

Тайная угроза льдам Арктики - как микроскопические водоросли ускоряют глобальное потепление



Дата публикации: 09.03.2025

Майские дни приносят солнце и долгожданное тепло, тают снега, оживают растения. Однако в ледяных просторах Арктики этот процесс сопровождается другим, менее заметным, но гораздо более тревожным явлением – массовым цветением водорослей. Эти микроскопические организмы темнеют лед, поглощая солнечное излучение и ускоряя его таяние. Хотя этот эффект был известен раньше, долгое время считалось, что колонизация водорослями ограничена нехваткой питательных веществ. Новое исследование опровергает это мнение, показывая, что водоросли способны не только выживать в экстремальных условиях, но и накапливать питательные вещества, что значительно расширяет зоны их распространения.

Команда ученых, работающих в Гренландии, впервые смогла изучить поведение отдельных клеток этих микроорганизмов, используя передовые методы анализа. Оказалось, что водоросли обладают удивительной способностью адаптироваться к условиям льда, эффективно потребляя ограниченные запасы

питательных веществ и накапливая их для будущего использования. Этот механизм позволяет им заселять ледяные поля, которые раньше считались непригодными для жизни.

Ледяные водоросли – это одноклеточные организмы, способные к фотосинтезу. Они выделяют кислород и производят органические молекулы, как и наземные растения. Однако их ключевая особенность – способность изменять цвет льда, делая его темнее. Коричневые пигменты в клетках поглощают больше солнечного света, снижая альбедо поверхности и тем самым ускоряя нагрев льда. Весной и летом они формируют целые темные зоны на ледниках и ледяном щите Гренландии, создавая дополнительные предпосылки для потери льда.

Еще недавно ледяной покров Арктики считался стерильной пустыней, но современные исследования показывают, что на нем существует полноценная микробная экосистема. Бактерии, грибки и вирусы сосуществуют с водорослями, создавая сложные биоценозы. Этот фактор осложнял изучение водорослей, поскольку традиционные методы анализа не позволяли выделить их роль в экосистеме. Ученые решили проблему, используя инновационные изотопные маркеры, позволяющие отслеживать усвоение питательных веществ на клеточном уровне.

Результаты экспериментов показали, что водоросли не только способны извлекать питательные вещества из льда, но и накапливать их в своих клетках. Это означает, что даже при недостатке азота или фосфора они могут продолжать размножаться и распространяться. В условиях ускоренного таяния льдов, когда все больше новых участков открывается солнцу, это свойство позволяет водорослям расширять ареал обитания.

Фосфор – один из важнейших элементов, необходимых водорослям. На льду он присутствует в ограниченных количествах, поступая из атмосферной пыли и минеральных частиц, принесенных ветрами с обнаженных скал. Ранее считалось, что нехватка фосфора ограничивает рост водорослей, но способность этих микроорганизмов запасать его меняет картину. Теперь ученые предполагают, что водоросли могут проникать в ранее неосвоенные зоны [ледников](#), способствуя их потемнению и, как следствие, ускорению таяния.

В последние десятилетия изменение климата привело к тому, что снег на ледяном покрове тает все раньше, обнажая новые поверхности. Эти области раньше оставались под слоем снега, но теперь они становятся доступными для колонизации водорослями. Из-за способности микроорганизмов выживать в условиях дефицита питательных веществ этот процесс происходит быстрее, чем ожидалось.

Открытие влияния водорослей на таяние льда подчеркивает важность их учета в климатических моделях. На сегодняшний день большинство моделей не включают биологические факторы, но растущие доказательства их значимости говорят о необходимости пересмотра этих расчетов. Если распространение водорослей будет продолжаться, скорость потери льда может превзойти текущие прогнозы.

Эти данные подчеркивают важность продолжения исследований ледяных экосистем. Понимание механизмов адаптации водорослей и их влияния на глобальный климат может помочь разработать более точные климатические прогнозы. В будущем ученые надеются разработать методы мониторинга распространения водорослей с помощью спутниковых данных и прогнозировать их влияние на ледяные покровы планеты.

Ссылка: «Визуализация отдельных клеток выявляет эффективное поглощение питательных веществ и рост микроводорослей, затемняющих ледяной щит Гренландии» DOI: [10.1038/s41467-025-56664-6](https://doi.org/10.1038/s41467-025-56664-6).