának határozható szemcsék eloszlása az alapanyagban olykor nem egyenletes, azok szemcséi pedig nem irányítottak. A fentiek arra utalnak, hogy Whitbread (1986) és Cuomo di Caprio és Vaughan (1993) szempontrendszerét nem lehet teljes biztonsággal használni az agyagos közettörmelék és törtkerámiaak egymástól való elkülönítésére, vagyis a grog és az ARF elkülönítése nem lehetséges minden esetben egyértelműen. A törtkerámias és agyagos közettörmelék sokványítási kísérleteink alapján egy törmelékét csak akkor határozhatunk teljes biztonsággal törtkerámiaának, ha utalást látunk arra, hogy azt már korábban is formázták és kiégették (pl. tűzfoltosak, erősen irányított szövetűek).

Gorzsa tell környéki és tellből származó talajmintákat összevetve a gorzsa kerámiaakkal, azok összetétele, a tellből származó karbonátos mintától eltekintve, gyakorlatilag megegyezik a kerámiaak ásványos összetételével, viszont eltérés tapasztalható a törmelék sokványrészek mennyiségében. Ebből következtetve felmerül a nyersanyagkeverés

lehetősége. Az ennek vizsgálatára irányuló anyagkeverései kísérletek alapján általánosságban elmondható, hogy a keverés akkor látható tisztán, ha a két anyagot nem keverték el egymással alaposan (Kreiter 2010)., illetve az egyik agyag szemcsemérete eltér a másiktól és azt kis vagy nagy mennyiségben keverték a másik agyaghoz. Ha a két agyag jól homogenizált és hasonló arányban keverték őket egymáshoz, a keverés nem megállapítható. A kísérletek alapján a gorzsai kerámiák nyersanyagkeverése elképzelhető, de nem figyelhető meg olyan jelleg, amiből erre egyértelműen következtethetünk. Ennek bizonyítására további, nagyszámú kerámia vizsgálatára lesz szükség a jövőben.

VI, ÖSSZEFOGLALÁS

A gorzai kerámiák polarizációs mikroszkópos elemzése azt mutatja, hogy a kerámiák nyersanyaga finomszemcsés, az uralkodó szemcseméret 25 és 150 μm közé esik. A mintában a törmelékes elegyrészek mennyisége átlagosan sok (10-40% között változik), a szemcsék többnyire szögletesek, vagy alig kerekítettek, az összetevők közepesen és jól osztályozottak. Nagyrészt monokristályos kvarcból és muszkovitból állnak. Az akcesszóriák: gránát, epidot, ilmenit, amfibol, piroxén és cirkon, összmennyiségük nagyon csekély. Soványításra törtkerámiát és agyagos közettörmeléket használtak, ezek mennyisége változó 5% és 25% között mozog. Az előzetes SEM-EDX vizsgálatok alapján a kerámiákban található törtkerámiák alapanyagának kémiai összetétele nagyon hasonló az alapanyag kémiai összetételéhez. Eltérés leginkább a törmelék szövetében látható, illetve némelyik törmelékben több az üveges rész, mint a kerámia alapanyagában, ami arra utal, hogy jobban ki lett égetve. Tehát a kerámiák és soványító anyagok szöveti-szerkezeti jellegzetességei hasonlóak egymáshoz. A kerámiák mindegyike limonitos-hematitos csomókat tartalmaz, valamint a minták gyakorlatilag mészmentesek. Összesen két kerámia minta tartalmaz 1%-nál kevesebb elsődleges, finomszemcsés karbonátot.

A gorzai kerámiákban található törtkerámiák, és agyagos közettörmelék megkülönböztetése sok esetben gondot okoz, mivel ezek olykor nagyon hasonló megjelenésűek. A törtkerámiás soványítási kísérlet alapján sokszor a polarizációs mikroszkóppal ARF-nek határozható törmelék valójában törtkerámia. Ezért csak azokat a törmelékeket határoztam a gorzai mintákban törtkerámiának, amelyeken korábbi formázási, vagy égetési nyomok láthatók.

A gorzai kerámiák és a lelőhely környékéről gyűjtött agyagos üledékek ásványos és kémiai összetétele a polarizációs mikroszkópos vizsgálatok és a SEM-EDX mérések szerint hasonló egymáshoz, de a törmelékes elegyrészek mennyiségében különbség volt tapasztalható. Ez a gyártás során történő agyagkeverésre is utalhat. Ennek igazolására vagy cáfolására kísérletet végeztem, aminek során kövér és sovány agyagot változatos arányban kevertem. Az így előállított próbatestek vizsgálata azt mutatja, hogy az anyagkeverést csak olyan esetekben lehetett egyértelműen megfigyelni, ha az egyik típusú agyagot jóval nagyobb vagy kisebb mértékben adtam hozzá a másikhoz, illetve a két agyagot nem kevertem el egymással alaposan. A kísérleteim alapján az agyagkeverés a gorzai kerámiáknál az eddigi eredmények alapján nem bizonyítható, ehhez és a kerámiák nyersanyag lelőhelyének meghatározásához további minták, illetve egyéb műszeres vizsgálatok lesznek szükségesek.

VII, KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Elsősorban szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Szakmány Györgynek, illetve Kreiter Attilának, aki lehetővé tette munkámat a MNM Nemzeti Örökségvédelmi Központ Restaurálási és Alkalmazott Természettudományi Laboratóriumában. Szeretném megköszönni Horváth Ferenc régésznek, hogy vizsgálatra rendelkezésemre bocsátotta a kerámia mintákat. Továbbá szeretném megköszönni a segítséget és a tanácsokat Józsa Sándornak, Czirják Gábornak, Pánczél Péternek, Bendő Zsoltnak, Berec Bélának, Viktorik Orsolyának és Elisabetta Starnininek. Köszönöm a támogatást a MNM Nemzeti Örökségvédelmi Központnak.

Köszönöm a támogatást az alábbi OTKA pályázatoknak:

- “Gorzsza és a Dél-Alföld késői újkőkora” Grant No K 84151 (témavezető Dr. Horváth Ferenc)
- “Neolitikus kultúrák kapcsolatrendszere kerámia vizsgálaton keresztül ” Grant No. NK 68255. (témavezető: Dr. Kreiter Attila)

VIII, IRODALOMJEGYZÉK

- Cuomo di Caprio, N., Vaughan, S. J.** (1993). An experimental study in distinguishing grog (chamotte) from argillaceous inclusions in ceramic thin sections. *Archeomaterials*, 7, 21-40.
- Balla, M., Gunneweg, J.** (2007). Archaeological Research at the Institute of Nuclear Techniques, Budapest University of Technology and Economics. Scholarly Achievements of a Prosperous Long-term Collaboration. *Archaeometry*, Vol 49, 2. 373-382.
- Bohn, P** (1964): Tabáni kelta leletanyag vizsgálata. – *Archeológiai Értesítő* 91, 243–248.
- Gulyás, S, Sümegi, P** (2011): Farming and/or foraging? New environmental data to the life and economic transformation of Late Neolithic tell communities (Tisza Culture) in SE Hungary. – *Journal of Archaeological Science* 38. pp. 3323-3339.
- Franyó** (1992): Magyarország 1: 200000-es kvarter talpmélység térképe. – Kézirat. Országos Földtani és Geofizikai Adattár.
- Horváth Ferenc** (1987): Hódmezővásárhely-Gorzsa, A settlement of the Tisza culture. – The Late Neolithic of the Tisza region. Budapest-Szolnok, pp. 31-46.
- Horváth Ferenc** (2003): –Az Újkőkor, Hódmezővásárhely-Gorzsa. – in: Visy Zs. (szerk.), Magyar régészet az ezredfordulón, Budapest, Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma pp. 106-108.
- Horváth Ferenc** (2005): Gorzsa. Előzetes eredmények az újkőkori tell 1987 és 1996 közötti feltárásából. – Hétköznapi Vénuszai. Hódmezővásárhely, pp. 51-83.
- Kalmár J., Kuti L., Kovács-Pálffy P., Szendreiné Koren E.** (1997): Ásványtani és szedimentológiai vizsgálatok a Szarvasi-mintaterület felszín-közeli képződményein. – *Földtani Közlöny* 127/3-4. 385-403.

Kreiter A. (2007). Kerámia technológiai tradíció és az idő koncepciója a bronzkorban. - Ceramic technological tradition and the concept of time in the Bronze Age. *Ősrégészeti Levelek - Prehistoric Newsletters*, 8-9, pp. 146-166.

Kreiter A., Bajnóczi B., Sipos P., Szakmány Gy., Tóth M. (2007): Archaeometric examination of Early and Middle Bronze Age ceramics from Százhalombatta-Földvár, Hungary. - *Archeometriai Műhely* 2007. IV.2, pp. 33-47.

Kreiter A., (2010): Kerámiavizsgálat. In Pető, Á – Kreiter, A. (Szerk.) Mikroszkóppal a régészet szolgálatában. - A Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat Alkalmazott Természettudományos Laboratóriumában végzett természet- és környezettudományos vizsgálatok bemutatása. KÖSZ Tudományos-népszerűsítő füzetek 2. Budapest: Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat. 72, 5. ábra

Nyáry J. (1881): Az aggeleki barlang mint őskori temető. – Budapest, pp. 179.

PCRG 2010. The study of later prehistoric pottery: general policies and guidelines for analysis and publication. *Prehistoric Ceramic Research Group: Occasional Papers Nos 1 and 2. 3rd edition revised.*

Rónai J. (1985): Az Alföld negyedidőszaki földtana. - *Geologica Hungarica* 21. kötet 66-121.

Szakmány Gy. (2008): Kerámia nyersanyagok, kerámiák a mai Magyarország területén a neolitikumtól a XVIII. század végéig. - *A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat*, 74. kötet, pp. 49–90.

Szakmány Gy., Starnini E. (2007): Archaeometric research on the first pottery production in the Carpathian Basin: Manufacturing traditions of the Early Neolithic, Körös Culture ceramics. – *Archeometriai Műhely* 2007/2. 5- 19.

Szakmány, Gy., Starnini, E., Raucsik, B. (2005): A Preliminary Archaeometric Investigation of Early-Neolithic Pottery from the Körös Culture (S. Hungary). – Proceedings of the 33rd International Symposium on Archaeometry, 22-26 April 2002, Amsterdam, *Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies* 3, pp. 269-272.

Szakmány, Gy., Gherdán, K., Starnini, E. (2004): Kora neolitikus kerámiakészítés Magyarországon: A Körös és a Starčevo kultúra kerámiáinak összehasonlító archeometriai vizsgálata. – *Archeometriai Műhely* 2004/ I.1 28-31.

Szilágyi V. (2011): Kerámia Anyagvizsgálata. – in: Müller, R. (főszerk): Régészeti Kézikönyv. pp. 493-504.

Szilágyi V., Szakmány, Gy. (2007): Petrographic and geochemical study of ceramics of Neolithic settlements on the northern boundary of the Great Hungarian Plain - Tiszaszőlős-Domaháza (Körös Culture) and Füzesabony-Gubakút (ALPCulture, Szatmár Group). – *Archeometriai Műhely* 2007. **IV.3**, 31-46

Taubald, H., Biró, K. (2005): Archaeometrical analysis of neolithic pottery and comparison to potential sources of raw materials in their immediate environment - Application of new analytical, non-destructive X-ray techniques and Sr izotope measurements. – *Archeometriai Műhely* 2005/2. pp. 1-4.

Taubald, H., T. Biró, K. (2007): Archaeometrical analysis of Neolithic pottery and comparison to potential sources of raw materials in their immediate environment of the settlements - A first summary of the MÖB-DAAD exchange program. – *Archeometriai Műhely* 2007/2. pp. 1-4.

Whitbread, I. K. (1986). The characterisation of argillaceous inclusions in ceramic thin sections. *Archaeometry*, 28/1, 79-88.