

ANALIZE ATOMICE ȘI NUCLEARE ALE UNOR TEZAURE DE TETRADRAHME GETICE DESCOPERITE ÎN CÂMPIA MUNTENIEI

VIOREL COJOCARU*, DONE ȘERBĂNESCU**

1. Tezaurul monetar de la Chiselet (II)

În curtea unui locuitor din comuna Chiselet (localitate ce se află pe malul Dunării, între orașele Călărași și Oltenița, la 24 Km de orașul Oltenița) s-au găsit în decurs de mai mulți ani 6 tetradrahme de argint, din care una s-a pierdut, două au fost valorificate la o consignație din București, iar trei au intrat în posesia Muzeului de Arheologie din Oltenița (MAO).

Din cercetarea sumară la fața locului a rezultat că gospodarul amintit și-a nivelat terenul din curte cu pământ extras dintr-o groapă situată în imediata vecinătate, de pe un loc viran. Presupunem că odată cu pământul extras a fost împrăștiat și tezaurul monetar din care, mai ales după ploi, în curtea respectivă se găsește câte o monedă. Locul descoperirii se află la capătul unei văi afluate fostei bălți Marotin, din lunca inundabilă a Dunării. În prezent balta a fost secată prin lucrări de hidroameliorații, iar terenul a intrat în circuitul agricol. Este de menționat că la circa 800 m sud de punctul acestei descoperiri se află o așezare getică din secolele II-I a. Chr. în care a fost descoperit un tezaur de tetradrahme thasiene, din care în patrimoniul MAO au intrat 11 piese¹.

Cercetările de suprafață în locul descoperirii tezaurului monetar prezentat nu au identificat decât câteva fragmente răzlețe, atipice.

Cele trei tetradrahme de argint intrate în patrimoniul MAO sunt imitații getice din primele emisiuni. Ele se prezintă astfel (vezi Planșa I):

1. Av. Capul lui Herakles coafat cu blana de leu, în profil spre dreapta, în cerc perlat.
Rv. Zeus pe tron spre stânga, ține în dreapta acvila, iar în stânga sceptrul, sub tron sigla eta culcat; în câmp în stânga două monograme, în dreapta legenda ΦΙΛΙΠΠΙΟΥ, totul în cerc perlat. Capul lui Zeus este puțin mai mare decât la piesele originale, literele sunt ușor globulate.

AR; axa reversului față de avers – ora 10; greutatea 16,82 g; diametrul 25-26 mm.

* Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară, C.P. MG-6, Măgurele, București.

** Muzeul de Arheologie Oltenița, Str. Argeș 101, Oltenița, jud. Călărași.

1 V. Cojocaru, D. Șerbănescu, *Reliability of nuclear methods in the analysis of ancient coins: The Chiselet hoard of Thasian tetradrachmas*, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 222 (1997)1.

Conservare foarte bună, monogramele și sigla de sub tron bine imprimate.

2. Av. ca mai sus dar dublă frapă.

Rv. Ca mai sus dar sub tron, în exergă o legendă greșită. Se pot distinge literele ΦΙΑΣΙΑΕ. Acolo unde gravorul trebuia să scrie cuvântul ΒΑΣΙΛΕΩΣ, fiind neînțelese pentru el, a început probabil cu primele litere din numele lui Filip al III-lea (ΦΙΑ) ca apoi, dându-și seama de greșală, să continue cu ultimele litere din ΒΑΣΙΛΕΩΣ, adică ΣΙΑΕ...

AR; axul reversului față de avers – ora 7, greutatea 16,35 g, diametrul 27,5 mm. Conservare bună dar monogramele redată parțial.

3. Av.: ca la piesa nr. 1;

Rv: idem

AR; axul reversului față de avers – ora 10, greutatea 16,37 g; diametrul 27 mm. Conservare bună, dar monogramele sunt incomplet redată.

Piesa nr.2 din acest fragment de tezaur, așa cum s-a menționat are pe avers dublă frapă, iar pastila monetară este mai subțiată în partea de sus a capului lui Herakles. Legenda din exerga reversului nu este întâlnită în cataloagele de specialitate, iar capul lui Zeus este redat puțin mai mare decât la exemplarele originale. Tetradrahmele originale de tip Filip al III-lea, cu monograme asemănătoare și cu sigla eta sub tron figurează în cataloagele de specialitate L Müller², S.N.G.³, și Price⁴ (Figura1). Müller nu precizează însă atelierul monetar care a emis asemenea piese, menționând doar că ar putea fi emise într-un atelier din Peninsula Balcanică. În catalogul alcătuit de Price în anul 1991 se specifică că tetradrahmele emise în timpul lui Filip al III-lea, cu monogramele întâlnite pe imitațiile getice prezentate aici, au fost emise de orașul Arados, situat pe coasta siriană a Asiei, vizavi de insula Cipru, între anii 323 - 316 a Chr. Emisiuni monetare ale atelierelor din Arados s-au descoperit în țara noastră: trei stateri de aur din tezaurul de la Mărășești și o tetradrahmă de tip Filip al III-lea în tezaurul de la Vedeia⁵.

Prezența în Peninsula Balcanică și în țara noastră de monede emise în atelierele monetare din Asia este pusă pe seama deplasării trupelor de mercenari în timpul multiplelor războaie dintre diadohi, dar ele pot reprezenta și solda unor localnici angajați ca mercenari în slujba diadohilor⁶.

2. Tezaurul de la Sultana

În timpul săpăturilor arheologice în anul 1974 pe Valea Mostiștei sub conducerea lui Sebastian Morintz, în punctul numit **Ghețarie**, la Sultana pe malul lacului Mostiștea, în secțiunea X, la adâncimea de 1 m, în stratul de cultură geto-dacic, în timp ce se răzuia profilul șantului, a fost descoperită o tetradrahmă geto-dacică, imitație din primele serii după tetradrahmele emise de Filip al II-lea⁷. În vara anului următor, cu

2 L. Müller, D'Alexandre le Grand. *Les monnaies de Philippe II et III*, Copenhague, 1855, Pl. 28 nr. 93, monetărie incertă.

3 Sylloge Nummorum Graecorum, Copenhague, nr. 1086.

4 Martin Jessop Price, *The coinage in the name of Alexander the Great and Philip Arrhidaeus*, Vol. I, C, Zürich-London, 1991, p. 423, nr. 151.

5 Bucur Mitrea, *Dacia NS*, 36 (1992) 188, nr.9.

6 Ibidem, p. 191.

7 C. Preda, *Monedele geto-dacilor*, București, 1973, p. 29-47.



Pl. 1. Monede din tezaurul de la Chiselet (II).

Tezaurul de tetradrahme emise de Filip al III-lea
descoperit la Chiselet (2)

Nr. monedei	Monograma 1	Monograma 2	Sigla sub tron	Emitent	Catalog			Anul emisiunii	Observații
					L. Müller 1855	S.N.G	Price 1991		
1				Arados	Nr. 93	1086	Vol. I p. 423 nr. 151	323-316	
2				Arados	Nr. 93	1086	Vol. I p. 423 nr. 151	323-316	
3				Arados	Nr. 93	1086	Vol. I p. 423 nr. 151	323-316	

Figura 1. Tezaurul de tetradrahme de tip Filip al III-lea descoperit la Chiselet (II).

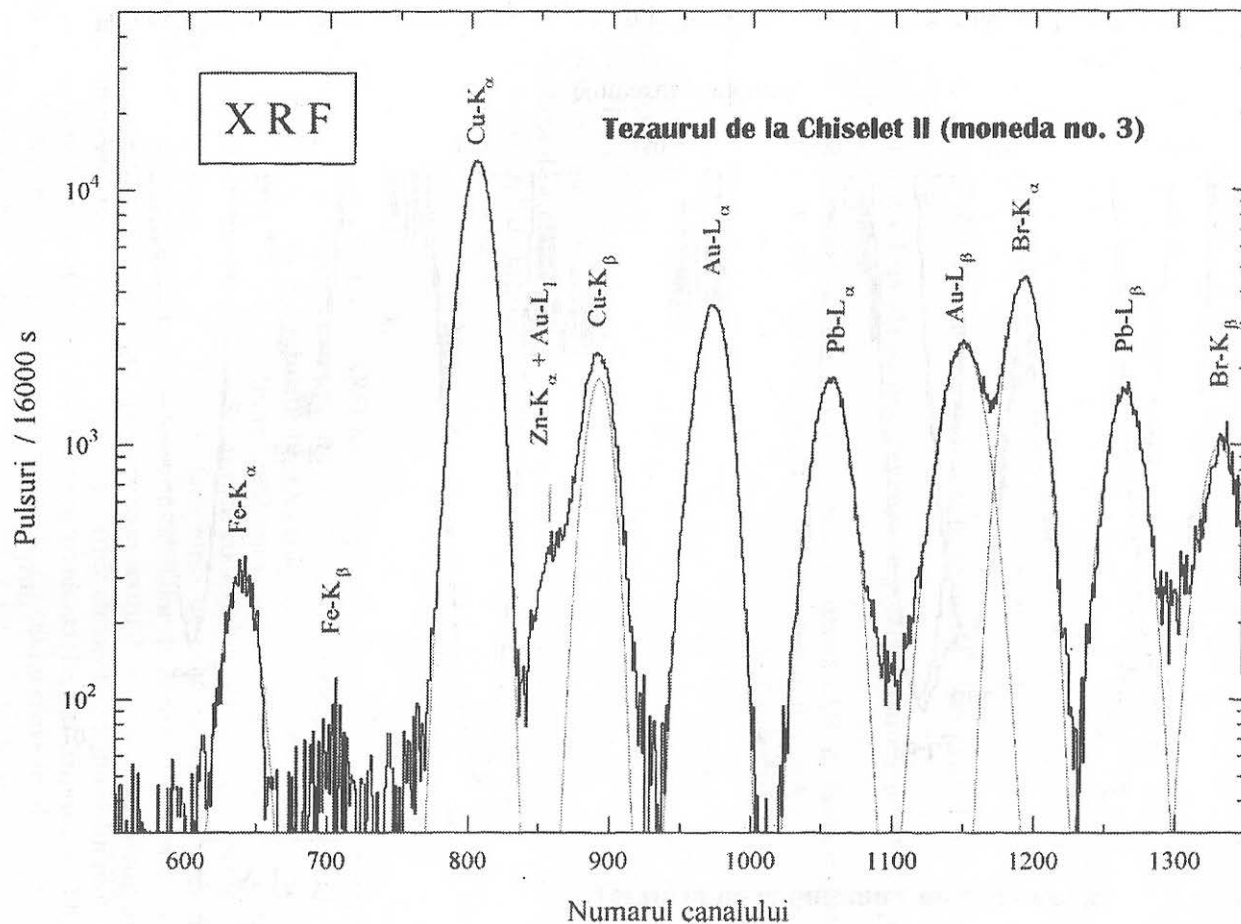


Figura 2. O porțiune a spectrului de raze X emis de moneda nr. 3 a tezaurului de la Chiselet (II). Excitarea s-a făcut cu o sursă de ^{238}Pu de 30 mCi.

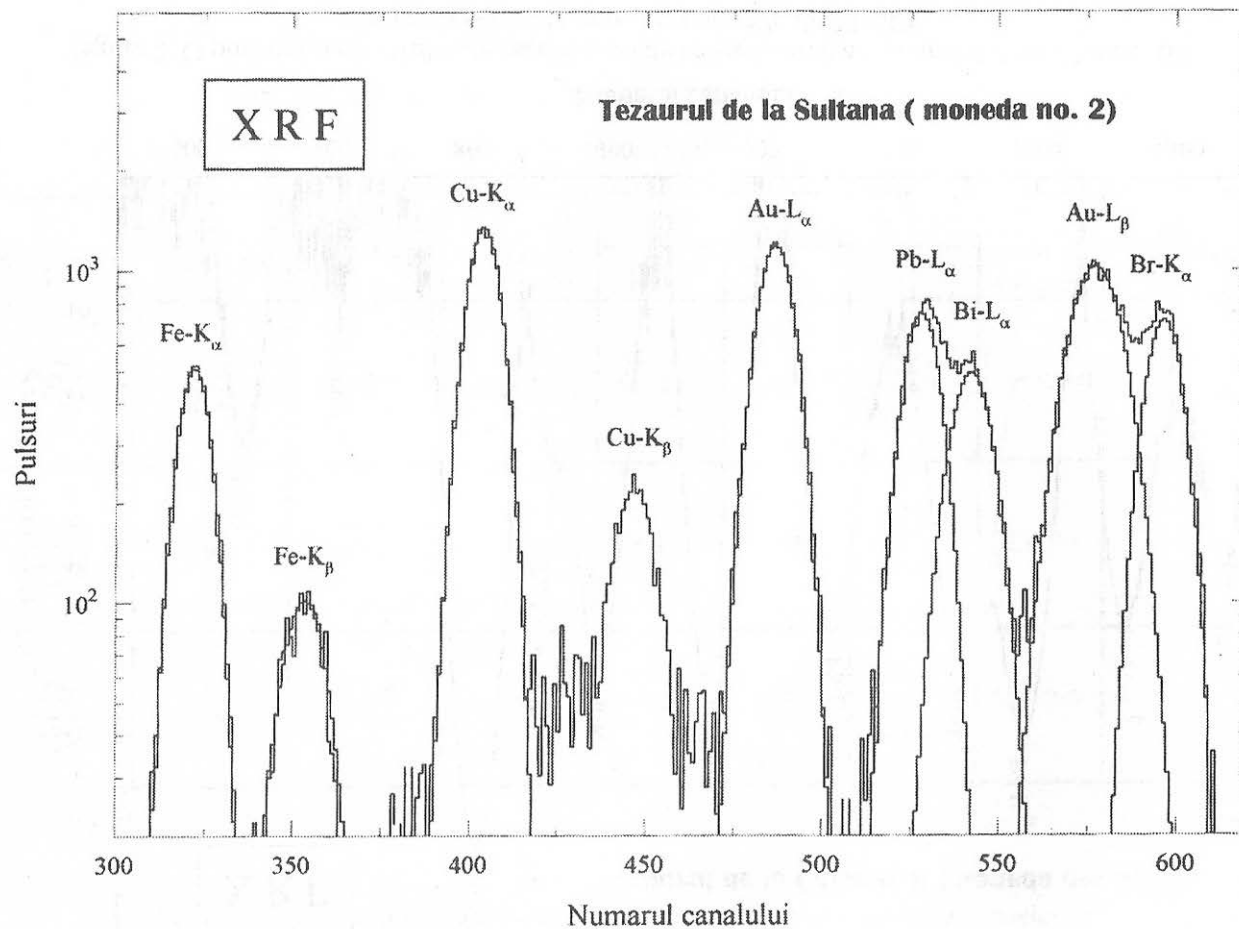


Figura 3. O porțiune a spectrului de raze X emis de moneda no.2 a tezaurului de la Sultana.

oazia ridicării nivelului apelor lacului pentru irigații, porțiunea de șanț unde fusese descoperită moneda se prăbușește. În apa lacului, în dreptul unde fusese șanțul au mai fost decoperite două monede de același tip. Având în vedere caracterul descoperirii considerăm că ne aflăm în fața unui tezaur monetar, care nu fusese pus într-un vas ci probabil într-o pungă, din care s-a desprins moneda descoperită inițial, iar sub acțiunea valurilor tezaurul s-a pierdut pentru totdeauna în mălul lacului. Monedele descoperite se prezintă astfel:

1. Av. Capul lui Zeus în profil spre dreapta, cu barbă, mustăți și cunună, în cerc perlat, cu urme de schematizare a nasului și părului.

Rv. Călărețul olimpic cu ramura de măslin în mâna stângă, cu mâna dreaptă îndoită din cot se sprijină de cal, cu calul în trap spre dreapta; în jur legenda: ΦΙΛΙΠ...Y. Evidentă schematizare atât a calului cât și a călărețului, legenda incompletă.

AR; axul reversului față de avers – ora 6; greutatea 13,99 g; diametrul 25 mm.

2. Av: ca mai sus.

Rv: ca mai sus, legenda ștearsă; reversul se prezintă foarte slab reliefat, probabil s-a folosit o ștanță uzată.

AR; Axul reversului față de avers –, ora 1; greutatea 13,97 g; diametrul 24 mm

3. Av: ca mai sus, dar cununa și părul redat prin trei linii paralele.

Rv: ca mai sus, dar atât calul cât și călărețul mult mai stilizați; sus, în spatele călărețului urme de legendă.

AR; axul reversului față de avers – ora 2; greutatea 13,57 g, diametrul 24,5 mm.

Cele trei tetradrahme de mai sus, descoperite la Sultana, după caracteristicile ce le prezintă fac parte din primele imitații ce au ca model tetradrahmele regelui macedonean Filip al II-lea. După stilul lor, aceste monede preced însă emisiunile de tip Rasa prezente în zonă. Reversul tetradrahmei nr. 1 își găsește însă o bună analogie într-o tetradrahmă de același tip descoperită în zona uzinei electrice de la Pitești, iar reversul tetradrahmei nr. 2 de la Sulina este identic cu aversul aceleiași piese⁸.

3. Metode experimentale de analiză

3.1. Fluorescența de raze X.

Fluorescența de raze X (XRF) folosește pentru excitarea atomilor din proba de analizat o sursă izotopică sub un tub de raze X. Atomii excitați prin bombardare cu un fascicol de raze X emit la rândul lor raze X caracteristice fiecărui element component. Aceste raze X emise de atomii din monedă sunt analizate cu un spectrometru X care are în compunere un detector de Si(Li) răcit cu azot lichid și un analizor de amplitudine cu 4096 de canale. În cazul de față sursa de excitare este ²³⁸Pu de 30 mCi, inelară, foarte convenabilă pentru studiul monedelor de argint. Astfel ea excită argintul dar cu o eficacitate redusă, ceea ce face ca spectrul de raze X să nu fie supraîncărcat de componenta majoră, dar excită foarte puternic elementele minore din monedă care sunt de mare importanță pentru studii de proveniență: Fe, Cu, Zn, Au, As, Pb, Bi, Hg, Br. Totodată, pentru a se pune în evidență staniul și stibiul și eventual alte elemente de greutate medie, s-a folosit pentru excitare o sursă de ²⁴¹Am, inelară de 10 mCi cu fe-

reastră de nichel. Sistemul de măsură a avut o rezoluție de 180 eV pentru raza de 5,9 keV.

Pentru anihilarea efectului introdus de relieful monedei (relief foarte pronunțat și chiar monede schifate) s-a comparat moneda măsurată ca atare cu moneda îmbrăcată într-o foiță de 40 μm de plumb care s-a mulat perfect pe relieful monedei. Astfel se obține o replică autentică a monedei dar cu compoziție cunoscută (Pb). În acest fel se compară moneda analizată cu un etalon replică și nu cu un etalon plat, ceea ce anihilează efectul reliefului în măsurarea concentrațiilor⁹. Două spectre X de acest fel sunt date pentru exemplificare în Figurile 2 și 3. Separarea componentelor din spectrul X s-a făcut după scăderea componentei Ag și s-a făcut cu ajutorul programului *Origin*.

3.2. PIXE – Excitarea de raze X indusă de protoni.

Mecanismul de excitare a atomilor de către protoni este similar cu cel din XRF. Dar cele două metode sunt complementare în sensul că secțiunea de excitare prin XRF crește cu Z-ul, în timp ce secțiunea de excitare prin PIXE scade cu Z-ul elementului.

Monedele au fost bombardate cu protoni de 3 MeV la acceleratorul Tandem al Institutului de Fizică și Inginerie Nucleară – Horia Hulubei din Măgurele, București. Rezultatele sunt valoroase în special pentru elementele cu $Z \leq 30$. De exemplu fierul ($Z=26$) este alterat în cazul XRF de către învelișul de inox din care este confecționat suportul sursei izotopice (^{238}Pu). Un exemplu privind spectrele de raze X care se obțin prin PIXE este arătat în Figura 4.

3.3. Analiza prin activare cu protoni.

Analiza prin activare cu protoni (PAA) comportă iradierea monedei de analizat cu protoni de o anumită energie, protoni care produc o reacție nucleară în nucleeele probei și induce o mică activitate care apoi este măsurată cu un spectrometru gama. Energia cea mai convenabilă pentru protoni este cea de 11 MeV, deoarece ea este suficientă pentru a deschide canalul (p,n), dar nu deschide alte canale decât în nucleeele de bor și litiu. O mică parte din nucleeele monedei bombardate cu protoni de 11 MeV vor suferi o transmutație, nucleul cu sarcina Z și masa A devenind un nucleu cu sarcina Z+1 și masa A. Astfel, de exemplu, nucleul de aur $^{197}_{79}\text{Au}$ existent în probă devine prin reacție (p,n) $^{197}_{80}\text{Hg}$, etc. Multe specii nucleare astfel obținute sunt radioactive, emițând linii γ caracteristice. Energia acestor linii, măsurate cu un spectrometru de raze gama, indică ce elemente există în proba analizată, iar intensitatea lor este proporțională cu concentrația elementului respectiv în monedă.

Prin PAA se pot obține informații privind elementele care nu sunt suficient de bine excitate prin XRF sau PIXE (As, Sn, Sb, Ti, Ca etc.) Dar avantajul major al acestei analize este că dă informații asupra concentrației elementale din volumul probei față de celelalte două metode care dau informații numai despre suprafața monedei, suprafața care este afectată de efectele de coroziune/ purtare.

Prin PAA a fost analizat numai tezaurul de la Sultana. Pentru exemplificare se prezintă spectrul unei monede în figura 5.

⁹ V. Cojocaru, N. Mărginean, C. Rusu, *The relief effect consideration in coin XRF analyses*, A 3-a Conf. a Uniunii Balcanice de Fizică, 2-5 sept. 1997; în curs de publicare.

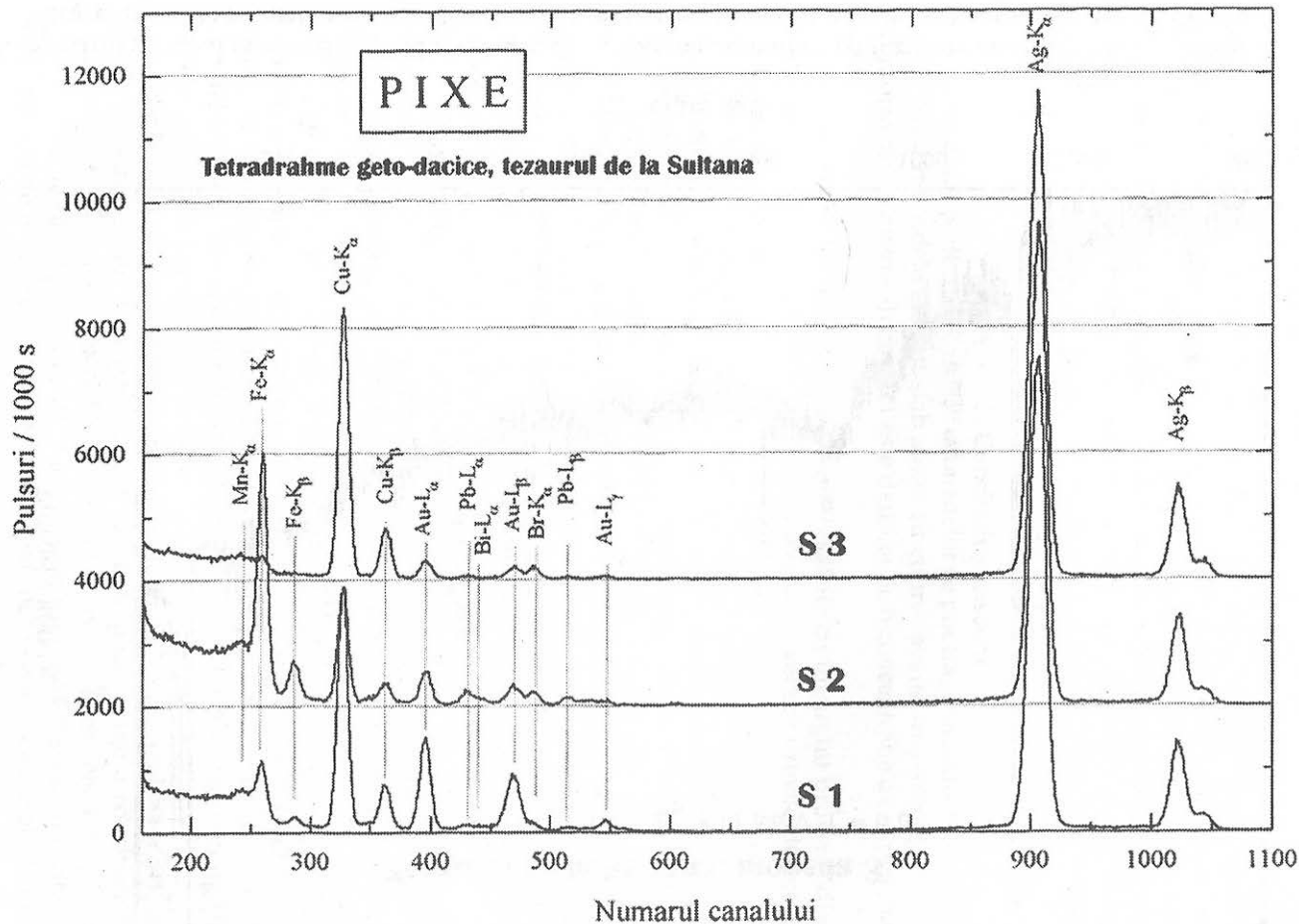


Figura 4. Spectre de raze X obținute prin excitarea cu protoni (PIXE) ale celor trei tetradrahme aparținând tezaurului de la Sultana.

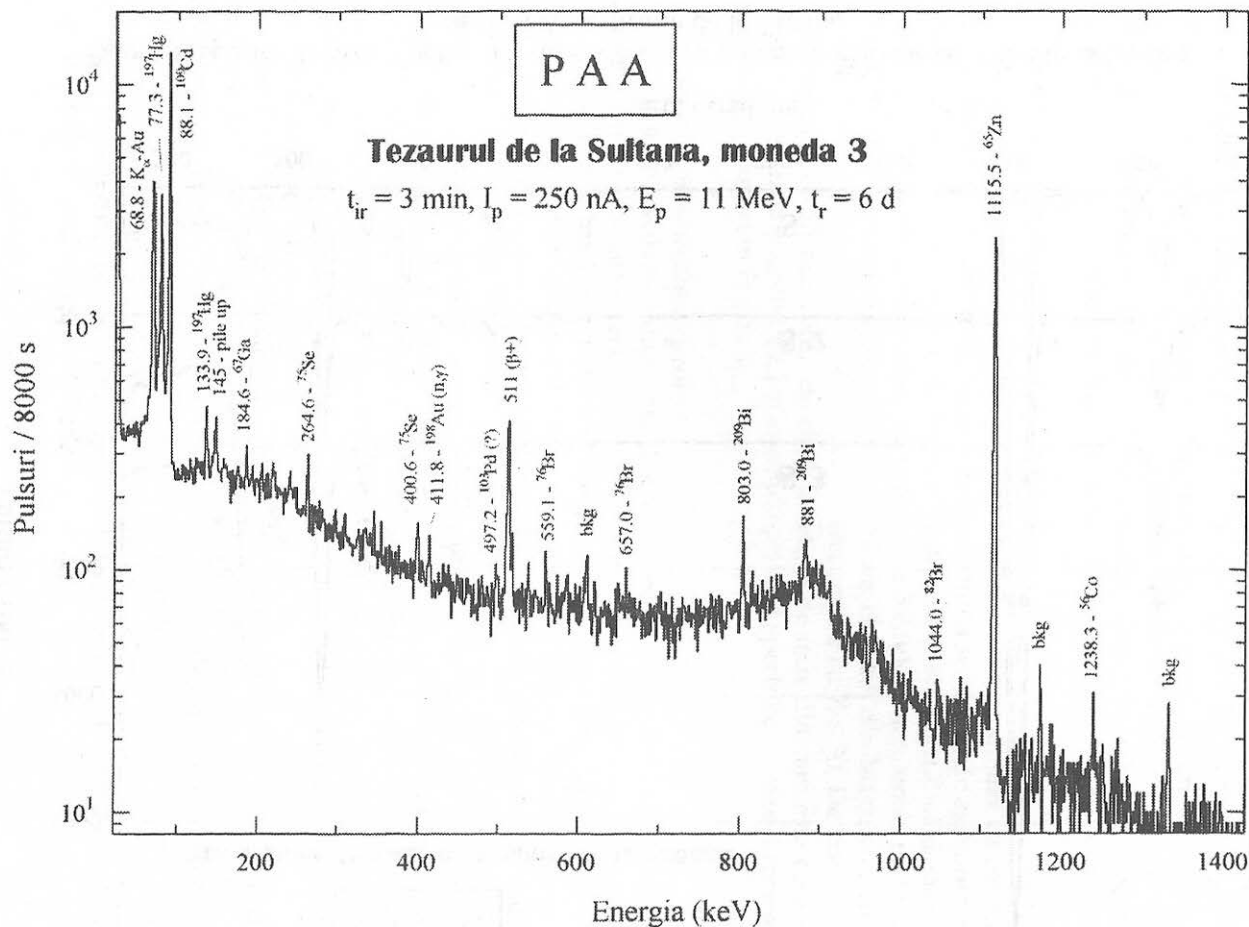


Figura 5. Spectrul gama al monedei nr. 3 din tezaurul de la Sultana obținut după 6 zile de la activitatea cu protoni de 11 MeV. Fiecare linie este marcată prin energia sa și izotopul care o emite. Liniile marcate prin *bkg* provin din fond.

4. Rezultate obținute

Pentru a avea un criteriu de comparație s-a analizat de asemenea o tetradrahmă de argint originală, bătută în Macedonia de către Filip al II-lea, monedă ce aparține MAO cu număr de inventar 98, greutatea 13,55 g (figura 6).

Rezultatele obținute prin XRF și PIXE sunt date în Tabelul 1. Se vede din tabel că toate monedele geto-dacice au în compoziția lor brom, care nu există în moneda macedoneană. De asemenea, mercurul nu este prezent decât în moneda originală.

În ce privește efectul de coroziune/purtare asupra concentrației de cupru trebuie arătat că concentrațiile de cupru în volum față de cele de suprafață sunt, pentru două monede din tezaurul Sultana, determinate prin PAA: $C_{Cu}^{PAA} (S1) = 2,77 \pm 0,12$ și $C_{Cu}^{PAA} (S3) = 3,23 \pm 0,12$, ceea ce duce la un raport mediu $\langle C_{Cu}^{PAA} / C_{Cu}^{XRF} = 1,85 \pm 0,20$, care este similar cu cel găsit în tezaurul Chiselet (I)¹⁰.

5. Concluzii și discuții

Din analiza efectuată asupra monedelor se pot trage următoarele concluzii:

1. Toate monedele au fost slab aliate cu cupru, având în vedere percepția actuală conform căreia alierea deliberată este definită de o concentrație de cupru mai mare de 0,5%.
2. Toate monedele imitații getice sunt obținute cu un argint provenit din minereul bromirit (AgBr) sau embolit (Ag (Br, Cl)) având în vedere urmele de brom găsite în toate aceste monede.
3. Toate monedele au un titlu ridicat ($C_{Ag} + C_{Au} > 95\%$).
4. Metoda de separare a argintului din minereu pare să fie cupelarea. Urmele de plumb atestă acest lucru. În orice caz, absența mercurului în monedele geto-dacice studiate exclude amalgamarea ca metodă de separare a argintului.
5. Metalul din toate monedele tezaurului de la Chiselet pare să provină din aceeași sursă de minereu, având în vedere că concentrațiile de aur (sau mai exact spus raportul Au/Ag) se grupează în jurul aceleiași valori ($C_{Au} = 0,84\%$). În ce privește tezaurul de la Sultana este clar că s-au folosit două surse de minereu, una cu conținut ridicat de aur ($C_{Au}^{XRF} = 2,25\%$) și alta cu conținut relativ scăzut ($\sim 0,55\%$).
6. Moneda originală Filip al II-lea diferă esențial de cele din tezaururile studiate prin: (i) prezența mercurului care indică că metoda de separare a argintului a fost amalgamarea și (ii) minereul folosit nu mai este bromirit sau embolit deoarece bromul lipsește.
7. Din cele de mai sus reiese că în afară de înalta puritate a argintului nu există asemănări compoziționale între monedele celor două tezaururi (Chiselet și Sultana) și moneda originală Filip al II-lea. Deci, dacă tehnologia de separare și minereul nu s-au schimbat drastic în perioade de 30 ± 30 ani (ele pot fi chiar contemporane) toate monedele celor două tezaururi sunt imitații.

Ar fi de dorit analiza unor monede Filip al III-lea originale și a mai multor monede geto-dacice din acea perioadă pentru a se putea trage o concluzie fermă. Din păcate nu dispunem de o **bancă de date** care ar ușura imens cercetarea.

Cu toate că cel puțin una din piesele tezaurului de Chiselet nu poate fi deosebită cu ușurință de piesele originale, prin analizele atomice și nucleare efectuate s-a stabilit

10 V. Cojocaru, D. Șerbănescu, *op. cit.*



Figura 6. Fotografia tetradrahmei Filip al II-lea postumă – originală folosită pentru compararea compoziției ei cu cea a monedelor din tezaurele de la Chiselet (II) și de la Sultana.

că toate piesele au același emitent. Toate au legenda corectă (cu excepția piesei nr.2), monogramele sunt mai mult sau mai puțin imprimate, iar capul lui Zeus este redat puțin mai mare decât normal. La piesa nr. 2 semnalăm aspectul șters al literelor din legendă, redarea mâinii drepte a lui Zeus prin segmente și prezența unor globule mari sub picioarele tronului. Din punct de vedere stilistic se poate considera că ne aflăm în fața unor imitații realizate destul de bine artistic. Aceste imitații, după tetradrahmele emise de Filip al III-lea Arideul, se înscriu în prima serie, în grupa "a" după C. Preda¹¹. Aria de răspândire a acestor imitații este cuprinsă între Munții Balcani și Carpați, având însă o mai mare răspândire la sud de Dunăre, între localitățile Târnovo și Pleven, unde a fost fixat centrul de emiteră a lor¹². În total la nord de Dunăre sunt semnalate 16 descoperiri de tetradrahme de acest fel, iar numărul exemplarelor descoperite se situează în jurul cifrei de 130. Majoritatea exemplarelor cunoscute însă până acum la noi în țară sunt mult mai evident stilizate decât cele descoperite la Chiselet. Având în vedere că tetradrahmele prezentate sunt foarte apropiate de original și greu de deosebit de acestea, considerăm că au fost emise în ultimele două decenii ale secolului al IV-lea a Chr., iar teaurizarea a avut loc cel mai târziu la începutul secolului al III-lea, a Chr.

Aceste emisiuni monetare care au ca prototip tetradrahmele emise de Alexandru Macedon și Filip al III-lea Arideul, cu timpul vor degenera stilistic, aversul devenind calp, dar pe revers vor păstra încă mult timp monogramele atelierului din Arados. Ele se pot observa foarte bine pe trei exemplare păstrate în cabinetul numismatic de la

11 C. Preda, *op. cit.*, p. 329 și următoarele.

12 Ibidem, p. 288; C. Petolescu, *Cercetări numismatice*, III, 1980, p. 11-32.

Berlin¹³ și sunt reproduse mai stilizat pe unele tetradrahme din tezaurul de la Comana, jud. Giurgiu, și Pielești. De ce au imitat geții sud-dunăreni tocmai emisiunile acestui oraș îndepărtat rămâne o enigmă.

Emisiunile târzii, cu slabe urme de legendă, ilizibile, pe baza cărora nu se mai poate preciza dacă s-au făcut ca prototipuri emisiunile lui Alexandru Macedon sau Filip al III-lea Arideul sunt cunoscute în țara noastră sub denumirea de imitații de tip Pielești¹⁴ după numele localității unde s-a făcut cea mai mare descoperire de acest tip. Emisiunile de tip Pielești, care nu se mai aseamănă cu imitațiile din primele serii, fiind foarte stilizate, cu aversul calp, se datează în a doua jumătate a secolului al II-lea a Chr.¹⁵

În ce privește tezaurul de la Sultana, el se plasează din punct de vedere cronologic în prima jumătate a secolului al III-lea a. Chr., tetradrahma nr.3, cu un grad ridicat de stilizare, fiind cea mai târzie. Primele două tetradrahme ar putea să fi fost emise la sfârșitul secolului al IV-lea sau la începutul secolului al III-lea a Chr., în jurul anului 300, fiind probabil contemporane cu tetradrahmele de tip Filip al II-lea descoperite în tezaurul de la Scărișoara¹⁶, dar cea de-a treia piesă cu un grad avansat de stilizare, apropiindu-se de emisiunile de tip Rasa, coboară data îngropării tezaurului de la Sultana până la jumătatea secolului al III-lea a. Chr. Începutul așezării getice de la Sultana, din punctul "*Ghețarie*", poate fi datat pe baza unei mănui de amforă thasiană, care îl are ca simbol pe Herakles arcaș și numele eponimului Leodikos, în a doua jumătate a secolului al IV-lea a. Chr.

ANALYSES ATOMIQUES ET NUCLÉAIRES DE CERTAINS TRÉSORS DE TÉTRADRACHMES GÉTIQUES DÉCOUVERTS DANS LA PLAINE DE MUNTÉNIE

Résumé

Les auteurs présentent une étude fondée sur les résultats obtenus par les recherches sur les pièces provenues des trésors de tétradrachmes géto-daces de Chiselet (II) et de Sultana, départ. de Călărași, au moyen des analyses atomiques et nucléaires. Les pièces monétaires sont des imitations d'après des prototypes émis par Alexandre le Grand, roi de Macédoine et Philippe III Aridée.

Pour avoir un critère de comparaison, on a également analysé une tétradrachme originale en argent, frappée en Macédoine par Philippe II.

On a constaté que malgré le niveau élevé de stylisation artistique des pièces de monnaie étudiées (le trésor de Chiselet (II), à l'exception de la pièce n.2), et en dépit du grade élevé de pureté de l'argent, celles-ci se distinguent des pièces originales aussi bien par certains éléments de représentation que par la composition du métal.

Quant à la composition différente du métal des monnaies, on affirme que celle-ci s'explique tant par l'utilisation d'un minerai à composition chimique différente de l'o-

13 C. Preda, *op. cit.*, p.556, pl. LXXII/1-3.

14 Octavian Iliescu, BSNR, 35-36 (1981-1982), București, 1982, p.71-88, nota 56.

15 C. Preda, *op. cit.*, p. 329.

16 C. Preda, B. Ionescu, Revista Muzeelor, 3 (1966) 67-70.

riginal étudié que par la technologie différente de faire séparer l'argent notamment la coupellation.

Les deux trésors monétaires sont datables comme il suit: Chiselet – dès deux dernières décennies du IV^e s.av. J.-C. (la thésaurisation a eu lieu, au plus tard, au début du III^e s.av. J.-C.); Sultana – de la première moitié du III^e s.av. J.-C.