

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ МАКРО- И МИКРОКОМПОНЕНТОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОЗ. БАЙКАЛ. СООБЩЕНИЕ 1.

Тарасова Е.Н., Мамонтова Е.А., Мамонтов А.А., Кузьмин М.И.

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск. e-mail: tarasova@igc.irk.ru

Органическая геохимия имеет большое фундаментальное значение как наука, занимающаяся проблемами возникновения и химической эволюции живой материи на Земле и других планетах. Изучение превращений и распределения соединений углерода в современных условиях, а также в современных и древних осадочных отложениях быстро прогрессирует, стимулированное к развитию такими важными проблемами, как исследования залежей ископаемого топлива, изучение загрязнений и примесей, проблема происхождения жизни и анализ пород с поверхности других планет. Благодаря достижениям в методах разделения и анализа органического вещества (газовая хроматография и масс-спектрометрия) стала возможной работа с очень сложными смесями органических веществ, содержащихся в большинстве пород. Тем не менее, исследование характеристики органического вещества по элементному составу наряду с информацией индивидуальных компонентов остается актуальной. Создано множество моделей, учитывающих внешнюю и внутреннюю биогенную нагрузку для оценки состояния водных экосистем, полную сводку которых можно найти в монографиях Б. Хандерсона-Селлерса [1987], С.Э. Йоргенса [1985]. Ф. Олсон [Olson, 1963] впервые показал, что устойчивость почвенных экосистем зависит от стабильности гумусовых веществ. По аналогии с почвами показатель Олсона для водных экосистем был успешно применен Секи Хумитаки [1986]. Центральной и по-прежнему спорной в исследовании продуктивности почвенных и водных экосистем остается проблема лимитирования планктонных организмов [Vollenweider, Dillon, 1974; Hecky, Kilham, 1988; Kilham, 1990]. Новым направлением в проблеме сохранения природных экосистем стало исследование зависимости содержания стойких органических загрязнителей от трофности водоемов [Lee, Kuom, 1999].

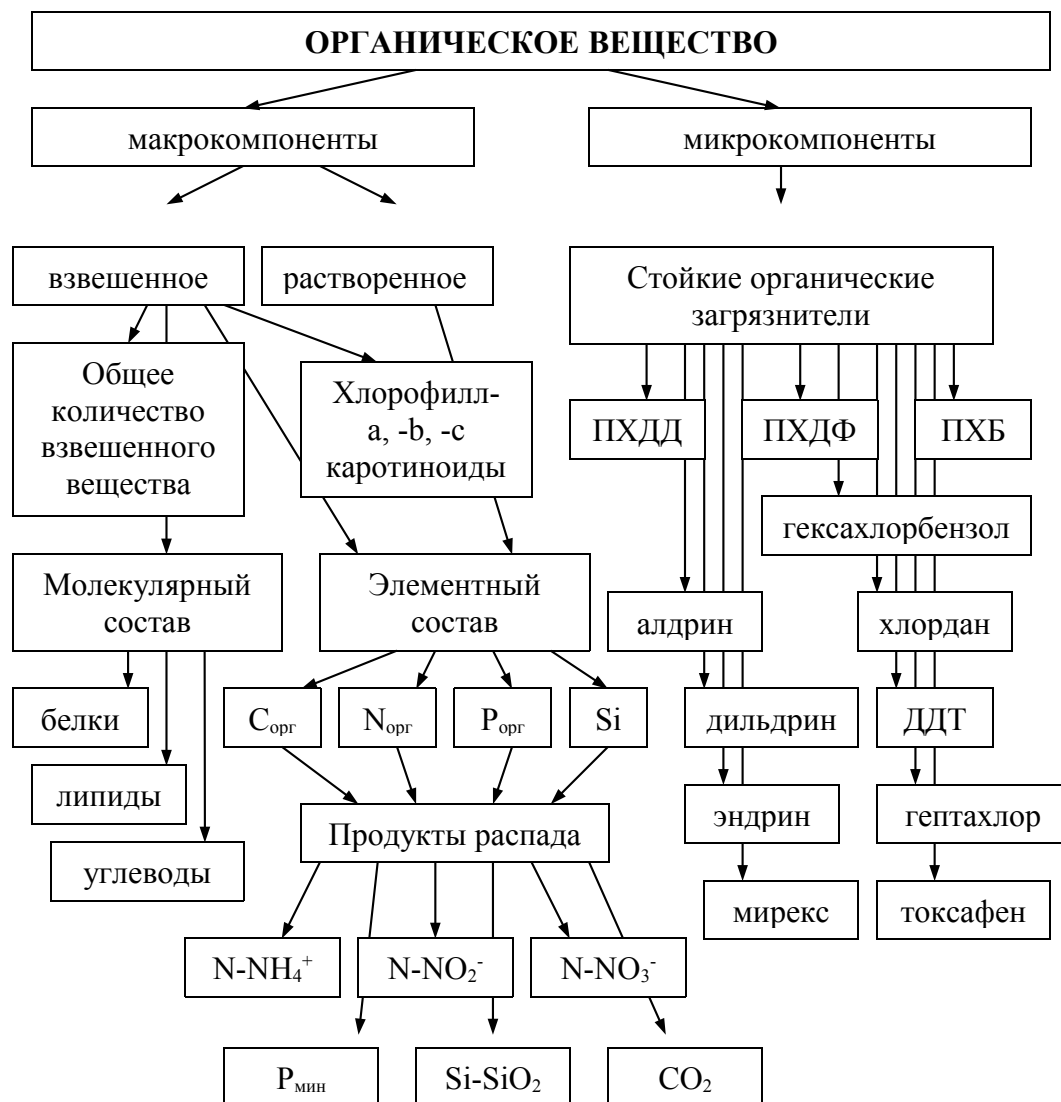
Нами при рассмотрении биогеохимии органического вещества в пелагиали оз. Байкал учитываются суммарные потоки веществ: организмы – растворенное органическое вещество – взвешенное органическое вещество – осажденное органическое вещество. Создание лаборатории по исследованию стойких органических загрязнителей и усиление аналитической базы исследования органических веществ, которые стали возможными благодаря грантам ИНТАС 2000-00140 и фонда Д. и К. МакАртуров, позволили, наряду с органическим веществом природного происхождения, на современном уровне исследовать и органическое вещество техногенного происхождения.

Коллектив на протяжении многих лет проводит теоретические и экспериментальные исследования биогеохимических циклов органического вещества в оз. Байкал [Тарасова, 1975; Тарасова, Мещерякова, 1992; Мамонтов, 2001; Мамонтова, 2001; Mamontov et al., 2000]. Изучение органического вещества в оз. Байкал авторами начато в 1965 г. под руководством пионера в исследовании отечественной органической гидрохимии известного в мире ученого Б.А. Скопинцева – ученика А.П. Виноградова [Тарасова, 1975].

Проводятся исследования состава, преобразования, изменчивости, биогеохимического круговорота органического вещества в указанных экосистемах. При рассмотрении этих вопросов авторы базируются на оценке степени общей сбалансированности системы (продуцирование органического вещества – поступление на дно – захоронение), выяснении закономерностей вертикального распределения различных форм органического вещества (растворенного, взвешенного, донных осадков), исследовании взаимосвязи органического вещества с некоторыми факторами окружающей среды и, наконец, в установлении направленности преобразования органического вещества в системе «атмосфера - почва Байкальского региона - вода Байкала и его притоков - планктон - взвесь - донные осадки». Материалы, полученные во время настоящих работ авторами, сравниваются с данными за

50-е годы по количественному определению в атмосферных осадках, почве, притоках озера, биоте и донных отложениях углерода, азота, фосфора, хлорофилла-а, каротиноидов, белково- и углеводоподобных соединений.

Исследования органического вещества проводятся по следующей схеме:



Большое внимание уделено биоаккумуляции стойких органических загрязнителей – хлорорганических соединений – по пищевой цепи и взаимосвязи полихлорированных бифенилов (ПХБ) в планктоне и биогенных веществ в воде оз. Байкал для оценки прогноза состояния экосистемы озера [Полихлорированные бифенилы..., 2005]. Кроме того, установив уровни ПХБ и хлорорганических пестицидов в окружающей среде Байкала и его региона, проводится оценка риска здоровью как экосистемы озера Байкал, так и людей, проживающих в данной местности, что подробно будет отражено в сообщении 2.

Кратко можно выделить ряд результатов, которые найдут отражение в настоящем сообщении.

– Получены данные по содержанию, пространственному и вертикальному распределению и сезонному изменению хлорофилла-а, кремния, общего количества взвешенных веществ, органических форм углерода, азота и фосфора во взвеси и в растворенном состоянии в водах оз. Байкал с 1965г. [Тарасова, 1975; Тарасова и Мещерякова, 1992].

– Определены аллохтонные источники органического вещества и биогенных элементов во взвешенном и растворенном состоянии – притоки и атмосферные осадки (снег) [Tarasova et al., 2003, 2005; Тарасова и др., 1988, 2003].

- В водах Байкала и его источниках определено общее количество взвешенного материала, изучено горизонтальное и вертикальное распределение и сезонные изменения его содержания [Тарасова и др., 1993; Тарасова, 1998; Tarasova et al., 2003].
- В доминирующих формах весеннего фитопланктона определено содержание элементного состава органического вещества; экспериментально в лабораторных, близких к природным условиям, изучены закономерности трансформации углерода, азота, фосфора, белково- и углеводоподобных веществ [Тарасова, 1975, 1998].
- Рассмотрен качественный состав органического вещества в системе «атмосферные осадки - притоки озера - вода Байкала - взвесь - поверхностный слой донных отложений» [Tarasova et al., 1999, 2003, 2005]. Элемент новизны подобных исследований состоит в том, что исследователями Байкала до сих пор в донных отложениях по аналогии с океаном и морями проводятся определения только углерода и азота, в Байкале же важно определение и фосфора, который, как показали наши исследования [Тарасова, 1998], в отличие от морей, является лимитирующим компонентом в развитии планктонных организмов.
- Основными источниками поступления биогенных элементов в воды Байкала являются атмосфера и речной приток, из которого на долю р. Селенги приходится 40-70 %. Сток из озера осуществляется, в основном, с водами р. Ангары.
- внешний приход биогенных элементов озеро за исследуемый период составлял по азоту – 0.832, по фосфору – 0.076 г/м² в год, включая поток из атмосферы – 0.23 и 0.1 кг/км² в год соответственно.
- В озере аккумулируется от 50 до 70 % поступивших биогенных элементов. Накопление фосфора в донные отложения из внешнего поступления составляет 0.038 г/м² в год.
- Внутренняя нагрузка фосфора, рассчитанная по разности между седиментацией и аккумуляцией в водном теле при практически постоянном среднегодовом его содержании в воде озера и поступлении его с притоками, составила в год 0.047 г/м². При этом условно допускаем, что распределение фосфора в течение года по акватории озера равномерное.
- Для поддержания в озере современного уровня продуцирования органического вещества годовой приток фосфора в водную массу озера с водосбора составляет 1.9 %, из донных отложений – 2.4 %. Основным источником фосфора для поддержания наблюдающихся продукционных процессов является экскреция этого элемента зоопланктоном – до 60 %.
- Выявлена зависимость хлорофилла-а от содержания биогенных элементов в водах открытого Байкала [Tarasova et al., 1997, 1998, 1999, 2003], высказана гипотеза прогнозирования состояния водных систем с точки зрения их загрязнения и эвтрофирования.
- Продолжение и развитие этих исследований в плане изучения зависимости между указанными компонентами и количеством полихлорированных бифенилов в планктоне позволило авторам проекта дать рекомендации к прогнозу устойчивости экосистемы озера.
- Впервые авторами проведены исследования зависимости органического вещества вод озера и его притоков от элементного состава органического вещества в почвах его бассейна.

Таким образом, исследования по распределению, составу, преобразованию, сезонной и годовой изменчивости, балансу и биогеохимическому круговороту органического вещества в пелагиали Байкала на стадии седиментогенеза и раннего диагенеза представляет как самостоятельный научный интерес, так и служит ключом к пониманию сегодняшнего состояния и динамики экосистемы Байкала.

Выполненные исследования поддержаны грантами РФФИ № 04-05-64870, № 07-05-00697, № 10-05-00663 и грантом INTAS 2000-00140.

Литература

Мамонтов А.А. Полихлорированные дибензо-пара-диоксины и родственные соединения в экосистеме озера Байкал. – М.: Академия наук о Земле, 2001. – 68 с.

Мамонтова Е.А. Гигиеническая оценка загрязнения диоксинами и родственными соединениями окружающей среды Иркутской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 141 с.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) в Байкальском регионе: источники, дальний перенос и оценка риска (результаты гранта ИНТАС № 2000-00140. / Отв. ред. М.И. Кузьмин. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2005. – 52 с.

Секи Хумитакэ Органические вещества в водных экосистемах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 199 с.

Тарасова Е.Н. Компоненты трофического статуса в водах озер Байкал, Хубсугул и Телецкое // Сибирский экологический журнал. 1998. № 5. С. 383-390.

Тарасова Е.Н. Органическое вещество вод Южного Байкала. – Новосибирск: Наука, 1975. – 147 с.

Тарасова Е.Н., Матвеев А.А., Шимараев М.Н. и др. Роль отдельных источников в поступлении химических веществ в озеро Байкал // Состояние и перспективы развития методологических основ химического и биологического мониторинга поверхностных вод суши. Ростов-на-Дону. 1988. – С. 87.

Тарасова Е.Н., Мещерякова А.И. Современное состояние гидрохимического режима оз. Байкал. – Новосибирск: Наука, 1992. – 150 с.

Тарасова Е.Н., Мамонтов А.А., Мамонтова Е.А. Гидрохимические исследования в озере Байкал в прошлом и настоящем // В сб.: Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. – Минск, 2003 г. – С. 214-217.

Йоргенсен С.Э. Управление озерными системами. – М.: Агропромиздат, 1985. – 160 с.

Хандерсон-Селлерс Б. Инженерная лимнология. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 335 с.

Dillon P. I. The phosphorus budget of Cameron Lake, Ontario: the importance of flushing rate to the degree of eutrophy in lake // *Limnol. Oceanogr.* 1975. № 20. P. 28-39.

Hecky R.E., Kilham P. Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: A review of recent evidence on the effects of enrichment. // *Limnol. Oceanogr.* – 1988. № 33 (4, part 2). P. 796-822.

Kilham S.S. Relationship of Phytoplankton and Nutrients to Stoichiometric Measures. / *Large Lakes. Ecological Structure and Function.* Eds. Max M. Tilzer, Colette Serruya. – Springer-Verlag, 1990. – P. 403-413.

Lee Chon-Lin and Kuo Li-Jung Quantification of the dissolved organic matter effect on the sorption of hydrophobic organic pollutant: application of an overall mechanistic sorption model // *Chemosphere.* 1999. V.38, No.4. P.807-821.

Mamontov A.A., Mamontova E.A., Tarasova E.N., McLachlan M.S. Tracing the Sources of PCDD/Fs and PCBs to Lake Baikal // *Environ. Sci. Technol.* 2000. V. 34, № 5. P. 741-747

Olson F.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems // *Ecology.* 1963. V. 44. P. 322-329

Tarasova E.A., Mamontov A.A., Mamontova E.A. Pollution and eutrophication in Lake Baikal // *Journal of Lake Science.* 1999. V. 10. P. 165-178.

Tarasova E.N., Mamontov A.A., Mamontova E.A. Anthropogenic impact of the Lake Baikal ecosystem // In.: *Ecological Chemistry. Latest advances.* – Chisinau, Moldova: Tipografia Academiei de Stiinte din Moldova, 2005. P. 254-263.

Tarasova E.N., Kuzmin M.I., Gvozdkov A.N., Mamontova E.A., Mamontov A.A., Khomutova M.U. and Chernyaeva G.P. The Suspended and Dissolved Forms of Carbon, Nitrogen and Phosphorus in Lakes Baikal and Hovsgol (Snow-Tributaries-Water-Sediments) // «Long Continental Records from Lake Baikal» Ed. K.Kashiwaya, Springer-Verlag, 2003. P. 329-347.

Vollenweider R. A., Dillon P.I. The application of the phosphorus loading concept foreutrophication research // *Nat. Res. Counc. (Canada).* 1974. № 113690.