

Замечено также, что различные части раковины характеризуются различным содержанием микроэлементов. Это было выявлено при отдельном анализе спинной и брюшной створок раковин *Gryphus kiskxi* и *Gryphus bajapianus*, принадлежащих одному экземпляру. В обоих случаях спинная створка (более тонкостенная) характеризуется повышенными содержаниями магния и стронция по сравнению с брюшной (см. таблицу). Аналогичные, но более четко выраженные результаты получены для раковины *Terebratula bisinuata* (L.). Кроме того, в спинной створке раковины *Chatwinothyris lens* (Wills.) отдельно были проанализированы примакушечная часть створки и замочный отросток. Анализ показал, что в замочном отростке значительно меньше магния и больше стронция, чем в примакушечной части спинной створки.

В данном случае различие в содержании микроэлементов может объясняться наличием в раковине различных элементов внутреннего строения, выполняющих различные физиологические функции и количественно отличающихся друг от друга по элементарному химическому составу, а также неодинаковой толщиной створок раковины (возможно, различных участков одной створки).

Автор благодарит проф. В. П. Макридина, доц. Ю. И. Каца, Л. В. Лапчинскую и Л. И. Смыслову за консультации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вольф К. Х., Чилингар Дж. В., Биленс Ф. У. Элементарный состав карбонатных органических остатков, минералов и осадков.— В сб.: Карбонатные породы. Т. II. М., 1970, с. 9—111.
2. Лапчинская Л. В. К вопросу об элементарном составе раковин маастрихтских брахиопод.— В сб.: Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование. Т. XII. Геология и полезные ископаемые, ч. 1-я. Геология. М., 1973, с. 66—69.
3. Смыслова Л. I. Деякі дані біогеохімічних досліджень пізньоюрських брахіопод Руської платформи.— «Вісник Харк. ун-ту», 1972, № 86. Геологія, вип. 3, с. 49—55.

УДК 550.47:564(119)(477.75) + 594(477.75)

Г. А. СМЫСЛОВ

К ВОПРОСУ О ХИМИЧЕСКОМ ЭЛЕМЕНТАРНОМ СОСТАВЕ РАКОВИН СОВРЕМЕННЫХ И ИСКОПАЕМЫХ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ МОЛЛЮСКОВ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

История биогеохимических исследований моллюсков. Химический и минеральный состав скелетных образований современных и ископаемых организмов начал изучаться в середине прошлого столетия. К началу XX в. были получены первые важные результаты, но только после опубликования трудов В. И. Вернадского, Я. В. Самойлова, Ф. Кларка и У. Уиллера, А. П. Виноградова [3, 4, 5, 17]

Среднее содержание химических элементов в раковинах двустворчатых и брюхоногих моллюсков

Отряд	Подотряд	Вид	Элементы					
			Mg	Mn	Sr	Fe	Al	Si
Venerida	Pholodina	<i>Gastrana fragilis</i>	0,140	0,0020	0,580	0,0290	0,0011	0,0310
		<i>Chione gallina</i>	0,100	0,0240	0,340	0,0100	0,0400	0,0300
		<i>Cardium edule</i>	0,050	0,0150	0,350	0,0400	0,0400	0,0500
		<i>Paphia discrepans</i>	0,170	0,0032	0,370	0,0320	0,0150	0,0390
		<i>Pholas candidus</i>	0,042	0,0044	0,440	0,0260	0,0100	0,0300
		<i>Solen vagina</i>	0,130	0,0021	1,660	0,0470	0,0110	0,0930
Astartida	—	<i>Loripes lacteus</i>	0,055	0,0020	0,025	0,0093	—	—
Pectinida	—	<i>Chlamys glabra</i>	1,050	0,0130	0,190	0,0610	0,0110	0,0076
Cyrtodontida	Ostreina	<i>Ostrea edulis</i>	1,020	0,0500	0,095	0,0860	0,0063	0,0450
	Arcina	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,054	0,0210	0,010	0,0700	0,1000	0,0370
Mesogastropoda	—	<i>Cerithium vulgatum</i>	0,630	0,0150	0,340	0,1400	0,0140	0,2900
Neogastropoda	—	<i>Nassarius reticulatus</i>	0,200	0,0040	0,610	0,0450	0,0230	0,3200

стало очевидным, что биохимические исследования имеют большое значение как для геохимии, так и для систематики и экологии. В связи с развитием техники в течение последнего тридцатилетия для биогеохимических исследований начали широко использоваться не только химический и спектральный анализы, но также рентгенометрический, электронномикроскопический, изотопный и другие методы.

Химический и минеральный состав раковин двустворчатых моллюсков, а также закономерности их формирования изучали Г. Одум, Г. Лоуэнштам, К. Турекьян, Д. Додд, Ф. Летвейн, Р. Васковьяк, К. Чейв, К. М. Султанов, О. В. Суздальский и др. [12—14, 16—25].

Г. Одум [23] установил, что отношение Sr/Ca в скелетах беспозвоночных прямо пропорционально отношению их количеств в составе воды, в которой они обитают, а концентрация стронция в арагонитовых раковинах обычно выше, чем в кальцитовых.

К. Турекьян [25] обнаружил, что изменение температуры, солености и отношение кальцит/арагонит приводит к изменению содержания микроэлементов Mg, Sr, B.

Ф. Летвейн и Р. Васковьяк [20] на основании спектрального анализа более чем 500 раковин широко распространенных моллюсков показали, что кальцитовые раковины обогащены Mg, Mn, Fe, а арагонитовые — Sr, B.

Л. Н. Кудриным с соавторами [7] установлено, что основной химический состав раковин ископаемых и современных моллюсков и брахиопод одинаков и не связан с характером среды. Количество малых элементов у одного и того же вида меняется в зависимости от фациальных особенностей отложений.

О. А. Бессонов [1, 2, 6], Г. В. Войткевич, А. М. Бронфман [6] изучали химический элементарный состав организмов, минералогию и структуру раковин и сделали заключение о возможности использования химического элементарного состава раковин в целях палеогеографических реконструкций.

Важные исследования проводятся в первой в СССР проблемной лаборатории палеобиогеохимии Азербайджанского государственного университета. Руководитель лаборатории К. М. Султанов и другие сотрудники опубликовали ряд статей, посвященных выяснению химического состава отдельных химических элементов и другим актуальным проблемам палеобиогеохимии, на основании исследований неогеновых и четвертичных моллюсков [13—15].

Материал и методика. Объектом наших исследований являлись 76 раковин двустворчатых моллюсков и 22 раковины брюхоногих моллюсков из Черного и Азовского морей, а также Молочного и Утлюкского лиманов последнего. Виды и их систематическая принадлежность указаны в таблице.

Карангатские моллюски были собраны на Керченском полуострове в окрестности с. Курортного (Русская Мама) на побережье Азовского моря из так называемого Чокракского разреза и в

районе с. Героевского на побережье Черного моря из Тобечикского разреза. Материал по современным моллюскам из Азовского моря и его лиманов был предоставлен Ю. И. Кацем.

Раковины тщательно препарировались посредством ультразвуковой установки «Ультрастом», бормашины, игл и других приспособлений, отмывались в воде щеткой. Для удаления органического вещества они погружались в 30%-ный раствор перекиси водорода на время до двух суток, а затем кипятились в дистиллированной воде. С помощью спектрального анализа на спектрографе ИСП-28 по методике [8] было выявлено содержание в изучаемых раковинах следующих элементов: Mg, Mn, Sr, Fe, Al, Si.

Основные результаты исследований химического элементарного состава раковин двустворчатых моллюсков. Отряд Venerida. Изучено 38 раковин из родов *Paphia*, *Gastrana*, *Chione*, *Pholas*, *Solen*, *Cardium* (см. таблицу). Установлены следующие колебания в содержании микроэлементов: Mg — 0,042—0,7%; Mn — 0,002 0—0,015%; Sr — 0,34—1,66%; Fe — 0,01—0,47%; Al — 0,001 1—0,04%; Si — 0,030—0,093% (рис. 1).

Отряд Astartida. Изучены три раковины современных моллюсков из рода *Loripes*. Содержание в них указанных химических элементов следующее: Mg — 0,055%; Mn — 0,020%; Sr — 0,025%; Fe — 0,009 3%.

Отряд Pectinida. Изучены 19 раковин из карангатских отложений. Раковины моллюсков представлены родом *Chlamys*. Содержание в них микроэлементов: Mg — 1,05%; Mn — 0,013%; Sr — 0,19%; Fe — 0,086%; Al — 0,011%; Si — 0,007 6%.

Отряд Cyrtodontida. Изучено 22 раковины из подотряда *Arcina* (род *Mytilus*) и подотряда *Ostreina* (род *Ostrea*). Содержание микроэлементов в раковинах *Mytilus*: Mg — 1,02%; Mn — 0,050%; Sr — 0,095%; Fe — 0,086%; Al — 0,006 3%; Si — 0,045%; в раковинах *Ostrea*: Mg — 0,052%; Mn — 0,021%; Sr — 0,10%; Fe — 0,07%; Al — 0,10%; Si — 0,037%.

Основные результаты исследований элементарного состава раковин брюхоногих моллюсков. Отряд Neogastropoda. Изучены 19 раковин из рода *Nassarius* и установлены следующие микроэлементы: Mg — 0,20%; Mn — 0,004%; Sr — 0,61%; Fe — 0,045%; Al — 0,023%; Si — 0,32%.

Отряд Mesogastropoda. Изучены три раковины из рода *Cerithium*. Установлено следующее содержание микроэлементов: Mg — 0,63%; Mn — 0,015%; Sr — 0,34%; Fe — 0,14%; Al — 0,014%; Si — 0,29%.

Приведенные данные позволяют заключить следующее.

1. Все изученные моллюски могут быть подразделены на две группы: а) с повышенным содержанием в раковинах Mg, Mn, Fe и сравнительно низким содержанием Sr (отряды Cyrtodontida, Pectinida, Mesogastropoda); б) с повышенным содержанием Sr и сравнительно низким содержанием Mg, Mn, Fe (отряды Venerida, Astartida, Neogastropoda) (рис. 1).

Первая из групп характеризуется в основном кальцитовыми раковинами (у представителя подотряда *Argisina* раковина арагонитово-кальцитовая), а вторая — арагонитовыми.

2. Моллюски с кальцитовой раковиной распространены в современном Черном море, встречаются в некоторых участках разреза

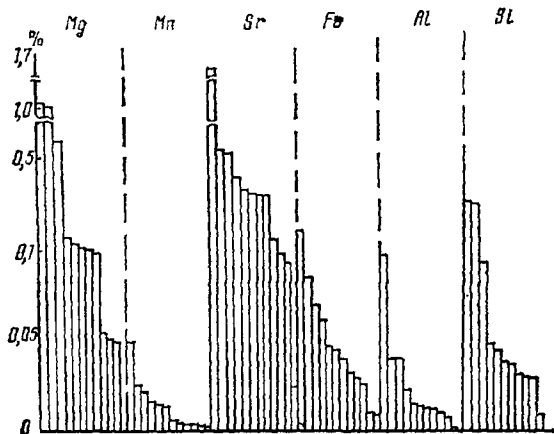


Рис. 1. Содержания микроэлементов в раковинах двустворчатых и брюхоногих моллюсков:

Mg — (*Chlamys glabra*, *Ostrea edulis*, *Certhium vulgatum*, *Nassarius reticulatus*, *Paphia discrepans*, *Gastrana fragilis*, *Solen vagina*, *Chione gallina*, *Loripes lacteus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule*, *Pholas candidus*); Mn — (*O. edulis*, *Ch. gallina*, *M. galloprovincialis*, *C. edule*, *Cer. vulgatum*, *Chl. glabra*, *Ph. candidus*, *N. reticulatus*, *P. discrepans*, *S. vagina*, *G. fragilis*, *L. lacteus*); Sr — (*S. vagina*, *N. reticulatus*, *G. fragilis*, *Ph. candidus*, *P. discrepans*, *C. edule*, *Ch. gallina*, *Cer. vulgatum*, *Chl. glabra*, *M. galloprovincialis*, *O. edulis*, *L. lacteus*); Fe — (*Cer. vulgatum*, *O. edulis*, *M. galloprovincialis*, *Chl. glabra*, *S. vagina*, *N. reticulatus*, *C. edule*, *P. discrepans*, *G. fragilis*, *Ph. candidus*, *Ch. gallina*, *L. lacteus*); Al — (*M. galloprovincialis*, *C. edule*, *Ch. gallina*, *N. reticulatus*, *P. discrepans*, *Cer. vulgatum*, *Chl. glabra*, *S. vagina*, *Ph. candidus*, *O. edulis*, *G. fragilis*, *L. lacteus*); Si — (*N. reticulatus*, *Cer. vulgatum*, *S. vagina*, *C. edule*, *O. edulis*, *P. discrepans*, *M. galloprovincialis*, *G. fragilis*, *Ch. gallina*, *Ph. candidus*, *Chl. glabra*, *L. lacteus*). Перечисленные виды расположены по убыванию содержания микроэлементов.

карангатских отложений, но отсутствуют в Азовском море и его лиманах. Наоборот, формы с арагонитовым скелетом шире распространены в Азовском море и его лиманах, а также в разрезе карангатских отложений, чем в современном Черном море. Представители подотряда *Argisina* встречаются примерно в равных количествах в Черном и в Азовском морях, известны в карангатских отложениях [9] и весьма малочисленны в Молочном и Утлюкском лиманах.

Из сказанного следует, что моллюски с преобладанием магния в веществе раковин тяготеют к бассейнам с более высокой соленостью, и наоборот — содержащие больше стронция шире распространены

в солоновато-водных бассейнах. У видов этих организмов, обитающих в бассейнах различной солености, наблюдается соответствующее изменение содержания стронция в раковинах (рис. 2).

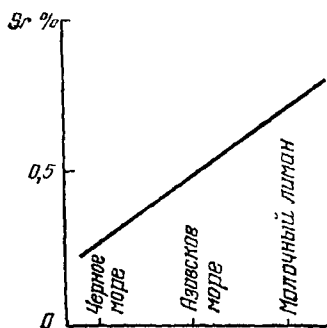


Рис. 2. Изменение содержания Sr в раковинах *Nassarius reticulatus*.

Таким образом, изменение содержания магния в кальцитовых и стронция в арагонитовых раковинах можно использовать наряду с другими приемами для выяснения солевого режима морских бассейнов геологического прошлого.

3. Присутствие в карангатских отложениях большого количества арагонитовых раковин (*Solen*, *Nassarius*, *Gastana*, *Pholas* и др.), продолжающих существовать в массовом количестве в современном Азовском море и его лиманах, свидетельствует о значительном опреснении карангатского бассейна. В период повышения его солености (среднекарангатское время) увеличивалось количество видов моллюсков с кальцитовой раковинной и параллельно с этим возрастало содержание в них магния.

Возможно, отсутствие *Ostrea edulis* в Чокракском разрезе свидетельствует о накоплении слагающих его пород в условиях более опресненной среды по сравнению с Тобечикским разрезом (рис. 3).

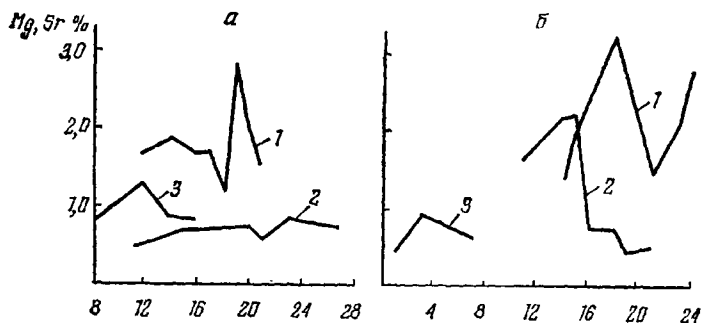


Рис. 3. Изменение содержания Sr и Mg в раковинах карангатских двустворчатых и брюхоногих моллюсков. Разрезы:

а — Чокракский; 1 — *Solen vagina* (Sr); 2 — *Nassarius reticulatus* (Sr); 3 — *Chlamis glabra* (Mg); б — Тобечикский; 1 — *Solen vagina* (Sr); 2 — *Ostrea edulis* (Mg); 3 — *Nassarius reticulatus* (Sr). Нумерация слоев — снизу вверх.

Эти данные согласуются с полученными ранее результатами [9], согласно которым в тобечикском разрезе присутствуют нижне- и среднекарангатские слои, а в районе с. Героевского — верхнекарангатские слои, сформировавшиеся в солоновато-водном бассейне.

Исследования более обширного фактического материала позволят, с нашей точки зрения, более детально сопоставить условия накопления карангатских отложений в различных районах и провести послейную корреляцию их разрезов.

Автор благодарит В. П. Макридина, Ю. И. Каца и Л. В. Лапчинскую за консультации и обсуждение результатов работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессонов О. А. Барий, стронций и бор в скелетах моллюсков Азовского моря как индикаторы физико-химических особенностей бассейнов.— В кн.: Материалы X науч.-техн. конф. аспирантов. Ростов н/Д., 1970, с. 8—10.
2. Бессонов О. А. Некоторые биогеохимические эффекты в карбонатных скелетах морских беспозвоночных и их значение в геохимии.— В кн.: Актуальные проблемы науки. Ростов н/Д., 1970, с. 28—30.
3. Виноградов А. П. Химический элементарный состав организмов моря. I.— «Тр. биогеохим. лаб. АН СССР», 1935, т. 3, с. 63—278.
4. Виноградов А. П. Химический элементарный состав организмов моря. II.— «Тр. биогеохим. лаб. АН СССР», 1937, т. 4, с. 5—226.
5. Виноградов А. П. Химический элементарный состав организмов моря. III.— «Тр. биогеохим. лаб. АН СССР», 1944, т. 6, с. 6—273.
6. Войткевич Г. В., Бессонов О. А., Бронфман А. М. Барий и стронций в раковинах азовского *Cardium edule*.— «Геохимия», 1969, № 7, с. 903—907.
7. Кудрин Л. Н., Сивкова А. С., Мартынова С. С. О химизме, составе и малых элементах раковин моллюсков.— «Минерал, сб. Львовск. геол. о-ва», 1961, вып. 15, с. 362—367.
8. Лапчинская Л. В. К вопросу о биохимических исследованиях раковин позднемеловых брахиопод.— «Вестник Харьк. ун-та», 1970, № 55. Сер. геол., вып. 1, с. 62—76.
9. Невеская Л. А. Определитель двустворчатых моллюсков морских четвертичных отложений Черноморского бассейна.— «Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР», т. ХСVI, 1963, с. 5—19.
10. Невеская Л. А. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология.— «Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР», т. 105, 1965, с. 5—319.
11. Новые представления о системе двустворчатых моллюсков.— «Палеонтол. журнал», 1971, № 2, с. 3—20. Авт.: Л. А. Невеская, О. А. Скарлато, Я. И. Старобогатов и др.
12. Суздальский О. В. Использование минеральных новообразований и элементарного состава раковин для восстановления палеогеографической обстановки формирования морских послепалеогеновых отложений Усть-Енисейской впадины.— В кн.: Четвертичный период Сибири (Сборник статей). М., 1966, с. 468—473.
13. Султанов К. М., Исаев С. А. Магний и стронций в раковинах некоторых современных моллюсков.— «Учен. зап. Азерб. гос. ун-та. Сер. геол.-геогр. наук», 1966, № 5, с. 3—9.
14. Султанов К. М., Ахундов Ю. А., Халифа-Заде Ч. М. Некоторые данные о минералогическом составе современных и древних беспозвоночных Азербайджана.— «Учен. зап. Азерб. гос. ун-та. Сер. геол.-геогр. наук», 1968, № 6, с. 3—10.
15. Султанов К. М., Исаев С. А. Палеобиогеохимическое исследование моллюсков верхнего плиоцена Восточного Азербайджана и современного Каспия. Баку, Азгосиздат, 1971. 137с.
16. Chave K. E. Aspect of the biogeochemistry of magnesium. I. Calcareous marine organisms.— «J. Geol.», 1954, vol. 64, p. 266—283.
17. Clarke F. W., Wheeler W. C. The inorganic constituents of marine invertebrates.— In: Dep. of the inter U. S. geol. Survey. Prof. Pap., 1922. 124 p.

18. *Dodd J. R.* Environmentally controlled variation in the shell structure of a pelecypod species.— „*J. Paleontol.*”, 1964, vol. 98, p. 1065—1071.
19. *Dodd J. R.* Environmentally controlled shell — structure variation in *Mytilus californianus* (abstract). — „*Geol. Soc. Amer. Spec. Paper*”, 1963, № 63, p. 980—982.
20. *Leutwein F., Waskowiak R.* Geochemische Untersuchungen an rezenten mariner Molluskenschalen.— „*Neues Jahrb. Mineral. Abhandl.*”, 1962, Bd. 99, H 1, S. 35—39.
21. *Lowenstam H. A.* Environmental relations of modification compositions of certain carbonate-secreting marine invertebrata.— „*Proc. Nat. Acad. Sci. US*”, 1954, vol. 40, p. 39—48.
22. *Lowenstam H. A.* Factors affecting the aragonite: calcite ratios in carbonate-secreting marine organisms.— „*J. Geol.*”, 1954, vol. 62, p. 284—323.
23. *Odum N. T.* Notes on the strontium content of sea water, pelagic radiolaria and strontianite snail shells.— „*Science*”, 1951, vol. 114, p. 211—213, 407—411.
24. *Odum H. T.* Biogeochemical deposition of strontium.— „*Publ. Inst. Marine Sci. Univ. Texas*”, 1957, vol. 4, p. 38—114.
25. *Turekian K. K.* Factors controlling the trace element concentration in recent molluscan shells.— „*Bull. Geol. Soc. Amer.*”, 1959, pt. 1, 2, vol. 70, N 12, p. 1690.

УДК 561.258

В. П. СТЕЦЕНКО

С. И. ШУМЕНКО, д-р геол.-минерал. наук

К МЕТОДИКЕ МИКРОСКОПИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ИЗВЕСТКОВЫХ НАНОФОССИЛИЙ

Известковые нанофоссилии — ультрамикроскопические остатки панциря разнообразных примитивных планктонных организмов. Их систематический состав еще не полностью выяснен. Подробнее других групп известкового нанопланктона исследованы кокколитофориды. Фрагменты кокколитофорид — кокколиты — имеют размеры от 2—3 до 20 мкм и поэтому изучаются при больших увеличениях с помощью светового или электронного микроскопов.

Микроскопические исследования этих объектов связаны с необходимостью предварительной подготовки образцов, включающей дезинтеграцию пород и, как правило, обогащение, т. е. отмывку препарата декантацией в дистиллированной воде с одновременным удалением крупной фракции и глинистых частиц.

Методика подготовки образцов известковых нанофоссилий для дальнейшего исследования и определения описана в работах [1—9].

В настоящей статье обобщен опыт исследований кокколитов из верхнемеловых отложений различных районов Русской платформы и Горного Крыма.

Рекомендуемая нами последовательность подготовки образцов включает следующие операции.

Дезинтеграция пород. В зависимости от плотности, а также литологических особенностей (глинистости, известковистости

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

№ 120

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ

ВЫПУСК 6

ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ВИЩА ШКОЛА»
ИЗДАТЕЛЬСТВО ПРИ ХАРЬКОВСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
Харьков — 1975