

## Диметилсульфид из морских водорослей

### Воздействие климата на фитопланктон и экосистему океана



**1. Море - это не только огромная водная поверхность, но также полна жизни, и в постоянного взаимодействия с воздухом стихия. Фото: Том Белл**

#### Леса океана и их запахи

Мы знаем, что деревья для роста поглощают углекислый газ, и что они источают определенный запах, запах леса. Когда деревья пахнут, они выпускают органические соединения. Растения в океане делают то же самое. Они поглощают углекислый газ, и вы чувствуете на побережье запах моря. Конечно, вы чувствуете не запах воды, а некоторые газы, источаемые водными растениями.




**2. *Chaetocerus eibonii* является диатомовой водорослью**

Один из таких газов – органическое вещество диметилсульфид (DMS), испускаемый одноклеточными морскими водорослями, плавающими, среди многих подобных, в морской воде. Мы называем эти морские водоросли "фитопланктоном". В море имеется большое разнообразие видов фитопланктона. Организмы часто принадлежат к группам "диатомовых водорослей" или "динофлагеллятов".



**3. *Dinophysis dens* является динофлагеллятом**

Если вам захотелось бы увидеть другие организмы фитопланктона, пожалуйста откройте вебсайт <Mats Kuylenstierna and Bengt Karlson>, где представлены эти снимки.

 <http://www.marbot.gu.se/sss/SSShome.htm>

Считается, что в океанах имеется в 1000 раз меньше биомассы, чем на суше. Фитопланктон живет только одну неделю, затем отмирает. Падая в глубину моря, он создает там питательные вещества, если только они не будут съедены бактериями. Из-за быстрого жизненного цикла фитопланктона, в океанах, как и на суше, уже через год

формируется много органического материала. Группа исследователей профессора Лисса в Университете Восточной Англии, партнера ACCENT, с 1984 года измеряла количество DMS в океане. Зачем? Нам известно, что фитопланктон – основной компонент пищевой цепочки в океане. Но при чем здесь DMS? Ученые-климатологи полагают, что этот газ, произведенный фитопланктоном, является одним из самых важных содержащих серу газов в нашей атмосфере. В воздухе этот газ окисляется и формирует частицы, состоящие, прежде всего, из серной кислоты. Частицы вносят свой вклад в кислотность атмосферы и способствуют образованию облаков над океаном (см. Контекст). Формирование облаков и их влияние на радиацию, излучаемую Солнцем и возвращающуюся с Земли, очень важно для регулирования нашего климата.



4. Исследовательские экспедиции не всегда проводятся в спокойных условиях для ученых. Том Белл сделал фотографию научного рейда в открытом море, во время большого его волнения.

**Таблица:** Глобальный вклад серы в атмосферу, по Рафелу Симо (2001 г.).

*В настоящее время человек своей деятельностью эмиссирует в атмосферу больше соединений, содержащих серу, чем природа. Но DMS из океана все еще вносит больший вклад в содержание серы в атмосферу, и остается там, в течение более длительного времени, чем от человеческой деятельности.*

Источник	Глобальная эмиссия S [тераграммы S в год] (среднее, диапазон)	Доля эмиссии [%]	Доля сульфатов [%]
Искусственный	70 (60-100)	70	37
Вулканический	7 (4-16)	7	18
Биогенный	22 (15-50)	23	42

> 90% биогенной эмиссии – DMS из океана



5. Том Белл, научный сотрудник Университета в Восточной Англии, и рецензент этой статьи, в лаборатории во время проведения анализов.

#### Может ли фитопланктон регулировать климат?

Согласно теориям Дарвина о мутации и селекции, разновидность особи сохраняется в долгосрочной перспективе, если влияние окружающей среды является благосклонным для ее выживания и неблагосклонным для ее конкурентов. Исследовав важность воздействия эмиссии DMS на нашу систему климата, ученые полагают, что фитопланктон испускает DMS для регулирования климата в океане для своей же пользы (CLAW-теория).

Так как люди своей деятельностью также изменяют климат (глобальное потепление воздуха и моря) и условия жизни в океанах (например, нарушение питательной среды организмов), обратная связь фитопланктона и циклов DMS имеет большой интерес. Это явление было изучено в более чем 150 исследовательских экспедициях, а результаты были опубликованы в более чем 1000 статьях.

**Таблица:**

*Пример протокола проб CTD. По данным глубины, света, а также по состоянию организмов в бутылках, мы можем узнать об их условиях жизни. Количество света, проникающего через воду к определенной глубине, показывает, насколько биологически активной является вода и сколько частиц она содержит. 0,1 % света в прибрежных районах может наблюдаться и на меньшей глубине.*

Номер бутылки	Доля света поверхности [%]	Глубина [м]
12	100	0/5
11	50	10
10	30	25
9	15	40
8	5	60
7	1	100
6	0,1	150
5	<0,1	200



а)



б)

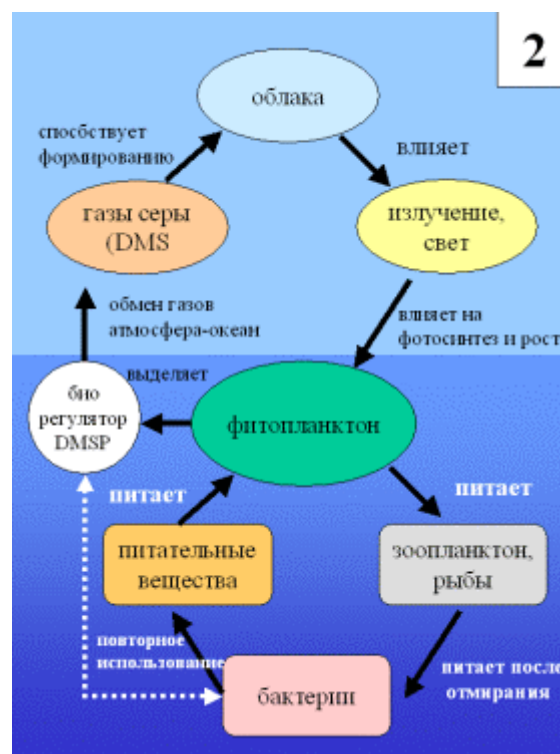
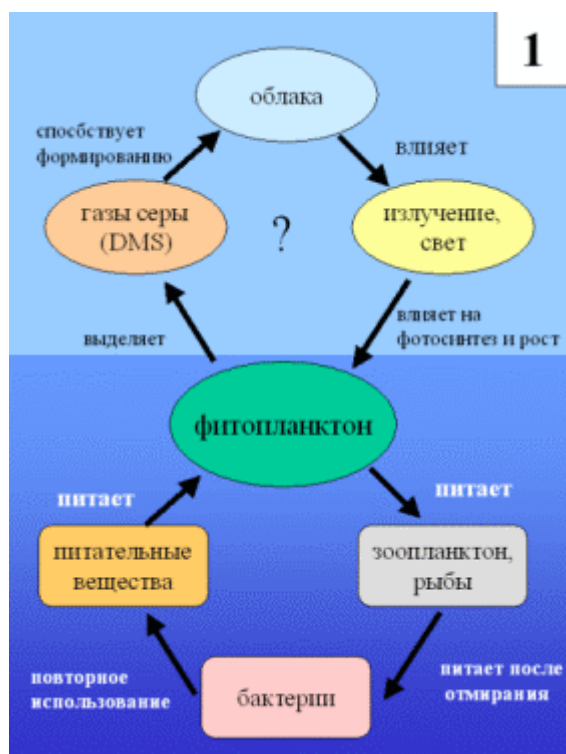
**б. а)+ б) Забор проб CTD: чтобы больше узнать о жизни в океане, ученые берут образцы. С судна, в море, производятся измерения проводимости, температуры и глубин (CTD). На судне оборудовано 12 или более батометров, которые могут забирать пробы воды с организмами из различных глубин моря. Фото а): от НАСА, фото б): от Тома Белла.**

**Что мы теперь знаем?**

Теперь мы понимаем, что механизмы пищевой цепочки в море более сложны. DMS в атмосфере, как сейчас полагают, имеет воздействие на климат, а климат, вероятно, в свою очередь, влияет на рост фитопланктона. Однако, ситуация не столь проста, как показано ниже в схеме 1. Фитопланктон не испускает DMS непосредственно. Он испускает соединение – диметилсульфониопропионат (DMSP), который не переходит в воздух и, при определенных условиях, химически преобразовывается в DMS. DMSP служит

сигналом морским особям для коммуникации и играет роль в их осморегуляции (мешает их клеткам разрушаться из-за изменения солености океанских вод.). Не только фитопланктон, но также и бактерии, играют роль в регулировании эмиссии DMSP и преобразования в DMS после отмирания клеток фитопланктона.

Действительность более сложна, чем предполагала первая гипотеза CLAW. Различные особи фитопланктона реагируют по-разному на свет и температурные изменения, и не все из них производят те же самые количества DMSP.



7. а) CLAW теория: регулирует ли фитопланктон климат для собственной выгоды?

7. б) Новые исследования освещают более сложную картину взаимодействия в океанах.

Теперь можно сказать, что многие части пищевой цепочки в океанах и их взаимодействия нам были бы понятны, если можно было точно объяснить, как живые организмы в океанах взаимодействуют с системой климата. Полезно знать это по многим причинам: люди своей деятельностью согревают океаны, изменяют их питательный состав, в особенности у берегов, добавляют углекислый газ в атмосферу, который окисляет океаны (углекислота), также добавляют серу в воздух больше, чем естественная эмиссия фитопланктона и выбросы вулканов вместе взятые. У нас даже были идеи о корме фитопланктона в океанах, чтобы заставить его расти и поглощать больше углекислого газа для уменьшения парникового эффекта.

Мы видим, что во взаимодействии морской флоры и фауны существуют очень сложные циклы обратной связи, которые имеют последствия не только для мельчайших организмов и рыбы в море, но также и для нашего климата.

Автор: Элмар Ухерек – Институт Химии Макса Планка, Майнц

Рецензент: Том Белл - Университет Восточной Англии, Норидж

