

CONSIDERAȚII PRIVIND PROVENIENȚA PUMNALULUI DE LA PODURI PLECÂND DE LA DATELE SALE COMPOZIȚIONALE

BOGDAN CONSTANTINESCU, FLORIN CONSTANTIN, CĂTĂLINA PĂUNA,
ANCA DIANA POPESCU, DANIELA STAN

În articolul de față, pornind de la datele compoziționale ale **pumnalului** de la **Poduri** (jud. Bacău) obținute aplicând **metoda fluorescenței de raze X** (XRF) și comparând cu alte obiecte cu compoziție similară publicate până acum, formulăm câteva opinii privind eventualul caracter nativ (natural) sau intenționat al **aliajului argint-cupru** și posibila sa **proveniența** din punct de vedere geografic.

Pentru determinarea compoziției obiectelor arheologice este necesar ca metoda de analiză folosită să fie total nondestructivă (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.

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 microni) 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 MIDEX¹.

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, răcită 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, răcită Peltier, fereastra detectorului fiind de Be. Mărimea standard a zonei analizate este de 0.7 mm în

¹ 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 62/1 (sub tipar).

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 (190 x 260 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 de la Poduri (jud. Bacău)², cât și cele trei nituri pentru a vedea dacă a fost întrebuițat același tip de aliaj (Fig. 1/2). Cu spectrometrul staționar, care necesită ca zona măsurată să fie plană, nu s-a putut măsura decât lama (Fig. 1/1, 3). Fierul este o problemă specială, din cauză 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, preexistent 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. 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 său 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 că 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. Ipoteza este susținută de existența unor minereuri care au compoziții chimice corespunzătoare, de exemplu mineralul stromeierit – CuAgS. Acesta este de obicei asociat cu alte minerale mult mai răspândite, precum cele de tip „fahlore” (Cu,Ag,Fe,Zn)₁₂As₄S₁₃-(Cu,Fe,Ag,Zn)₁₂Sb₄S₁₃, calcopirita (CuFeS₂) și calcozina (Cu₂S)³. Astfel de combinații geologice se găsesc în special în America de Sud, unde, de exemplu, populația Chimú le folosea în anul 1000 p.Chr. pentru a produce obiecte din aliaje naturale argint-cupru obținute din topirea acestor sulfuri polimetalice⁴; geologic nu se poate exclude posibilitatea ca astfel de zăcăminte să fi

² R. Munteanu, Gh. Dumitroaia, *Un pumnal din epoca bronzului descoperit la Poduri (jud. Bacău)*, în acest volum.

³ P. Ramdohr, *The ore minerals and their intergrowths*, Oxford, 1980, p. 477–480.

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

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 sulfură polimetalică precum penzhinitul – $(Ag, Cu)_4Au(S, Se)_4$.

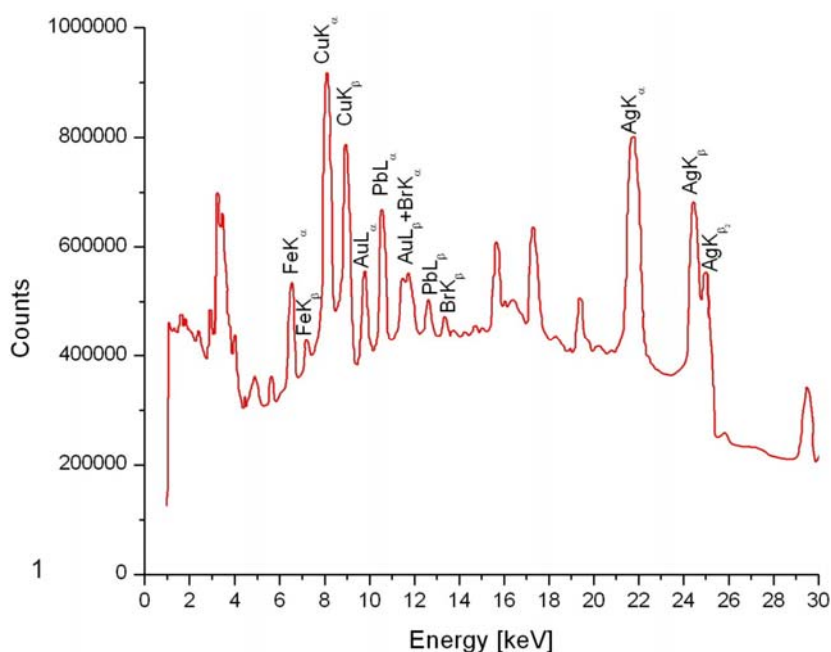
Menționăm că pe teritoriul României nu există dovezi ale exploatării argintului până în secolul al XII-lea, când regii maghiari au adus mineri germani în Transilvania (la Roșia Montană, romanii obțineau argintul ca produs secundar din rafinarea aurului). În cazul în care materialul utilizat la confecționarea pumnalului de la Poduri este un aliaj intenționat (metalurgic), iar piesa ar fi un produs local, ar însemna că argintul întrebuițat este din „import”, poate din sudul Balcanilor sau Anatolia estică. Tot în varianta 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 – $Cu_{12}As_4S_{13}$ –, 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 „mormântul regal” de la Arslantepe în Anatolia de Est, datate în epoca timpurie a bronzului, cca 3000 a.Chr.⁵ Piesele de la Arslantepe sunt turnate dintr-un aliaj conținând cupru și un procent variabil de argint între 23%–65%, în medie 50%⁶. 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 cupelație⁷. 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.

⁵ M. Frangipane, G.M. Di Nocera, A. Hauptmann, P. Morbidelli, A. Palmieri, L. Sadori, M. Schultz, T. Schmidt-Schultz, *New Symbols of a New Power in a „Royal” Tomb from 3000 BC Arslantepe, Malatya (Turkey)*, *Paléorient* 27, 2001, 2, p. 105–139.

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

⁷ *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.



zona	Ag(%)	Cu(%)	Au(%)	Fe(%)	As(%)	Pb(%)
Lamă	65.7	31.9	0.5	0.4	0.08	0.02
nit 1	55.3	41.5	0.5	0.5	0.16	0.04
nit 2	65.4	31.9	0.6	0.6	0.36	0.04
nit 3	71.1	26.5	0.7	0.5	0.15	0.02

zona	Ag(%)	Cu(%)	Au(%)	Fe(%)	As(%)	Pb(%)
lama	63.24	35.77	0.4	0.2	urme	urme

Nr . inv.	Ag(%)	Cu(%)	Pb(%)	As(%)	Sb(%)	Zn(%)	Au(%)
AG 1114	32.23	67.13	0.42	0.15	urme	urme	-
AG 1115	35.71	64.02	0.11	-	urme	urme	-
AG 1116	55.85	43.11	0.17	0.74	urme	urme	-
AG 1117	52.56	46.83	0.17	0.13	urme	urme	0.153

Fig. 1: 1. Spectrul XRF pentru pumnalul de argint de la Poduri; 2. Rezultatele experimentale obținute pentru pumnalul de la Poduri – X-MET 3000TX; 3. Rezultatele experimentale obținute pentru pumnalul de la Poduri – Spectro Midex; 4. Rezultatele experimentale obținute pentru topoarele de tip Kozarac.

Importante sunt și rezultatele analizelor efectuate asupra a patru topoare din colecția Guttman atribuite tipului Kozarac⁸, tip răspândit mai ales pe cursul afluenților din partea dreaptă a râului Sava și datat în prima jumătate a mileniului al III-lea a.Chr.⁹ (Fig. 1/4). După cum se poate observa, compoziția piesei AG 1117 este foarte apropiată de cea a pumnalului de la Poduri¹⁰. 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, zăcămintul¹¹.

O bună parte a obiectelor confecționate dintr-un aliaj în care cuprul și argintul reprezintă elementele majore, cum sunt cele de la Uruk¹², 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 semilunar¹³, prezente în special în mormintele tumulare de tip Jamnaja, dar și în cimitirul plan de la Zimnicea (jud. Teleorman)¹⁴. Ținând seama de faptul că aliajul cupru-argint a fost folosit în zona sud-caucaziană și în epoca mijlocie a bronzului¹⁵, precum și de numărul redus de piese de argint din spațiul nord-pontic, Caucaz, Anatolia și Europa sud-estică,

⁸ 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 9, Mainz, 2001, p. 11–59.

⁹ 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. Despre topoarele de tip Kozarac, v. A. Vulpe, *Die Äxte und Beile in Rumänien I*, PBF IX, 2, München, 1970, p. 39–41; Z. Žeravica, *Äxte und Beile aus Dalmatien und anderen Teilen Kroatiens, Montenegro, Bosnien und Herzegowina*, PBF IX/18, Stuttgart, 1993, p. 22–27.

¹⁰ Born, Hansen, *op. cit.*, p. 269.

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

¹² Hauptmann, Palmieri, *op. cit.*, p. 77.

¹³ 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.

¹⁴ A.D. Alexandrescu, *Dacia*, N.S. 18, 1974, p. 89–91; I. Motzoi-Chicideanu, Gh. Olteanu, *SCIVA* 51, 2000, 1–2, p. 28–32.

¹⁵ 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 (ed.), *The Beginnings of Metallurgy*, Der Anschnitt 9, 1999, p. 67–101.

analizate sub aspect compozițional¹⁶, nu excludem nici posibilitatea ca pumnalul să fi fost confecționat într-o etapă mai târzie (în perioada mijlocie 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.

COMPOSITION AND SOME CONSIDERATIONS ON METAL PROVENANCE FOR THE DAGGER FROM PODURI

ABSTRACT

The dating of the silver dagger from Poduri (Bacău County)¹⁷ is difficult, due to its uncertain stratigraphic context and to the absence of similar objects described in the archaeological literature. Compositional (elemental) analysis of the dagger was performed at the NIPNE-HH archaeometry laboratory using two XRF (X-Ray Fluorescence) spectrometers and a comparison with similar published silver-copper Bronze Age objects was made in order to obtain new arguments for its provenance determination. The possibility of a geologically rare native (natural) silver-copper alloy is also discussed. The most probable answer for dagger's provenance is Ag-Cu alloy from Anatolia or Caucasia, Early Bronze Age workshop, but a later (Middle Bronze Age) dating can't be totally excluded.

LIST OF ILLUSTRATION

Fig. 1. 1. XRF spectra obtained from the analysis of the dagger's blade of Poduri using Spectro Midex; 2. Experimental results for silver dagger of Poduri using X-MET 3000TX spectrometer; 3. Experimental results for silver dagger of Poduri using Spectro Midex; 4. Experimental results for the shaft-hole axes of Kozarac type.

¹⁶ Hansen, *op. cit.*, p. 23–59.

¹⁷ Munteanu, Dumitroaia, *op. cit.* (supra, n. 2).