

**CATEVA CONSIDERAȚII PRIVIND PROVENIENȚA  
PUMNALULUI DESCOPERIT LA PODURI, PLECÂND DE LA  
DATELE SALE COMPOZIȚIONALE OBȚINUTE PRIN ANALIZA  
ELEMENTALĂ CU METODA FLUORESCENȚEI DE RAZE X**

Bogdan Constantinescu, Florin Constantin, Cătălina Păuna,  
Anca-Diana Popescu, Daniela Stan

*Abstract*

Încadrarea cronologică și culturală a pumnalului de argint (practic aliaj argint-cupru) găsit la Poduri, județul Bacău, este dificilă deoarece contextul său stratigrafic este incert<sup>1</sup>. Nici din punct de vedere tipologic piesa nu poate fi datată cu siguranță, pentru că nu are o analogie exactă printre pumnalele publicate în literatura de specialitate. În articolul de față, pornind de la datele compoziționale ale pumnalului obținute aplicând metoda fluorescenței de raze X (XRF) și comparând cu alte obiecte cu compoziție similară publicate până acum, formulăm câteva considerații privind eventualul caracter nativ (natural) sau intenționat al aliajului argint-cupru și posibila sa proveniență din punct de vedere geografic.

Pentru determinarea compoziției obiectelor arheologice este necesar ca metoda de analiză folosită să fie total non-destructivă (obiecte unice, foarte valoroase) și sensibilă, permițând identificarea elementelor prezente în probă în cantități foarte mici, așa-numitele elemente urmă, aflate în proporții de sub 1%; elementele urmă sunt foarte importante în determinarea provenienței aliajelor -metalelor (sursele geologice – mine, cariere, depozite aluvionare -, precum și modul de prelucrare metalurgic și ulterior tehnologic), putând oferi indicii despre locul (posibil chiar atelierul) și momentul (“vârsta”) producerii obiectelor.

---

<sup>1</sup> R. Munteanu, Gh. Dumitroaia, *Un pumnal din epoca bronzului descoperit la Poduri (jud. Bacău)*, în prezentul volum.

Una dintre metodele care îndeplinește aceste criterii, fiind și relativ ieftină și deci accesibilă, este fluorescența de raze X, care are însă și dezavantajul că analizează doar un strat relativ limitat (50-60 micrometri) de la suprafața obiectului. În cazul de față, am folosit cele două spectrometre XRF aflate în dotarea Departamentului de Fizică Nucleară Aplicată al Institutului de Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei”: spectrometrul portabil X-MET 3000TX și spectrometrul staționar SPECTRO MIDEX<sup>2</sup>.

Spectrometrul X-MET 3000TX utilizează ca sursă de excitație un tub de raze X cu anod de Rh. Detectorul de raze X este o diodă PIN de siliciu, racită Peltier, situată în spatele unei ferestre de kapton. Mărimea zonei analizate din obiect este de 6 mm x 5 mm.

Anodul tubului de raze X pentru spectrometrul staționar SPECTRO MIDEX este din Mo. Detectorul este o cameră cu drift de siliciu, racită Peltier, fereastra detectorului fiind de Be. Mărimea standard a zonei analizate este de 0.7 mm în diametru; putând fi variată, funcție de cerințe, la 0.2, 0.6, 1 sau 2 mm cu ajutorul unui program de calcul încorporat. Deși are o sensibilitate crescută față de spectrometrul portabil, spectrometrul fix are limitarea că impune o anumită dimensiune maximă (190x260 mm) a probei și de asemenea necesită ca suprafața de analizat să fie cât mai plană.

S-au măsurat cu spectrometrul portabil atât lama pumnalului, cât și cele trei nituri pentru a vedea dacă a fost întrebuințat același tip de aliaj. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 1. Cu spectrometrul staționar, care necesită ca zona măsurată să fie plană, nu s-a putut măsura decât lama (tabel 2). Fierul este o problemă specială, din cauza că el intră în componența tuturor impurităților posibile pentru un obiect arheologic (urme sol, urme praf din atmosfera etc), ceea ce ne obligă să-l ignorăm, neputându-l atribui cu siguranță compoziției obiectului propriu-zis.

Problema de bază este dacă aliajul argint-cupru este natural (nativ, pre-existent în natură) sau antropic (produsul alierii de tip metalurgic a argintului cu cuprul). Argintul a fost întotdeauna, ca metal nobil, folosit pentru obiectele de prestigiu – însemne ale puterii, podoabe, ulterior monede de valoare ridicată. Cuprul, fiind mai rezistent mecanic, a fost folosit preponderent – singur sau aliat cu staniul ca bronz – pentru arme și unelte. Deoarece argintul are o duritate redusă (este „moale”), i se adaugă un procentaj redus de cupru (până la 5%) pentru a fi mai rezistent mecanic.

---

<sup>2</sup> B. Constantinescu, C. Păuna, A. Vasilescu, F. Constantin, D. Stan, Gh. Popescu, A. Neacșu *Some applications of X-ray based elemental analysis methods for studies on Romanian gold minerals*, Romanian Reports in Physics, 62, 2010, 1, p....

O proporție de 30% cupru într-un aliaj cu argintul nu are vreo explicație logică, în plus alterând și culoarea specifică („argintie”) a argintului, acestea fiind argumente pentru un aliaj natural, preluat așa cum a fost găsit în contextul sau geologic („zăcământ”). Nici diferențele de compoziție dintre nituri și lamă - vezi tabelele - nu ne permit să afirmăm că s-ar fi încercat obținerea unui aliaj cu proprietăți mecanice mai bune pentru nituri (folosirea unei cantități mai mari de cupru decât la lamă pentru a spori duritatea niturilor), concluzia fiind ca s-a utilizat aliajul avut la îndemână. Faptul că niturile au o compoziție diferită poate fi interpretat în sensul că s-au folosit bucăți de aliaje naturale Cu-Ag, fie sub formă directă de bucăți native de metal, fie obținute prin topirea unor sulfuri polimetalice cupro-argintoase, conținând și unele cantități de arsen, aur și plumb. Această ipoteză este susținută de existența unor minereuri care au compoziții chimice corespunzătoare, de exemplu mineralul stromeierit -  $\text{CuAgS}$ . Acesta este de obicei asociat cu alte minerale mult mai răspândite, precum cele de tip „fahlore“  $(\text{Cu,Ag,Fe,Zn})_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ - $(\text{Cu,Fe,Ag,Zn})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ , calcopirita  $(\text{CuFeS}_2)$  și calcozina  $(\text{Cu}_2\text{S})$ <sup>3</sup>. Astfel de combinații geologice sunt răspândite azi în special în America de Sud, unde, de exemplu, populația Chimú le folosea încă de la 1000 AD pentru a produce obiecte din aliaje naturale argint-cupru obținute din topirea acestor sulfuri polimetalice<sup>4</sup>, iar geologic nu se poate exclude posibilitatea ca astfel de zăcăminte să fi existat în cantități însemnate și în zona Caucazului, fiind ulterior epuizate prin exploatare intensă ca în cazul electrum-ului din zona râului Pactolus sau a argintului aurifer. Singura problemă pentru ipoteza aliajului natural ar fi prezența aurului în compoziția pumnalului, care ar sugera că argintul folosit ar fi fost obținut ca produs secundar în urma rafinării aurului, dar la fel de bine putea proveni de la un mineral complex de tip sulfura polimetalică precum penzhinitul -  $(\text{Ag, Cu})_4\text{Au}(\text{S, Se})_4$ .

Menționăm că pe teritoriul României nu există dovezi ale exploatării argintului până în secolul al XII-lea, când regii maghiari au adus mineri germani în Transilvania (la Roșia Montană, romanii obțineau argintul ca produs secundar din rafinarea aurului). În cazul în care materialul utilizat la confecționarea pumnalului de la Poduri este un aliaj intenționat (metalurgic), iar piesa ar fi un produs local, ar însemna că argintul întrebuințat este din „import”, poate din sudul Balcanilor sau Anatolia estică. Tot în varianta

---

<sup>3</sup> Ramdohr (1980)

<sup>4</sup> H. Lechtman, *Traditions and Styles in Central Andean Metalworking*, în R. Madin (ed.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, Massachusetts, 1988, p. 353-355.

aliajului intenționat, cuprul folosit ar trebui să prezinte mult arsen deci s-ar fi putut obține prin prelucrarea metalurgică a mineralelor de tip sulfuri cupro-arsenice, de exemplu tennantite -  $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ -, existente abundant în zona Caucazului.

Compoziții elementale asemănătoare cu cea a pumnalului de la Poduri se regăsesc la 28 de piese, între care un pumnal, ce provine din "mormantul regal" de la Arslantepe în Anatolia de Est, datate în epoca timpurie a bronzului, cca. 3000 a.Chr<sup>5</sup>. Piese de la Arslantepe sunt turnate dintr-un aliaj conținând cupru și un procent variabil de argint între 23%-65%, în medie 50%<sup>6</sup>. Ca și noi, autorii studiului nu exclud varianta unui aliaj natural, nici posibilitatea unui aliaj antropoc. Totuși, înclină mai mult spre varianta unui aliaj intenționat, cupru cu argint, extras din minereurile de plumb de tip galenă argentiferă, printr-un procedeu în două etape – topire și apoi cupelație<sup>7</sup>. Argumentul adus este prezența în cantități semnificative a plumbului. Deoarece în compoziția pumnalului de la Poduri nu s-a detectat plumb decât în cantități foarte mici (~0.08%), ipoteza nu se susține în cazul nostru. De asemenea, Hauptmann și Palmieri menționează că acest tip de aliaj prezintă câteva caracteristici fizico-chimice interesante: dacă este încălzit, ar trebui să atingă starea lichidă la aproximativ 800°C, ceea ce permite o prelucrare (topire și turnare) mai ușoară decât în cazul altor metale (argint, bronz cu arsen), un argument deci în favoarea unui aliaj antropoc.

Interesante sunt și rezultatele analizelor efectuate asupra a patru topoare din colecția Guttman atribuite tipului Kozarac<sup>8</sup>, tip răspândit mai ales pe cursul afluenților din partea dreaptă a râului Sava și datat în prima

---

<sup>5</sup> M. Frangipane, G.M. Di Nocera, A. Hauptmann, P. Morbidelli, A. Palmieri, L. Sadori, M. Schult, T. Schmidt-Schult, *New Symbols of a New Power in a «Royal» Tomb from 3000 BC Arslantepe, Malatya (Turkey)*, *Paléorient* 27, 2001, 2, p. 105-139.

<sup>6</sup> A. Hauptmann, A. Palmieri, *Metal Production in the Eastern Mediterranean at the Transition of the 4th/3rd Millennium: Case Studies from Arslantepe*, în Ü. Yalçin (ed.), *Anatolian Metal I*, *Der Anschnitt* 13, 2000, p. 77.

<sup>7</sup> *Ibidem*, p. 78 urm. Aceleași idei, însoțite de prezentarea detaliată a rezultatelor analizelor, în A. Hauptmann, S. Schmitt-Strecker, F. Begemann, A. Palmieri, *Chemical Composition and Lead Isotopy of Metal Objects from the "Royal" Tomb and Other Related Finds at Arslantepe, Eastern Anatolia*, *Paléorient* 28, 2002, 2, p. 43-69.

<sup>8</sup> S. Hansen, *Waffen aus Gold und Silber während des 3. und frühen 2. Jahrtausends v. Chr. in Europa und Vorderasien*, în H. Born, S. Hansen, *Helme und Waffen Alteuropas*, Sammlung Axel Guttman, Berlin, 2001, p. 11-59.

jumătate a mileniului al III-lea a.Chr.<sup>9</sup> (tabelul 3). După cum se poate observa, compoziția piesei AG 1117 este foarte apropiată de cea a pumnalului de la Poduri<sup>10</sup>. Pernicka și Adam exclud posibilitatea ca originea minereului din care au fost confecționate topoarele să fie în spațiul egean, dar au în vedere probabilitatea ca acesta să provină din zona Munților Taurus, fără să poată indica însă, deocamdată, zăcămintul<sup>11</sup>.

O bună parte a obiectelor confecționate dintr-un aliaj în care cuprul și argintul reprezintă elementele majore, cum sunt cele de la Uruk<sup>12</sup>, Arslantepe și topoarele de tip Kozarac, se datează la sfârșitul mileniului al IV-lea și începutul mileniului al III-lea a.Chr. Așadar, putem afirma că, din punct de vedere compozițional, probabilitatea ca pumnalul să aparțină acestei perioade este ridicată. De altfel, majoritatea obiectelor de argint din epoca bronzului găsite în spațiul carpato-dunărean se datează tot în prima jumătate a mileniului al III-lea a.Chr. și ne referim aici la inelele de buclă spiralice sau cu corp semilunar<sup>13</sup>, prezente în special în mormintele tumulare de tip Jamnaja, dar și în cimitirul plan de la Zimnicea (jud. Teleorman)<sup>14</sup>. Ținând seama de faptul că aliajul cupru-argint a fost folosit în zona sud-caucaziană și în epoca mijlocie a bronzului<sup>15</sup>, precum și de numărul redus de piese de argint din spațiul nord-pontic, Caucaz, Anatolia și Europa sud-estică, analizate sub aspect compozițional<sup>16</sup>, nu excludem nici

---

<sup>9</sup> Un topor de argint de tip Kozarac a fost găsit în mormântul principal al tumulului "Mala Gruda", situat lângă Kotor, în Muntenegru. Datele radiocarbon indică intervalul 2800-2700 BC ca fiind cel mai probabil pentru datarea mormântului, cf. M. Primas, *Velika Gruda I. Hügelgräber des frühen 3. Jahrtausends v.Chr. im Adriagebiet – Velika Gruda, Mala Gruda und ihr Kontext*, UPA 32, 1996, p. 39-52.

<sup>10</sup> Born, Hansen, *op. cit.*, p. 269.

<sup>11</sup> E. Pernicka, J. Adam, *Bleiisotopenverhältnisse in Kupfer- und Silberobjekten*, în Born, Hansen, *op. cit.*, p. 273.

<sup>12</sup> Hauptmann, Palmieri, *op. cit.*, p. 77.

<sup>13</sup> Câteva dintre aceste inele de buclă au fost analizate prin metoda fluorescenței de raze X la Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei”, rezultatul fiind o concentrație de peste 90% Ag.

<sup>14</sup> I. Moțoi-Chicideanu, Gh. Olteanu, *SCIVA* 51, 2000, 1-2, p. 28-32.

<sup>15</sup> Sunt două inele de buclă din situl de la Arich (Transcaucazia, Armenia) și șase de la Modinache (Satchere, Georgia), ambele situri datate în bronzul mijlociu (începutul mileniului al II-lea a.Chr.), care sunt lucrate din aliaj Cu-Ag, cf. Hauptmann, Schmitt-Strecker, Begemann, Palmieri, *op. cit.*, p. 57. Pentru cronologia epocii bronzului în zona caucaziană vezi, G.L. Kavtaradze, *The importance of metallurgical data for the formation of a Central Transcaucasian chronology*, în A. Hauptmann, E. Pernicka, T. Rehren, Ü. Yalçın (eds), *The Beginnings of Metallurgy*, *Der Anschnitt* 9, 1999, p. 67-101.

<sup>16</sup> Hansen, *op. cit.*, p. 23-59.

posibilitatea ca pumnalul să fi fost confecționat într-o etapă dezvoltată a epocii bronzului. În ceea ce privește proveniența geografică, aliajul este în mod categoric un produs de „import”, cel mai probabil adus din Munții Taurus sau sudul Caucazului.

### **Lista ilustrațiilor**

Tabel 1. Rezultatele experimentale obținute pentru pumnalul găsit la Poduri – X-MET 3000TX

Table 1. Experimental results for Poduri silver dagger - X-MET 3000TX

Tabel 2. Rezultatele experimentale obținute pentru pumnalul găsit la Poduri –X-Met 3000TX

Table 2. Experimental results for Poduri silver dagger- Spectro Midex

Tabel 3. Rezultatele experimentale obținute pentru topoarele de tip Kozarac

Table 3. Experimental results for Kozarac type axes

Figura 1. Spectrul XRF pentru pumnalul de argint de la Poduri

Figure 1. XRF spectra for Poduri silver dagger –Spectro Midex