Доклады Академии наук СССР
1955. Том 101, № 2

ГИДРОБИОЛОГИЯ

К. К. ВОТИНЦЕВ

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ оз. БАЙКАЛА

(*Представлено академиком Н. М. Страховым 14 XII 1954*)

Органическое вещество природных вод играет важную роль в жизни водоемов. Неудивительно поэтому, что изучению его круговорота в пресных и морских водоемах в последнее время уделяется большое внимание, ярким доказательством которого служит монография Б. А. Скопинцева ([8]).

Роль органического вещества в общем круговороте веществ в оз. Байкале еще совершенно не изучена. Даже содержание его в байкальской воде до последнего времени не было точно известно и о количестве органического вещества можно было судить только по величине перманганатной окисляемости воды.

В настоящей работе приводятся основные результаты наших исследований над динамикой органического вещества в воде Байкала в районе Байкальской биологической станции Иркутского государственного университета (поселок Большие Коты). Мы располагаем материалами 6-летних систематических наблюдений (1948—1953 гг.) над перманганатной окисляемостью воды Байкала (818 определений) и 2-летними (август 1951 г.— декабрь 1953 г.) наблюдениями над общим содержанием органического вещества (304 определения). В 1948—1951 гг. наблюдения велись до глубины 250 м, в 1952 г.— до 500 м, в 1953 г.— до 1200 м.

Определение перманганатной окисляемости производилось стандартным методом Кубеля. Общее содержание органического вещества определялось методом мокрого хромового сожжения ([1], [2]) из 200 мл нефильтрованной воды. Избыток бихромата оттитровывался иодометрически ([5]). Для пересчета на сухой беззольный вес принят коэффициент 0,75 ([3], [7]).

Общее содержание органического вещества, выражаемое в количестве кислорода, потребного на его окисление, в верхнем 250-метровом слое воды Байкала находится в пределах 4,0—5,5 мг/л O_2 (см. рис. 1), что соответствует 3—4 мг/л сухого беззольного органического вещества.

На протяжении всего года максимальное содержание органического вещества наблюдается в трофогенном слое озера. С глубиной содержание его постепенно падает, доходя на глубине 1200 м до 3,9—3,2 мг/л O_2. Только в придонных слоях воды и в грунтовых растворах, пропитывающих верхний слой иловых отложений озера, содержание органического вещества вновь резко возрастает ([4]). Отметим, что в периоды весенней и осенней гомотермии, а также под воздействием ветров происходит нарушение обычной вертикальной стратификации органического вещества. Часто содержание его при этом выравнивается до значительных глубин — 100—250 м и даже глубже.

В табл. 1 мы приводим среднегодовые величины вертикального распределения перманганатной окисляемости и общего содержания органического вещества в водах Байкала в 1951—1953 гг.

Как видно из таблицы, в 1953 г. общее содержание органического вещества на глубине 1200 м было в среднем на 1,06 мг/л O_2 или на 23% ниже, чем в поверхностном слое воды озера. Еще более резко падают с глубиной величины перманганатной окисляемости. Так, перманганатная окисляемость поверхностной воды озера в 1953 г. в среднем была равна

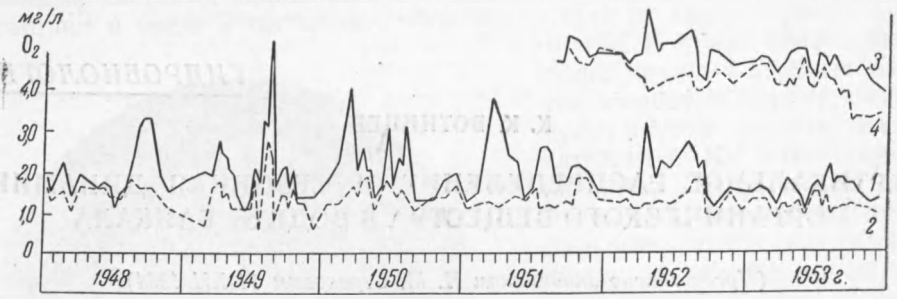


Рис. 1. Сезонный ход перманганатной и бихроматной окисляемости в воде оз. Байкала. *1* — перманганатная окисляемость в поверхностном слое воды, *2* — то же на глубине 250 м, *3* — бихроматная окисляемость в поверхностном слое воды, *4* — то же на глубине 250 м

1,59 мг/л O_2. На глубине 1200 м она равнялась всего 0,86 мг/л O_2, т. е. составляла 49% от величин на поверхности. От общего содержания органического вещества перманганатная окисляемость поверхностной байкальской воды составляла в 1951—1952 гг. 38%, в 1953 г. 34%. На глубине же 1200 м указанное отношение в 1953 г. падало до 23%. Следует указать, что отношение перманганатной окисляемости и окисляемости бихроматной не остается в Байкале более или менее стабильным в течение года. Так, в 1952 г. в трофогенном слое озера это отношение колебалось от 22 до 54%. С глубиной сезонные колебания разбираемого отношения несколько уменьшаются, но все же остаются еще достаточно велики.

Таблица 1

Среднегодовые величины перманганатной и бихроматной окисляемости в воде оз. Байкала (в мг/л O_2)

Глубина, м	1951—1952 гг.		1953 г.	
	перманганатная	бихроматная	перманганатная	бихроматная
0	1,88	4,89	1,59	4,61
25	1,84	4,80	1,44	4,43
50	1,64	4,66	1,37	4,20
100	1,51	4,57	1,27	4,09
250	1,35	4,34	1,21	4,03
500	1,15	4,18	1,13	3,94
750	—	—	1,00	3,79
1000	—	—	0,90	3,72
1200	—	—	0,83	3,55

Примечание. Среднегодовые величины за 1951—1952 гг. вычислены каждая из 15—26 анализов, в 1953 г.—из 16—24 анализов.

Приведенные выше данные ясно показывают, что в воде Байкала преобладают устойчивые к окислению органические соединения *. Нестойкие органические вещества в максимальных количествах содержатся в поверхностной воде озера. Накопление их здесь происходит в результате жизнедеятельности и распада планктонных организмов, количественно наиболее богато представленных как раз в верхних слоях воды. С глубиной, вместе с уменьшением численности планктона, падает и содержание нестойких к окислению органиче-

* Преобладание в водах Байкала устойчивых к окислению органических соединений подтверждается косвенно также и тем, что среди сапрофитного населения озера значительный процент составляют микробактерии, способные, как известно, использовать трудно усвояемые органические вещества даже при небольшой концентрации последних в воде ([6]).

ских веществ. Однако байкальская вода все же содержит нестойкие органические вещества и на максимальных глубинах, что подтверждается постоянно идущими здесь процессами биохимического потребления кислорода (БПК). Наши исследования 1953 г. показывают, что $БПК_5$ (за пять суток) на глубине 1000—1200 м колеблется в течение года в пределах 0,2—0,4 мг/л O_2 и в среднем равно 0,28 мг/л O_2. В поверхностном слое озера $БПК_5$ в 1953 г. было равно в среднем 0,79 мг/л O_2 с колебаниями от 0,5 до 1,6 мг/л O_2.

По своему происхождению нестойкие к окислению органические вещества глубинных слоев воды, вероятно, также представляют собой продукты распада отмерших планктонов, частично разлагающихся в толще озера при погружении на дно, и фекальных остатков населяющих озера организмов из разных слоев водоема.

Таблица 2

Среднегодовые величины перманганатной окисляемости воды оз. Байкала в мг/л O_2

Глубина, м	1938—1939 гг.	1948 г.	1949 г.	1950 г.	1951 г.	1952 г.	1953 г.
0	1,89 (11)	1,99 (18)	2,02 (25)	2,20 (20)	2,11 (21)	1,92 (15)	1,59 (23)
5	—	1,90 (16)	1,84 (22)	—	—	—	—
10	—	1,74 (16)	1,79 (23)	—	—	—	—
25	1,59 (11)	1,74 (17)	1,59 (25)	1,68 (20)	1,56 (26)	1,81 (15)	1,44 (23)
50	—	1,53 (18)	1,55 (25)	1,54 (20)	1,42 (21)	1,65 (15)	1,37 (23)
100	1,58 (11)	1,56 (15)	1,46 (23)	—	1,32 (21)	1,48 (15)	1,27 (23)
250	—	1,46 (15)	1,39 (22)	1,47 (20)	1,26 (20)	1,32 (15)	1,21 (23)
0—250	1,69 (33)	1,69 (115)	1,66 (165)	1,72 (80)	1,56 (109)	1,64 (75)	1,37 (115)

Примечание. В скобках дано число анализов, из которых взято среднее.

Общее содержание органического вещества в воде Байкала испытывает значительные сезонные изменения, наиболее резко и закономерно выраженные в поверхностном слое озера. С глубиной амплитуда сезонных изменений в содержании органического вещества довольно быстро падает, причем колебания эти в течение года принимают незакономерный характер.

Минимальные величины бихроматной, а также перманганатной окисляемости в водах трофогенного слоя озера наблюдаются в зимний подледный период и летом, в июне — июле. Максимумы падают на весну (апрель) и осень (октябрь), т. е. проявляются тотчас вслед за окончанием периодов весенней и летней вегетации фитопланктона (рис. 1). Это говорит о том, что наблюдаемые в водах туфогенного слоя озера сезонные изменения в содержании органического вещества связаны с количественными изменениями в развитии фитопланктона. Если учесть, что круговорот органического вещества, образуемого фитопланктоном, происходит в Байкале в основном, очевидно, в верхнем 50—70-метровом слое озера ([4]), то становится понятным, почему на больших глубинах Байкала амплитуда сезонных изменений в содержании органического вещества уменьшается и принимает незакономерный характер.

При изучении динамики органического вещества несомненный интерес представляет выяснение годовых колебаний в его содержании в водоеме. Осветить этот вопрос для Байкала мы можем лишь частично, привлекая для этой цели наблюдения над перманганатной окисляемостью его воды. В табл. 2 мы помещаем среднегодовые величины перманганатной окисляемости воды Байкала на разных глубинах за 1933—1939 и 1948—1953 гг.

Легко видеть, что минимальные значения перманганатной окисляемости вода Байкала имела в 1953 г., максимальные — в 1950 г. Интересно,

что оба эти года являются годами с массовым весенним развитием в районе пос. Большие Коты диатомеи мелозиры — одной из руководящих форм байкальского фитопланктона. Следовательно, массовое развитие весенних диатомей не всегда отражается на работе среднегодовых величин перманганатной окисляемости. Причины этого интересного явления для нас еще не ясны.

Наибольшие различия среднегодовых величин перманганатной окисляемости наблюдаются в поверхностном слое воды. Так, минимальная величина окисляемости, наблюдавшаяся в 1953 г., составляла в поверхностной воде около 60% от максимальной величины окисляемости в 1950 г. На глубинах 50—250 м среднегодовые величины окисляемости уже не испытывают столь резких колебаний. Их минимум составляет около 80% от максимальных величин. Цифры эти наглядно показывают, что в Байкале круговорот органического вещества наиболее интенсивно протекает в верхних слоях воды. На глубине 50 м и более содержание органического вещества уже не испытывает сколько-нибудь значительных колебаний в отдельные годы.

Физико-химический
научно-исследовательский институт
при Иркутском государственном университете
им. А. А. Жданова

Поступило
3 V 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Г. Винберг, Т. Платова, В. Ивлев, Л. Россолимо, Тр. Лимн. стан. в Косино, 18 (1934). [2] Г. Г. Винберг, Т. Платова, Бюлл. МОИП, отд. биол., 56, № 2 (1951). [3] Г. Г. Винберг, И. С. Захаренков, ДАН, 73, № 5 (1950). [4] К. К. Вотинцев, ДАН, 75, № 1 (1950); 84, № 3 (1952); 92, № 3 (1953). [5] С. И. Кузнецов, Микробиология, 14 (1945). [6] С. И. Кузнецов, Тр. Байк. лимн. стан., 13 (1951). [7] Б. А. Скопинцев, ДАН, 58, № 9 (1947). [8] Б. А. Скопинцев, Тр. Гос. океанограф. инст., 17 (1950).