

2. Корпусова И. В., Моисеенко Н. С. О сребрениках из коллекции Одесского археологического музея. II Международная нумизматическая конференция «Эпоха викингов в Восточной Европе в памятниках нумизматики VIII–XI вв.»: Санкт-Петербург, Старая Ладога 3–5 апреля 2015 года: Материалы докладов и сообщений. СПб., 2015. С. 206–207, № 5.
3. Котляр Н. Ф. Тёплый свет памяти. Хранитель Эрмитажа. Сборник воспоминаний и научных статей к 100-летию со дня рождения И. Г. Спасского (1904–1990). СПб., 2004. С. 36–42.
4. Люлько А. С. ЛСЗ – первый монетный двор Украины. Исследования и материалы по истории города Луганска. Вып. III. Луганск, 2005. С. 62, 71.
5. Мунчаев Р. М., Фёдоров-Давыдов Г. А. Сессия Отделения исторических наук и пленум ИИМК АН СССР. Советская археология. № 3. М., 1959. С. 276; Т.З. Археолого-этнографическая сессия Отделения исторических наук и пленум Института истории материальной культуры АН СССР. Вестник Древней истории. № 4 (70). М., 1959. С. 210; Советский Союз. № 7 (113). М., 1959. С. 34.
6. Сотникова М. П. Незабвенному учителю. Хранитель Эрмитажа. Сборник воспоминаний и научных статей к 100-летию со дня рождения И. Г. Спасского (1904–1990). СПб., 2004. С. 29.

Бугай Олександр

кандидат фізико-математичних наук,
заступник завідувача відділу ядерно-фізичних досліджень
Інституту прикладної фізики НАН України
(м. Суми, Україна)
alex.buhay@gmail.com

Мизгін Кирило

кандидат історичних наук, PhD,
ад'юнкт Інституту історії Варшавського університету
(м. Варшава, Польща)
kvmyzgin@gmail.com

**ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ВАРВАРСЬКИХ НАСЛІДУВАНЬ
РИМСЬКИХ МОНЕТ: АНАЛІЗ МЕТОДОМ PIXE**

**THE ELEMENTAL COMPOSITION OF THE BARBARIAN
IMITATIONS OF ROMAN COINS: PIXE METHOD ANALYSIS**

Вступ. Починаючи з 2015 року, Інститут археології Варшавського університету спільно з Римсько-Германською комісією Німецького археологічного інституту реалізує дослідницький проект “IMAGMA: ImaginesMaistatis”, присвячений дослідженню варварських наслідувань

римських монет¹. Ефектом цього проекту стала підготовка численних публікацій, присвячених загальним питанням їх вивчення², окремим типам золотих³ та срібних імітацій⁴, їх новим знахідкам⁵ або подібним монетам у музейних колекціях⁶. Один із напрямів досліджень у проекті – фізико-хімічне вивчення їх елементного складу. У Польщі ці дослідження були реалізовані на Хімічному факультеті Варшавського університету (керівник досліджень – проф. Б. Вагнер), у Німеччині – в лабораторії Бергбау-музею в Бохумі (керівник досліджень – проф. С. Кляйн). Для дослідження тут застосовувався метод мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою та лазерною абляцією: LA-ICP-MS (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). В Україні, з території якої походить більшість знахідок варварських наслідувань, дослідження металу цих виробів проводились Інститутом прикладної фізики Національної академії наук України, де виконуються роботи з характеристикації археологічних зразків різного походження із застосуванням аналітичного прискорювального комплексу. Перші результати цих досліджень були вже представлені на конференції «EXRS-2018: European Conference on X-Ray Spectrometry» (Любляна, Словенія, 24–29 червня 2018 року)⁷. Елементний аналіз монет проводився методом PIXE. Реєстрування характерного рентгенівського випромінювання проводилось детектором XR-100SDD Amptek. Для розрахунку концентрації використовувалося програмне забезпечення GUPIXWIN⁸.

¹Проект фінансується Національним центром науки Польщі (DEC-2014/15/G/HS3/04583); керівник проекту з боку Інституту археології Варшавського університету – проф. Александр Бурше (Aleksander Bursche), з боку Римсько-Німецької комісії – д-р Девід Вігг-Вольф (David Wigg-Wolf). Сайт проекту: <http://imagma.eu>.

² Бурше А., Вігг-Вольф Д., Мызгин К. IMAGMA: о современном изучении варварских подражаний римским монетам на территории Барбарикума. Девятнадцатая Всероссийская нумизматическая конференция. Великий Новгород, 18-22 апреля 2017 г. Тезисы докладов и сообщений. Москва, 2017. С. 27-30. Також. Dymowski A., Myzgin K. Barbarian Imitations of Roman Imperial Denarii. Imitatio Delectat. Heidelberg, 2019 (в друку). Ibidem. Dymowski A., Myzgin K. „Wspólna waluta” Barbarzyńców? Barbarzyńskie naśladownictwa denarów rzymskich z okresu Cesarstwa w skarbach znalezionych w Europie Środkowej, Wschodniej i Północnej. Archeologie barbarů 2018: Zbraně a jejich nositelé. – Brno 2019 (в друку).

³ Bursche A., Myzgin K. Die Wurzelindesgermanischen Münzwesens. Interaktion ohne Grenzen. Beispiele archäologischer Forschungen am Beginn des 21. Jahrhunderts. Schleswig, 2017. S. 443-453. Ibid. Bursche A., Niezabitowska-Wisniewska B. Two antique gold coins from Ulów in Roztocze. Studia Barbarica. Profesorowi Andrzejowi Kokowskiemu w 65. rocznicę urodzin. Tom II – Lublin 2018 – s. 248-267.

⁴ Dymowski A. The CERES Group of Barbarian Imitations of Roman Denarii. The Numismatic Chronicle. № 179. 2019. pp. 179-204. Ibid. Dymowski A. The Problem of the Presence of Barbarian Imitations of Roman Imperial Denarii in the Lands of Present-Day Poland. An Attempt at a Balance. Notae Numismatae – Zapiski Numizmatyczne. Vol. XIV. 2019. pp. 149-181.

⁵ Бурше А., Венцек Т. Новые данные к изучению варварских подражаний на территории Восточной Европы. Хронология и монетные находки позднеимперского времени и эпохи Великого переселения народов. Актуальные археологические исследования в Центральной и Восточной Европе (материалы полевого семинара на базе экспедиции возле с. Войтенки 15–17 сентября 2016 г.) (Ostrogothica–Serie (Hefte), вып. 3). — Харьков, 2018. с. 56-75. Також. Dymowski A. Two barbarian imitations of Roman Imperial denarii found in Central Poland Denarius. Slovenské národné múzeum Historické múzeum. Numizmatický časopis 7. 2018. P. 31-34.

⁶ Myzgin K., Vida I., Więcek T. Gold imitations of Roman coins from collection of Hungarian National Museum in Budapest. Studia Barbarica. Profesorowi Andrzejowi Kokowskiemu w 65. rocznicę urodzin. Tom II. Lublin, 2018. S. 222-247.

⁷ Buhay O., Bilyk V., Myzgin K., Bursche A., Shulipa R. PIXE analysis of barbarian imitations of Late Roman period coins. EXRS-2018: European Conference on X-Ray Spectrometry, Ljubljana, Slovenia, 24–29 June 2018. Book of abstracts. Ljubljana, 2018. P. 93.

⁸ Buhay O. M., Drozdenko A. A., Zakharets M. I., Ignat'ev I. G., Kramchenkov A. B., Miroshnichenko V. I., Ponomarev A. G., Storizhko V. E. Current Status of the IAP NASU Accelerator-Based Analytical Facility. Physics Procedia. № 66. 2015. P. 166-176.

Ці матеріали становлять коротке і проміжне підсумовування досліджень, а їх розширена публікація нами готується до друку. Проте перед тим, як перейти безпосередньо до самих результатів аналізів, дозволимо собі пояснити, в чому полягає суть методу PIXE і які його переваги порівняно з більш традиційним для нумізматики методом XRF.

Опис методики

Аналітична установка, побудована на основі компактного електростатичного прискорювача Інституту прикладної фізики НАН України, дозволяє вивчити структуру та склад різних матеріалів за допомогою спектрометрії резерфордівського зворотного розсіювання (RBS), аналізу ядер віддачі (ERDA), аналізу резонансних ядерних реакцій (NRA), протонно-індукованої рентгенівської емісії (PIXE), люмінесценції, індукованої іонним пучком (IBIL), тощо. Протонно-індукована рентгенівська емісія (PIXE) – одна з найбільш широко використовуваних аналітичних методик, заснована на опроміненні зразка прискореним іонним пучком. За своєю суттю PIXE – це метод, що базується на детектуванні і подальшому аналізові характеристичного рентгенівського випромінювання, який може бути використаний для неруйнівного одночасного елементарного аналізу твердих, рідких або аерозольних зразків. Спектр рентгенівських променів генерується високоенергетичними іонами, що збуджують електрони внутрішньої оболонки в атомах мішені. Вибивання цих електронів із внутрішньої оболонки призводить до переходів електронів зовнішніх оболонок на утворені вакансії, що, у свою чергу, приводить до емісії рентгенівських променів. Набір енергій та співвідношення інтенсивностей рентгенівських променів, які випромінюються, – унікальні для хімічних елементів, з яких вони походять, а кількість випромінюваних рентгенівських променів завжди пропорційна кількості відповідного елемента в досліджуваному зразку.

Метод PIXE має ряд переваг порівняно з іншими методами аналізу, зокрема, високу чутливість (декілька ppm або більше); швидкість (кілька хвилин на зразок); неруйнівний характер аналізів; здатність до багатоелементного аналізу (майже вся періодична таблиця охоплена одним аналізом з невеликими варіаціями чутливості); просторова роздільна здатність (з роздільною здатністю мікропроменя становить $\sim 1 \mu\text{m}$); універсальність (може використовуватися майже для всіх видів об'єктів); можливість отримання двовимірного картування. Порівняно з іншими поширеними методами, заснованими на рентгенівській спектрометрії (рентгенівська флуоресценція (XRF) та енергетично-дисперсна рентгенівська спектрометрія (EDS)), PIXE має дві ключові переваги: значно нижчі межі виявлення через у 1000 разів нижчий фон гальмівного випромінювання та можливість сфокусувати іонний промінь і отримати просторову роздільну здатність до $1 \mu\text{m}$ (μPIXE).

Результати аналізів

У рамках проекту методом PIXE була проаналізована серія варварських наслідувань римських монет, знайдених на території України (походять із приватної колекції), кількістю 37 екземплярів. За зовнішніми характеристиками вони були поділені на п'ять груп: 1) монети зі сплавів на основі срібла; 2) монети із залишками срібного плакування з ядром зі сплавів бронзи; 3) монети зі сплавів бронзи; 4) плаковані золотом монети з ядром на основі міді або сплаву бронзи; 5) монети зі сплаву на основі золота. Кожна монета групи була проаналізована з використанням методу головних компонент (principal component analysis). Нижче наведено коротку характеристику кожної групи.

Аналіз монет першої групи (Рис. 1), тобто монет зі сплавів на основі срібла (16 монет), показав, що відсоток срібла в них коливається між 84.89 та 98.21 %. Монети цієї групи, де вміст срібла нижчий ніж 90 %, мають дещо підвищений відсоток міді (до 12.22 %). У двох випадках був зафіксований підвищений вміст йоду: 3.95 % (при 0.89 % хлору, 4.54 % міді та 87.73 % срібла) (Рис. 1: I.14) та 7.24 % йоду (при 1.47 % хлору, 3.78 % міді та 84.89 % срібла) (Рис. 1: I.11). Вважаємо, що наявність решток йоду пов'язана із сучасною консервацією монети. Додамо, що зразки I.1, I.2, I.3 та I.6 можуть бути плакованими (вони відносяться до групи наслідувань, виокремленої О. В. Анохіним¹), хоча й мають вигляд срібних, із незначними плямами корозії. Аналіз показав високий вміст срібла у цих зразках.

Монети другої групи – тобто із добре помітними залишками срібного плакування з ядром зі сплавів бронзи – були представлені чотирма зразками (Рис. 2). Під час досліджень були проаналізовані тільки серцевини монет, тоді як плакування з об'єктивних причин не вивчалось. Слід відмітити, що всі чотири зразки об'єднував високий уміст міді та олова, хоча співвідношення цих елементів у кожній монеті відрізнялося: від 40.54 % до 73.99 % міді та від 14.11 % до 53.77 % олова. Домішками до цього сплаву були хлор, кальцій, залізо та свинець. Можна допустити, що для виготовлення ядра таких монет майстри строго не дотримувалися процентного співвідношення міді та олова, адже головною метою було виготовлення міцної «основи», на якій міг би розміститися шар срібла.

Монети, які були віднесені до третьої групи, тобто виготовлені тільки зі сплавів бронзи, представлені шістьма зразками (Рис. 3). У всіх випадках мідь виступає переважаючим елементом, але при різному співвідношенні з оловом. Відмітимо, що як і в попередньому випадку, елементний склад монет цієї групи досить різноманітний, хоча найбільше він подібний у зразках III.1, III.2 та III.6. Монети III.4 та III.5 дещо відрізняються одна від одної. Так, у складі наслідування типу «крокуючого Марсу» (III.4), окрім міді (59.44 %) та олова (8.7 %) міститься досить велика частка свинцю (13.88 %), у невеликих розмірах присутні також хлор, кальцій, хром, цинк і навіть срібло та золото

¹ Анохін О. До питання часу карбування та обігу варварських наслідувань. Актуальні проблеми нумізматики у системі спеціальних галузей історичної науки: тези доповідей V міжнародної наукової конференції. Меджибіж – Переяслав-Хмельницький – Кропивницький – Київ, 2018. С. 35-38.

(Рис. 3: III.4). Зразок III.5 одночасно містить досить великі частки міді (37.67 %), олова (27.05 %) та свинцю (22.78 %), але також присутні домішки хлору, кальцію, заліза, цинку та арсену (миш'яку) (Рис. 3: III.5). На нашу думку, майже всі ці монети, що були віднесені нами до «сплавів бронзи», насправді виявилися серцевинами плакованих золотом або сріблом наслідувань, на яких із часом був повністю втрачений верхній шар. Про це можуть свідчити невеликі відсотки срібла та золота у складі монет, які зовнішньо ознак плакування не мають: III.2 та III.6 (відмітимо також, що остання монета не містить олова). Проте монета з типом «крокуючого Марсу в цьому становить виняток, хоча треба брати до уваги, що вона, ймовірно, була відкарбована в іншому, а саме Північнокавказькому, регіоні.

Четверту групу складають плаковані золотом монети – 10 екземплярів. Під час проведення досліджень частини з них окремо вивчалися плакування та ядро (усього п'ять монет). Практично, у всіх таких випадках (Рис. 4; 5: IV.5) ядро містило більшість міді (від 54.22 % до 74.07 %), а плакування – більшість золота (від 59.97 % до 93.2 %). Тільки в одному випадку (зразок IV.3) і плакування, і ядро містило великий відсоток міді. На наш погляд, це можна пояснити помилкою під час проведення аналізу: він був зроблений на ділянці, яка містила тонкий шар золота та рештки металу з ядра. Видається, що чим більше монета має слідів корозії та втрат плакування, тим більша ймовірність «забруднення» даного шару сусіднім шаром. Це ілюструється конкретними прикладами: у зразку IV.1, який має численні сліди корозії, при 73.19 % міді ядро має 9.84 % золота, і навпаки – плакування при 59.97 % золота має 25.42 % міді (Рис. 4: IV.1). Подібне «перемішування» елементів можна спостерігати і на зразку IV.2, який також має поганий стан збереження (Рис. 4: IV.1). А ось, наприклад, зразок IV.4, на якому плакування зберглося у великій мірі, золото складає 93.2 %, тоді як ядро – 69.5 % міді, 14.23 % олова та 7.67 % кремнію (Рис. 4: IV.4). На зразку IV.5, де посередині монети добре зберігся шар золота, теж більш-менш «чисті» показники: у плакуванні 64.66 % золота і невеликий (5.65 %) домішок міді (проте тут дивує високий – 17.31 % – вміст кальцію), а в ядрі – 54.22 % міді, 12.41 % олова та 18.64 % кремнію, при чому майже відсутнє золото (Рис. 5: IV.5). Також треба відмітити схожість відсоткового та елементного складу ядра плакованих золотом монет зі зразками з другої та третьої груп (див. вище).

Інші показники дали аналізи монет, де не проводилось окреме дослідження ядра і плакування. Так, на зразку IV.6, на якому верхній шар дуже добре зберігся, показник золота склав 65.31 %, тоді як міді – 24.17 % (Рис. 5: IV.6). А на чотирьох зразках поганого стану збереженості (IV.7 – IV.10) золото у невеликих кількостях наявне тільки у монетах IV.7 та IV.10: відповідно 20.64 та 15.63 %, і всі вони містять великий процент міді: від 66.37 до 89.14 % (Рис. 5: IV.7 – IV.10). Для нас цікавий також невеликий процент ртуті (0.06 %) у зразку IV.7, що, ймовірно, свідчить про застосування методу амальгамації під час продукції цих монет.

П'ята група монет – наслідування зі сплаву на основі золота – представлена тільки одним зразком: типу «Александрія Троадська» [пор.: 2,

с. 86, рис. 2: 2]. Зразок показав великий вміст золота (88.49 %) а також немалий відсоток срібла (7.82 %). Інші елементи були представлені у значно менших пропорціях: олово (1.34 %), мідь (1.07 %), нікель (0.8 %), залізо (0.11 %) (Рис. 5).

Висновки

Результати аналізів дозволяють зробити такі перші висновки та спостереження:

1. Наслідкування денаріїв, представлені у підбірці, були виготовлені з досить високим вмістом срібла, що майже відповідає хімічному складу оригінальних римських денаріїв.

2. Ядро плакованих сріблом або золотом монет було виготовлено з бронзи, з різними співвідношеннями міді та олова. При цьому співвідношення елементів у кожній монеті підбірки відрізняються, що може свідчити про відсутність стандарту при виготовленні серцевин монет давніми майстрами.

3. Золото, яке використовувалося для плакування або виготовлення цільних монет, було досить високої якості. Домішки міді, олова та інших елементів у золоті з шару плакування, ймовірно, слід пояснювати його «забрудненням» металом із серцевин монет.

Крім того, результати досліджень показали необхідність ретельного вивчення зразка для проведення аналізів методом РІХЕ. Перед усім це стосується плакованих сріблом або золотом екземплярів. Зокрема, необхідне визначення конкретних місць досліджень на монеті (ядра та плакування), а також складання якомога детальної «біографії» предмета після знахідки: характеру ґрунту, в якому він був знайдений, характеру реставрації та консервації (передусім, які речовини були при цьому застосовані) тощо.

Додаток 1

Список монет з досліджень

- I.1: Шаргородський район, Вінницька область [Ан-840/с]
- I.2: Хмельницька область [публікується вперше]
- I.3: Хмельницька область [Ан-51/с]
- I.4: Новоушицький район, Хмельницька область [Ан-1154/с]
- I.5: Новоушицький район, Хмельницька область [Ан-1153/с]
- I.6: Волинська область [Ан-82/с]
- I.7: Україна (без зображення)
- I.8: Околиці м. Калинівка, Вінницька область [Ан-1212/с]
- I.9: Хмельницька область [Ан-561/с]
- I.10: Сквирський район, Київська область [Ан-1210/с]
- I.11: Дніпропетровська область [Ан-404/с]
- I.12: Тернопільська область [Ан-507/с]
- I.13: Житомирська область [Ан-1210/с]
- I.14: Хмельницька область [Ан-269/с]
- I.15: Черкаська область [Ан-507/с]

- I.16: Городоцький район, Хмельницька область [Ан-1332/с]
- II.1: с. Іващенко, Хорольський район, Полтавська область [Ан-342/с]
II.2: Вінницька область [Ан-171/с]
II.3: Хмельницька область [публікується вперше]
II.4: Кельменецький район, Чернівецька область [Ан-438/с]
- III.1: Хмельницька область [Ан-386/с].
III.2: Бершадський район, Вінницька область [Ан-944/с]
III.3: с. Івашківці, Новоушицький район, Хмельницька область [Ан-633/с]
III.4: Крим [публікується вперше]
III.5: Кельменецький район, Чернівецька область [Ан-1144/с]
III.6: Околиці м. Звенигородка, Черкаська область [Ан-65/з]
- IV.1: Новоселицький район, Чернівецька область [Ан-87/з]
IV.2: Околиці м. Хорол, Хорольський район, Полтавська область [Ан-227/з]
IV.3: Дунаєвецький район, Хмельницька область [Ан-57/з]
IV.4: Вінницька область [Ан-81/з]
IV.5: Тальнівський район, Черкаська область [Ан-121/з]
IV.6: Київська область [Ан-59/з]
IV.7: Чемеровецький район, Хмельницька область [Ан-205/з]
IV.8: Тернопільська область [Ан-54/з]
IV.9: Волинська область [Ан-54/з]
IV.10: Тульчинський район, Вінницька область [Ан-55/з]
- V.1: м. Іллінці, Вінницька область¹.

Скорочення

Ан – Анохин О. В. Каталог варварских подражаний римским монетам (<http://barbarous-imitations.narod.ru>); /с – наслідування срібних монет; /з – наслідування золотих монет.

¹ Бурше А., Венцек Т. Новые данные к изучению варварских подражаний на территории Восточной Европы. Хронология и монетные находки позднеимперского времени и эпохи Великого переселения народов. Актуальные археологические исследования в Центральной и Восточной Европе (материалы полевого семинара на базе экспедиции возле с. Войтенки 15–17 сентября 2016 г.) (Ostrogothica–Serie (Hefte), вып. 3). — Харьков, 2018. С. 86, рис. 2: 2.

Ілюстрації

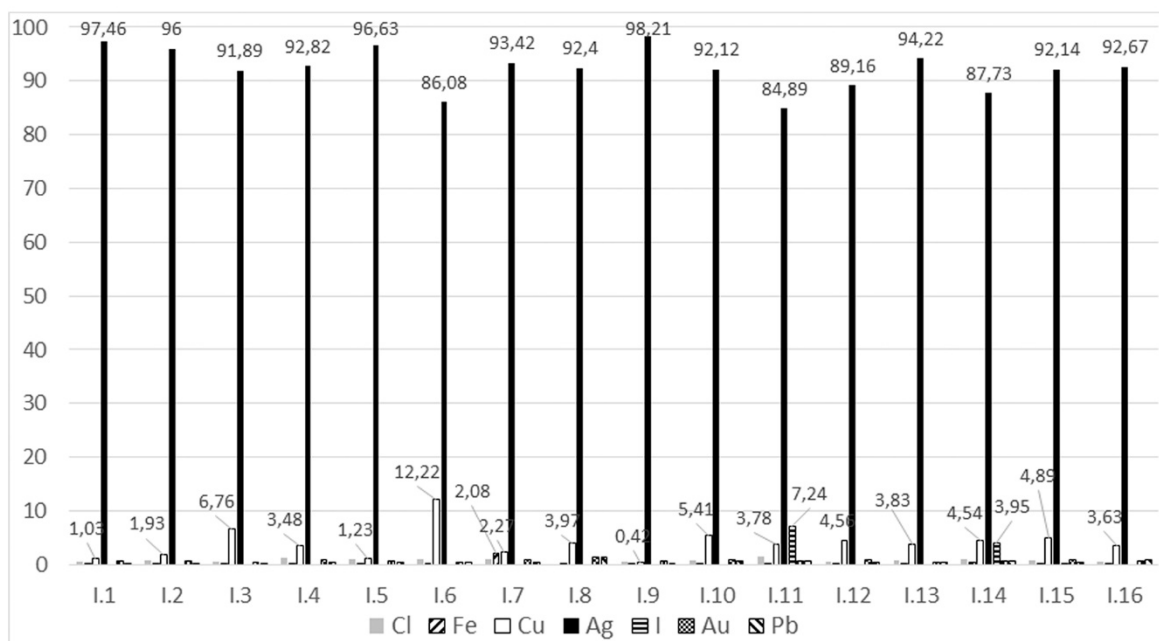
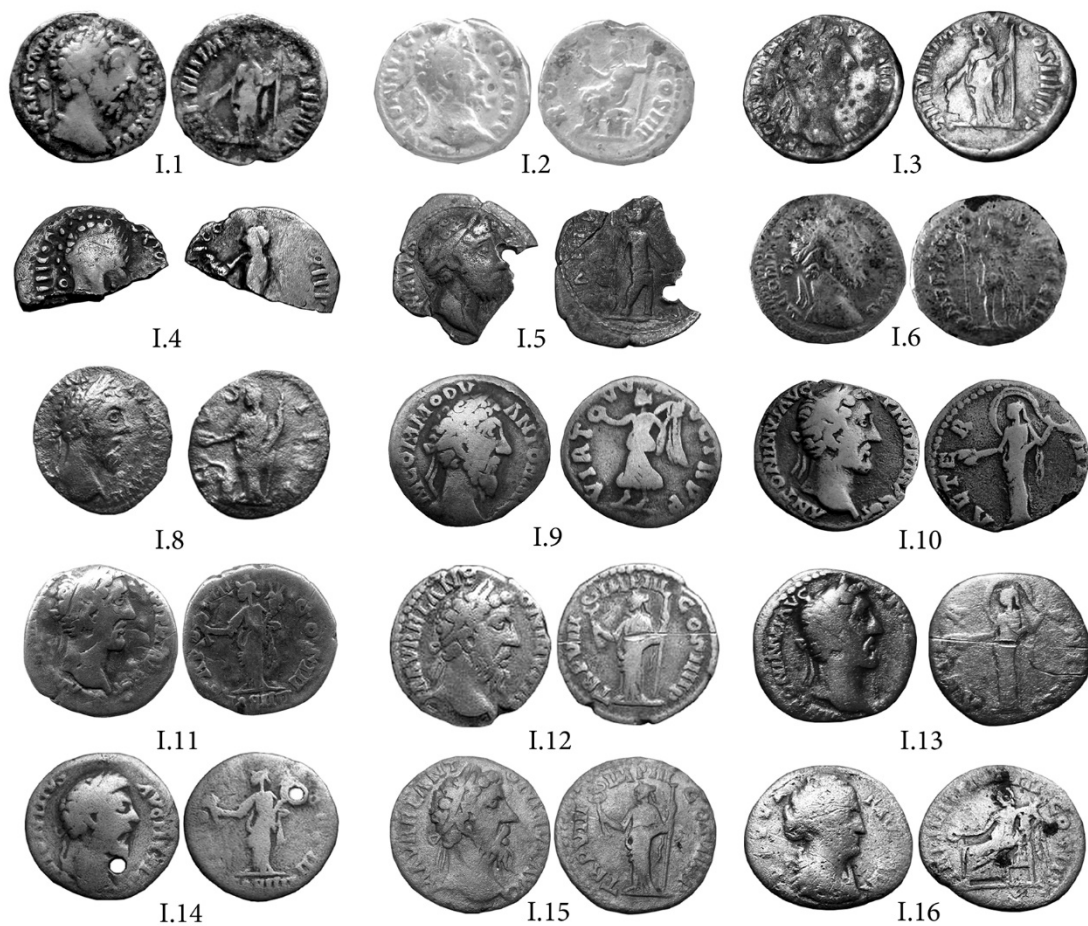


Рис. 1. Монети зі сплавів на основі срібла та їх хімічний склад (номери відповідають номерам у Додатку 1).

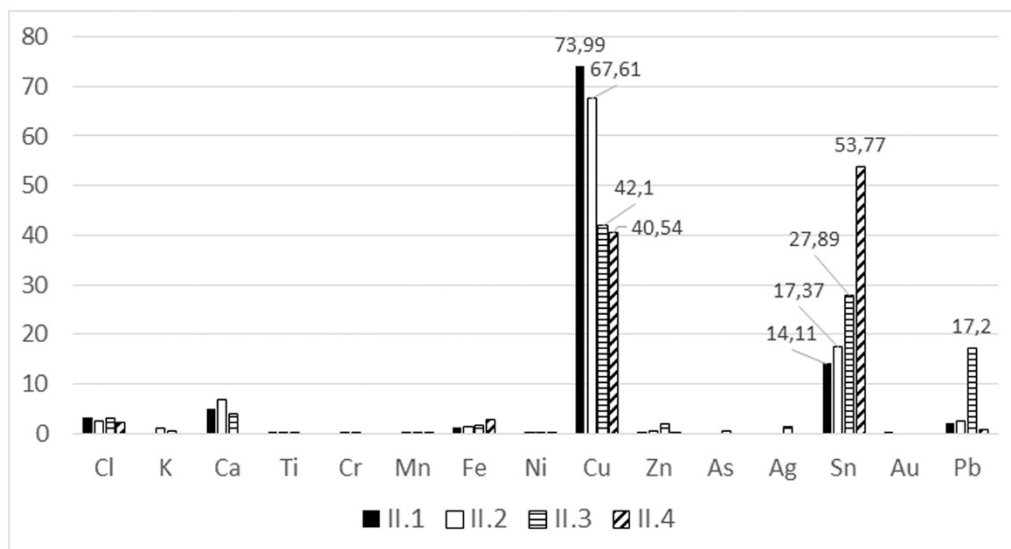


Рис. 2. Монети з залишками срібного плакування з ядром зі сплавів бронзи та їх хімічний склад (номери відповідають номерам у Додатку 1).

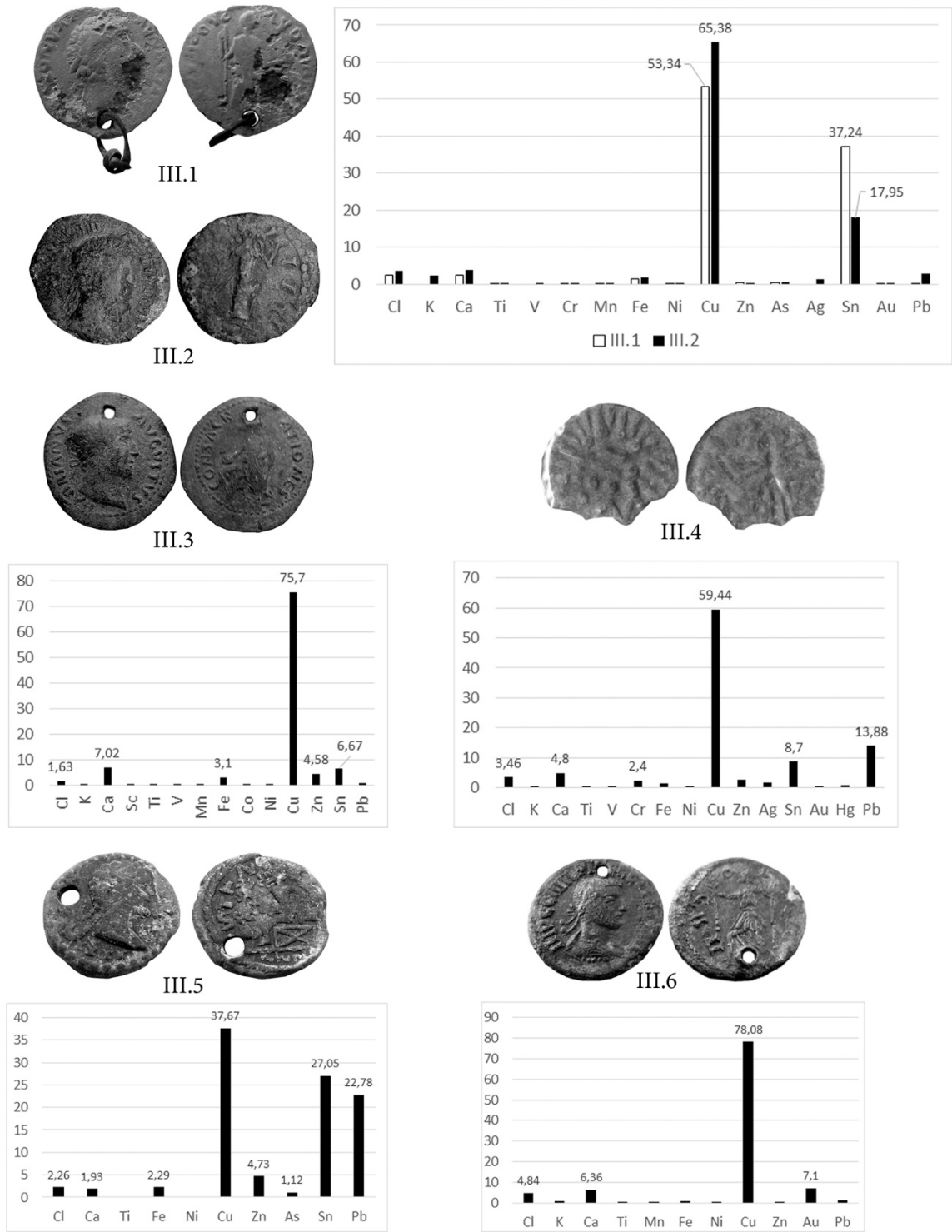
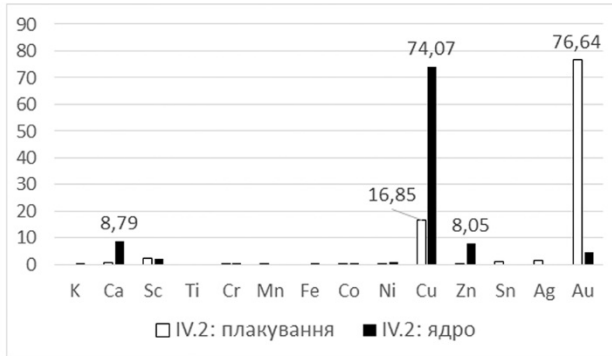
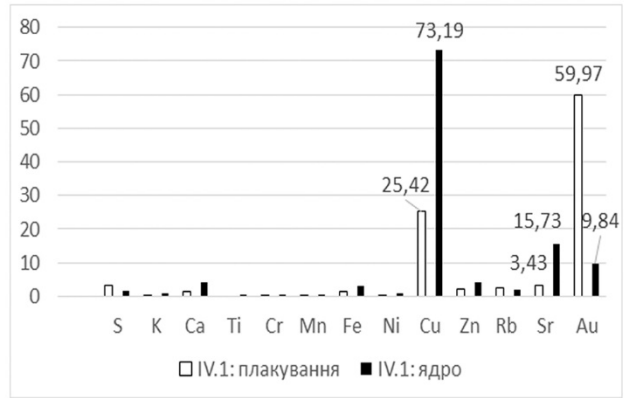


Рис. 3. Монети зі сплавів бронзи та їх хімічний склад (номери відповідають номерам у Додатку 1).



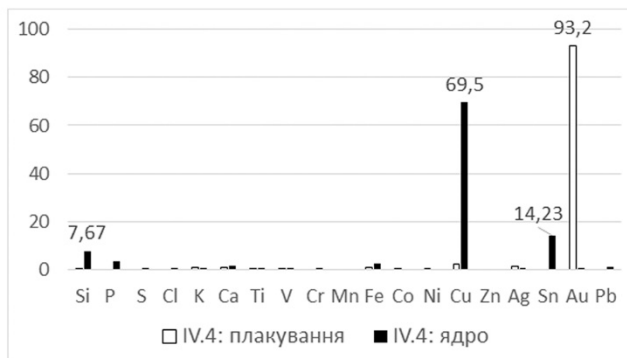
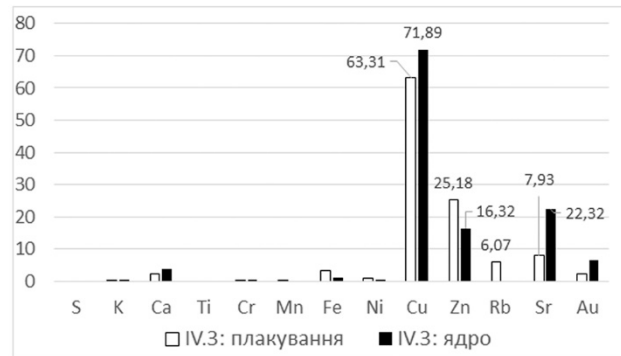
IV.1



IV.2

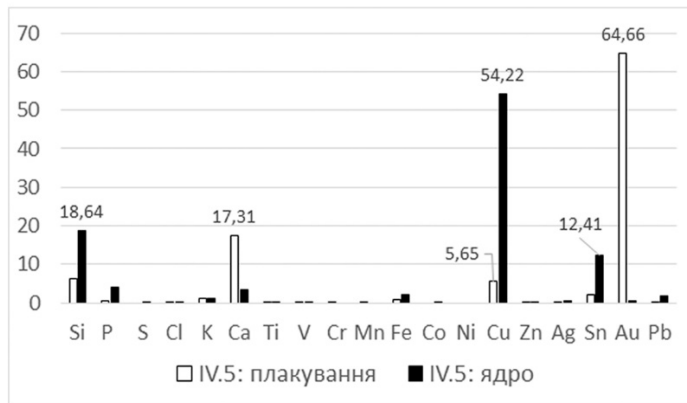


IV.3



IV.4

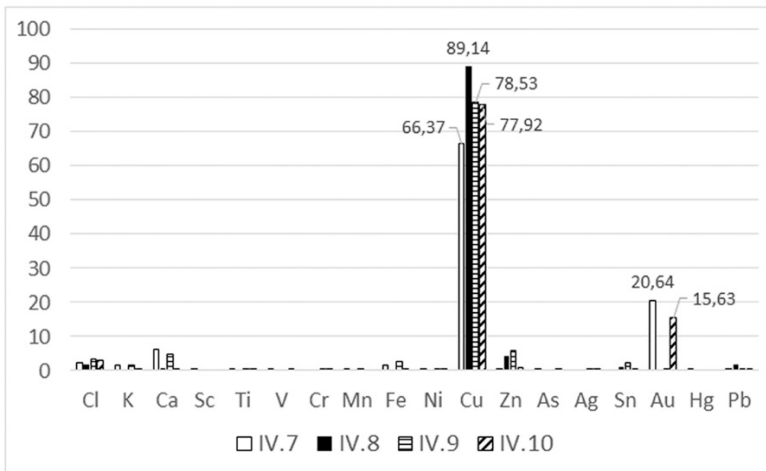
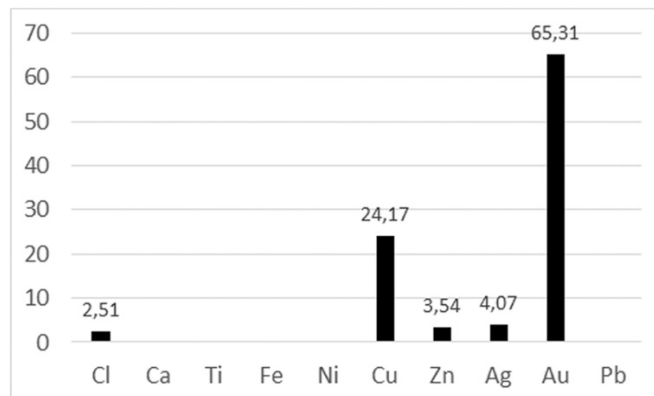
Рис. 4. Плаковані золотом монети з ядром на основі міді або сплаву бронзи та їх хімічний склад (номери відповідають номерам у Додатку 1).



IV.5



IV.6



IV.7



IV.8



IV.9



IV.10

Рис. 5. Плаковані золотом монети з ядром на основі міді або сплаву бронзи та їх хімічний склад (номери відповідають номерам у Додатку 1).



V.1

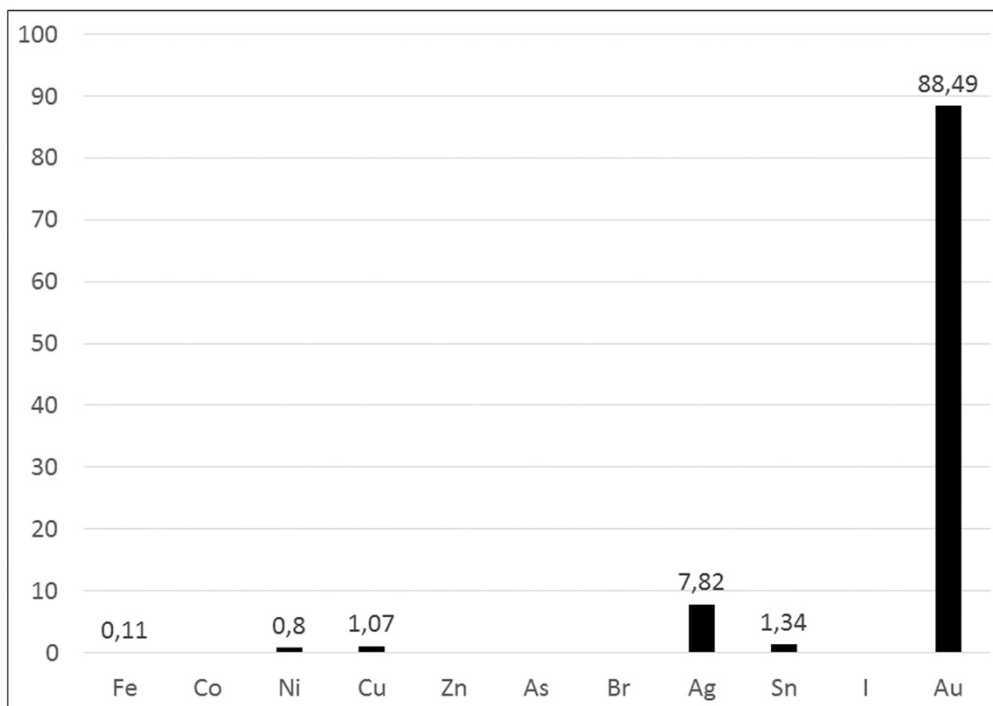


Рис. 6. Монета зі сплаву на основі золота та її хімічний склад (номер відповідає номеру в Додатку 1).

Література:

1. Анохін О. До питання часу карбування та обігу варварських наслідувань. Актуальні проблеми нумізматики у системі спеціальних галузей історичної науки: тези доповідей V міжнародної наукової конференції. Меджибіж – Переяслав-Хмельницький – Кропивницький – Київ, 2018. С. 35-38.
2. Бурше А., Венцек Т. Новые данные к изучению варварских подражаний на территории Восточной Европы. Хронология и монетные находки позднеримского времени и эпохи Великого переселения народов. Актуальные археологические исследования в Центральной и Восточной Европе (материалы полевого семинара на базе экспедиции возле с. Войтенки 15–17 сентября 2016 г.) (Ostrogothica–Serie (Hefte), вып. 3). — Харьков, 2018. С. 56-75

3. Бурше А., Вигг-Вольф Д., Мызгин К. IMAGMA: о современном изучении варварских подражаний римским монетам на территории Барбарикума. Девятнадцатая Всероссийская нумизматическая конференция. Великий Новгород, 18-22 апреля 2017 г. Тезисы докладов и сообщений. Москва, 2017. С. 27-30.
4. Buhay O., Bilyk V., Myzgin K., Bursche A., Shulipa R. PIXE analysis of barbarian imitations of Late Roman period coins. EXRS-2018: European Conference on X-Ray Spectrometry, Ljubljana, Slovenia, 24–29 June 2018. Bookofabstracts. Ljubljana 2018. P. 93.
5. Buhay O. M., Drozdenko A. A., Zakharets M. I., Ignat'ev I. G., Kramchenkov A. B., Miroshnichenko V. I., Ponomarev A. G., Storizhko V. E. Current Status of the IAP NASU Accelerator-Based Analytical Facility. *Physics Procedia*.— № 66. 2015. P. 166-176.
6. Bursche A., Myzgin K. Die Wurzelndesgermanischen Münzwesens. Interaktion ohne Grenzen. Beispiele archäologischer Forschungen am Beginn des 21. Jahrhunderts. Schleswig, 2017. S. 443-453.
7. Bursche A., Niezabitowska-Wiśniewska B. Two antique gold coins from Ulów in Roztocze. *Studia Barbarica. Profesorowi Andrzejowi Kokowskiemu w 65. rocznicę urodzin. Tom II. Lublin, 2018 – S. 248-267.*
8. Dymowski A. Two barbarian imitations of Roman Imperial denarii found in Central Poland Denarius. *Slovenské národné múzeum Historické múzeum. Numizmatický časopis 7. 2018. P. 31-34.*
9. Dymowski A. The CERES Group of Barbarian Imitations of Roman Denarii. *The Numismatic Chronicle. № 179. 2019. P. 179-204.*
10. Dymowski A. The Problem of the Presence of Barbarian Imitations of Roman Imperial Denarii in the Lands of Present-Day Poland. An Attempt at a Balance. *Notae Numismatae – Zapiski Numizmatyczne. Vol. XIV. Krakow, 2019. P. 149-181.*
11. Dymowski A., Myzgin K. Barbarian Imitations of Roman Imperial Denarii. *Imitatio Delectat. Heidelberg, 2019 (у друці).*
12. Dymowski A., Myzgin K. „Wspólna waluta” Barbarzyńców? Barbarzyńskie naśladownictwa denarów rzymskich z okresu Cesarstwa w skarbach znalezionych w Europie Środkowej, Wschodniej i Północnej. *Archeologie barbarů 2018: Zbraně a jejich nositelé. Brno, 2019 (у друці).*
13. Myzgin K., Vida I., Więcek T. Gold imitations of Roman coins from collection of Hungarian National Museum in Budapest. *Studia Barbarica. Profesorowi Andrzejowi Kokowskiemu w 65. rocznicę urodzin. Tom II. Lublin, 2018. S. 222-247.*