

Argento romano e ricette alchimistiche: tre esempi di leghe d'argento da Emona

Alessandra GIUMLIA-MAIR

Izveček

Avtorica obravnava tri predmete iz Emona, ki so bili analizirani z ICP metodo. Predmeti so izdelani iz treh različnih srebrnih zlitin. Posebej poglobljeno obravnava zlitino, ki vsebuje srebro, baker, arzen in antimon in jo poveže z rimskimi alkimističnimi recepti.

Abstract

The author discusses three artefacts from Emona that were analysed using the ICP method. The artefacts are made of three various silver alloys. She discusses the alloy containing silver, copper, arsenic and antimony in greater detail and she correlates it with Roman alchemical recipes.

INTRODUZIONE

In occasione delle ricerche e delle analisi sui bronzi romani da Emona (Giumlia-Mair 1996) sono stati esaminati anche tre oggetti in leghe d'argento, una fibula e due cucchiai che, sebbene nella pubblicazione fossero stati identificati come argento, erano stati catalogati tra i bronzi. La fibula inv. S 1508 è stata trovata in strati misti e non definiti sull'area preistorica del cimitero (Puš 1971; 1982), il cucchiaio G 2386 nella tomba 732 (Plesničar-Gec 1973, 122, t. 169: 3) ed il cucchiaio inv. 2015 nell'insula XXX (oggi Trg republike). Dei tre oggetti, solo la fibula (inv. S 1508, *Fig. 1: 1*) presentava dopo il restauro una superficie metallica, bianca e lucente, il suo peso faceva però presumere che si trattasse di una fibula in lega a base di rame, argentata forse ad amalgama, per farle assumere l'aspetto di una fibula in argento. I due cucchiai (inv. 2015 e inv. G 2386; *Fig. 1: 2,3*) sono invece ricoperti da una patina verde scuro, liscia e compatta, non facilmente distinguibile da quelle comunemente trovate su oggetti in lega a base di rame. Al momento della campionatura dei cucchiai, per mezzo di un trapano da gioielliere con punte del diametro di 0,8 mm, la consistenza del metallo, la ridotta resistenza al trapano ed il colore dei trucioli estratti hanno im-

mediatamente rivelato la natura del materiale, ma nel caso dei due campioni ricavati dall'ago e dal corpo della fibula solo l'insolita consistenza del metallo ha fatto sorgere il sospetto che il materiale della fibula non fosse una comune lega a base di rame. I trucioli di metallo estratti come campione presentavano infatti un colore giallo dorato.

ANALISI E DISCUSSIONE

I campioni sono stati sottoposti ad analisi con il metodo ICP (Inductively Coupled Plasma Spectrometry - spettrometria di emissione a plasma) nel laboratorio di metallurgia dell'Istituto di Scienze dei Materiali, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trento. L'applicazione di tale metodo offre particolari vantaggi nel campo dell'archeologia: la quantità di soluzione necessaria alla determinazione degli elementi presenti nel campione è minima e la precisione e l'accuratezza della macchina sono notevoli. Ciò permette di effettuare un'analisi affidabile di campioni metallici anche di soli pochi milligrammi (Thompson, Walsh 1983).

L'analisi ha identificato tre leghe di composizione diversa: i cucchiai sono stati prodotti nelle

due "classiche" leghe d'argento comunemente impiegate in periodo romano, mentre la fibula presenta una composizione particolarmente interessante dal punto di vista della storia della metallurgia antica.

Il bel colore bianco brillante, senza riflessi od ombre di altro colore e l'estrema lucentezza dell'argento lucidato hanno fatto mantenere a questo metallo la posizione di materiale favorito per vasellame e posateria di lusso attraverso i millenni. Nell'antichità era per valore secondo solo all'oro, anche se circa venti volte più comune di questo. L'argento è dotato di alta malleabilità e duttilità, può venir facilmente lavorato sia a martellatura che a getto, può venir ridotto a foglia sottilissima o ritorto in filo. Come l'oro, l'argento può essere perfino usato per la tecnica di argentatura ad amalgama (a fuoco o a mercurio), anche se sembra che il metodo, per quanto fosse noto, non sia stato correntemente usato che nel Medio Evo, dagli inizi del '200. Il metodo più comune di argentatura impiegato nell'antichità classica sembra stato quello di applicare uno strato di argento allo stato fuso su oggetti in leghe a base di rame e venne usato circa dal quinto secolo a. C. (La Niece 1993). Dall'antichità a oggi la notevole quantità di metallo a disposizione, l'aspetto attraente e la versatilità dell'argento lo hanno fatto considerare un materiale da acquistare a preferenza dell'oro, come solido investimento, ma la sua notevole malleabilità allo stato puro lo rende estremamente delicato e pronò all'usura. L'unico modo per migliorare le sue proprietà metallurgiche, renderlo più facile da colare e un metallo adatto all'esecuzione di oggetti non solo decorativi, ma anche funzionali, è quello di allegarlo con altri metalli meno nobili. Al giorno d'oggi si usano leghe complesse con più elementi, ma nell'antichità l'unico altro componente delle leghe d'argento comunemente usato era il rame. Negli ultimi anni sono state eseguite numerose analisi di pezzi d'argento romani (The Wealth of Roman World 1977; Hughes, Hall 1979; Lang, Hughes, Oddy 1984; Hughes et al. 1989; Bachmann 1993) e dai risultati delle ricerche sembra che la composizione dell'argento romano sia stata piuttosto regolare in un lungo lasso di tempo. La notevole purezza, normalmente tra 95 e 99 % di argento in lega, sembra anzi indicare che questo venisse visto soprattutto come investimento sicuro in tempi in cui la moneta d'argento non conteneva più che una minima parte di metallo nobile. Il fatto che per il vasellame d'argento venisse usato quasi esclusivamente il niello come decorazione (cfr. ad es. Pirzio Biroli Stefanelli 1992)

è altrettanto significativo: il nome niello indica infatti diversi tipi di solfuri metallici impiegati come decorazione su oggetti in metallo ed applicati come le agemine o gli smalti in intagli o sezioni già preparate nel metallo di base (La Niece 1983; Giumlia-Mair, La Niece 1996). Le analisi hanno dimostrato che, nonostante tutti i solfuri metallici, anche di metalli non nobili, abbiano un identico aspetto (tutti sono neri ed indistinguibili uno dall'altro al semplice esame ottico, ma quelli polimetallici sono più compatti e facili da applicare), nel caso degli argenti romani veniva usato in genere esclusivamente il solfuro d'argento (La Niece 1983). In caso di rifusione dell'oggetto il solfuro si decompone immediatamente, ridiventando puro argento metallico e non è necessario eliminare la decorazione, come sarebbe invece necessario se la decorazione consistesse in agemine di altri metalli, smalto, pietre o altri materiali più o meno preziosi, o, in minor misura, nel caso di dorature. È evidente che gli artigiani argentieri cercavano di mantenere uno standard di alta purezza dell'argento, allegandolo con il rame solo il tanto necessario ad ottenere una lega più funzionale e resistente all'usura, e che la stessa lega, contenente un tenore tra 1 e 4 % di rame, veniva impiegata sia per parti lavorate a martellatura che per parti prodotte a getto.

Il piccolo cucchiaino (inv. G 2386; Fig. 1: 3) rinvenuto durante gli scavi di Ljudmila Plesničar-Gec (1973, 122, t. 169: 3) ad Emona rappresenta un ottimo esempio di questo tipo di lega d'argento di ottima qualità, contenente solo 2,35 % di rame e tracce di altri elementi. L'esatta composizione è la seguente: 2,35 % Cu, 0,15 % Sn, 0,06 % Zn, 0,28 % Pb, 0,4 % Fe, 99,3 % Ag. Nichel, cobalto, antimonio, arsenico, bismuto e cadmio non sono stati identificati.

In periodo romano però, per oggetti d'uso più comune e per i quali era richiesta una maggiore solidità e resistenza all'usura veniva impiegata una lega ad inferiore tenore di argento, allegata con il rame in percentuali oscillanti tra 10 e 40 % di argento in lega (cfr. Hughes, Hall 1979; Craddock 1983). È per esempio il caso degli specchi d'argento che, come Plinio nota acidamente (N. H., 34, 160), erano talmente comuni che "perfino le serve avevano cominciato ad usarli" (... *argenteis uti coepere et ancillae*), Leghe di tale composizione sono inoltre particolarmente adatte alla produzione di getti, poichè la temperatura di fusione delle diverse leghe viene notevolmente abbassata dalla presenza del rame in lega.

Il cucchiaino (inv. 2015; Fig. 1: 2) da Emona (sedimenti abitativi), contenente circa 17 % di

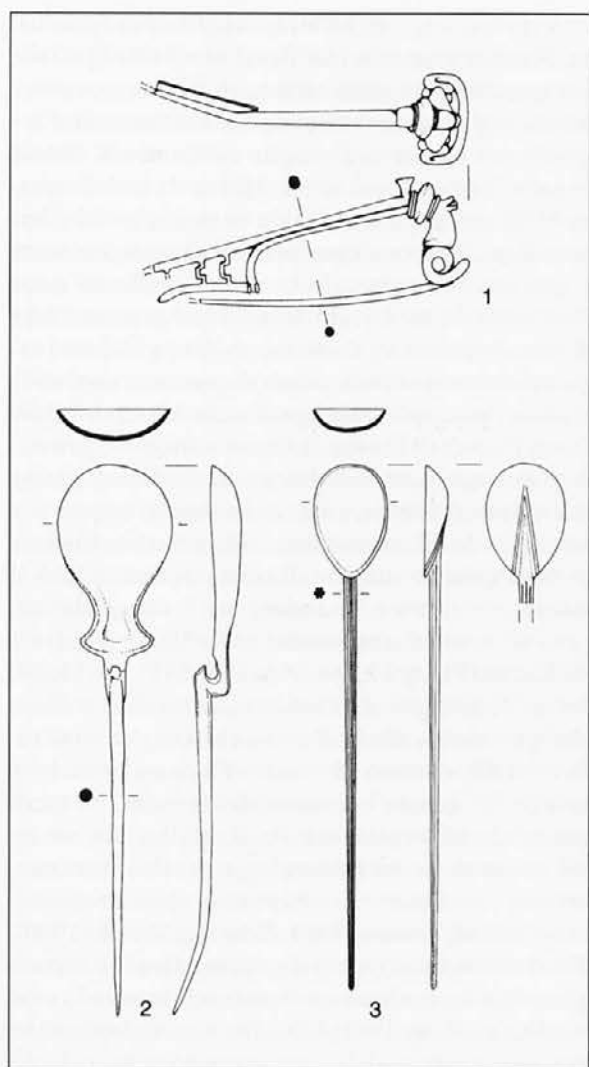


Fig. 1: Emona. 1-3 leghe d'argento srebrna zlitina. M. 1-3 = 1:2.

Sl. 1: Emona. 1-3 srebrna zlitina. M. 1-3 = 1:2.

rame in lega rappresenta perfettamente la seconda categoria di leghe d'argento usate in periodo romano ed è, nonostante l'aspetto molto simile, più resistente e solido dell'esemplare discusso sopra. La lega conteneva i seguenti elementi: 16,3 % Cu, 0,45 % Sn, 0,08 % Zn, 0,28 % Pb, 0,02 % Ni, 0,15 % Fe, 75,1 % Ag. Cobalto, antimonio, arsenico, bismuto e cadmio non sono stati identificati.

Leghe d'argento con tenore tra 20 e 40 % di rame sono state anche comunemente usate come saldatura per argento (Lang, Hughes 1984; 1985): il loro colore, difficilmente distinguibile da quello delle altre parti del pezzo e soprattutto la loro temperatura di fusione, notevolmente più bassa di quella dell'argento più puro li rendevano altamente adatti a tale uso. Il loro impiego riduceva notevolmente il rischio di rovinare per il troppo

calore le parti degli oggetti da saldare assieme. È molto probabile che il nome della lega *stagnum*, frequentemente citata in testi latini (ad es. Pl., N. H, 33, 94; 130; 34, 159; 160; Mappa Claviculae, M203, M205, M26; Isid., Orig., XVI, 23.) si riferisse proprio a questo tipo di leghe con basso punto di fusione e con un aspetto molto simile a quello dell'argento. L'uso della parola non è sempre molto coerente e si riferisce spesso anche ad altre leghe con aspetto "argenteo", ma i passi nel testo della Storia Naturale di Plinio si adattano perfettamente a leghe d'argento contenenti notevoli quantità di rame e rispecchiano anche i dati di analisi fino ad ora noti, sia sulla composizione degli specchi, su quella delle saldature per l'argenteria ed anche i dati sulle leghe d'argento usate per l'argentatura di oggetti in leghe a base di rame (La Niece 1993, 202-204). Alcune parti di passi della Storia Naturale (34, 159, 160) sembrano riferirsi allo *stagnum* come ad una lega a base di piombo con eventuali aggiunte di stagno e ciò conferma l'impressione che questo sia il nome generico dato a tutte le leghe con aspetto più o meno argenteo ed a bassa temperatura di fusione, impiegate per produrre oggetti d'uso quotidiano, per saldature di leghe più nobili e per "argentare" la superficie di oggetti in leghe di altro colore. Non si tratterebbe quindi di una vera e propria lega di composizione regolare o addirittura di vero e proprio stagno, come è spesso stato supposto, ma di un nome generico per leghe metalliche bianche. Nel corso del Medio Evo la parola, trasformata gradatamente in *stannum*, è poi passata ad indicare l'elemento stagno che in latino classico veniva invece denominato *plumbum album*, come materiale distinto dal piombo, detto invece *plumbum nigrum* (Giulia-Mair 1993, 61,62).

UNA RICETTA ALCHIMISTICA

Il terzo degli oggetti in lega d'argento è la fibula (inv. S 1508; Fig. 1: 1) di tipo A 238 a (Garbsch 1965), caratterizzata da una superficie molto bianca e lucida dopo il restauro, mentre invece il metallo all'interno è di un colore giallo dorato, come è stato notato al momento della campionatura.

L'analisi ICP ha identificato una lega estremamente interessante, anche se le percentuali determinate per alcuni elementi, come ad esempio lo stagno o l'argento stesso, sono probabilmente risultate sfasate a causa dell'insufficiente calibrazione della macchina per le inaspettate alte concentrazioni di argento. Per la stessa ragione,

sommando le percentuali ottenute per i diversi elementi non si raggiunge il cento per cento.

La lega usata per l'ago della fibula contiene 49,4 % Cu, 2,63 % Sn, 0,04 % Zn, 0,77 % Pb, 0,03 % Ni, 0,13 % Fe, 35,1 % Ag, 0,8 % Sb, 0,5 % As. Cobalto, bismuto e cadmio non sono stati identificati in quantità misurabili. La presenza di una così alta percentuale di stagno in una lega d'argento, anche se a basso titolo, non è di per sé molto sorprendente e fa sospettare che l'argento sia stato diluito con bronzo per ottenere una maggior quantità di metallo. L'artigiano avrebbe quindi "allungato" il metallo prezioso con uno non nobile: un tipo di frode abbastanza comune. La composizione della lega usata per il corpo della fibula, con 40,1 % Cu, 1,79 % Sn, 0,19 % Zn, 0,65 % Pb, 0,03 % Ni, 0,25 % Fe, 37,3 % Ag, 1,2 % Sb e 3,83 % As trasforma però ai nostri occhi la figura dell'artigiano imbroglione e piccolo truffatore in quella di esperto metallurgo e maestro alchimista. La fibula di Emona è uno dei pochissimi oggetti fino ad ora identificati scientificamente, prodotti secondo una delle tante ricette alchimistiche. Agli studiosi di metallurgia antica sono noti vari testi in greco e latino, tramandati da tempi antichissimi e tradotti e trascritti più volte per essere trasmessi di generazione in generazione da artigiani orafi ed argentieri che descrivono più o meno chiaramente, a seconda della loro antichità, dell'autore, della lingua e dei termini tecnici usati, vere e proprie ricette per la produzione di tinture per metalli non nobili, per la falsificazione dell'oro e dell'argento con leghe abbastanza convincenti e perfino, nel caso dei testi alchimistici alessandrini, ricette per "fare" l'oro e l'argento. I testi degli antichi alchimisti alessandrini (Berthelot 1888), scritti nel greco in uso nell'Egitto del periodo romano, sono i più difficili da leggere: usano un linguaggio fiorito e criptico e nomi fantasiosi per indicare i vari metalli e gli altri ingredienti necessari alla trasmutazione. Nel caso dei papiri di Leida e di Stoccolma, scritti anch'essi in greco, ma da egizi romani e datati 3-4 sec. d. C., ci troviamo invece davanti a veri e propri manuali da bottega d'artigiano, con appunti veloci usati solo come pro memoria da persone che già conoscevano i processi e spesso commentati da frasi come "questa lega ingannerà anche gli artigiani" (Leid. 39). Tra le ricette per tinture dei metalli, per leghe a bassa caratura e per tentativi di trasformazione della materia, vengono anche descritte le tecniche dei controlli di qualità dei metalli nobili, metodi di lucidatura, la produzione di false pietre preziose e perfino la sofisticazione delle tinture di porpora per le stoffe.

Vi si trovano anche molte ricette per la tintura, l'imitazione e la falsificazione dell'argento e tra queste ce ne sono alcune in cui vengono descritte leghe contenenti proporzioni variabili d'argento con aggiunte di stagno ed a volte di "rame bianco" (ad es. Leid. 4; 39; Holm. 3; 4). La ricetta N°22 del papiro di Leida ci rivela la vera natura di quest'ultimo ingrediente: il titolo della ricetta è χαλκοῦ λεύκωσις, la ben nota *dealbatio aeris* dell'alchimia medievale. Il testo spiega come "fare il rame bianco che viene mescolato all'asem (argento non marchiato, cioè di purezza non controllata) in proporzioni uguali e che è irreprensibile (sic). Prendi del rame di Cipro e fondilo, gettandovi per ogni mina due dracme di sandaraca guasta del colore del ferro, cinque dracme di stypteria a lamelle e fondi (di nuovo). Alla seconda fusione gettavi quattro dracme di cera pontica, sennò si brucia e si incrina." *Sandaraca* è il nome che nei testi alchimistici, ma anche nella Storia Naturale di Plinio (Pl., N.H., 34, 176; 177; 178; 35, 30; 39; 40; 177) designa il cosiddetto rubino di zolfo o realgar, cioè solfuro d'arsenico As₂S₃, un minerale cristallino rosso che sotto l'azione della luce solare "si guasta" diventando terroso. Si trova associato all'orpimento As₂S₃ giallo, ma anche all'antimonite, un minerale grigio di antimonio, ed alla cinnabarite, un minerale rosso di mercurio (Strübel, Zimmer 1991; Whitten, Brooks 1990). Per στυπτηρία σχιστή, stypteria a lamelle, è stata proposta la traduzione "arsenico bianco", cioè As₂O₃ (Halleux 1981, 172), ma si potrebbe anche trattare di un qualsiasi altro reattivo. La cera ha la funzione di antiossidante, per evitare l'annerimento della lega e la formazione di bolle nel metallo.

Che la ricetta suggerisca l'aggiunta di minerali d'arsenico al rame per renderlo bianco non sorprende affatto: per il ben noto fenomeno di segregazione inversa, la lega eutettica (cioè la lega con il più basso punto di fusione, contenente 21 % di arsenico), viene letteralmente spinta in superficie durante la solidificazione delle leghe a basso contenuto di arsenico, e forma uno strato argenteo, a seconda della percentuale presente, su tutta la superficie o su parti della superficie dell'oggetto (Meeks 1993, 267-271). Simili fenomeni di segregazione inversa con arricchimento di uno o più componenti della lega in superficie si possono verificare anche con lo stagno o con il piombo, a seconda delle condizioni in cui viene effettuata la colata della lega ed a seconda del materiale usato per la matrice. Nel caso di leghe contenenti arsenico già una quantità di 2 % di arsenico in lega è sufficiente a provocare il feno-

meno (Budd, Ottaway 1991). Nel particolare caso della fibula forse lo strato argenteo, ricco di arsenico, non era abbastanza uniforme sulla superficie e l'artigiano è ricorso ad un altro metodo per rendere la sua fibula simile all'argento. Esami ravvicinati con diversi strumenti ottici fino ad ingrandimenti di 20 volte hanno rivelato una struttura superficiale apparentemente trattata con il brunitoio, uno strumento usato per pulire, lustrare e rendere compatta la superficie metallica. La particolare composizione della lega e l'aspetto della fibula fanno supporre che non si tratti di un effetto del restauro, ma del trattamento a cui la fibula è originariamente stata sottoposta. L'artigiano sembra aver impiegato in questo caso lo stesso trattamento a cui i denari d'argento romani sono stati sottoposti tra il 63 ed il 260 d. C. (Cope 1972), in un periodo cioè in cui il reale contenuto di argento delle monete era ridotto a percentuali tra 12 e 18 % di argento in lega. La tecnica usata per rendere argentea la lega a basso tenore di metallo nobile era quella di immergere i pezzi in acidi organici (ad es. succhi di agrumi o aceto di vino) che provocavano la corrosione e dissoluzione del rame dallo strato superficiale. L'argento invece, essendo un metallo più nobile, non veniva intaccato e poteva poi venir brunito per rendere lucida la superficie, resa opaca e porosa dall'azione degli acidi e per consolidare la sottile pellicola d'argento. Secondo i testi simili tecniche venivano regolarmente usate: sia negli scritti degli alchimisti alessandrini che nei papiri di Leida e di Stoccolma si trovano numerose ricette che consigliano diversi mordenti e trattamenti allo scopo di dissolvere il rame dallo strato superficiale degli oggetti in leghe a basso tenore di argento e lasciare intatto il metallo bianco in superficie. L'antimonio presente nella fibula è molto probabilmente entrato in lega perchè associato al minerale d'arsenico ed il colore grigio dell'antimonite era forse la ragione per cui la ricetta parla di due dracme "di sandaraca guasta del colore del ferro" (σανδαράχης τῆς σαπρᾶς τῆς σιδηρίζουσας). C'è però da notare che nè l'arsenico, nè l'antimonio sono presenti nella lega usata per l'ago della fibula. L'aggiunta di arsenico al rame indurisce notevolmente la lega e l'artigiano voleva forse evitare rischi di incrinature e simili problemi nella lavorazione dell'ago e soprattutto della molla della fibula che richiede un notevole lavoro di martellatura. La presenza dell'arsenico ne avrebbe resa più difficile la lavorazione.

Nel caso della fibula di Emona sembra legittimo supporre che l'artigiano che l'ha prodotta fosse,

se non proprio un alchimista, per lo meno esperto nelle arti del metallo ed è evidente che conosceva almeno alcuni trucchi e tecniche da alchimista. È invece più difficile dire se l'artigiano intendesse frodare l'acquirente od il committente della fibula affatturando l'argento. Il tono dei papiri di Leida e di Stoccolma sembra spesso più quello di imitatori di gioielli in metalli preziosi, che non quello di veri e propri falsari. I papiri danno a volte l'impressione di essere manuali per creatori di bigiotteria che usavano leghe a bassa caratura, dorature, argentature e tinture che imitavano metalli preziosi, perchè veniva loro richiesto dai clienti. Sappiamo già dall'epoca ellenistica dell'esistenza di artigiani che servivano una "piccola borghesia" con pretese di lusso, ma senza i mezzi per permetterselo e che fornivano imitazioni di gioielli autentici (Rostovzeff 1941, 1222, 1223). In tale caso la produzione di "smeraldi" fatti di cristallo di rocca tinto con sali di rame o di leghe simili a quella della nostra fibula sarebbe da paragonare all'uso attuale e perfettamente legale (se dichiarato) di zirconi al posto di diamanti o delle leghe d'oro a 9 carati, permesse in alcuni paesi europei. Nell'antichità l'acquirente non partiva dal concetto di oro o di argento come elemento immutabile con caratteristiche proprietarie, ma credeva all'esistenza di giacimenti contenenti diverse qualità, con proprietà diverse, degli stessi metalli (cfr. ad es. Pl., N. H., 34, 94; 159). Le tecniche di assaggio dell'oro erano note dal III millennio a. C. (Craddock 1995), ma certamente non alla portata di chiunque. Un orefice truffaldino aveva facile gioco: la verifica più semplice e comune era certamente il morso all'oggetto per constatarne la durezza (inversamente proporzionale alla purezza del metallo prezioso).

Forse piccoli oggetti decorativi e gioielli in leghe alchimistiche simili a quella della fibula S 1508 del Mestni muzej di Lubiana sono più comuni di quanto pensiamo e si trovano, non riconosciuti, esposti nelle vetrine dei musei confusi con quelli in metallo prezioso.

Non ha ormai più molta importanza se questi pezzi siano nati come imitazioni o come falsificazioni: la differenza sta unicamente nell'intenzione dell'artigiano al momento della manifattura o della vendita dell'oggetto. In realtà per noi la lega della fibula di Lubiana è più importante per lo studio della metallurgia antica che non le leghe preziose che imitava e la sua scoperta è di grande interesse per lo studioso del passato che recupera così un frammento dell'antica scienza alchimistica.

Ringraziamenti

L'autrice desidera ringraziare Dr. Ljudmila Plesničar-Gec, Irena Sivec e Božena Dirjec del Mestni muzej, Ljubljana, per aver discusso la scelta del materiale per campionatura, per le informazioni sui singoli pezzi e per l'assistenza al museo di Lubiana nel corso della ricerca.

Ringraziamenti particolari vanno anche al Prof. Andrea Fuganti dell'Istituto di Scienze dei Materiali, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trento per aver messo a disposizione il suo laboratorio e al Sig. Adolfo di Corrado dello stesso laboratorio per la sua disponibilità, la sua esperienza d'analisi ICP è stata un prezioso aiuto per la presente ricerca.

- BACHMANN, H.-G. 1993, Analyse ausgewählter Metallartefakte. - In: Kellner, H.-J. e G. Zahlhaas, *Der Römische Tempelschatz von Weißenburg i. Bay.*, 147-159, Mainz a. R.
- BERTHELOT, M. 1888, *Collection des Anciens Alchimistes Grecs I-II-III*, Réimpression de l'édition 1888. - Osnabrück 1967.
- BUDD, P. e B. S. OTTAWAY 1991, The properties of arsenical copper alloys: implications for the development of Eneolithic metallurgy. - In: *Archaeological Sciences 1989*, Oxbow Monograph 9, 132-142.
- COPE, L. H. 1972, Surface-silvered ancient coins. - In: *Methods of Chemical and Metallurgical Investigation of Ancient Coinage*, Royal Numismatic Society Special Publication 8, 261-278.
- CRADDOCK, P. T. 1983, A Roman Silver Mirror "discovered" in the British Museum: a note on its composition. - *Ant. Jour.* 63, 131,132.
- CRADDOCK, P. T. 1995, *Early Metal Mining and Production*. - Edinburgh.
- GARBSCH, J. 1965, *Die norisch-pannonische Frauentracht im 1. und 2. Jahrhundert*. - Münch. Beitr. z. Vor- u. Frühgesch. 11, 50, Abb. 19.
- GIUMLIA-MAIR, A. 1993, Il caso di Industria, la metallurgia del bronzo e Plinio. - *Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte* 11, 52-73.
- GIUMLIA-MAIR, A. 1996, Roman copper-based finds from a Slovenian settlement site. - *Bulletin of the Metals Museum* 25, Sendai, Japan.
- GIUMLIA-MAIR A. e S. LA NIECE 1996, Early niello decoration on the silver rhyton from Trieste. - In: *The Art of the Greek Goldsmith*, London.
- HALLEUX, R. (trad.) 1981, *Les Alchimistes Grecs I*. Papyrus de Leyde, Papyrus de Stockholm, Fragments de Recettes. - Paris.
- HUGHES, M. J. e A. HALL 1979, X-ray Fluorescence Analysis of Late Roman and Sassanian Silver Plate. - *Journal of Archeological Science* 6, 4, 321-344.
- HUGHES, M. J., J. LANG, S. LA NIECE e A. ODDY 1989, Technologie de l'argenterie romaine. - In: *Trésors d'orfèverie gallo-romains*, 21-28, Paris.
- LANG, J. e M. J. HUGHES 1984, Soldering Roman Silver Plate. - *Oxford Journal of Archaeology* 3, 77-107.
- LANG, J. e M. J. HUGHES 1985, Soldering on Late Roman Silver. - In: *Argenterie Romaine et Byzantine*, 27-31, Paris.
- LANG, J., M. J. HUGHES e W.A. ODDY 1984, Report on the Scientific Examination of the Sea City Dish 62, the Achilles Dish 63 and some other items. - In: *Der spätrömische Silberschatz von Kaiseraugst*, 375-381, Derendingen.
- LA NIECE, S. 1983, Niello: an Historical and Technical Survey. - *Ant. Jour.* 63, 279-297.
- LA NIECE, S. 1993, Silvering. - In: *Metal Plating and Patination*, 201-210, London.
- MEEKS, N. 1993, Surface characterisation of tinned bronze, high tin bronze, tinned iron and arsenical bronze. - In: *Metal Plating and Patination*, 247,275, London.
- PIRZIO BIROLI STEFANELLI, L. 1992, *L'argento dei Romani, vasellame da tavola e d'apparato*. - Roma.
- PLESNIČAR-GEC, L. 1973, *Severno emonsko grobišče*. - Kat. in monogr. 8.
- PUŠ, I. 1971, *Žarnogrobiščna nekropola na dvorišču SAZU v Ljubljani. Izkopavanja v letih 1964 - 1965*. - Razpr. 1. razr. SAZU 7/1.
- PUŠ, I. 1982, *Pražgodovinsko žarno grobišče v Ljubljani*. - Razpr. 1. razr. SAZU 13/2.
- ROSTOVZEFF, M. 1941, *The Social and Economic History of the Hellenistic World II*. - Oxford.
- STRÜBEL, G. e S. H. ZIMMER, 1991, *Lexikon der Minerale*. - Stuttgart.
- THOMPSON, M. e J. N. WALSH 1983, *A Handbook of Inductively Coupled Plasma Spectrometry*. - Glasgow, London.
- The Wealth of the Roman World* 1977. - London.
- WHITTEN, D. G. A. e J. R. V. BROOKS 1990, *Dizionario di geologia*. - Milano.

Rimsko srebro in alkimistični recepti: trije primeri srebrnih zlitin iz Emone

Povzetek

Trije srebrni predmeti, fibula in dve žlički iz emonskih izkopavanj, so bili analizirani z metodo ICP. Analiza je pokazala tri različne zlitine.

V primeru žličke inv. št. G 2386 (sl. I: 3) s severnoemonskega grobišča je bila ugotovljena zelo čista srebrna zlitina, ki vsebuje komaj 2,35 % bakra. Tako zlitino so v rimskem obdobju uporabljali le za izdelovanje luksuznih predmetov.

Žlička inv. št. 2015 (sl. I: 2) s Trga republike pa vsebuje 17 % bakra. Zlitine s tako vsebnostjo bakra so služile za izdelovanje vsakdanjih uporabnih predmetov npr. ogledal, za spajkanje in za srebrenje predmetov iz drugih kovin. Antično ime za tako vrsto zlitine je *stagnum*.

Fibula inv. št. S 1508 (sl. I: 1) iz antičnih premetanih plašt na žarnogrobiščni nekropoli na vrtu SAZU pa je izdelana

iz doslej neznanne zlitine, ki vsebuje srebro, baker, arzen in antimon. Taka zlitina je znana iz alkimističnih receptov ti-

stega časa. Karakteristike zlitine in način izdelave te fibule sta predstavljena s pomočjo starih alkimističnih tekstov.

Dr. Alessandra Giunlia-Mair
Pariciusstraße 13
D-93094 Regensburg