

Paksy László

PÁCIN IV. lelet Fe-TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA

Korábban (PAKSY 1986, 15; HELLEBRANDT 1986, 5–15 melléklete) az ún. sárospataki II. bronzlelet (HOM Ltsz.: 84.25.1-39.) vastartalmát vizsgáltuk annak megállapítására, hogy szándékos vasfelhasználásra utaló jeleket találunk-e? Ez a kérdés azért volt jogosan feltehető, mert a lelet számos bronztárgyának a felületén vasrozsa volt látható.

Ezen vizsgálat kiegészítéseképpen megvizsgáltuk az azonos korból származó, hasonlóképpen raktárlelet jellegű Pácini IV. leletet (HOM Ltsz.: 86.1.1-72.), illetve ennek vastartalmát. A vizsgálat egy tárgy kivételével teljesen roncsolásmentesen optikai emissziós színképelemzéssel történt, etalonként a II. sárospataki bronzleletből a Ltsz.: 84.25.6., 12., 22., 25. tárgyakat használtuk fel. A vizsgálati eredményeket az 1. táblázat mutatja.

A táblázat adataiból megállapítható, hogy 2 darab tárgy kivételével – lényegében a sárospataki II. bronzlelethez hasonlóan – a vastartalom néhány tized % és 3% között váltakozik.

A Ltsz.: 86.1.62. számú tárgy esetében a bronz balta Fe-tartalma az előbb említett tartományba esik (1,90%). Rendkívüli érdekessége a leletnek azonban az azt körülvevő *vasérc-vas réteg*. A vasérc réteg változó vastagságban, közelítőleg U alakban veszi körül a baltát, az U hajlata a balta vastagabb (nem éles) végénél van. Az ércréteget az egyik oldalon eltávolítottuk, hogy abból röntgenfluoreszcensz elemzéssel az összetételét meghatározzuk (annak eldöntésére, hogy az ténylegesen érc, nem pedig salak). A lekaptart rétegből egy darabot mintaelőkészítés nélkül vizsgáltunk, majd ezután összetörtünk, és brikettállással az átlagértéket határoztuk meg. A vizsgálati eredmények a 2. táblázatban találhatók. A hitelesebb eredménynek természetesen az átlagolt eredményt kell tekinteni, bár alapvető különbség nem mutatható ki a 2 minta között, a fő összetevők a vas-oxid és az SiO_2 .

Az acéllemezből fúrással vett mintából a C-, S-tartalmat határoztuk meg, amely alapján az acélnek minősíthető. (C=0,91%, S=0,082%).

A vasérc, ill. vas (acél) bronztárgyon való szándékoltnak tekinthető alkalmazása az eddigi vizsgálatok során nem volt észlelhető. Feltételezhetjük, hogy az akkoriban „új” anyagféleséggel, a vassal a lelet környékén lévő bronzolvasztó-műhely akkori mesterei így próbáltak ismerkedni, arra a bronzolvasztás- és öntés technológiai műveleteit próbálták alkalmazni.

Céljuk lehetett az új anyagnak a régivel való összedolgozása is esetleg. Valószínűleg később rájöttek arra, hogy a vasérből egy új, a bronzolvasztástól eltérő eljárással kell vasat, illetve acélt nyerni.

A kémiai összetétel vizsgálati eredményeit statisztikus vizsgálatokkal egészíthetjük ki, ha a sárospataki és a pácini lelet darabjait összehasonlítjuk. Az összehasonlítás eredménye a 3. táblázatban található.

Az összehasonlítás során a sárospataki leletből 28 darabot a pácini lelet 70 darabjával hasonlítottuk össze, ezenkívül elkülönítettünk a pácini leletből egy bronzrögököt tartalmazó csoportot (Ltsz.: 86.1.63–69.) s ezek átlagát is összehasonlítottuk az egész csoportra nyert átlaggal.

Ezen összehasonlításból kitűnik, hogy a két lelet Fe-tartalma 95%-os valószínűségi szinten azonosnak tekinthető, míg a pácini lelet elkülönített részének Fe-tartalma a csoport egészéből 99% valószínűséggel különbözik.

Mindezekből arra a következtetésre lehet jutni, hogy

- a) körülbelül azonos technológiával, azonos kiindulási anyagból készített termékekről van szó (az azonoságot nyomelem vizsgálatokkal lehetne eldönteni);
- b) a termékekben kapott Fe-tartalom nem haladja meg a kiindulási anyagokban található vastartalmat, tehát feltehetően rézzel is keverve olvasztottak újra (a rögök között két darab volt, amelyben az ón csak nyomokban volt jelen).

Végül mind a két leletben látható vas-rozsa nyomokra vonatkozóan: minden valószínűség szerint az (mint felületi szennyeződés) a raktárhoz tartozó vasérc, illetve vas(acél) darabok korróziójából került a környezetükben levő vastárgyakra. Nem kizárt, hogy a Ltsz.: 86.1.62. mintához hasonlóan vasércréteget más tárgyakra is felvittek, illetve ezen kísérlethez az anyagot a készlet helyén tárolták, de az csak a földminták elemzésével lenne már azonosítható.

Végül a nyers rögök változó, és esetenként magas Fe-tartalma magyarázza az egyes tárgyakban jelenlévő esetenként magas Fe-tartalmat, nem valószínű, hogy ez ötvözés eredménye, hiszen a bronz és a vas olvadáspontja között lényeges különbség van. (Teljes bizonyosságot csak akkor kaphatnánk, ha a bronzolvasztó kemencét is ismernénk – amely ezen műhelyhez tartozott).

Mindezek azonban meggyőzően mutatják, hogy ezen késő bronzkorban, kora vaskorban az egyes műhelyekben már tudatosan foglalkoztak az új anyag előállításával, alkalmazásával, és saját előállításra is törekedtek.

1. táblázat

Vizsgálati eredmények

A minta száma	Vastartalom, Fe%
86.1. 1.	2,00
2.	0,38
3.	1,30
4.	0,54
5.	0,22
6.	0,26
7.	1,63
8.	0,98
9.	0,80
10.	0,38
11.	1,10
12.	0,60
13.	3,00
14.	0,25
15.	0,26
16.	1,16
17.	0,41
18.	(5,40)*
19.	0,58
20.	0,80
21.	0,10
22.	0,76
23.	1,26
24.	0,41
25.	0,76
26.	0,93
27.	0,72
28.	1,50
29.	0,94
30.	0,50
31.	0,88
32.	0,19
33.	0,10
34.	0,40
35.	0,20
36.	0,14
37.	0,10
38.	0,68
39.	0,80
40.	1,33
41.	0,48
42.	0,50
43.	0,50
44.	1,20
45.	0,78
46.	1,40
47.	0,37
48.	0,50
49.	0,44

A minta száma	Vastartalom, Fe%
86.1. 50.	0,82
51.	0,28
52.	0,22
53.	0,27
54.	0,10
55.	0,26
56.	0,10
57.	0,26
58.	0,70
59.	2,00
60.	0,42
61.	0,12
62.	Fe-alapanyag!! +1,90*
63.	0,82
64.	1,07
65.	2,30
66.	(5,00)X
67.	2,90
68.	3,10
69.	2,22
70.	1,18
71.	0,86
72.	0,20

* A bronzbalta Fe-tartalma Fe=1,9%; a Fe-alapanyag a balta köré idomított vasanyagot jelöli.

$$\bar{x} = 0,823$$

$$s = 0,7110$$

$$s^2 = 0,5055$$

$$n = 70$$

2. táblázat

A 86.1.62 mintadarabon található rétegek összetétele

a) vasérc		
Összetevő	c % rög	c % brikett
Fe	40	30
MnO	0,05	0,06
P ₂ O ₅	0,24	0,16
TiO ₂	0,48	0,50
Cr ₂ O ₃	0,04	0,08
SiO ₂	33,4	48,5
Al ₂ O ₃	5,4	5,0
CaO	0,3	3,0
MgO	1,4	1,1
b) acél		
Összetevő	c %	
Karbon (C)	0,91	
Kén (S)	0,082	

* Extrapolált, körülbelüli tájékoztató érték.

3. táblázat

A sárospataki II. és a pácini IV. lelet Fe-tartalmának összehasonlítása

No.	Lelet helye és megnevezése	Fe % átlag	n	s	s ²	t-teszt
1	Sárospatak II. 84. 25. 11-39	0,626	28	0,5198	0,2702	$\bar{Fe}_1 \% = \bar{Fe}_2 \% ?$ $t_{95} = 1,517 < 1,994$ igen
2	Pácin IV. 86. 1. 1-72	0,823	70	0,7110	0,5055	$\bar{Fe}_2 = \bar{Fe}_3 ?$ $t_{95} = 6,47 > 2,44$ nem
3	Pácin IV. 86. 1. 63-69	2,539	7	1,332	1,777	

n: a mérések száma (a kiugró értékek elhagyásával)

s: standard deviáció (szórás)

IRODALOM

PAKSY 1986

HELLEBRANDT 1986

L. PAKSY, *Megjegyzések néhány régészeti tárgy vastartalmával kapcsolatban.* ComArchHung 1986, 15.M. HELLEBRANDT, *A II. sárospataki bronzlelet. – Der II. Bronzefund von Sárospatak.* ComArchHung 1986, 5–15.

UNTERSUCHUNG DES FE-GEHALTES IM FUNDE VON PÁCIN IV

Auszug

Früher (PAKSY 1986, 15, als Beilage von HELLEBRANDT 1986, 5–15) untersuchten wir den Eisengehalt des sog. Bronzefundes von Sárospatak II (HOM Inv.-Nr.: 84.25.1–39), um festzustellen, ob wir auf absichtliche Eisenverwendung hinweisende Zeichen finden können? Diese Frage konnte deshalb mit Recht gestellt werden, da an der Oberfläche zahlreicher Bronzegegenstände des Fundes Eisenrost wahrzunehmen war.

Als Ergänzung untersuchten wir den aus der gleichen Zeit stammenden Fund von Pácin IV (HOM Inv.-Nr.: 86.1.1–72), der ähnlicherweise einen Depotfundcharakter zeigt bzw. seinen Eisengehalt. Die Untersuchung erfolgte mit Ausnahme eines einzigen Gegenstandes völlig zerstörungsfrei mit optischer Emissionsspektralanalyse, je Etalon wurden von den Bronzefunden von Sárospatak II die Gegenstände unter Inv.-Nr.: 84.25.6., 12., 22., 25 herangezogen. Die Untersuchungsergebnisse zeigt Tab. 1.

Aus den Daten der Tabelle, kann festgestellt werden, daß mit Ausnahme von 2 Gegenständen der Eisengehalt – im wesentlichen dem Bronzefund von Sárospatak II ähnlich – zwischen einigen Zehntel % und 3% wechselt.

Im Falle des Gegenstandes unter Inv.-Nr.: 86.1.62. fällt der Fe-Gehalt des Bronzebeiles in den oben erwähnten Bereich (1,90%). Außerordentlich interessant ist die den Fund umgebende *Eisenerz-Eisen-Schicht*. Die Eisenerzschicht umgibt in verschiedener Stärke, annähernd in U-Form das Beil, die U-Krümmung befindet sich bei dem dickeren (nicht scharfen) Ende des Beiles. Die Erzsicht haben wir an der einen Seite entfernt, um aus ihr mit Röntgenfluoreszenzanalyse ihre Zusammensetzung zu bestimmen (um entscheiden zu können, ob sie tatsächlich Erz und keine Schlaske sei). Aus der herabgekratzten Schicht untersuchten wir ein Stück ohne Mustervorbereitung, sodann wurde es zerbrochen und durch Brikettierung der Durchschnittswert bestimmt. Die Untersuchungsergebnisse enthält Tab. 2. Als authentischeres Ergebnis ist natürlich der Durchschnittswert zu betrachten den zwei Mustern nicht nachgewiesen werden kann, die Hauptkomponenten bilden Eisenoxyd und SiO₂.

Aus dem Muster, das wir aus dem Stahlblech durch Bohrung entnahmen, bestimmten wir den C-, S-Gehalt, aufgrund dieser Untersuchung kann es als Stahl qualifiziert werden (C=0,91%, S=0,082%).

Die als absichtlich betrachtbare Verwendung des Eisenerzes bzw. Eisens (Stahles) an Bronzegegenständen konnte im Laufe der bisherigen Untersuchungen nicht wahrgenommen werden. Wir können voraussetzen, daß sich die damaligen Meister der in der Umgebung des Fundes vorhandenen Bronzeschmelzen auf diese Weise mit dem damals als "neu" geltenden Material, mit dem Eisen eingehender befassen wollten und auf ihm die technologischen Verfahren der Bronzeschmelze bzw. des Bronzegusses ausprobiert haben. Ihr Ziel dürfte vielleicht auch die Zusammenarbeit des neuen Materials mit dem alten gewesen sein. Wahrscheinlich kam man später dahinter, daß man aus dem Eisenerz das Eisen bzw. den Stahl mit einem neuen, von der Bronzeschmelze abweichenden Verfahren gewinnen kann.

Die Untersuchungsergebnisse der chemischen Zusammensetzung können wir mit statistischen Untersuchungen ergänzen, falls wir die Stücke der Funde von Sárospatak und Pácin miteinander vergleichen. Das Ergebnis dieses Vergleiches liegt in Tab. 3 vor.

Im Laufe des Vergleiches wählten wir aus dem Fund von Sárospatak 28 St. heraus und verglichen sie mit 70 Exemplaren des Fundes von Pácin, außerdem sonderten wir aus dem Fund von Pácin eine Bronzeklumpen enthaltende Gruppe ab (86.1.63-69), deren Durchschnittswerte wir mit dem für die ganze Gruppe gewonnenen Durchschnitt verglichen.

Aus diesen Vergleichen geht hervor, daß der Fe-Gehalt der beiden Funde mit 95% iger Wahrscheinlichkeit als gleich betrachtet werden kann, während der Fe-Gehalt des abgesonderten Teiles des Fundes von Pácin sich von der ganzen Gruppe mit 99% iger Wahrscheinlichkeit unterscheidet.

Aus all diesem kann man darauf schließen, daß

a) es sich um solche Produkte handelt, die man mit ungefähr ähnlicher Technologie, aus ähnlicher Aus-

gangssubstanz hergestellt hat (die Gleichheit könnte man mit Spurenelementenuntersuchungen entscheiden);

b) der in den Produkten erhaltene Fe-Gehalt übertrifft nicht den in der Ausgangssubstanz vorfindbaren Eisengehalt, es wurde also auch mit Kupfer gemischt von neuem geschmolzen (zwischen den Klumpen waren zwei Stücke, in welchen das Zinn nur in Spuren vorhanden war).

Schließlich in bezug auf die in allen beiden Funden sichtbaren Eisen-Rostspuren: aller Wahrscheinlichkeit nach kamen diese (als Verschmutzungen der Oberfläche) aus der Korrosion der zum Depot gehörenden Eisenerz- bzw. Eisen-(Stahl-) Stücke auf die in ihrer Umgebung vorhandenen Eisengegenstände. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß man dem Muster unter Inv.- Nr.: 86.1.62 ähnlich Eisenerzschichten auch auf andere Gegenstände aufgetragen bzw. zu diesem Versuch das Material an der Stelle des Vorrates gelagert hat, jedoch könnte man diese nur mehr mit der Analyse der Erdproben identifizieren.

Schließlich erklärt der wechselnde und zuweilen hohe Fe-Gehalt der rohen Klumpen den in den einzelnen Gegenständen stellenweise vorhandenen hohen Fe-Gehalt. Es ist unwahrscheinlich, daß dies das Ergebnis der Legierung ist, da ja es zwischen dem Schmelzpunkt des Bronzes und des Eisens einen wesentlichen Unterschied gibt. (Eine volle Gewißheit könnten wir nur dann erhalten, wenn uns auch der Bronzeschmelzofen bekannt wäre, der zu dieser Werkstätte gehört hat.)

All dies zeigt aber überzeugend, daß man in dieser Spätbronzezeit-Früheisenzeit schon in den einzelnen Werkstätten wissentlich das neue Material hergestellt und verwendet, sowie nach Eigenproduktion gestrebt hat.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data. The second part of the document provides a detailed breakdown of the financial data for the quarter. It includes a table showing the revenue generated from various sources, as well as the associated expenses. The final part of the document concludes with a summary of the overall financial performance and offers recommendations for future improvements.