

Л. А. Ерзинкян

К вопросу биогенного образования травертинов и кристаллов озера Севан

В связи со спуском уровня воды озера Севан (5) около десяти научно-исследовательских институтов, секторов и станций Академии Наук Армянской ССР изучают связанные с этим явления:

а) динамику изменения естественно-исторической обстановки как самого озера Севан, так и окружающей его суши, для проверки и уточнения сделанных ранее расчетов;

б) динамику расхода воды, связанного с фильтрацией из озера Севан;

в) динамику изменения условий жизни и сырьевых ресурсов воды озера Севан для рыбного хозяйства;

г) динамику изменения климата всего севанского бассейна;

д) динамику почвообразовательных процессов в целях их направленного изменения и освоения для сельского хозяйства и т. д.

Сектор Микробиологии Академии Наук Армянской ССР занимался вопросами:

а) изучения динамики изменения микрофлоры воды озера Севан и роли микроорганизмов в деле образования травертинов и кристаллов (дрюитов) озера Севан;

б) изучения динамики изменения микрофлоры вновь освобождаемых из-под воды грунтов для выяснения характера почвообразовательных процессов, в целях направленного изменения их для освоения этих почв сельским хозяйством.

В целях изучения микрофлоры воды озера Севан нами были намечены пункты в открытой части озера Севан на профиле населенных пунктов Севан, Цамакаберд,

Цовагюх, остров Севан, Тохлуджа, Шоржа, Шишкая, Цовак, Цовинар, Мартуни и Норадуз.

Пробы воды и грунтов озера Севан были взяты в мае, июле и августе месяцах 1946 года, в июле и августе месяцах 1947 года, в феврале, апреле, июне и августе месяцах 1948 года, в литоральной, сублиторальной и профундальной зонах Малого и Большого Севана. Пробы воды и грунта были взяты в северной части Малого Севана, у истока реки Занги (у шлюза), у пристани Севан, в Севанской бухте, напротив Гидробиологической станции Академии Наук Армянской ССР, у пристани Цамакаберд, в районе села Цовагюх, у восточных и западных берегов острова Севан, в восточной части Малого Севана западнее села Тохлуджа на расстоянии около 2 км от берега, а также недалеко от пристани Шоржа с глубин 0, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 5, 9, 10, 15, 20, 27, 30, 35, 45, 65, 72, 79, 82, 83 и 91 м. В восточной, южной и западной частях Большого Севана пробы воды были взяты в районах Шишкая, бывшего озера Гилли, Клор-Дар, Цовак (Н. Загалу), Цовинар, Мартуни, Куру-Хараба, Норадуз, с глубин 0, $\frac{1}{2}$ 1, 4, 5, 10, 15, 30, 36, 43, 44 и 45 м.

В 1946 году пробы воды с различных глубин извлекались батометром, а в 1947 и 1948 гг. специальным прибором, сконструированным нами по типу прибора академика Исаченко. Донные грунты брались дночерпателем Петерсена (облегченного типа). Глубина мест взятия проб измерялась стальным тросом на блоке со счетчиком.

Учитывая отрицательные стороны батометра для микробиологического анализа воды, в особенности для взятия проб воды с малых глубин, мы пользовались им только в 1946 году, пока у нас не было соответствующего прибора, удовлетворяющего нашим требованиям, а в 1947 и 1948 гг. мы пользовались нижеописанным прибором.

Прибор (рис. 1) для взятия проб воды с различных глубин, сконструированный нами по типу прибора академика Б. Л. Исаченко, состоит из трех цилиндрических металлических трубок различных диаметров, припаянных вместе. В большой цилиндр опускается полный эвакуиро-

ванный стеклянный цилиндр, емкостью 100—150 см³, с изогнутым вытянутым припаянным концом. В другой цилиндр помещается минимальный термометр для измерения температуры воды на различных глубинах, а в третий, самый узенький цилиндр, вдевается металлический трос, на котором подвешивается весь прибор.

Нами были сконструированы два прибора. Один облегченного типа (вес прибора с почтальоном 2 кг), предназначенный для взятия проб с небольших глубин, а другой с удвоенным весом, предназначенный для взятия проб с больших глубин.

Учитывая, что удельный вес воды озера Севан относительно меньше удельного веса обычной морской воды, давление же на поверхности озера Севан, находящегося на высоте 1916 м над уровнем моря, не достигает 1 атмосферы, а предельная глубина озера Севан не превышает 100 м, толщина стенок стеклянных полых с выкачанным воздухом (эвакуированных) трубок нами была рассчитана на давление в 11 атмосфер.

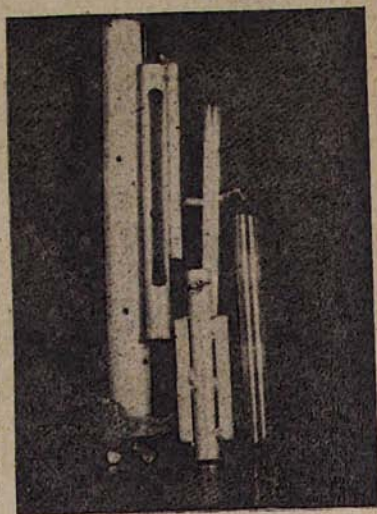


Рис. 1. Прибор для взятия проб воды с различных глубин.

За период с мая 1946 года по август 1948 года всего было взято 139 проб воды и грунта с различных глубин. При микробиологических анализах учитывались некоторые физиологические группы бактерий и общее количество микроорганизмов. Подсчет микроорганизмов в пробах грунта производился непосредственно под микроскопом по методу Виноградского, а подсчет микроорганизмов в пробах воды — на агаровых пластинках в чашках Петри, которые выдерживались в термостате при t° 22—23° С. Общее количество бактерий определялось на питательных средах Чапек и МПА.

Одновременно с подсчетом количества выросших микроорганизмов на чашках Петри, мы производили отливки различающихся колоний на соответствующие питательные среды, в результате чего нам удалось собрать коллекцию около 100 различных штаммов микроорганизмов, характеризующих микрофлору озера Севан.

Среди выделенных штаммов не мало микробов антагонистов (споровые бактерии, актиномицеты и плесневые грибки).

В настоящей статье мы ограничиваемся выяснением роли кальциотлагающих микроорганизмов воды озера Севан в деле образования травертинов и кристаллов озера Севан.

Классический исследователь морей и океанов академик Б. Л. Исаченко (3) придавал огромное значение микроорганизмам в деле образования карбонатов кальция в природе.

Вопрос о роли микроорганизмов в деле образования биолитов мало разработан.

Из литературы известно, что кальциотлагающие бактерии были обнаружены в теплых морях, и выпадение карбонатов кальция приписывалось жизнедеятельности этих микроорганизмов.

Молиш (10) описывает, что ему удалось из морской и пресной воды также выделить отлагающих известь бактерий и даже на искусственных средах получить кристаллы углекислого кальция. Бавендамм происхождения Багамских островов объясняет биологическим отложением карбоната кальция. Красильников (4) установил, что массовое явление обрастания углекислым кальцием базальта, туфа, гранита и других пород камней и целых каменных глыб в Армении имеет биогенный характер.

В вопросе образования травертинов и кристаллов (дрюитов) до сих пор имеются два противоположных мнения среди многих советских и иностранных ученых. Большинство геологов и минералогов причины выпадения углекислого кальция в морях, озерах и других водоемах объясняют с точки зрения чисто физических изменений, проис-

ходящих в водоемах как следствие колебания температуры, изменения концентрации раствора и давления, испарения влаги и т. д.

Большинство же биологов причины отложения карбонатов кальция объясняет как следствие биологических процессов. Аналогичные разногласия насчет образования травертинов и кристаллов озера Севан имеются и среди ученых Армении.

В целях выяснения истинных причин выпадения карбонатов кальция академик Б. Л. Исаченко (3) провел весьма интересные опыты в термальных источниках Пятигорска и в лабораторных условиях с культурами бактерий, выделенными из горячих источников и из воды озера Севан.

На основе проведенных опытов Исаченко приходит к выводу, что образование углекислого кальция происходит в слизистых выделениях бактерий, и что многие морские осадки, в том числе травертины и дрюиты (кристаллы), являются следствием бактериальной жизнедеятельности. Однако, Исаченко не склонен приписать образование травертинов, дрюитов и прочих донных осадков морей одной лишь деятельности микроорганизмов, как это делают многие другие исследователи. Наоборот, он полагает, что образование травертинов и дрюитов происходит как физическим, так и биологическим путями. Исходя из результатов наших исследований, мы также склонны полагать, что образование травертинов и кристаллов в озере Севан одновременно происходит как вследствие бактериальной жизнедеятельности, так и вследствие изменения физико-химических условий. До сих пор опубликованных специальных работ, посвященных всестороннему микробиологическому исследованию воды озера Севан, нет, за исключением работы Петросян и др. (9), которая посвящена лишь одному виду кальциотлагающих бактерий *Bact. Sewanense*. Авторами на агаре было выделено всего 7 штаммов кальциотлагающих бактерий, и все 7 оказались одним и тем же видом. В наших же исследованиях, мы встретились с бактериями различных видов, которые обладают кальциотлагающей способностью. Кальциотлагающие бактерии нами

были обнаружены как в притоках озера Севан, так и во всех пробах воды озера, взятых в различных пунктах и с различных глубин. Кальциотлагающие бактерии нами обнаружены также в ереванской городской водопроводной воде. Как видно, кальциотлагающие бактерии широко распространены в озерах, реках и родниках Армении. С этой точки зрения, большое значение имеет химический состав воды и притоков озера Севан.

Несомненно, что химический состав воды озера Севан в различных пунктах и на различных глубинах не одинаков. Различные участки озера в зависимости от их месторасположения, от степени непосредственного влияния поверхностного и грунтового питания, имеют различный химический состав.

Концентрация солевого раствора воды с глубиной увеличивается.

В местах притока рек, в особенности в период таяния снегов или обильных дождей, в зависимости от химического и механического состава воды притока качество ее различное. Несомненно, что сильно повлияет на химический состав воды озера Севан изменение соотношения между притоком и оттоком воды в связи со спуском вековых запасов воды озера. Отсюда следует, что с изменением химико-физического состава воды, изменятся и биологические условия для жизнедеятельности микроорганизмов озера Севан.

Лятти (8), сравнивая данные 218 кратных гидрохимических анализов воды озера Севан, произведенных им за период 1928—1930 гг., с данными химических анализов поверхностных слоев воды озера Севан О. К. Стаховского за период 1893—94 гг., приходит к заключению, что за период с 1893 по 1930 г. средний химический состав воды озера Севан изменился незначительно, и что отклонение состава севанской воды за 38 лет колеблется в пределах $\pm 2-3\%$.

Однако, не располагая новыми, более полными средними данными* химических анализов воды озера Севан

* Данные А. П. Толмачевой (1938 г.) показывают химический состав лишь одного образца поверхностного слоя воды середины оз. М. Севан (2).

и его притоков, мы вынуждены базироваться на химических данных Лятти (8), считая, что эти данные, как ориентировочные, вполне пригодны для нашей работы. Одной из характерных особенностей воды озера Севан является преобладание магнизиально-натровых солей над кальциевыми, несмотря на то, что в притоках Севана содержится большое количество солей кальция. По данным Лятти ежегодный приток в озеро солей кальция составляет 13600 тонн, а расход 2136. Следовательно, ежегодно осаждается на дно озера Севан 11464 тонны солей кальция. Лятти это объясняет тем, что севанская вода гораздо больше содержит щелочей, чем сильных кислот, в результате кальций вытесняется из растворимых соединений с сильными кислотами. Следовательно, кальций в малорастворимой форме углесоединений осаждается на дно водоема.

„Факт выпадения извести из раствора, — указывает Лятти (7)—под влиянием физико-химических процессов перед биологическим потреблением подтверждается хотя бы тем, что запасы калия и фосфора сохраняются в удобоусвояемом состоянии в растворе почти не затронутым биологическим потреблением.“

Мы не отрицаем того факта, что большое содержание фосфора и калия в воде озера Севан, т. е. незначительная утилизация фосфора и калия, говорит за низкую концентрацию органической жизни. Даже тот факт, что окисляемость воды Севана незначительна, также указывает не только на ничтожное содержание органического азота вообще, но и на малое количество микроорганизмов в частности. Наши исследования это вполне подтверждают. Севанская вода содержит мало микроорганизмов. Количество микроорганизмов в 1 мл воды (в зависимости от пункта, глубины, времени года и пр.) колеблется от нескольких сот до нескольких тысяч. Количество микроорганизмов в прибрежных зонах Малого Севана значительно меньше, чем в тех же зонах Большого Севана (таблица 1). Это объясняется тем, что в Малый Севан впадают всего лишь три реки, а в Большой Севан впадает свыше 20 рек и речек, которые с собой приносят большое количество микроор-

ганизмов. Поэтому не случайно, что если в Малом Севане в 1 мл количество микроорганизмов исчисляется сотнями, то в Большом Севане тысячами, а у притоков десятками тысяч и более.

Таблица 1

Общее количество микроорганизмов воды озера Севан на среде Чапек-агар

Район взятия образцов воды	Глубина в м	Общее колич. мик- роорганиз- мов в 1 мл воды	В том числе:	
			Известь отлагаю- щих	Плесеней
Восточный берег острова Севан (М. Севан) . . .	1	155	16	2 аспергил. 2 пеницил. 2 кладоспор.
"	2	125	29	2 пеницил.
В районе западного берега острова Севан (М. Севан)	34	130	38	1 кладоспор.
Восточная часть Малого Се- вана в районе западнее сел. Тохлуджа	83	145	58	нет
Западная часть Б. Севана в районе Норадузской при- стани	0	670	28	3 пеницил.
Западнее с. Цовак в районе Клор-Дар (Б. Севан) . .	15	17020	—	2 пеницил.
В районе бывшего озера Гилли на расстоянии 0,5 км от разрушенного домика (Б. Севан)	0	138710	8	2 пеницил. 1 кладоспор.
"	1	25515	—	—
"	4	4050	53	10 различн. плесеней
В районе реки Гилли от моста в 50 м в сторону от- крытой части оз. Б. Севан	0	224770	Сплош- ной рост	2
В районе с. Шишкая близ бывшего озера Гилли на расстоянии 0,5 км от бере- га в открытой части озера Большой Севан	0	14985	—	2 кладоспор.
"	1	11340	—	—

Характерно, что озеро Севан богато насыщено кислородом, что также важно для развития некоторых видов микроорганизмов. Как указывает Лятти, в притоках озера количество содержания кальция против магния превосходит в 2—3 раза, тогда как в воде оз. Севан, наоборот, ионы магния в полтора раза превосходят ионы кальция.

Отсюда можно заключить, что значительная часть солей кальция, которые поступают с притоками в озеро, выпадает вследствие физико-химических и микробиологических процессов.

В связи со спуском вековых запасов воды постепенно уменьшится испаряющее зеркало озера, увеличится проточность, и тем самым изменится физико-химический состав воды Севана в сторону уменьшения минерализации, магниальности и щелочности воды, следовательно, изменятся также условия для жизнедеятельности микроорганизмов. Ниже приводим результаты микробиологических исследований кальциотлагающих бактерий воды озера Севан (таблица 2). В различных пунктах Большого и Малого Севана образцы воды, с помощью вышеописанного прибора, брались с поверхностных слоев и с различных глубин озера и подвергались разводке в стерильной севанской воде, после чего производились посевы в чашках Петри на питательной среде Молиша следующего состава: на 1 л воды 10 г химически чистого хлористого кальция, 5 г глицерина, 10 г пептона, следы калия и 15 г агар-агара, или на видоизмененной нами среде следующего состава: на 1 л севанской воды 8 г химически чистого хлористого кальция, 5 г глицерина, 10 г пептона и 20 г агар-агара. Бактерии, обладающие кальциотлагающей способностью, развивались почти на всех обычных питательных средах, однако они лучше всего развивались и давали характерные колонии на видоизмененной нами питательной среде Молиша, где отложение углекислого кальция давало яркую картину.

Необходимо отметить, что в восточной части Малого Севана в районе западнее с. Тохлуджа, недалеко от берега, с глубины 79 м дночерпателем Петерсена нам уда-

Характеристика кальциотлагающих

Место взятия образцов воды	Глубина в м	Форма и цвет колоний
1	2	3
Западная часть Б. Севана на траверсе Цовинар—Памбак на расстоянии около 17 км от берега Цовинар.	1	Кругловатая, с зазубренными краями, темножелтого цвета, диаметром 1 мм, колония. По мере отдаления от центра цвет колонии светлеет.
"	15	Кругловатая, в центре грязно-желтоватого, а в широкой периферической зоне серебристо-белого цвета, с гладкими краями колония, диаметром 4 мм.
"	30	Кругловатая, с зазубренными краями, в центре темнокоричневого, а на окраинах светложелтого цвета, диаметром 1 мм колония.
"	45	Круглая, с зазубренными краями, желто-буроватого цвета, диаметром 4 мм колония.
Западная часть Б. Севана на траверсе Куру-Хараба—Шиш- кая на расстоянии около 13 км от берега Куру-Хараба.	Поверхн. слой	Желтоватого цвета, расплывчатая, диаметром 3 мм колония. По мере отдаления от центра цвет светлеет.
"	5	Кругловатая, грязно-желтоватого цвета, диаметром 2 мм колония.
"	15	Круглая, желтого цвета, диаметром 1 мм колония. За светло-желтой центральной зоной следует более светлая зона. Вся колония окаймлена слизистым прозрачным ободком.
"	15	Кругловатая, с зазубренными краями, диаметром 2 мм колония, состоящая из трех последующих зон. В центре темножелтого, в средней светложелтого, а в периферической слабо-желтоватого цвета.

Бактерии на среде Молиш-агар

Расположение и форма кристаллов	Форма бактерий
4	5
Внутри колонии густо расположены крупные и мелкие квадратной и неопределенной формы кристаллы.	Длинная капсула, внутри которой расположено от 2 до 6 кокков.
В центре колонии густо расположены крупные, а в периферийной части мелкие кристаллы.	Капсула, внутри которой расположено по 2 палочки размером $1,2 \times 0,6 \mu$.
В центре колонии расположено много крупных кристаллов неопределенной формы.	Кокки, диплококки, стрептококки.
В центре и вне колонии расположены мелкие кристаллы прямоугольной формы.	Неподвижные палочки размером $1,3 \times 0,6 \mu$.
Внутри колонии расположены пирамидальной формы крупные кристаллы. (Рис. 3).	Кокки, диплококки, стрептококки.
Внутри колонии расположены крупные, неопределенной формы кристаллы.	Неподвижные палочки размером $1,5 \times 0,8 \mu$.
В центральной зоне густо расположены мелкие, квадратной и цилиндрической формы кристаллы.	Внутри капсулы расположено по одному или два кокка. (Рис. 4).
В центральной зоне расположены крупные и мелкие прямоугольной формы кристаллы.	Капсулы, внутри расположено по одной палочке размером $1,6 \times 0,7 \mu$.

1	2	3
Западная часть Б. Севана на траверсе Куру-Хараба—Шиш-кая на расстоянии около 13 км от берега Куру-Хараба.	30	С сильно зазубренными, бугорчатыми краями, диаметром 3 м.м, колония. В центральной части колония желтоватого, а в периферической зоне серебристого цвета.
"	36	Кругловатая, в центре золотистого цвета, с зазубренными краями, диаметром 2 м.м колония, опоясанная темноватого цвета кристаллами.
"	36	Кругловатая, с глубоко изрезанными краями, серебристого цвета, диаметром 2 м.м колония, состоящая из семи водообразных зон.
У восточного берега острова Севан.	Поверхн. слой	Кругловатая, с сравнительно гладкими краями, грязно-желтого цвета, диаметром 1 м.м колония.
"	"	Кругловатая, с изрезанными краями, светлопепельного цвета с желтоватым оттенком колония, диаметром 3 м.м.
"	10	Круглая, полупрозрачная, светло-желтого цвета с ровными краями колония, диаметром 1 м.м.
Ереванская водопроводная вода.	Сводно-водн. краи	Кругловатая, светложелтого цвета, с расплывчатыми краями колония, диаметром 3 м.м.
"	"	Кругловатая, темножелтого цвета, с неровными расплывчатыми краями, диаметром 5 м.м колония.
"	"	Кругловатая, со складчатыми краями, темножелтого цвета колония, диаметром 6 м.м.

4	5
В центральной зоне расположены мелкие квадратной формы кристаллы. Между центральной и периферической зонами кольцом расположены прямоугольной формы крупные кристаллы. (Рис. 5).	Капсула, внутри которой расположено по 1—2 палочки размером $2,2 \times 0,8 \mu$.
В средней зоне колония опоясана густо расположенными мелкими и крупными прямоугольными кристаллами. (Рис. 6).	Отдельные кокки, диплококки, стрептококки.
В периферийной зоне кольцом расположены мелкие кристаллы. (Рис. 7).	Неподвижные палочки размером $2,5 \times 0,8 \mu$.
Внутри колонии густо расположены, различной величины угловатой формы крупные и мелкие кристаллы.	Неподвижные палочки с закругленными концами размером $2,5 \times 0,8 \mu$.
В центре колонии расположены неопределенной формы мелкие кристаллы.	Неподвижные палочки размером $1,8 \times 0,6 \mu$.
В центре расположены различной формы крупные кристаллы, а периферическая зона кольцом окаймлена густо расположенными мелкими, квадратной формы кристаллами.	Отдельные кокки, диплококки, стрептококки.
Внутри колонии густо расположены мелкие, квадратной формы кристаллы.	Овальные капсулы, внутри по одной палочке размером $1,8 \times 0,6 \mu$.
Внутри и за пределами колонии диаметром около 15 мм густо расположены цилиндрической формы кристаллы.	Овальной формы капсулевидные тельца, внутри которых полярно расположено по 1—2 кокка.
Внутри колонии густо расположены прямоугольной и различной неопределенной формы очень крупные кристаллы. (Рис. 8).	Вибрионовидные неподвижные, окруженные слизью палочки.

лось достать пробу из грунта, оказавшуюся состоящей из твердых кристаллов карбоната кальция (рисунок 2).

По данным Арнольди (1), кристаллы встречаются в озере Севан, начиная от глубины 45—48 м, и этот пояс кр-



Рис. 2. Кристаллы, обнаруженные в озере Севан на глубине 79 м.

сталлов достигает до 70 м. Арнольди в своей работе (1) приводит следующие данные химического состава кристаллов, полученные анализами В. А. Молевой в лаборатории Геологического Музея Академии Наук СССР:

SiO_2	—	1,15%
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	—	0,70%
CaO	—	52,73%
MgO	—	1,55%
CO_2	—	41,79%
Потеря при прокаливании		2,01%
		99,93%

В целях проверки кальциотлагающей способности выделенных нами из озера Севан бактерий и выявления це-

неизменяющихся свойств образуемого ими коллоидального кальцита, мы взяли 6 простерилизованных цилиндрических стаканов с крышками, емкостью по 500 см³. В каждый стакан налили по 300 см³ жидкой среды Молиша (10) с рыбой (форель), приготовленной на севанской воде, и засеяли кальцитотлагающими бактериями, выделенными нами из различных образцов воды оз. Севан.

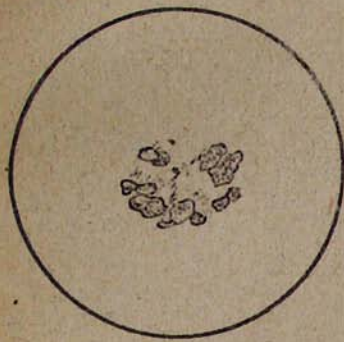


Рис. 3.

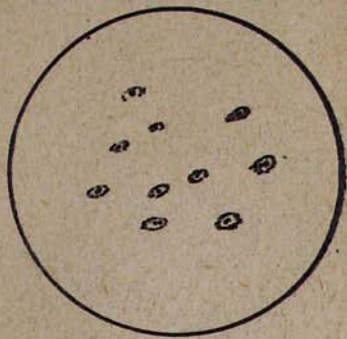


Рис. 4.

Процесс кристаллообразования при низких (17—18° С) температурах шел несколько замедленное, чем при более

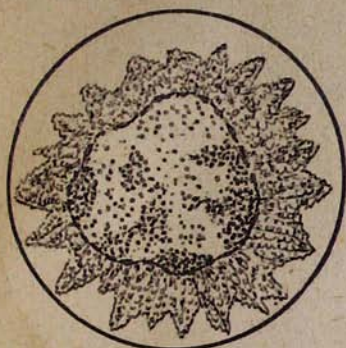


Рис. 5.

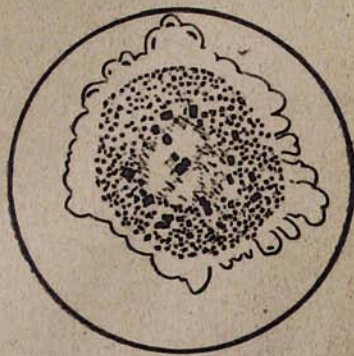


Рис. 6.

высоких (28—30° С). На 10-ый день поверхность питательной среды покрылась тоненькой сухой пленкой. С течением времени эта пленка утолщалась и на 25—30 день достигла толщины в 2—3 мм. Пленка получилась достаточно твердой, от механических воздействий она давала тре-

щины и, отламываясь кусками под своей тяжестью, падала на дно сосуда, образуя желто-сероватого цвета осадок.

Отложения углекислого кальция первоначально проявляются появлением аморфного полужидкого коллоида кальцита, который потом переходит в твердое кристаллическое состояние. Формы образовавшихся кристаллов, в зависимости от вида бактерий, бывали различные, однако, в основном, процесс кристал-



Рис. 7.



Рис. 8. Ереванская вода, 60-дневная культура (увеличено в 56 раз).

лообразования во всех случаях шел почти одинаково. Сперва появлялись мелкие кристаллы неопределенной формы, затем квадратной, прямоугольной формы или формы ромбоэдрических призм. С ростом культуры эти кристаллы, нагромождаясь, составляли сплошные, как бы склеенные вместе скопления различной формы и величины.

Под микроскопом, при увеличении в 56 раз, хорошо видны целые глыбы кристаллов, нагроможденных друг на друга.

Микроскопическое исследование показало, что кальцитотлагающие бактерии имеют кокковидные и палочковидные формы. Они вначале вырабатывают определенное количество слизи, которая окутывает бактериальную клетку. Эта слизь имеет адсорбционное свойство, в ней и происходит отложение углекислого кальция в форме вышеопи-

ванных кристаллов. На первых порах образуются аморфные отложения углекислого кальция (коллоид-кальцит). В дальнейшем коллоид-кальцит переходит в кристаллизованное состояние. В 20-дневных культурах оформившиеся кристаллы хорошо видны при слабом увеличении. Формы кристаллов в различных стадиях развития получались различные, сперва появились мелкие кристаллы неопределенной формы, затем квадратной, прямоугольной или цилиндрической формы или в форме ромбоэдрических призм.

С ростом культуры кристаллы соединялись в скопления и составляли толстые массивы самых различных форм и величины (рис. 9). Кристаллы углекислого кальция отлагались как в центре бактериальной колонии, так и в окружающей колонии слизи. Вследствие каких физиологических процессов происходит отложение углекислого кальция

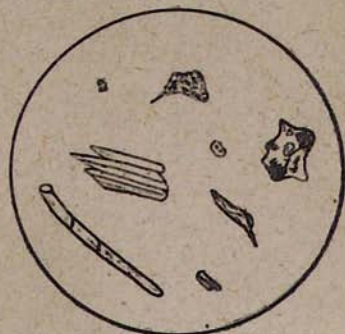


Рис. 9.

внутри и вне бактериальной клетки, до сих пор окончательно не выяснено. Однако, существует гипотеза (3), по которой процесс связывания углекислоты некоторыми бактериями в образуемых ими минеральных телах является для бактерий источником углерода и энергии, выделившихся в процессе перехода коллоидного карбоната в кристаллическое состояние. Этот процесс по своему значению похож на ассимиляцию углекислоты зелеными растениями.

В результате адсорбции углекислого кальция, бактериальная клетка так плотно окутывается карбонатом кальция, что под микроскопом становится не совсем ясно видимой. Поэтому приходится такую культуру предварительно, от одной до трех минут обрабатывать трех- или пятипроцентным раствором соляной кислоты для растворения карбоната кальция.

При высеве из различных образцов воды оз. Севан на одной и той же питательной среде, культивируемой в

одинаковых температурных условиях, выросли колонии различной формы и окраски, состоящие из довольно крупных, мелких палочек и кокков.

При описании культур одновременно исходили: а) из различных форм, величины и окраски колонии, б) из различных форм и расположений в слизи кокковидных и палочковидных бактерий, а также характерных расположений в колониях различных форм и величины кристаллов. Все это дало нам право полагать, что в озере Севан кальцитотлагающей способностью обладает не только один вид бактерии, как это было известно до сих пор, а несколько видов, которые играют значительную роль в деле образования травертинов и кристаллов озера Севан.

Исходя из результатов наших исследований, мы приходим к заключению, что образование травертинов и кристаллов в озере Севан является результатом физико-химических изменений, а также жизнедеятельности кальцитотлагающих бактерий.

В процессе образования травертинов и кристаллов углекислого кальция кальцитотлагающие бактерии несомненно играют определенную роль. Кристаллы карбоната кальция, оолиты и друзы, встречающиеся в подводных грунтах озера Севан, отчасти являются продуктами жизнедеятельности кальцитотлагающих (кальциосажающих) бактерий.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Арнольди Л. В.—Материалы по изучению донной продуктивности озера Севан. Труды Севанской озерной станции, том II, вып. 1, 1929.
2. Владимиров В. И.—Ручьевая форель Армении и ее отношение к другим представителям рода *Salmo*. Труды Севанской гидробиологической станции, том X, 1948.
3. Исаченко Б. Л.—О биогенном образовании карбоната кальция. Микробиология, т. XVII, вып. 2, 1948.
4. Красильников Н. А.—Микробиологические факторы обрастания камней углекислым кальцием. Микробиология, том XVIII, вып. 2, 1949.
5. Лебедев М. М.—Севанская проблема. Изд. Академии Наук Армянской ССР, Ереван, 1947.

6. Лятти С. Я.—Гидрохимические исследования озера Севан и его притоков. Бюлл. Бюро Гидрометеорологических исследований на озере Севан, № 7—8, Эривань, 1929.
7. Лятти С. Я.—Поливные качества воды озера Севан и реки Занги. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, часть IV, выпуск 3, Эривань, 1933.
8. Лятти С. Я.—Гидрохимический очерк озера Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, часть IV, вып. 2, Ленинград, 1932.
9. Petrossian A.—Über ein neues kalkfällendes Bakterium aus dem Sewan-See (Gořtschasee), Bact. Sewanense spec. nov. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II Abteilung, Bd. 85, 1932.
10. Mollisch K.—Über Kalkbakterien und andere kalkfällende Pilze. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II Abteilung, Bd. 65, 1925.

Լ. Զ. ԵՐԶԻՆՎՑԱՆ

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՏՐԱՎԵՐՏԻՆՆԵՐԻ ԵՎ ԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ ԲԻՈԳԵՆ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՁԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

1. Սեանա լճի միկրոօրգանիզմների ընդհանուր քանակը մեկ մմ³ ջրի մեջ, նայած վայրին, ջրի խորությանը, տարվա եղանակին, մթնոլորտային տեղումներին և այլ պայմաններին, ենթակա է զգալի փոփոխությունների: Միկրոօրգանիզմների ընդհանուր քանակը Սեանի հյուսիսային ափագանի (Փոքր Սեան) առափնյա գոտում համեմատաբար քիչ է, քան հարավային ափագանի (Մեծ Սեան) առափնյա գոտում (աղյուսակ 1): Այս երևույթը մասամբ բացատրվում է նրանով, որ՝ Փոքր Սեանի մեջ թափվում են միայն 3 գետ, իսկ Մեծ Սեանի մեջ՝ 20-ից ավելի գետեր և գետակներ, որոնք իրենց հետ բերում են բազմաթիվ միկրոօրգանիզմներ և սրանց համար մեծ քանակությամբ սննդանյութ:

2. Սեանա լճի տարբեր վայրերում և խորություններում մենք հայտնաբերել ենք կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բազմաթիվ տեսակներ:

3. Կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բազմաթիվ տեսակներ կան նաև Սեանա լճի մեջ թափվող գետերի ու ճրճանի խմելու ջրի մեջ,

հետեւապես կարելի է ասել, որ կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բակտերիաները շատ տարածված են Հայաստանի լճերում, գետերում և աղբյուրների ջրերում:

4. Սեանա լճի ջրից մեկուսացված կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բակտերիաները Պետրիի թասիկներում համապատասխան սննդանյութերի վրա աճելով՝ տալիս են տարբեր ձևի, մեծության և գույնի բակտերիալ գաղութներ: Բակտերիալ գաղութի ներսում և շրջապատում, հատկապես դաղութը շրջապատող լորձունքի սահմաններում, գտնվում են տարբեր ձևերի (քառակուսի, ուղղանկյունի և այլն) ու մեծության կալցիում-կարբոնատի բյուրեղները, որոնք հատուկ են բնորոշ խմբի տարբեր ինտենսիվությամբ կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բակտերիաներին:

5. Միկրոսկոպիկ հետազոտությունները ցույց տվին, որ կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բակտերիաները հիմնականում կոկիեր և մանր ձողաձև բակտերիաներ են: Այս բակտերիաները իրենց շրջապատում սկզբում արտադրում են որոշ քանակությամբ լորձունք, որը աղտոքում է ածխաթթվային կալցիումը և նստեցնում բյուրեղների ձևով:

Կալցիում-կարբոնատի բյուրեղակազմության պրոցեսը ցածր (17—18⁰) ջերմաստիճաններում համեմատաբար ընթանում է դանդաղ, քան բարձր (28—30⁰) ջերմաստիճաններում: Բակտերիաների զարգացման տարբեր ստադիաներում ստացվում են տարբեր ձևերի բյուրեղներ: Սկզբում առաջանում են մանր, անորոշ ձևի բյուրեղներ, ապա՝ քառակուսի, քառանկյունի կամ շեղանկյուն պրիզմայի ձևերի, որոնք հետագայում միանալով, իրար վրա կուտակվելով, դանազան մեծության, տարբեր ձևեր են ընդունում:

6. Մեր կողմից մեկուսացված կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բակտերիաները բոլորն էլ սպոր կաղմելու ընդունակություն չունեն, բավական հաջող աճում են սովորական սննդանյութերի վրա, իսկ ավելի լավ աճում են Սեանա լճի ջրով պատրաստած Մուլիշի սննդանյութերի վրա: Կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բակտերիաները հաջող ներկվում են ինչպես մեթիլեն կապույտի, այնպես էլ կարբուլ-ֆուլգուինի ներկերով:

7. Ենթելով մեր կատարած հետազոտությունների արդյունքից, մենք գալիս ենք այն եզրակացության, որ Սեանա լճում հայտնաբերված տրավերտինները և ածխաթթվային կալցիումի բյուրեղները առաջացել են ինչպես Սեանա լճի ջրում տեղի ու-

նեցող ֆիզիկո-քիմիական փոփոխութիւնները, այնպէս էլ կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բակտերիաների կենսազործունեութեան հետեանքով: Այս տրափերտիւնները և բյուրեղների առաջացման պրոցեսում կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բակտերիաները, անկասկած, զգալի դեր են խաղացել: Հետեաբար, անկասկածով կալցիումի բյուրեղները, օօլիտները և դուրդները, որոնց մենք հաճախ հանդիպում ենք Սեանա լճի ստորջրյա մասերում, մասամբ հանդիսանում են կալցիում-կարբոնատ նստեցնող բակտերիաների կենսազործունեութեան արդյունքը: