

ИЗУЧЕНИЕ ПОДВОДНОГО АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ КРЫМА. РАННЕВИЗАНТИЙСКИЕ АМФОРЫ С КОРАБЛЕКРУШЕНИЯ У МЫСА ПЛАКА. АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ И АРХЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Начиная с 1991 года ученые Центра подводной археологии Киевского национального университета имени Тараса Шевченко (КНУ), под руководством к.и.н. С.М. Зеленко проводили разведки прибрежной полосы между городами Алушта и Гурзуф (Зеленко 2008: 82-108). С 1991 по 1995 год у мыса Плака было обследовано несколько мест концентрации керамического материала (рис. 1) (Зеленко 1999, Зеленко 2008: 82-93). Исследования были продолжены в 2006-2009 годах. На дне между большими валунами и почти выходящими на поверхность подводными скалами, на глубине около 10 метров были обнаружены развалы керамики. Среди подводных камней были также зафиксированы фрагменты свинцовых листов. По предположению археологов они могли быть фрагментами обшивки древнего судна (Зеленко 1999: 68).

На побережье между городом Алушта и горой Аю-Даг акватория мыса Плака является единственным безопасным местом для защиты кораблей от штормовых волн. Здесь в античности располагалась небольшая торговая фактория Лампад, которая упоминалась древними авторами (Зеленко 1999: 69). В средние века под горой Аю-Даг возникло крупное торговое поселение Партенит с портом и верфями, о чем сообщают средневековые письменные источники и подтверждают наземные раскопки археологов (Паршина 1991: 65-66, Фирсов 1990: 96-99). По нашему мнению, короткий маршрут от Синопа до побережья у горы Аю-Даг, описанный в портоланах, считался самым оптимальным и безопасным для сообщения между северным и южным побережьями Черного моря. Именно его, вероятно, предпочитали многие средневековые мореплаватели. При этом, участок побережья у горы Аю-Даг был наиболее удобным как северный оконечный пункт, а Синоп – как южный (рис. 2).

Аквалангисты КНУ провели обследования шельфа и обнаружили естественную грядку, которая идет от мыса в море. В наше время она покрыта водой. Учитывая данные исследований о колебаниях уровня Черного моря (Бруяко, Карпов 1992: 89), мы предполагаем, что эта грядка в античное время возвышалась над водой и могла служить естественным портовым молем, который усиливал защиту бухты от восточных ветров. В средние века, когда уровень моря повысился, естественная грядка потеряла свое защитное значение, и портовая часть поселения переместилась на западную сторону мыса Плака, что подтверждается распределением археологического материала.

Анализ топографии находок, их состава и хронологии позволил локализовать в прибрежных водах мыса Плака два средневековых кораблекрушения VI–VII и IX–X вв. (Зеленко 1999).

В этой статье мы публикуем керамический материал ранневизантийского кораблекрушения VI–VII вв. На месте гибели корабля подводные археологи обнаружили множество фрагментов амфор, в основном двух классов – LRA 1 и «саггот». Находки с кораблекрушения у Плаки хранятся в фондах Алуштинского краеведческого музея (рис. 3; 4) и Центра подводной археологии КНУ. В экспозиции музея Алушты выставлены две целые амфоры «саггот» (рис. 4: 1,3).

Амфорный материал ранневизантийского кораблекрушения стал предметом археологических и археометрических (химических и петрографических) исследований, проведенных совместно украинско-французской группой ученых в рамках научной программы «ДНППРО» (руководитель украинской группы исследователей КНУ – Я.И. Морозова, руководитель французской группы исследователей Керамологической лаборатории CNRS UMR 5138, г. Лион – С.Й. Ваксман). Петрографические анализы были проведены турецким исследователем М. Чолаком на факультете геологии Университета ‘Dokuz Eylül’ в Измире (Турция). Для сравнительного анализа были привлечены результаты исследований амфор данных классов, найденных на памятниках Восточного Средиземноморья и Южного Причерноморья.

КЛАСС LRA 1

Для средиземноморского мира амфора класса LRA 1 представляет собой классический пример сосуда для транспортировки товаров. Она получила свое имя Late Roman Amphora 1 (позднеримская амфора 1) благодаря исследователю Дж. Райли, который в 1979 опубликовал римские амфоры из раскопок Бенгази в Ливии (Riley 1979: 91-467). С тех пор название закрепилось в научной литературе.

Светлоглиняные амфоры с яйцевидным корпусом и рифлением типа «набегающая волна», или LRA 1, были широко распространены от Великобритании до побережья Черного моря, включая весь Средиземноморский регион в позднеантичный – ранневизантийский период (Empereur, Picon 1989: 236). Начиная с V века они в большом количестве поступают в западные порты: в Британию (Tomber, Williams 1986: 47-48) и Испанию (Expósito Álvarez, Bernal Casasola

2007; Vargas 2011: 78-82). Эти амфоры находят на археологических памятниках по всему Средиземноморью, включая Северную Африку (Majcherek 2004; Peacock, Williams 1986: 186, fig. 105; Pieri 2005: 70-75, fig. 32; 33), в местах дислокации войск на нижнем Дунае (Swan 2004: 371-373) и в причерноморских городах, в том числе на побережье Крыма и Кавказа (Кузманов 1985: 18, табл. 8; 9; 33; Романчук, Сазанов, Седикова 1995: 29-33, табл. 10; 12; 14-16; Сазанов 1991: 64-66, рис. 8; Якобсон 1979: 10-11, рис. 2: 6; Böttger 1982: 45-47; Oraït 2004: 294-295; Scorpan 1977: 277-278, fig. 12: 1-3).

В регионе Северного Причерноморья ранний вариант LRA1 был найден на могильнике Нейзац (Власов, Смокотина, Храпунов 2011: 188-189, рис. 21: 1-4) и в Керчи (Смокотина 2014). Амфоры этого класса из ранневизантийских комплексов Херсонеса наиболее детально опубликованы А.И. Романчук, А.В. Сазановым и Л.В. Седиковой (Романчук, Сазанов, Седикова 1995). В статье Г.Д. Белова упоминаются две целые амфоры LRA 1 и «саггот», найденные в винодельне (Белов 1950: 118-120, рис. 14; 15).

С накоплением археологического материала росло и количество классификационных схем (Arthur 1998; Empereur, Picon 1989; Panella 1986; 2001; Pieri 2005; Reynolds 2005; 2007; Riley 1979; Williams 2005a; 2005b; 2005c).

Ключевыми работами по происхождению, типологическому и археометрическому анализам этого класса сосудов можно считать публикацию Амперора и Пикона (Empereur, Picon 1989) и наиболее современную классификацию Д. Пиери, который предложил разделить амфоры на два больших морфологических поколения «*grandes generations morphologiques*» – LRA 1A и LRA 1B с их переходными вариантами (Pieri 2005).

Питер ван Алфен опубликовал амфоры LRA1 и LRA2, поднятые с византийского кораблекрушения VII века у Ясси Ады в Средиземном море, недалеко от берегов Турции. Автор предложил разделить амфоры LRA1 на 11 типов и датировать их 625/26 гг. н.э. (van Alfen 1996). Хронология керамического комплекса, как и самого кораблекрушения, базировалась на находках монет (van Alfen 1996: 210). Количество целых и реконструированных форм составило 71 единицу, что дало американским ученым отличную базу для разработки детальной классификации амфор.

Несмотря на визуальную схожесть амфор из кораблекрушения у мыса Плака с сосудами, найденными в Турции, применить типологию П. ван Альфена для крымских находок оказалось довольно сложно ввиду практически полного отсутствия в коллекции полных форм и, следовательно, возможности точно определить их размеры и объем¹. Поэтому в нашем анализе мы решили опереться на работу Д. Пиери, который использовал не только целые сосуды, но и отдельные фрагменты – горла и донья, найденные на различных археологических памятниках, в том числе и во Франции.

¹ У Плаки были обнаружены в основном разрозненные обломки: верхние части, донья и стенки.

Переходя к анализу морфологических особенностей, необходимо отметить, что форма этих амфор значительно видоизменялась на протяжении веков, а хронологические рамки существования LRA 1 определяются весьма широко – от самой ранней даты – IV века до VII, и даже начала VIII века (Sodini, Villeneuve 1992: 197). При таком широком временном диапазоне для уточнения дат и периодов существования LRA 1 надежными источниками служат, как хорошо датированные слои наземных памятников, например, Херсонеса, Добруджи, Афинской Агоры, Рососа, Селевкии Пиерии, могильников и др., так и кораблекрушения с нумизматическим материалом, например, у Ясси Ады.

Вопрос происхождения и производства LRA1 также широко обсуждается в литературе. Регионами производства считаются Крит (Pieri 2005: 70, fig. 26), Египет (Hayes 1976; 1980: fig. 15), Сицилия (Amari 2008), остров Кос (Diamanti 2010; Poilou-Papadimitriou, Didioumi 2010), остров Родос и бухта Ичмелер (Мармарис) (Empereur, Picon 1988). Обнаруженные печи в заливе Александретты (современный залив Искендерун), вдоль Киликийского побережья и в северной Сирии добавили в этот список регион Антиохии (Empereur, Picon 1986: 236-243; Reynolds 2005: 565; 2007; 2008: 70-72; Williams 1982: 102-103, fig. 1; Williams 2005b: 163, 166) и район Тарсуса (Empereur, Picon 1989: 236-243). Дальнейшие петрографические анализы продукции керамических печей, раскопанных в Антиохии (Селевкия, Росос), в Киликии (Юмурталики и Солес) и на Кипре (Курион), указали на два основных очага производства – Киликию (Северную Сирию) и Кипр (Williams 2005a; 2005b). Также, вероятно, в производство были вовлечены и другие мелкие керамические мастерские (Williams 2005b: 167). Продукцию Киликии подтверждают находки нескольких керамических печей в Элаиусса Себасте и Соли-Помпеиполисе (Demesticha 2013: 171). На острове Кипр мастерские были обнаружены в Пафосе, Амагусе, Курионе и Зиги-Петрини (Demesticha, Michaelides 2001; Manning, et al 2000). Следует отметить, что находки амфор с печей Пафоса, Зиги и Амагуса датированы VI–VII веками (Demesticha 2013: 171).

ТИПОЛОГИЯ АМФОР LRA1

В нашей статье, напечатанной в сборнике «LRCW 4» (Waksman, et al 2014) была предложена предварительная типология амфор LRA 1. Здесь же даем расширенный типологический анализ с изменениями.

Мы разделили амфоры Плаки на два типа в соответствии с их внешними характеристиками: формой и внутренним диаметром горла и венчика. Расположение ручек также учитывалось, а форма ручек в сечении приводится только в описании. Несколько фрагментов доньев округлой формы, принадлежащих, амфорам этого класса, сложно точно соотнести с каким-то определенным типом сосудов (рис. 13: BZY153).

Амфоры типа 1 разделены на варианты А, В и С. Варианты А и В с условно цилиндрическим горлом отличаются друг от друга величиной внутреннего ди-

аметра венчика (А – 5,0-6,0 см, В – 7,0-8,0 см); вариант С – сосуды с горлом в форме раструба и с внутренним диаметром венчика 7,0-8,0 см.

Тип 1 (рис. 3: 1-4; 5; 6; 7). Это сосуды с вертикальным подтреугольным или валикообразным венчиком, внешний контур которого оформлен двумя реберчатыми выступами. Нижнее ребро зачастую выражено достаточно отчетливо (рис. 5: *BYZ934*, *BYZ935*, *BYZ933*, *BZY 50*; 6: *BYZ930*, *BYZ931*, *BZY47*, *BZY10*, *BZY11*); в двух случаях оно оформлено в виде острого выступа, загнутого вниз (рис. 6: *BZY48*, *BZY9*); в одном случае – ребро сглажено и слабо заметно (рис. 6: *BYZ932*). Верхний внешний край подтреугольного венчика или заострен или округлый. Горло имеет форму цилиндра или слегка расширяется к низу, его высота – 9,0-13,0 см. Ручки в верхней части прикреплены или к венчику, или прямо под ним и опускаются на плечи амфор под прямым углом. Они в сечении овальные или сложнопрофилированные: с гребнями или валиками на верхней плоскости.

Вариант А (рис. 3: 1; 5; 7: *BZY49*). Сосуды с внутренним диаметром венчика 5,0-7,0 см. В эту группу входят сосуды с высоким прямым или слегка сужающимся к плечикам горлом. Высота горла от края венчика до плечиков – 10,0-12,0 см. Ручки в сечении сложнопрофилированные или овальные.

Вариант В (рис. 3: 2-3; 6). Сосуды с внутренним диаметром венчика 7,0-9,0 см. В эту группу входят сосуды с прямым цилиндрическим горлом высотой 9,0-13,0 см. Ручки в сечении сложнопрофилированные.

Вариант С (рис. 3: 4; 7: *BZY8*, *BZY45*, *BZY54*). Этот вариант отличает расширяющееся кверху горло, утолщенная округлая форма венчика, а также слабо выраженные валикообразные выступы под ним. Внутренний диаметр горла – 8,5 см. Ручки в сечении имеют один-два гребня. У одного экземпляра ручка в сечении округлая, венчик утрачен (рис. 7: *BZY54*).

Тип 2 (рис. 3: 5; 8: *BZY51*, *BZY53*, *BZY12*) с вертикальным, слегка расширяющимся кверху венчиком с плоской, горизонтальной или слегка скошенной вовнутрь верхней гранью. В группу входят три сосуда, внутренний диаметр венчика которых – 5,5-6,5 см. Горло прямое, высота – 9,5-10,0 см. Ручки в сечении сложнопрофилированные.

Палитру глиняного теста амфор 1-го и 2-го типа можно разделить на два основных цвета, оттенки которых являются результатом технологической обработки сосудов.

1. Основной – бежевый: черепок светло-бежевый (например, рис. 6: *BZY11* – тип 1, вариант В); черепок желтовато-бежевый, глина зернистая, пористая с многочисленными включениями (например, рис. 5: *BYZ935* – тип 1, вариант А); черепок бежевый с серо-бурым оттенком, глина хорошо отмученная, однородная, без явных примесей (например, у образцов на рис. 6: *BYZ930*, *BZY 9* – тип 1, вариант В).

2. Красный: черепок темно-красного, почти кирпичного цвета, глина однородная с незначительными включениями (например, у образцов на рис. 5:

BYZ933 – тип 1, вариант А; рис. 6: *BYZ932* – тип 1, вариант В; рис. 7: *BZY 8* – тип 1, вариант С).

Еще несколько сосудов, один из которых изображен на рис. 3: 6 и рис. 8: *BZY55* были найдены в комплексе груза корабля среди амфор VI–VII вв.: два горла с фрагментами ручек и одна ручка с фрагментом стенки и венчика. У двух сосудов горло высокое узкое прямое, с подквадратным в сечении венчиком, выступающим снаружи в виде пояса. Ручки в сечении сложнопрофилированные, с желобком, к горлу прикреплены примерно на середине его высоты. Внутренний диаметр венчика – 5,0 см. Цвет черепка темно-красный, почти кирпичный, глина с многочисленными включениями. Точных аналогий для наших амфор в публикации Д. Пиери (Pieri 2005) не обнаружено. Однако, судя по конфигурации ручек и форме горла можно предположить, что эти экземпляры соответствуют варианту «*première génération*» LRA 1A (Pieri 2005: 70-75, pl. 1-14), который датирован концом IV–V вв. (Arthur 1998: 164-165; Pieri 2005: 70-75). Подобные находки из Керчи отнесены к концу IV – первой четверти VI вв. (Смокотина 2014: 69-72). Предложенные даты выбиваются из общей хронологии комплекса Плаки, не исключено, что все три найденные здесь фрагмента более раннего поколения LRA 1A, не имеют отношения к грузу исследованного корабля, и могли попасть сюда случайно. Окончательный вывод можно будет сделать только после завершения работ на объекте.

Предположительно амфоры 1-го и 2-го типов соответствуют некоторым амфорам «морфологического поколения» LRA 1B1-2 по Пиери (Pieri 2005: 75-77, pl. 15-19), но аналогия частичная, есть много различий в деталях. Как указывают исследователи, поколение LRA 1B можно рассматривать как «подлинную форму LRA 1» (Arthur 1998: 164). Даты для этого типа – VI–VII вв. (Pieri 2005: 75-76). Также наиболее близкие параллели для LRA 1B были найдены на кораблекрушении у Ясси Ады с датами 625/26 гг. н.э. Предварительно опираясь на указанные аналогии, мы можем датировать тип 1 и 2 с Плаки VI – началом VII века.

КЛАСС «CARROT»

Второй класс найденных на Плаке амфор – это светлоглиняные остродонные сосуды с коническим корпусом, из-за своей специфичной «морковобразной» формы тулова в европейской литературе получившие название «*carrot*». Впервые это название появилось в статье А. Земера в 1977 году (Zemer 1977: 23). Для удобства мы также будем использовать название «*carrot*», но рассматривать в этой статье будем только ее «синопский» вариант или как его еще называют – вариант «Селевкия Пиерия» (Oraiç 2004: 297).

В Северном Причерноморье «*carrot*» были найдены в Херсонесе, Тиритаке, Ильичевке, Гермонассе, Цибиллиуме, Безымянной, Мангупе, на поселениях «Зенонов Херсонес» и Батарейка 2 (Сазанов 1995), а также на могильнике Харакса, где такая амфора была использована для погребения ребенка (Арсюхин, Андрианова 2003/2004: рис. 2).

Амфоры этого класса были найдены в Болгарии, Румынии, Сирии, Палестине, Египте и Турции. (Empereur, Picon 1989: 232; Reynolds 2005: 566). Команда проекта «The Deep Water Project» под руководством известного американского исследователя Р. Балларда обнаружила и обследовала четыре кораблекрушения Sinop A, B, C, D, располагавшихся в 15-30 км к западу от побережья Синопа (Ward, Ballard 2004: 3). Корпуса кораблей и их содержимое лежали на дне почти неповрежденными. Груз трех из них (A, B и C) состоял из амфор класса «carrot» (Ward, Ballard 2004: 4-6; Ward, Horlings 2008: 151-160, fig. 8.2-8.6; 8.8). Радиоуглеродная датировка дерева корпуса судна D показала даты 410-520 гг. н.э. (Ward, Ballard 2004: 6), кораблекрушения A, B, C были датированы IV– концом VI века (Ward, Ballard 2004: 4).

Для турецкого региона наиболее полное исследование керамических печей и их продукции – амфор «carrot» провела турецкая исследовательница Д. Кассаб Тезгёр. Она опубликовала результаты археологических раскопок амфорной мастерской Демирджи, расположенной близ Синопа на южном берегу Черного моря и подробную типологию ее продукции (Kassab Tezgör 2010). В печах Демирджи были обнаружены многочисленные фрагменты и целые сосуды, которые изготавливались здесь с III по VI век.

Еще одна развернутая работа румынского археолога Андрея Опайца посвящена «carrot» понтийского производства. Автор предлагает уточненную типологию понтийских амфор IV–V вв., имитирующих классическую форму «carrot», и дает краткий обзор их географии и хронологии. Исследователь полагает, что они изготавливались не только в печах Демирджи, но в их производство было вовлечено определенное количество больших и мелких мастерских по всему Причерноморью (Oraïț 2010).

ТИПОЛОГИЯ АМФОР «CARROT»

На кораблекрушении у мыса Плаки были найдены фрагменты стенок, донья и верхние части (горла с сохранившимися венчиками и ручками), а также два целых сосуда (рис. 4: 1-3; 9). Все сосуды типологически довольно однообразны: тулово конической формы, заканчивающееся заостренным дном, венчик вертикальный, подтреугольный, ручки овальные в сечении, в основном с одним валиком на внешней стороне, прикреплены к середине горла и к плечикам. Внутренний диаметр горла варьируется от 3,0 до 5,0 см. Высота целых сосудов 56,0 и 58,0 см. Дно остроконечное с различными нижними диаметрами – от 0,5 до 1,0 см (рис. 9). Цвет черепка в разломе, также как и в случае с LRA, или бежевый с розовым оттенком (например, у образца BYZ938 на рис. 9), или темно-красный, почти кирпичный (например, у образцов BZYI, BYZ936, BYZ-937 на рис. 9). Поверхность всех амфор темно-бурого цвета с фиолетовыми пятнами – это результат взаимодействия глины с морской средой – органикой и солевой водой.

Для поиска аналогий для наших амфор мы использовали все известные нам на сегодняшний день

классификации и публикации находок «carrot» на памятниках Восточного Средиземноморья и Причерноморья. Это материалы из Турции, из Херсонеса и других причерноморских памятников, включая находки из Румынии и Болгарии, а также материалы грузов кораблей, затонувших у берегов Синопа. Несмотря на визуальное сходство, все же амфоры с Плаки имеют характерные отличия от всех перечисленных, как по форме, так и по цвету черепка. Их можно назвать локальными особенностями, которые в сумме дают основание утверждать, что полных аналогий нашим амфорам пока не найдено.

Наиболее близкими крымским по строению и размерам являются амфоры Демирджи класса C Snp III – 1a и b (Kassab Tezgör 2010: 130-131, pl. 17, 3-4, pl. 19, 3-4), сосуды из Троэзмиса, Румыния (Oraïț 2010: fig. 9.5), из музея Эрегли (Kassab Tezgör 2011: 261, pl. II. 2-3, 7-9) и музея Самсуна, Турция (Kassab Tezgör 2011: 262, pl. II. 4-5) и амфоры 2-го типа херсонесской классификации (Романчук, Сазанов, Седикова 1995: табл. 4, 8-21). При сравнении амфор с Плаки и Демирджи заметны различия в форме венчика и горла: в синопских образцах венчик в основном двухчастный, а горло часто прямое, или расширяющееся кверху. На всех экземплярах с Плаки горло сужается кверху, заканчиваясь высоким вертикальным подтреугольным венчиком. Высота турецких сосудов типа C Snp вариант III-1a и b – между 67,0 и 75,0 см, они немного выше, чем сосуды Плаки (56,0 и 58,0 см). Диаметр венчиков типа C Snp вариант III-1a и b – между 8,0 и 10,5 см, внешний диаметр амфор с Плаки от 7,0 до 11,0 см. Сравнивая нижние части, следует отметить, что все представленные днища аналогичны турецким и имеют стандартную коническую форму с незначительными вариантами.

Центрами производства амфор с удлиненным корпусом считаются Селевкия Пиерия/Самандаг на средиземноморском и Демирджи на черноморском побережье Турции (Empereur, Picon 1989: 232; Kassab Tezgör 2010). Также считается, что изначально форма синопских амфор могла быть заимствована и, в дальнейшем, производиться локально в печах по всему побережью восточного Средиземноморья и Черного моря (Oraïț 2010: 399).

Амфоры с мыса Плаки так же могли быть имитацией синопской продукции, но не обязательно производились на крымском побережье. У нас нет информации о нахождении ранневизантийских керамических печей на территории Крыма, где были бы найдены остатки подобных амфор. Наиболее близкие типологические параллели были найдены в хозяйственных слоях раннесредневековых городов и поселений Крыма. Все это не дает оснований связывать «carrot» с Плаки с каким-либо местным крымским производственным центром. Они могли быть изготовлены где-нибудь на южном побережье Черного моря и перевозиться на судах в крымские порты. Возможно корабль, который был найден подводными археологами в Крыму, не достиг пор-

та средневекового Партенита и затонул недалеко от берега.

Д. Кассаб Тезгёр относит тип C Snr вариант III-1a и b к периоду от IV до VII века. Автор отмечает, что подобные амфоры были найдены на восточном побережье Причерноморья в Малой Скифии (Kassab Tezgör 2011: 261). А. Сазанов, на основании монет, найденных в хозяйственных комплексах Херсонеса вместе с амфорами, датирует их в пределах второй четверти VI – третьей четверти VII века «с пиком попадания их в северопричерноморские комплексы на конец VI – начало VII вв.» (Сазанов 1995: 186-187). Самую раннюю дату существования «carrot» III–IV век дают Амперор и Пикон, цитируя А. Земера (Empereur, Picon 1989: 232). А. Опаиц амфоры типа 2, обнаруженные в Троэзмисе (Румыния), датирует второй половиной IV – первой половиной V века (Opaic 2010: 397). Синопские кораблекрушения с грузом морковобразных амфор датированы IV – концом VI века (Ward, Ballard 2004: 4). Найденные на полу подвала херсонесской раннесредневековой винодельни амфоры датированы концом V – серединой VI века по монетам Зенона и Юстиниана (Белов 1950: 120).

Мы предварительно можем датировать амфоры «carrot» с Плаки второй четвертью VI – третьей четвертью VII века, опираясь на хронологию А.В. Сазанова для аналогичных амфор, найденных в Северном Причерноморье (Сазанов 1995: 187).

Следует отметить, что на кораблекрушении у мыса Плаки амфоры «carrot» и LRA1 были найдены вместе, в составе одного груза (рис. 10), так же как и в нескольких других закрытых комплексах – в херсонесской виноделье (Белов 1950: 118-119) и на синопском кораблекрушении «B» (Ward, Ballard 2004: 5).

Определение хронологических рамок для амфорного комплекса крымского кораблекрушения затрудняется тем, что керамический материал не сопровождался никакими другими археологическими находками, дающими точные даты, например монетами.

Для класса LRA 1 хронологические рамки определяются в промежутке с IV до VII или даже VIII века, для класса «carrot» – с III по VII век. Типологически LRA 1 с Плаки близки амфорам с Ясси Ады и стандартным формам LRA 1 из Европы и Ближнего востока (формы British Bii or Kellia form 164, LRA 1B), а также амфорам из херсонесских комплексов VI–VII веков. Самую точную дату обеспечивает кораблекрушение у Ясси Ады в Средиземном море по монетам 625/26 гг. н.э. Также, по нумизматическому материалу, найденному в одном слое с амфорами, датирован хозяйственный комплекс Херсонеса – концом V – серединой VI века. Учитывая, что полных аналогий амфорам «carrot» с Плаки пока не найдено, но они находились в одном комплексе с LRA 1, они также могут быть датированы серединой VI – началом VII века, как и весь памятник – кораблекрушение. Из стройной картины выбивается группа ранних амфор, которые нами рассматриваются как аналогия LRA 1A, так как их возраст может быть младше в среднем на 200 лет –

IV–V вв. Являются ли они частью комплекса или нет, предстоит выяснить в ходе дальнейших исследований.

ПРОБЛЕМЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ АМФОР LRA 1 и «CARROT»

Как было упомянуто выше, несколько центров производства LRA1 было обнаружено в южной Турции, в частности в Киликии и Селевкии Пиерии (Empereur, Picon 1989), на острове Кос (Diamanti 2010; Poulou-Papadimitriou, Didioumi 2010) и на южном побережье Кипра (Demesticha 2003). Амфоры «carrot» «синопского» варианта, исключая другие амфоры с таким же наименованием египетского и бейрутского происхождения, наиболее известны как продукция печей Демирджи, вблизи Синопа (Kassab Tezgör 2010). Также обсуждалась возможность того, что подобные амфоры могли производиться где-нибудь еще на южном побережье Черного моря (Kassab Tezgör 2011: 263; Opaic 2010: 397). В керамическом центре Демирджи изготавливался также вариант LRA 1A (Kassab Tezgör 2010: 135). Известен еще один производственный центр, где одновременно изготавливались и «carrot» и LRA 1 – это Селевкия Пиерия («Séleucie de Piérie», Empereur, Picon 1989). Исследователь П. Рейнольдс оспаривает положение о статусе «мастерской» для нескольких археологических комплексов Селевкии (Reynolds 2005: 566). Его предположение подтверждается точным определением комплекса, как «производственного центра», предложенным М. Пиконом (Ballet, et al 1991: 130-134).

Химические и петрографические анализы были проведены с целью определения места или мест происхождения амфор Плаки. Задачей исследования стали поиски ответов на следующие вопросы: изготовлены ли оба класса амфор в одном и том же производственном центре или у них разное происхождение? Как много мастерских могло быть представлено этими амфорами? Мог ли этот центр находиться в Селевкии или в Синопе?

Анализ выборки из 50 образцов с кораблекрушения Плаки был сделан при помощи волнодисперсионного рентгеновского флуоресцентного спектрометра (WD-XRSF) в Лаборатории керамологии в Лионе (Франция). Петрографические анализы подвыборки из 17 фрагментов были проведены на геологическом факультете Университета «Dokuz Eylül» в Измире (Турция). Еще три-четыре дополнительных образца из Синопа были исследованы двумя методами.

Сравнительные данные, в особенности результаты химических анализов образцов из мастерских LRA 1, выполненных Амперором и Пиконом в 80-х годах XX века, были получены нами при помощи базы данных Керамологической лаборатории. К сожалению, в этой базе данных пока отсутствуют материалы из открытых недавно мастерских LRA 1, в частности из Эгейского и Кипрского регионов (Demesticha 2003; Diamanti 2010; Poulou-Papadimitriou, Didioumi 2010). Кроме того, нам было доступно только ограниченное количество эталонных образцов из Синопа, поэтому,

мы не можем полагаться на надежные результаты химических анализов эталонных групп для продукции Синопа/Демирджи. В теории мы также могли бы использовать показатели предыдущих анализов образцов из Синопа (Demirci, *et al* 1999; Erten, *et al* 2004). Однако на практике это осложняется отсутствием археологической нумерации и идентификации образцов. Таким образом, все, что возможно пока получить – это предварительные данные и результаты.

Помимо геологических карт, для проведения петрографических анализов были использованы, по крайней мере, для амфор класса LRA 1 (включая образцы, предоставленные Амперором и Пиконом из материалов их разведок), данные онлайн ресурса, посвященного римским амфорам (Williams 2005c).

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

17 выбранных образцов с места кораблекрушения Плаки могут быть разбиты на две основные петрографические группы:

Группа 1. Образцы BZY4, BZY42, BZY937, BZY938, BZY940 (рис. 9); BZY941 (рис. 14); BZY8 (рис. 13). Содержит примеси из преобладающих пироксеновых зерен, округлого кварца, плагиоклазов и фрагментов вулканических пород (рис. 11, слева). Фрагменты вулканических пород включают свежие не выветренные зерна пироксена. Эта группа соответствует образцам амфор класса «carrrot» за исключением образца BZY8.

Группа 2. Образцы BZY5 (рис. 9); BZY45, BZY930-933, BZY935 (рис. 12); BZY934 (рис. 13). Также имеет пироксен и вулканическую породу в своем составе, однако дополнительные карбонатные породы и фрагменты окаменелостей отличают их от группы 1 (рис. 11, справа). Эта группа соответствует образцам амфор класса LRA 1, кроме образца BZY5.

Три образца из Синопа рассматриваются как локальный эталон и обнаруживают петрографические характеристики, схожие с характеристиками группы 1. Типичными в составе являются вулканическая порода и пироксен.

Кроме того, все указанные керамические образцы в показателях минеральных и породных долей очень близки к Классу 44 по Пикоку и Уильямсу (т.е. LRA 1, Peacock and Williams 1986), но в них нет включений серпентина. Присутствие серпентина в керамике показывает, что включения происходят из ультраосновных пород. Но в регионе Синопа нет выходов ультраосновных пород, тогда как в керамике, изготовленной в Антакье, благодаря присутствию там ультраосновных пород, должно быть множество серпентиновых включений.

ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Верхняя диаграмма на рисунке 15 (рис.15) иллюстрирует классификацию образцов с места кораблекрушения у мыса Плаки согласно химическому составу, а также сравнивает их с эталонными данными для продукции Селевкии/Самандага (27 образцов) и Синопа (4 образца). Эти два памятника были выбра-

ны потому, что они считаются потенциальными центрами отправки всего груза. Прежде всего, классификация показывает различные химические группы внутри самих образцов с Плаки. Мы определили две основных группы: первая включает в себя только амфоры «carrrot» (рис. 9), а вторая – только амфоры LRA 1 (рис. 12). Этот результат подтверждает выводы петрографического исследования – различия между петрографическими группами 1 и 2 в основном определены по содержанию карбонатов. Это указывает на общие различия между глиняным тестом с большим содержанием карбонатов и включений минералов ультраосновных пород, присущими группе LRA и глиняным тестом группы «carrrot», которая характеризуется меньшим содержанием карбонатов, без или с очень ограниченным содержанием ультрабазитовых элементов (табл. 1). Эти различия полностью опровергают тезис о том, что оба класса амфор, составивших груз корабля, могли происходить из одного центра.

По химическим свойствам группы неоднородны, особенно группа LRA 1. Ее подструктуры могут быть разделены в соответствии с концентрацией карбонатов и родственных элементов, так же как и с концентрацией элементов, характерных для ультрабазитовых пород (Mg, Cr, Ni) (табл. 1). Два описанных выше археологических типа LRA 1 попадают в одну химическую группу, но, кажется, не могут быть соотнесены с ее возможными подструктурами (подгруппы с более высоким содержанием Ca: BZY 10-11, 51, BZY930-931; с большим содержанием Mg: BZY 9, 54) (рис. 12). Проанализированные образцы могут принадлежать продукции более чем двух мастерских, так как несколько образцов резко выделяются по показателям от основной группы (рис.15, верхняя диаграмма). Некоторые из них могут относиться к совершенно другим типологическим группам керамики, например, несколько нижних частей амфор «carrrot» могли быть ошибочно отнесены к этому классу. Например, небольшая группа из 4 образцов с более высоким содержанием К и Al (рис. 14: BZY154-157) и 2 образца с более высоким содержанием Fe и Ti и низким Ca – донья разной формы (рис. 14: BZY 43-44). Обособленно располагаются амфоры LRA 1 под номерами BZY 8, 12, 50, 153, BZY934 (рис. 13). Каждая из них – предмет отдельного обсуждения. Например, сосуды под номерами BZY8 и BZY12 изготовлены из глиняной массы, не содержащей карбонат. Тесто сосуда BZY934 имеет высокое содержание калия. Разнообразие в происхождении амфор LRA 1, несоответствие археологической типологии химическим группам напоминает ситуацию с LRA 1 из кораблекрушения Ясси Ады (Leidwanger 2014).

Предложенная классификация (рис. 15, верхняя диаграмма) также показывает, что группы Плаки не совпадают с характеристиками ни LRA 1, ни «carrrot» из Селевкии Пиерии, которые составляют отдельную химическую группу. Однако ее характеристики не очень отличаются от характеристик основной группы

амфор «carrot» с Плаки (табл. 1). Среди образцов из Синопа один (SNO1) подходит для того, чтобы причислить его к указанной группе, тогда как другие образцы (SNO2-4) выпадают из группы, включая и образец SNO3, который принадлежит типу С по типологии Д. Кассаба Тезгёр, и который мы рассматриваем как наиболее близкий морфологически к амфорам «carrot» с Плаки.

На данном этапе мы получили неопределенные результаты и нуждаемся в дополнительных данных из Синопа. Сравнительные материалы из синопских печей Демирджи помогут нам ответить на вопрос о возможном происхождении амфор Плаки с южного побережья Черного моря, а также пролить свет на статус памятника в Селевкии Пиерии: была ли это мастерская или склады синопской продукции?

Для поиска возможных центров производства продукции LRA 1 с Плаки мы использовали данные, полученные по результатам разведок Амперора и Пикона (Empereur, Picon 1989). Общая картина различий между несколькими мастерскими в юго-восточной Турции и на Кипре представлена на бинарной диаграмме «кальций-стронций» (рис. 16). В целом пропорции CaO/Sr показывают различные направления в двух регионах. Амфоры LRA 1 груза корабля с Плаки тяготеют, скорее, к продукции юго-востока Турции, чем Кипра, за исключением нескольких образцов с низким содержанием Ca (смотреть выше). Классификации, использующие те же самые данные, показывают, что самые близкие параллели были получены при исследовании продукции из Рососа/Арсуза (рис. 15, нижняя диаграмма), включая такие керамические изделия как амфоры, кирпичи и плитки/черепицы, а также образцы сырой глины (BAL144-145). Две основные группы, включающие в себя кирпичи, плитки и образцы глины не обнаруживают точного соответствия ни с продукцией трех мастерских, представленных Амперором и Пиконом (Empereur, Picon 1989), ни с продукцией семи центров, ссылки на которые хранятся в базе данных в Лионе (табл. 2). Одна группа иллюстрирует значительную концентрацию в Mg, Sr и Ni, вторая химически близка к основной группе LRA 1 с Плаки. А наблюдаемая химическая изменчивость может свидетельствовать о неоднородности образцов с Плаки. Эти результаты предполагают, что одна партия груза LRA 1 Плаки могла быть привезена из Рососа/Арсуса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кораблекрушение с грузом позднеримских амфор класса LRA 1 и «carrot» было обнаружено учеными Центра подводной археологии Киевского национального университета имени Тараса Шевченко у мыса Плака на Южном берегу Крыма. Типологический анализ амфор позволил прийти к выводу, что груз корабля и, следовательно, сам археологический

памятник можно датировать серединой VI – началом VII века.

Предварительные петрографические и химические анализы образцов керамики показали, что: во-первых, два рассматриваемых класса амфор не являются продукцией одного производственного центра. Были выделены две основные химические и петрографические группы, которые отвечают археологической классификации – 1 группа – LRA 1, 2 группа – «carrot»; во-вторых, первоначальная гипотеза о синопском происхождении груза или происхождении его из Селевкии Пиерии не подтвердилась. Эти два центра были выбраны нами для сравнения, так как известно, что они были единственными мастерскими, выпускающими оба класса амфор. К тому же, для каких-либо окончательных выводов по «синопскому следу» нам не хватает сравнительных данных из этого региона. Среди контрольных образцов из мастерских по производству LRA 1 на Кипре и в Турции, которые были доступны по базе данных Керамологической лаборатории Лиона, наиболее близкими по характеристикам к образцам Плаки оказались образцы из Рососа/Арсуза (юго-восточная Турция). Местный характер производства был подтвержден анализами проб глиняной массы кирпичей, черепиц и непосредственно глины региона. Хотя мы и предлагаем Росос/Арсуз как возможное место производства части груза корабля с Плаки, а именно LRA 1, остаются некоторые нерешенные вопросы. Например, отсутствие серпентина в образцах, тогда как такие включения, вероятно, должны быть частью стандартных региональных петрографических признаков LRA 1.

Две основные группы, отдельные немногочисленные группы, а так же единичные экземпляры, не принадлежащие никаким группам, указывают на то, что судно перевозило груз из амфор различного происхождения. В любом случае, многообразие происхождения амфор класса LRA 1 никак не соотносится с типологическими особенностями и группами, как и в ситуации с грузом византийского корабля VII века Ясси Ада. Это может быть иллюстрацией особенностей византийской экономики VI и VII веков.

БЛАГОДАРНОСТИ

Это исследование было проведено в рамках программы украинско-французского научного сотрудничества «ДНППРО» при поддержке Министерства науки и образования Украины, Министерства иностранных и европейских дел Франции (МАЕЕ), и Министерства высшего образования и научных исследований Франции (MESR).

Особую благодарность авторы статьи выражают В. Рудницкой, И. Тесленко, В. Гриценко, М. Picon, J.-Y. Empereur и D. Kassab-Tezgög за их помощь в работе с музейными коллекциями и за их профессиональные советы.

ЛИТЕРАТУРА

- Арсюхин Е., Андрианова Н. 2003/2004. Римская крепость Харакс. (<http://archeologia.narod.ru/krim/krimхаракс.htm>).
- Белов Г.Д. 1950. Античный дом в Херсонесе (по раскопкам 1974-1948 гг.). *ВДИ* 2, 108-121.
- Бруяко И.В., Карпов В.А. 1992. Древняя география и колебания уровня моря. *ВДИ* 2, 87-96.
- Власов В.П., Смокотина А.В., Храпунов И.Н. 2011. Культурный слой на могильнике Нейзац. В: Храпунов И.Н. (науч. ред.). *Исследования могильника Нейзац: Сборник научных статей*. Симферополь: Доля, 179-249.
- Зеленко С.М. 1999. Работы подводно-археологической экспедиции Киевского университета имени Тараса Шевченко на Южном берегу Крыма в 1991-1995 гг. *Vita Antiqua* 1. Киев, 65-70.
- Зеленко С.М. 2008. *Подводная археология Крыма*. Киев: ИД «Стилос».
- Кузманов Г. 1985. Ранновизантийская керамика от Тракия и Дакия (IV – началу VII в.) В: *Раскопки и проучвания. Книга XIII*. София.
- Паршина Е.А. 1991. Торжище в Партенитах. В: Толочко П.П. (отв. ред.). *Византийская Таврика: Сборник научных трудов (к XVIII конгрессу византистов)*. Киев: Наукова думка, 64-100.
- Романчук А.И., Сазанов А.В., Седикова Л.В. 1995. *Средневековый Херсон. История, стратиграфия, находки. Часть 2. Амфоры из комплексов византийского Херсона*. Екатеринбург: Препринт.
- Сазанов А.В. 1991. Амфорный комплекс первой четверти VII в.н.э. из северо-восточного района Херсонеса. *МАИЭТ* 2, 60-72.
- Сазанов А.В. 1995. Амфоры «Carottes» в Северном Причерноморье ранневизантийского времени. Типология и хронология. *Боспорский сборник* 6, 185-196.
- Смокотина А.В. 2014. Амфоры LR1 на Боспоре. *МАИЭТ XIX*, 68-86.
- Фирсов Л. В. 1990. *Исары. Очерки истории средневековых крепостей Южного берега Крыма*. Новосибирск: Наука.
- Якобсон А.Л. 1979. *Керамика и керамическое производство средневековой Таврики*. Ленинград: Наука.
- Amari S. 2008. A Late Roman Amphorae Production in Eastern Sicily. In: Menozzi O., Di Marzio M. L., Fossataro D. (eds). *SOMA 2005. Proceedings of the IX Symposium on Mediterranean Archaeology, Chieti (Italy), 24-26 February 2005*. BAR Int. S. 1739. Oxford: Archaeopress, 473-479.
- Arthur P. 1998. Eastern Mediterranean amphorae between 500 and 700: a view from Italy. In: *Ceramica in Italia: VI-VII secolo*. Firenze, 157-183.
- Ballet P., Mahmoud F., Vichy M., Picon M. 1991. Prospections d'ateliers de potiers de Minia à Assouan. In: *Cahiers de la Céramique Egyptienne* 2, 129-143.
- Böttger B. 1982. Die Gefasskeramik aus dem Kastell Iatrus In: *Iatrus-Krivina Spätantike Befestigung und frühmittelalterliche Siedlung an der unteren Donau. Bd. II. Ergebnisse der Ausgrabungen 1966-1973*. Berlin: Akademie-Verlag.
- Demesticha S. 2003. Amphora production on Cyprus during the Late Roman Period. In: Bakirtzis C. (ed.). *Actes du VIIe congrès international sur la céramique médiévale*. Athens, 469-476.
- Demesticha S. 2013. Amphora Typologies, Distribution, and Trade Patterns: The Case of the Cypriot LR1 Amphorae. In: Lawall M.L., Lund J. (eds.). *The Transport Amphorae and Trade of Cyprus*. Aarhus: Aarhus University Press, 169-178.
- Demesticha S., Michaelides D. 2001. The excavation of a Late Roman 1 Amphora Kiln in Paphos, Cyprus. In: Villeneuve E., Watson P.M. (eds.). *La céramique byzantine et proto-islamique en Syrie-Jordanie (IV-VIII siècles apr. J.C.)*. Actes du colloque tenu à Amman les 3, 4, et 5 décembre 1994. Beyrouth: Institut français d'archéologie du Proche-Orient, 289-296.
- Demirci Ş., Ali Akın A., Türkmenoğlu A. 1999. Characterization of the ceramics obtained from antic amphora workshops in Sinop region. In: *Caesaraugusta* 73, 141-148.
- Diamanti C. 2010. *Local Production and Import of Amphorae at Halasarna of Kos Island (5th-7th c.)*. Contribution to the Research of the Production and Distribution of the Late Roman/Proto-Byzantine Amphorae of the Eastern Mediterranean. Athens: S. Saripolos Library.
- Empereur J-Y, Picon M. 1988. The production of Aegean amphorae: field and laboratory studies. In: Jones R.E., Catling H.W. (eds.). *New Aspects of Archaeological Science in Greece: Proceedings of a Meeting held at the British School at Athens, January 1987. Series: Occasional paper of the Fitch Laboratory*. Athens: British School at Athens, 236-243.
- Empereur J-Y., Picon M. 1989. Les régions de production d'amphores impériales en Méditerranée orientale. In: *Amphores romaines et histoire économique: dix ans de recherche. Collection de l'Ecole Française de Rome* 114. Rome, 223-248.
- Erten H.N., Kassab Tezgör D., Türkmen I.R., Zararsız A. 2004. The Typology and Trade of the Amphorae of Sinop. Archaeological Study and Scientific Analyses. In: Eiring J., Lund J. (eds.). *Transport Amphorae and Trade in the Eastern Mediterranean. Monographs of the Danish Institute at Athens* 5. Aarhus, 103-115.
- Expósito Álvarez J.A., Bernal Casasola D. 2007. Ánforas Orientales en el Extremo Occidente: Las Importaciones de LR 1 en el sur de Hispania. In: Bonifay M., Tréglia J-Ch. (eds.). *LRCW* 2. BAR Int. S. 1662 (I), 119-132.
- Hayes J.W. 1976. Pottery: stratified groups. In: Humphrey J.H. (ed.). *Excavations at Carthage 1975 conducted by the University of Michigan*. Vol. 1. Tunis, 47-123.
- Hayes J.W. 1980. *A Supplement to Late Roman Pottery*. London: British School at Rome.
- Kassab Tezgör D. 2010. Les fouilles et le matériel de l'atelier amphorique de Demirci près de Sinope. In: *Varia Anatolica* XXII. Istanbul: Institut Français d'Etudes Anatoliennes - De Boccard.
- Kassab Tezgör D. 2011. Types amphoriques romains tardifs produits simultanément à Demirci près de Sinope et dans d'autres centres. In: Tzochéev C., Stoyanov T., Boz-

- kova A. (eds.). *Patabs II*. Sofia: Bulgarian Academy of Sciences, 259-264.
- Leidwanger J. 2014. A Preliminary Archaeometric Analysis of the Late Roman 1 Amphoras from the Cargo of the seventh-century Yassiada Shipwreck, Turkey. In: Poulou-Papadimitriou N., Nodarou E., Kilikoglou V. (eds.). *LRCW 4. The Mediterranean: a market without frontiers*. BAR Int. S. 2185 (II), Oxford: Archaeopress, 897-906.
- Majcherek G. 2004. Alexandria's Long-distance Trade in Late Antiquity – the Amphora Evidence. In: Eiring J., Lund J. (eds.). *Transport Amphorae and Trade in the Eastern Mediterranean. Acts of the International Colloquium at the Danish Institute at Athens, September 26-29, 2002. Monographs of the Danish Institute at Athens. Volume 5*. Aarhus: Aarhus University Press, 229-238.
- Manning S.W., Monks S.J., Sewell D.A., Demesticha S. 2000. Late Roman Type 1a amphora production at the Late Roman site of Zygi-Petrini, Cyprus. In: *Report of the Department of Antiquities of Cyprus*, 233-257.
- Morozova I.I. 2009. Medieval maritime traffic and amphorae distribution along the northern coast of the Black Sea. In: *Actas del VIII Congreso Internacional de Ceramica Medieval. Ciudad Real. Volume II*, 159-167.
- Opař A. 2004. The Eastern Mediterranean Amphorae in the Province of Scythia. In: Eiring J., Lund J. (eds.). *Transport Amphorae and Trade in the Eastern Mediterranean. Acts of the International Colloquium at the Danish Institute at Athens, September 26-29, 2002. Monographs of the Danish Institute at Athens. Volume 5*. Aarhus: Aarhus University Press, 293-308.
- Opař A. 2010. Sinopean, Heraklean and Chersonesan «Carrot» Amphorae. In: *Ancient Civilizations from Scythia to Siberia* 16, 371-401, 552-556.
- Panella C. 1986. Le Anfore Tardoantiche: Centri Di Produzione E Mercati Preferenziali. In: Giardina A. (ed.). *Società romana e impero tardoantico, III. Le merci. Gli insediamenti*. Roma-Bari, 251-272.
- Panella C. 2001. Le anfore di età imperiale del Mediterraneo occidentale. In: Lévêque P., Morel J.P. (eds.). *Céramiques Hellénistiques et Romaines*. III. Paris, 177-276.
- Peacock D.P.S., Williams D.F. 1986. *Amphorae and the Roman economy*. London: Longman.
- Pieri D. 2005. Le commerce du vin oriental à l'époque byzantine (Ve-VIIe siècles). Le témoignage des amphores en Gaule. In: *Bibliothèque Archéologique et Historique* 174. Beyrouth: Institut Français du Proche-Orient.
- Pieri D. 2007. Les centres de production d'amphores en Méditerranée orientale durant l'Antiquité tardive: quelques remarques. In: Bonifay M., Trégliat J.-C. (eds.). *LRCW 2*. BAR Int. S. 1662 (II). Oxford: Archaeopress, 611-625.
- Poulou-Papadimitriou N., Didioumi S. 2010. Nouvelles données sur la production de l'atelier céramique protobyzantin à Kardamaina (Cos-Grèce). In: Menchelli S., Santoro S., Pasquinucci M., Guiducci G. (eds.). *LRCW 3. Comparison between Western and Eastern Mediterranean*. BAR Int. S. 2185 (II). Oxford: Archaeopress, 741-749.
- Reynolds P. 2005. Levantine amphorae from Cilicia to Gaza: a typology and analysis of regional production trends from the 1st to 7th centuries. In: Gurt i Esparaguera J.M., Buxeda i Garrigos J., Cau Ontiveros M.A. (eds.). *LRCW 1*. BAR Int. S. 1340. Oxford: Archaeopress, 563-611.
- Reynolds P. 2007. Ceramica, comercio y el Imperio Romano (100-700 d.C): perspectivas desde Hispania, Africa y el Mediterraneo oriental. In: Malpica A., Carvajal Lypez J.C. (eds.). *Estudios de ceramica tardorromana y altomedieval. Primer taller sobre la ceramica tardorromana (Universidad de Granada 2005)*. Granada, 13-82.
- Reynolds P. 2008. Linear typologies and ceramic evolution. In: *FACTA. A Journal of Roman Material Culture Studies* 2, 61-87.
- Riley J.A. 1979. The coarse pottery from Berenice. In: Lloyd J.A. (ed.). *Excavations at Sidi Khrebish, Benghazi (Berenice) II. Supplements to Libya Antiqua* 5. Tripoli.
- Scorpan C. 1977. Contribution à la connaissance de certains types céramiques romano-byzantins (IV-VII siècles), dans l'espace Istro-Pontique. In: *Dacia XXI*, 269-297.
- Sodini J.-P., Villeneuve E. 1992. Le passage de la céramique Byzantine à la céramique Omeyyade en Syrie du Nord, en Palestine et en Transjordanie. In: Canivet P., Rey-Coquais J.-P. (éds.). *La Syrie de Byzance à l'Islam (VIIe-VIIIe siècles). Actes du Colloque International (Lyon, 11-15 septembre 1990)*. 137. Damas: Publications de l'IFEAD, 195-218.
- Swan V.G. 2004. Dichin (Bulgaria) and the Supply of Amphorae to the Lower Danube in the Late Roman-Early Byzantine Period. In: Eiring J., Lund J. (eds.). *Transport Amphorae and Trade in the Eastern Mediterranean. Acts of the International Colloquium at the Danish Institute at Athens, September 26-29, 2002. Monographs of the Danish Institute at Athens. Vol. 5*. Aarhus: Aarhus University Press, 371-382.
- Tomber R., Williams D. 1986. Late Roman Amphorae in Britain. In: *JRPS I*, 42-54.
- Van Alfen P.G. 1996. New light on the 7th c. Yassi Ada Shipwreck: capacities and standard sizes of LRA 1 amphorae. In: *JRA* 9, 189-213.
- Vargas E.G. 2011. Oriental trade in the Iberian Peninsula during Late Antiquity (4th-7th centuries AD). An archaeological perspective. In: Hernández de la Fuente D. (ed.). *New Perspectives on Late Antiquity*. Cambridge: Scholars Publishing, 76-117.
- Waksman S.Y., Morozova Y., Zelenko S., Çolak M. 2014. Archaeological and archaeometric investigations of the amphorae cargo of a Late Roman shipwreck sunk near the Cape of Plaka (Crimea, Ukraine). In: Poulou-Papadimitriou N., Nodarou E., Kilikoglou V. (eds.). *LRCW 4. The Mediterranean: a market without frontiers*. BAR Int. S. 2185 (II), Oxford: Archaeopress, 919-929.
- Ward C., Ballard R.D. 2004. Deep-water Archaeological Survey in the Black Sea: 2000 Season. In: *IJNA* 33.1, 2-13.
- Ward C., Horlings R. 2008. The remote exploration and archaeological survey of four Byzantine ships in the Black Sea. In: Ballard R. (ed.). *Archaeological Oceanography*. Princeton: Princeton University Press, 148-173.

Williams D.F. 1982. The petrology of certain Byzantine amphorae: some suggestions as to origins. In: *Actes: Colloque sur la céramique antique, Carthage 23-24 Juin 1980*. Carthage: Centre d'études et de documentation archéologique de la conservation, 99-108.

Williams D.F. 2005a. An integrated archaeometric approach to ceramic fabric recognition. A study case on Late Roman Amphora 1 from Eastern Mediterranean. In: Gurt i Esparraguera J.M., Buxeda i Garrigos J., Cau Ontiveros M.A. (eds.). *LRCW I*. BAR Int. S. 1340. Oxford: Archaeopress, 613-624.

Williams D.F. 2005b. Late Roman Amphora 1: a study in diversification. In: Briese M.B., Vaag L.E. (eds.). *Trade*

Relations in the Eastern Mediterranean from the Late Hellenistic Period to Late Antiquity: the Ceramic Evidence, Halicarnassian Studies 3. Odense: University Press of Southern Denmark, 157-168.

Williams D.F. 2005c. Roman Amphorae: a digital resource University of Southampton (http://archaeologydataservice.ac.uk/archives/view/amphora_ahrb_2005).

Zemer A. 1977. *Storage jars in ancient sea trade*. Haifa: National Maritime Museum Foundation (1st edition).

Я.І. Морозова, С.Й. Вакман, С.М. Зеленко, М. Чолак

ВИВЧЕННЯ ПІДВОДНОЇ АРХЕОЛОГІЧНОЇ СПАДЩИНИ КРИМУ. РАННЬОВІЗАНТІЙСЬКІ АМФОРИ З КОРАБЕЛЬНОЇ АВАРІЇ БІЛЯ МИСУ ПЛАКА. АРХЕОЛОГІЧНІ І АРХЕОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Біля мису Плака підводні археологи виявили сліди кількох корабельних аварій, одна з яких містила вантаж пізньоримських амфор двох класів – з рифленням типу навігаючої хвилі (LRA 1) і з витягнутим корпусом («carrot»). Після проведення типологічного аналізу знайдених амфор було запропоновано датувати комплекс в цілому між серединою VI – початком VII століття.

Попередні результати петрографічного і хімічного аналізів показують, що два основні класи пізньоримських амфор з корабля, якій затонув біля мису Плака, не відповідають єдиному центру виробництва. Таким чином, припущення, що весь вантаж потрапив з майстерень Синопа або з Селевкії Піерії, можливих постачальників подібних амфор, не підтвердилося.

Авторами статті на підставі результатів попередніх хімічних аналізів, проведених дослідниками Ж.-І. Амперором і М. Піконом, пропонується інший центр виробництва для більшості зразків амфор LRA1 з мису Плака – район сучасного селища Улучинар (древній Росус/Арсуз) в затоці Іскендерун, на середземноморському узбережжі Туреччини. Для амфор «carrot» потрібні додаткові порівняльні аналізи зі зразками амфор з Синопа.

Амфори з вантажу корабля показують різноманітність в походженні, що було характерним для візантійської економіки VI–VII століть. Тим самим амфори з Плаки потребують подальшого вивчення.

Ключові слова: Чорне море, Крим, корабельна аварія, морська торгівля, пізньоримська-ранньовізантійська археологія, амфори LRA 1, амфори «carrot», хімічний аналіз, петрографічний аналіз.

I. I. Morozova, S. Y. Waksman, S. M. Zelenko, M. Çolak

STUDY OF UNDERWATER ARCHAEOLOGICAL HERITAGE OF CRIMEA. LATE ROMAN AMPHORAE FROM A SHIPWRECK NEAR CAPE PLAKA. ARCHAEOLOGICAL AND ARCHAOMETRIC INVESTIGATIONS

An Early Byzantine shipwreck located off the cape of Plaka (Crimea, Ukraine) during surveys carried two main classes of amphorae, LRA1 and 'carrot' ones. The typological study leads to propose a dating of the cargo between the mid of the 6th and the beginning of the 7th century. Preliminary results of petrographic and chemical analyses show that the two classes of amphorae do not correspond to a single production. The hypothesis that the whole cargo came from the workshops of Sinop or of Seleucia Pieria, possible providers of both types, is thus not supported. An origin in ancient Rhosos/Arsuz (the region of modern Uluchinar, the Gulf of Iskenderun, at the Mediterranean southern coast of Turkey) might be proposed for most of the LRA1 samples, thanks to reference chemical data provided by previous research carried out by Empereur and Picon. The attribution of Plaka 'carrot' amphorae requests further study, and especially the analysis of comparative material from Sinop. The amphorae in the cargo are shown to have multiple origins, a feature that may be common for Byzantine trade in the 6th and 7th centuries.

Keywords: Black Sea, Crimea, Shipwreck, Maritime Trade, Late Roman – Early Byzantine Archaeology, LRA 1, Carrot Amphorae, Chemical Analysis, Petrographic Analysis.



Рис. 1. Мыс Плака. Местонахождение груза амфор LKA 1 и «саргоб».



Рис. 2. Средневековые торговые пути в Черном море. Месторасположение кораблекрушения у мыса Плака, Крым (Morožova 2009).

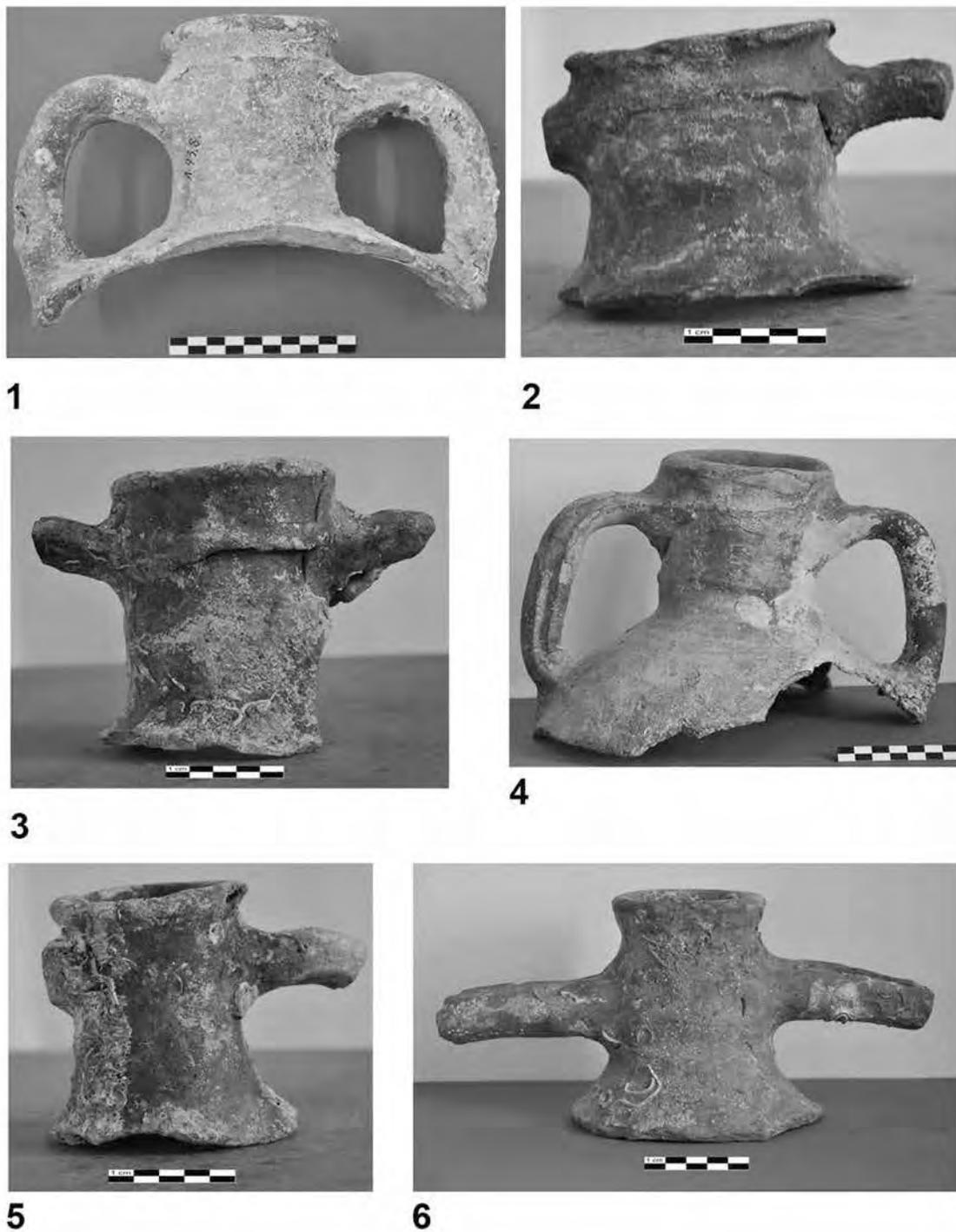


Рис. 3. Амфоры класса LRA 1 из Алуштинского краеведческого музея. 1 – тип 1, вариант А; 2,3 – тип 1, вариант В; 4 – тип 1, вариант С; 5 – тип 2; 6 – «ранний вариант» (фото Y. Montmessin).

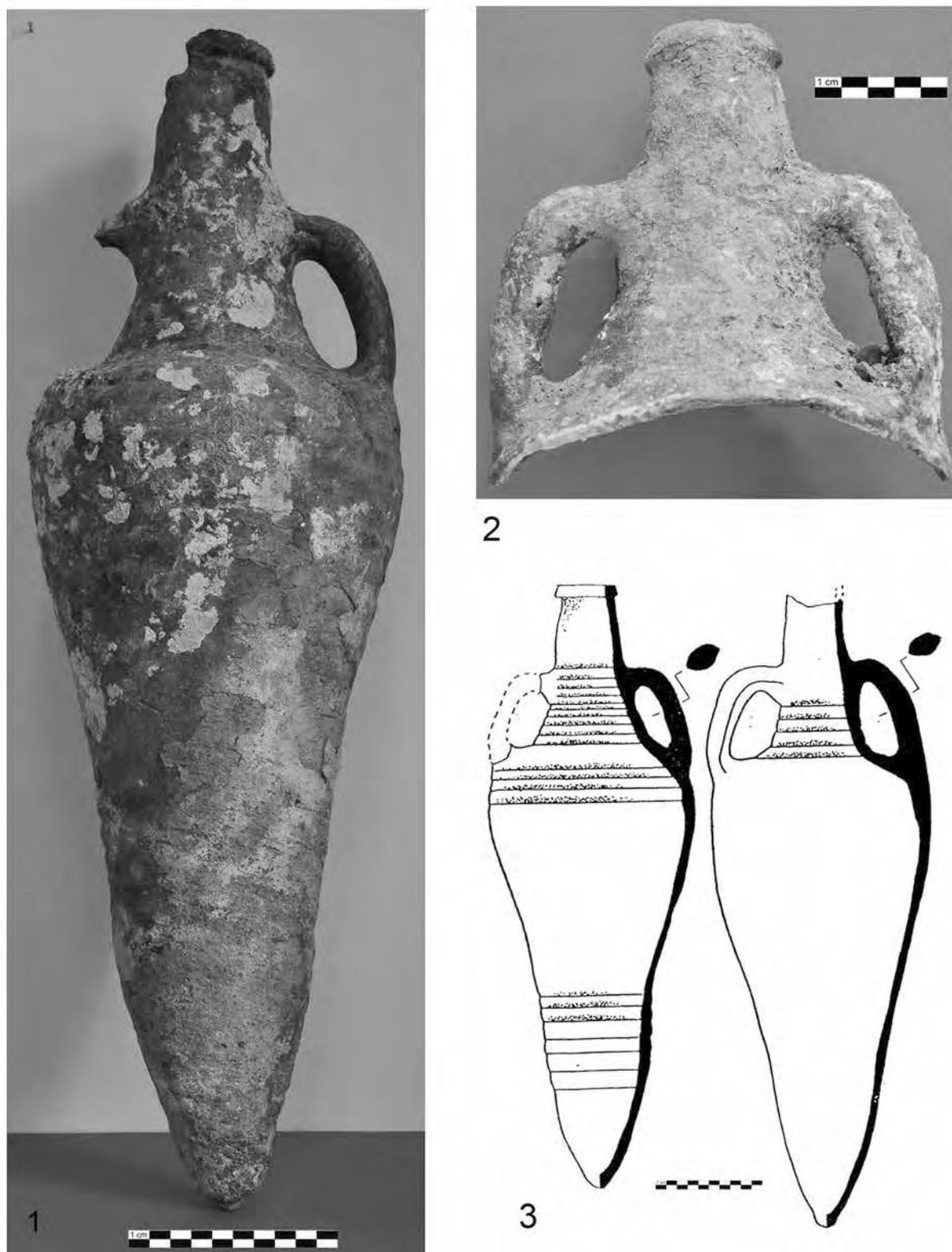


Рис. 4. Амфоры класса «sagrot». 1, 3 – целые сосуды из Алуштинского краеведческого музея; 2 – основной тип «sagrot» с груза корабля затонувшего у мыса Плака (фото Y. Montmessin, илл. Н. Сокольчук).

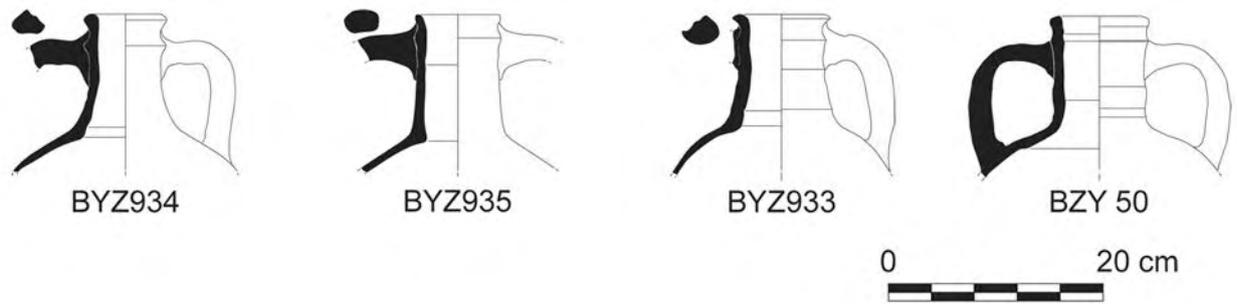


Рис. 5. Амфоры класса LRA 1. Тип 1, вариант А (здесь и далее указаны номера образцов) (илл. Y. Montmessin, Н. Сокольчук, S. Y. Waksman).

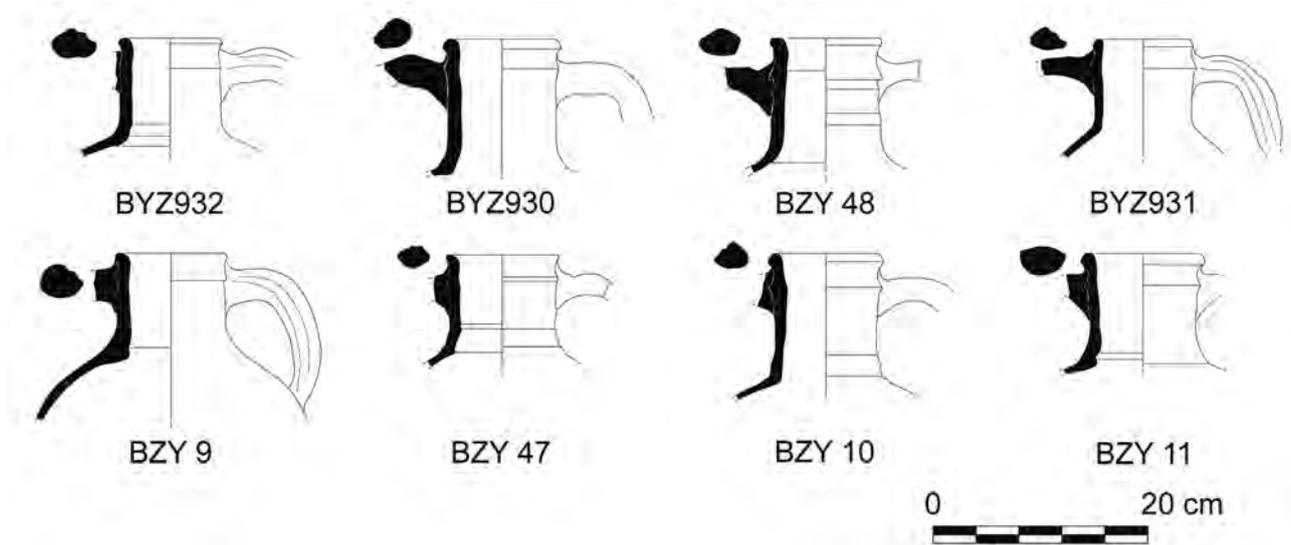


Рис. 6. Амфоры класса LRA 1. Тип 1, вариант В (илл. Y. Montmessin, Н. Сокольчук, S. Y. Waksman).

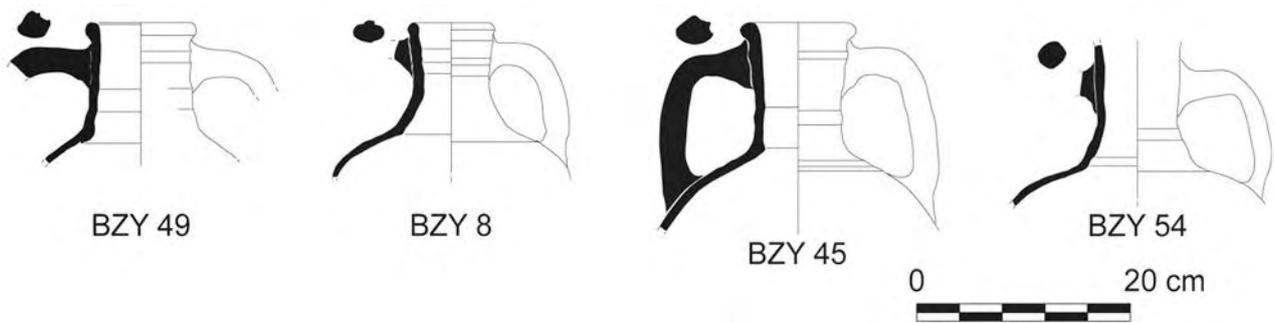


Рис. 7. Амфоры класса LRA 1. Тип 1. BZY49 – вариант А; BZY8, BZY45, BZY54 – вариант С (илл. Y. Montmessin, Н. Сокольчук, S. Y. Waksman).

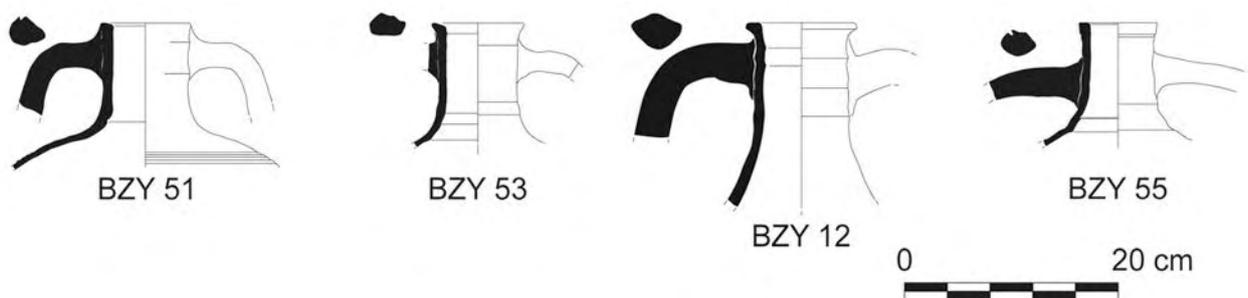


Рис. 8. Амфоры класса LRA 1. BZY51, BZY53, BZY12 – Тип 2; BZY55 – ранний вариант (илл. Y. Montmessin, Н. Сокольчук, S. Y. Waksman).

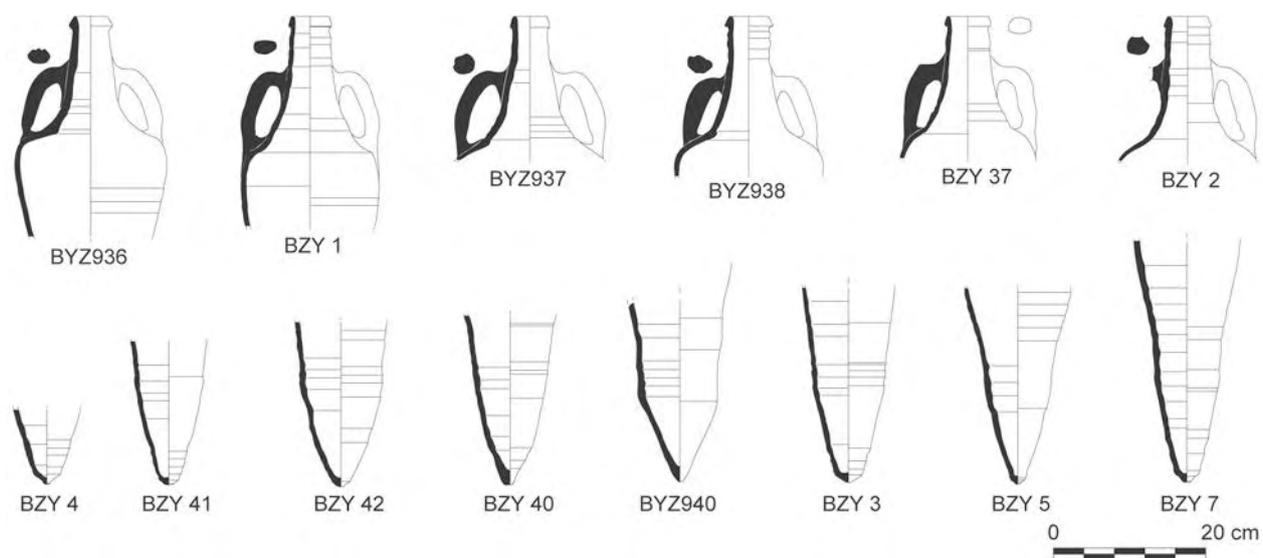


Рис. 9. Амфоры класса «carrot». Основной морфологический тип. Основная химическая группа (илл. Y. Montmessin, Н. Сокольчук, S. Y. Waksman).



Рис. 10. Амфоры LRA 1 и «carrot» с кораблекрушения у мыса Плака (фото С. Зеленко).

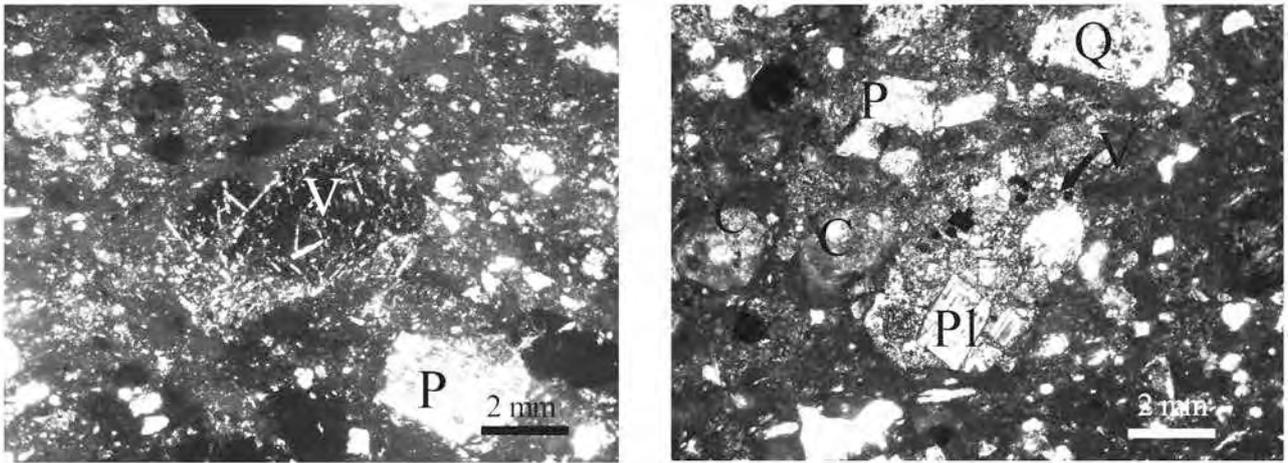


Рис. 11. Микрофотографии образцов, снятые поляризационным микроскопом: 1-ая петрографическая группа (слева) и 2-ая петрографическая группа (справа). Q – кварц, P – пироксен, Pl – плагиоклаз, C – карбонатные породы, V – вулканические породы (M. Çolak).

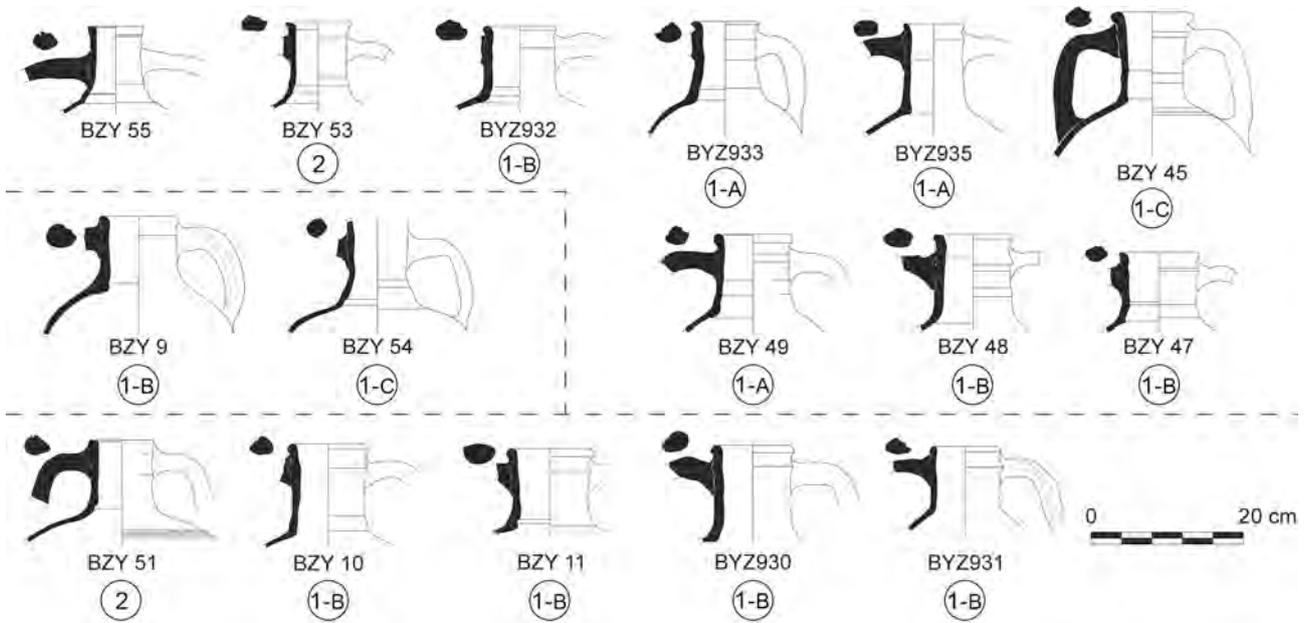


Рис. 12. Амфоры класса LRA 1. Основная химическая группа (химические группы), соотносенные с морфологическим типом (в кружке указан тип/вариант). Возможные химические подгруппы: средний ряд, слева – сильнее выражены ультраосновные характеристики; нижний ряд – более кальцинированные (илл. Y. Montmessin, H. Сокольчук, S. Y. Waksman).



Рис. 13. Амфоры класса LRA 1. не входящие в основную химическую группу (илл. Y. Montmessin, H. Сокольчук, S. Y. Waksman).

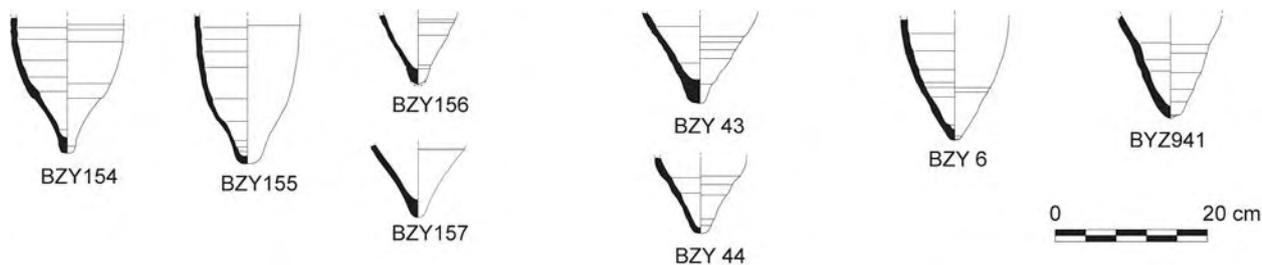


Рис. 14. Донья амфор, принадлежность которых к классу «carrot» под вопросом. Не входят в основную химическую группу (илл. Y. Montmessin, Н. Сокольчук, S. Y. Waksman).

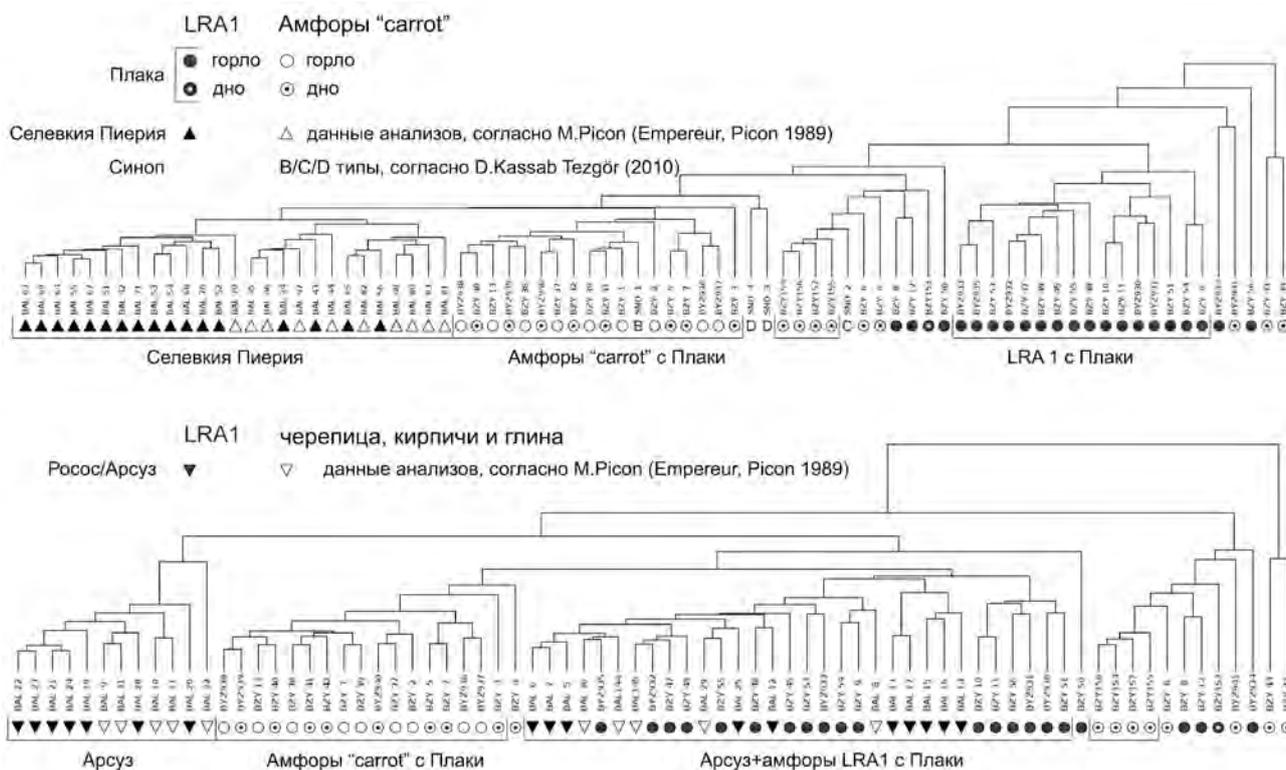


Рис. 15. Классификация образцов в соответствии с химическим составом, основанном на 17 элементах. Сравниваются данные анализов амфор Плаки с эталонными образцами из Селевкки Пиерии/Самандага и Синопа (верхняя диаграмма) и из Рососа/Арсуза (нижняя диаграмма). Происхождение и типологические особенности обозначены легендами, основные химические группы подчеркнуты; данные для Селевкки Пиерии/Самандага и Рососа/Арсуза взяты из результатов исследований Амперора и Пикона (Empereur, Picon 1989) (диаграммы S. Y. Waksman).

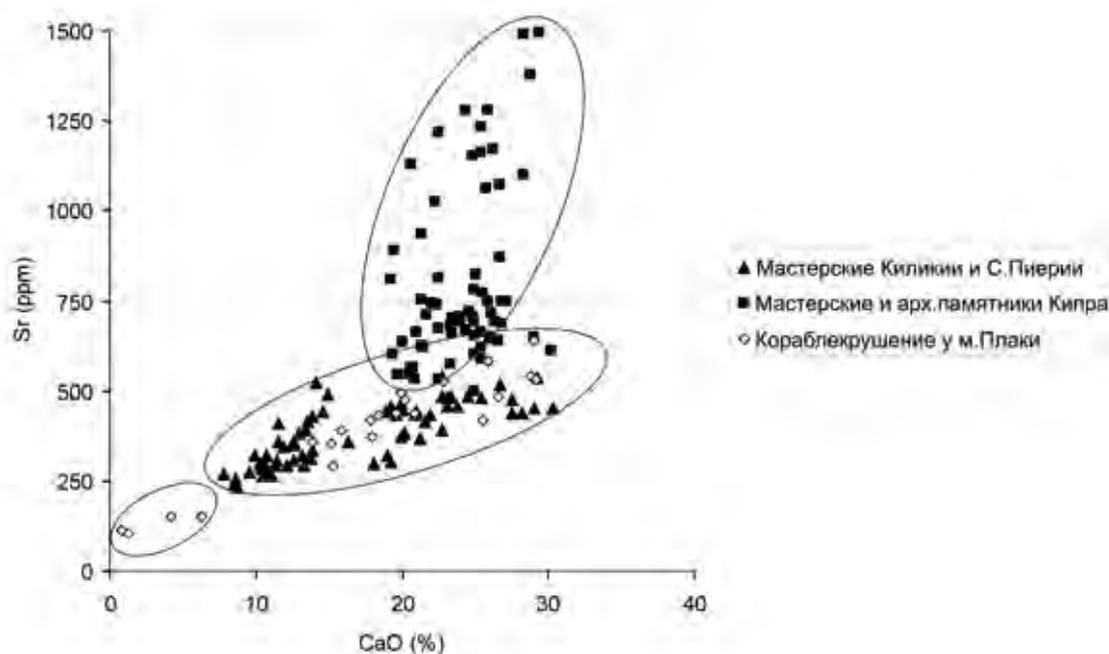


Рис. 16. Бинарная диаграмма «кальций-стронций». Амфоры LRA 1 с Плаки и из мастерских в юго-восточной Турции и Кипра согласно Амперору и Пикону (Empereur, Picon 1989). Юго-восточная Турция – Селевкия Понтий/Самандаг, Росос/Арсуз, Аяс/Юмурталик, Магарсос/Караташ, Соли, Элаиусса Себасте/Аяш; Кипр – Пафос, Амагус, Курион. Общие направления показаны эллипсами, включающими образцы с Кипра, и из Турции, вместе с основной частью образцов с Плаки, включая крымские образцы с низким содержанием карбонатов (диаграмма S. Y. Waksman).

Таблица 1. Химический состав амфор с Плаки, вместе со сравнительным материалом из Селевкии Пиерии и Синопа. Образцы расположены как в классификации (Рис. 15, верхняя диаграмма). Макро и микроэлементы даны в весе окислов %, микропримеси в частях на миллион (ppm); m – среднее значение, σ – среднее допустимое отклонение; элементы в скобках не принимались во внимание при классификации.

образец	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	(Na ₂ O)	(P ₂ O ₅)	Zr	Sr	Rb	Zn	Cr	Ni	Ba	V	Ce
Селевкия Пиерия/Самандаг, местная продукция, согласно Pison and Emreoglu 1989																			
BAL 63	13,45	6,93	0,780	1,92	58,03	12,54	4,70	0,0991	1,19	0,17	136	389	81	82	236	99	244	161	62
BAL 69	12,95	6,76	0,790	1,96	58,74	12,90	4,18	0,0876	1,25	0,19	138	381	70	80	232	103	273	157	62
BAL 64	11,40	6,75	0,810	1,94	59,54	13,35	4,32	0,0978	1,45	0,14	138	305	75	82	232	119	259	156	61
BAL 55	12,61	6,56	0,760	2,12	59,37	13,02	3,63	0,0920	1,45	0,20	129	348	64	78	168	91	304	143	62
BAL 67	12,61	6,61	0,780	2,01	59,59	12,84	3,68	0,0819	1,42	0,19	127	358	80	82	211	102	293	151	59
BAL 51	13,23	6,51	0,810	1,99	58,77	13,46	3,44	0,0996	1,32	0,18	135	320	81	89	208	101	312	145	57
BAL 42	11,33	6,51	0,770	2,05	60,49	12,85	4,16	0,0909	1,40	0,16	146	293	91	81	182	81	312	153	61
BAL 71	13,90	7,15	0,810	1,88	57,38	13,21	3,93	0,1150	1,24	0,19	135	332	61	74	235	108	309	164	61
BAL 53	14,57	6,37	0,770	1,84	58,13	12,54	3,98	0,0870	1,29	0,21	139	442	60	69	220	99	304	159	65
BAL 54	14,14	6,22	0,740	1,93	59,10	12,49	3,78	0,0855	1,08	0,23	132	524	67	73	213	101	285	142	63
BAL 68	13,93	6,13	0,730	1,77	59,75	12,14	3,60	0,0824	1,43	0,23	125	430	47	81	192	93	295	135	62
BAL 70	11,56	6,07	0,750	2,05	62,11	12,68	2,93	0,0774	1,40	0,19	147	357	79	73	175	94	307	137	62
BAL 52	11,55	6,25	0,780	1,84	62,03	11,95	3,79	0,0859	1,36	0,17	155	408	54	73	190	95	294	151	60
BAL 79	14,87	6,14	0,740	2,00	58,97	12,91	2,70	0,0964	1,17	0,20	147	491	79	86	169	104	281	130	60
BAL 45	10,61	6,27	0,790	2,07	61,38	14,10	2,93	0,0786	1,42	0,15	167	296	86	71	177	104	308	122	76
BAL 46	10,74	6,19	0,790	2,22	60,82	14,57	2,68	0,0781	1,32	0,40	150	320	97	70	161	108	321	125	72
BAL 34	8,46	6,27	0,810	2,14	63,48	13,90	3,07	0,0785	1,41	0,17	155	239	94	72	219	140	335	132	70
BAL 47	9,56	6,53	0,810	2,31	61,30	14,68	2,57	0,0711	1,61	0,36	149	274	103	79	177	104	355	139	71
BAL 43	11,11	7,07	0,810	2,34	58,82	14,00	3,82	0,1083	1,55	0,17	153	263	105	70	211	103	371	160	76
BAL 44	8,68	6,07	0,760	1,99	64,14	13,58	2,48	0,0752	1,74	0,30	176	253	77	66	161	96	336	128	62
BAL 65	10,74	6,74	0,800	2,17	60,33	14,05	3,25	0,0845	1,47	0,16	154	283	92	86	194	104	331	143	73
BAL 82	10,49	6,48	0,800	2,02	61,81	13,71	2,81	0,1117	1,36	0,23	150	280	82	89	182	109	327	138	66
BAL 56	11,89	6,87	0,770	2,31	59,37	13,08	3,62	0,0884	1,59	0,21	142	341	91	91	179	100	305	149	67
BAL 48	10,22	6,50	0,790	2,27	61,26	14,32	2,67	0,0732	1,53	0,16	156	294	98	96	172	99	362	135	62
BAL 80	10,42	7,14	0,840	2,30	59,95	14,53	2,58	0,0993	1,46	0,49	159	285	106	98	192	126	355	136	61
BAL 83	9,93	6,26	0,790	2,20	62,10	13,86	2,78	0,0712	1,49	0,32	167	318	92	92	178	87	341	125	51
BAL 81	7,80	6,28	0,830	2,19	64,20	14,49	2,29	0,0669	1,49	0,17	167	267	93	101	172	118	297	127	70
m	11,58	6,50	0,786	2,07	60,41	13,40	3,35	0,0875	1,40	0,22	147	337	82	81	194	103	312	142	64
σ	1,90	0,33	0,028	0,16	1,83	0,79	0,66	0,0126	0,14	0,08	13	72	16	10	24	12	31	12	6

Продолжение таблицы 1.

Кораблекрушение у м.Плака, основная группа амфор "саргот"																			
BZY938	9,97	7,71	0,812	1,80	58,99	13,92	5,07	0,1552	1,30	0,11	168	279	68	88	155	80	432	141	77
BZY 40	8,46	7,22	0,817	1,79	61,77	14,01	4,27	0,1911	1,23	0,08	179	261	77	86	152	72	423	146	74
BZY 13	9,02	6,79	0,783	1,93	60,35	13,13	5,96	0,2150	1,58	0,09	157	292	76	86	156	69	433	130	72
BZY939	10,38	7,64	0,752	1,72	58,17	13,39	6,37	0,1407	1,15	0,12	165	291	68	84	138	76	483	135	73
BZY 38	11,35	7,04	0,781	1,71	57,55	13,58	6,05	0,1944	1,49	0,08	165	327	68	77	145	75	494	137	64
BZY940	12,81	6,87	0,748	1,76	57,04	13,54	5,69	0,2224	1,06	0,10	161	339	76	91	124	77	458	120	85
BZY 37	11,12	6,77	0,751	1,94	58,77	13,56	5,03	0,1717	1,61	0,10	161	331	71	85	122	81	485	118	83
BZY 42	15,33	6,72	0,724	1,79	56,15	13,05	4,47	0,1736	1,32	0,11	154	355	66	84	122	81	460	117	68
BZY 39	13,69	7,64	0,794	1,71	56,60	13,38	4,44	0,1205	1,36	0,10	166	319	69	77	144	81	424	136	67
BZY 41	11,84	7,75	0,823	1,76	58,23	13,08	4,62	0,1823	1,47	0,09	168	306	64	80	165	79	392	138	65
BZY 1	10,62	7,04	0,831	1,79	59,80	13,18	4,82	0,1121	1,56	0,08	178	300	67	82	178	66	420	141	62
SNO 1	11,89	7,13	0,810	1,72	58,17	14,22	4,38	0,1078	1,20	0,20	167	332	57	75	200	94	373	167	70
BZY 2	13,77	7,12	0,708	1,85	57,25	13,83	3,62	0,1665	1,41	0,12	140	349	67	82	129	75	373	129	91
BZY 5	11,59	6,23	0,728	1,93	58,89	13,25	5,38	0,1808	1,58	0,09	156	348	70	81	123	71	465	118	53
BZY 7	12,60	5,71	0,697	1,79	59,29	12,87	5,30	0,1482	1,36	0,08	169	342	72	80	130	61	459	111	44
BZY936	12,81	5,65	0,685	1,80	59,15	12,74	5,39	0,1187	1,39	0,10	164	349	62	73	129	61	443	106	59
BZY937	11,30	6,22	0,703	1,95	59,88	12,88	5,11	0,1005	1,61	0,10	168	309	62	76	116	61	420	106	73
BZY 3	10,76	7,62	0,844	1,89	60,00	13,14	3,88	0,0779	1,55	0,09	176	279	75	79	173	58	411	144	42
т	11,63	6,94	0,766	1,81	58,67	13,38	4,99	0,1544	1,40	0,10	165	317	69	81	145	73	436	130	68
σ	1,71	0,65	0,051	0,08	1,43	0,42	0,75	0,0412	0,17	0,03	9	29	5	5	23	9	36	16	13
SNO 4	13,57	6,79	0,838	2,52	57,05	14,04	3,33	0,1012	1,24	0,31	180	510	106	67	222	104	558	166	76
SNO 3	13,41	6,98	0,813	2,16	57,13	12,99	4,73	0,1075	1,24	0,27	146	319	85	68	213	88	422	217	73
Кораблекрушение у м.Плака, основная группа амфор "саргот" (?)																			
BZY154	7,53	8,67	0,826	2,81	57,94	16,15	4,02	0,1435	1,56	0,17	178	267	108	92	152	112	476	136	65
BZY156	6,90	8,48	0,851	2,58	57,95	16,36	5,05	0,1549	1,34	0,17	183	241	102	100	168	117	486	151	71
BZY157	8,65	7,92	0,827	2,83	58,53	16,30	3,00	0,1598	1,45	0,15	180	266	118	96	156	101	514	152	79
BZY155	10,93	7,74	0,807	2,81	57,05	15,85	2,74	0,0946	1,66	0,14	172	288	101	92	146	91	500	131	69
т	8,50	8,20	0,828	2,76	57,87	16,17	3,70	0,1382	1,50	0,16	178	266	107	95	156	105	494	143	71
SNO 2	9,01	7,26	0,850	2,74	59,61	15,53	3,24	0,0875	1,32	0,18	171	272	118	86	207	97	437	179	78
BZY 6	7,79	7,45	0,794	2,91	57,39	16,29	5,32	0,0712	1,68	0,14	167	296	125	103	133	101	312	192	70
BZY 4	10,47	8,43	0,888	1,89	59,26	14,59	3,03	0,2715	0,90	0,10	172	290	95	96	166	86	472	152	87
BZY 8	1,25	8,49	0,999	2,26	66,34	16,97	2,33	0,1397	0,98	0,07	210	105	128	103	204	124	478	149	72
BZY 12	0,77	7,34	0,833	2,73	65,85	19,44	1,55	0,0881	1,14	0,09	220	114	139	97	116	74	458	145	74
BZY153	6,28	8,38	0,901	3,33	57,22	18,78	2,97	0,2594	1,53	0,17	193	150	131	98	154	103	603	125	74
BZY 50	15,24	5,96	0,590	2,81	56,26	13,39	3,82	0,1709	1,39	0,19	186	291	123	71	149	125	434	95	99

Продолжение таблицы 1.

Кораблекрушение у м.Плака, основная группа амфор LRA1																			
BYZ933	19,89	7,97	0,652	1,80	48,32	12,82	6,27	0,2167	1,71	0,16	112	494	53	88	357	217	239	130	61
BYZ935	20,20	7,76	0,666	1,58	47,16	12,81	7,36	0,1496	1,96	0,17	109	473	41	82	294	204	265	130	62
BZY 53	20,90	8,53	0,716	1,55	47,36	12,24	6,14	0,1466	2,06	0,16	117	435	52	85	621	203	215	133	39
BYZ932	17,80	6,66	0,635	1,85	50,76	11,67	8,45	0,0962	1,72	0,13	135	419	60	74	802	172	242	117	66
BZY 47	19,56	6,36	0,627	1,95	49,04	11,83	8,21	0,1463	1,96	0,12	122	439	76	76	573	201	239	106	71
BZY 49	15,12	6,57	0,658	2,02	52,54	11,94	8,69	0,1052	2,03	0,13	144	353	79	73	405	206	258	111	62
BZY 45	22,88	6,99	0,636	2,07	47,90	12,06	4,94	0,1117	2,06	0,12	124	526	79	76	782	188	238	123	53
BZY 55	15,88	7,79	0,699	1,69	50,29	11,93	9,52	0,1330	1,67	0,15	121	391	64	82	1110	250	222	107	68
BZY 48	18,41	7,17	0,658	2,19	49,87	13,80	5,64	0,0802	1,88	0,12	114	432	97	87	291	240	221	140	72
BZY 10	28,99	5,37	0,568	1,56	45,71	10,73	4,85	0,1648	1,74	0,13	121	640	60	68	282	170	267	89	65
BZY 11	25,84	5,85	0,601	1,52	48,37	10,89	4,52	0,2197	1,85	0,14	130	584	57	69	431	185	300	101	62
BYZ930	26,54	6,40	0,562	2,02	47,01	10,66	4,69	0,3147	1,48	0,15	132	483	62	67	344	164	297	87	77
BYZ931	25,49	6,64	0,628	1,90	47,54	11,54	4,58	0,1845	1,18	0,13	140	419	59	75	456	173	287	90	82
BZY 51	28,80	6,70	0,713	1,33	43,16	11,46	5,20	0,3162	1,93	0,14	131	541	47	75	939	197	340	126	70
BZY 54	17,98	5,90	0,621	1,12	46,72	11,20	14,87	0,1397	1,15	0,12	131	371	40	69	412	202	174	106	64
BZY 9	13,88	6,29	0,663	1,28	51,59	12,06	12,57	0,1139	1,25	0,12	147	359	38	69	527	197	258	108	47
m	21,14	6,81	0,644	1,71	48,33	11,85	7,28	0,1649	1,73	0,14	127	460	60	76	539	198	254	113	64
σ	4,79	0,85	0,045	0,31	2,34	0,83	3,02	0,0706	0,31	0,02	11	82	16	7	249	24	40	16	11
BYZ934	4,14	6,87	0,827	4,69	60,27	17,89	3,91	0,0832	0,96	0,19	208	149	183	116	126	67	483	148	90
BYZ941	6,99	11,34	1,006	2,94	56,00	16,42	3,34	0,1031	1,44	0,25	165	262	104	114	206	78	336	241	71
BZY 56	29,11	6,04	0,630	1,73	44,26	10,44	5,81	0,2412	1,28	0,14	110	529	63	83	1788	219	208	104	87
BZY 43	1,20	9,39	1,109	1,18	67,19	17,52	1,28	0,0494	0,83	0,09	274	127	44	73	119	20	426	246	48
BZY 44	1,36	14,26	1,228	0,86	61,63	18,55	1,18	0,0586	0,67	0,06	192	111	37	76	172	32	251	298	35

Таблица 2. Химический состав LRA 1, черепицы, кирпича и глины с Аруза и его окрестностей. Макро и микроэлементы даны в весе окислов %, микропримеси в частях на миллион (ppm); элементы в скобках не принимались во внимание при классификации.

sample description	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	(Na ₂ O)	(P ₂ O ₅)	Zr	Sr	Rb	Zn	Cr	Ni	Ba	V	Ce
Росос/Аруз, согласно Pison and Empteur 1989																			
BAL 22 LRA1	13,26	8,24	0,610	1,46	48,43	11,88	14,33	0,1172	1,13	0,12	94	293	46	91	2199	648	243	118	65
BAL 23 LRA1	13,75	8,18	0,580	1,47	48,10	11,45	14,80	0,1239	1,01	0,13	89	310	54	84	1949	672	197	119	66
BAL 21 LRA1	10,52	8,74	0,600	1,56	48,97	11,82	16,26	0,1148	0,91	0,12	85	261	47	85	1701	789	218	121	60
BAL 24 LRA1	12,13	8,44	0,610	1,61	48,29	11,88	15,46	0,1171	0,97	0,14	95	293	50	91	1364	716	237	114	60
BAL 19 LRA1	12,63	8,33	0,610	1,71	49,48	11,98	13,71	0,1164	0,90	0,18	95	306	60	94	1307	711	229	71	63
BAL 9 tile	12,51	8,53	0,550	1,31	47,21	10,69	17,41	0,1189	0,97	0,15	77	291	39	91	3401	859	174	107	56
BAL 31 tile	14,01	8,25	0,560	1,63	47,28	10,91	15,55	0,1273	0,90	0,21	82	320	43	95	3427	740	249	116	57
BAL 28 LRA1	13,23	8,44	0,590	1,16	47,24	11,50	15,96	0,1265	1,00	0,17	88	320	20	86	3572	750	334	111	61
BAL 10 brick	20,42	8,00	0,560	0,93	45,72	9,83	12,69	0,1345	1,07	0,13	86	294	44	94	3308	570	176	136	61
BAL 11 brick	19,65	8,10	0,530	0,92	46,29	9,73	12,87	0,1375	1,16	0,11	75	296	25	82	2873	663	185	125	58
BAL 20 LRA1	8,77	9,26	0,570	1,52	48,12	11,06	19,24	0,1178	0,58	0,13	81	231	45	103	3952	963	185	136	59
BAL 32 tile	11,94	9,05	0,520	1,51	45,81	10,44	18,84	0,1267	0,63	0,15	82	267	37	109	7576	935	238	126	53
BAL 6 LRA1	19,61	6,50	0,660	1,54	51,33	12,47	5,53	0,1371	1,76	0,23	111	431	50	76	407	221	308	115	63
BAL 7 LRA1	22,76	6,43	0,660	1,50	49,05	12,45	5,38	0,1355	1,24	0,18	102	392	52	81	445	231	321	122	57
BAL 5 LRA1	21,17	6,66	0,680	1,41	49,50	12,38	6,15	0,1332	1,50	0,19	115	367	35	80	486	296	299	127	69
BAL 30 tile	20,38	7,19	0,620	1,62	48,12	12,49	7,47	0,1461	1,53	0,19	104	499	61	79	658	336	226	108	64
BAL 144 clay	23,32	6,94	0,690	1,42	45,40	12,10	8,03	0,1332	1,56	0,19	101	411	45	82	332	314	211	131	68
BAL 145 clay	20,31	6,24	0,650	1,57	50,16	11,72	7,06	0,1159	1,78	0,17	113	390	68	75	610	282	229	116	64
BAL 29 tile	18,18	7,32	0,650	1,77	49,00	13,11	7,76	0,1281	1,70	0,17	112	360	62	89	409	303	229	125	70
BAL 25 LRA1	16,27	8,07	0,730	1,91	48,74	14,42	8,29	0,1000	1,09	0,16	112	359	61	99	292	340	211	120	73
BAL 12 LRA1	18,91	7,02	0,670	1,72	50,65	13,96	5,23	0,0858	1,39	0,12	112	442	69	81	387	255	376	127	77
BAL 8 tile	23,40	6,95	0,580	1,24	44,96	11,05	10,18	0,1177	1,08	0,16	88	363	29	75	1058	393	203	121	59
BAL 13 LRA1	25,43	5,46	0,550	1,56	49,44	11,06	4,71	0,0874	1,34	0,13	104	480	61	62	299	220	505	97	73
BAL 17 LRA1	28,18	5,22	0,560	1,56	48,30	10,56	3,97	0,0888	1,23	0,11	114	436	59	68	485	197	348	93	68
BAL 15 LRA1	21,90	6,13	0,600	2,10	50,04	12,24	5,11	0,0876	1,41	0,12	109	433	84	67	358	292	698	101	79
BAL 16 LRA1	21,02	6,51	0,650	1,67	49,90	12,58	5,41	0,1388	1,72	0,14	106	442	60	81	355	235	602	118	71
BAL 14 LRA1	13,58	6,69	0,680	2,31	55,85	13,37	5,30	0,0943	1,73	0,12	142	416	97	78	389	319	704	110	77