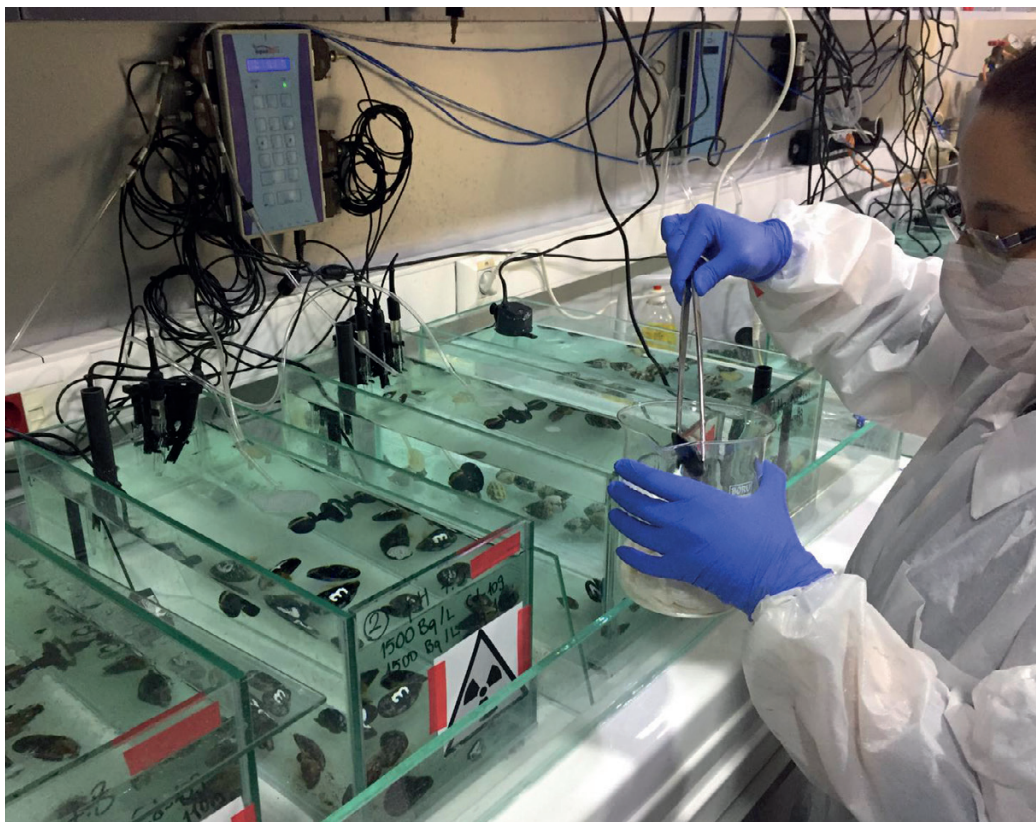


Опасность в море: что состав морских ракушек говорит о кислотности океана

Лаура Хиль



Для ученых по всему миру исследование таких организмов, как морские ракушки, кораллы и мелкие морские улитки, дает возможность увидеть, как выбросы CO_2 влияют на океан.

(Фото: М. Беливермиш / Лаборатория радиэкологии Стамбульского университета)

Морским ракушкам и другим моллюскам угрожает опасность. С ростом выбросов углекислого газа (CO_2) мировой океан постепенно подкисляется, из-за чего некоторым моллюскам становится сложнее строить свои раковины и скелеты. Это плохая новость не только для самих организмов, но и для людей, которые от них зависят.

Есть ли хорошие новости? С помощью изотопных методов ученые могут отслеживать на уровне атомов метаболизм двустворчатых моллюсков, чтобы лучше понять, к чему приводят подкисление океана и изменение климата, и, соответственно, приблизиться к решению этих проблем.

«С повышением кислотности океана некоторые организмы активнее поглощают и накапливают радионуклиды и металлы, медленнее растут и сильнее нуждаются в пище. Отслеживать эти изменения можно с помощью ядерных методов», — говорит Мурат Беливермиш, научный сотрудник Лаборатории радиэкологии Стамбульского университета. С помощью изотопных методов он изучает, как изменение климата и подкисление океана влияют на значимые с социально-экономической точки зрения промысловые морские организмы. Мурат Беливермиш научился применять ядерные и изотопные методы во время стажировки в Лаборатории окружающей среды МАГАТЭ в Монако в 2013 году.

Для ученых по всему миру исследование таких организмов, как морские ракушки, кораллы и мелкие морские улитки, дает возможность увидеть, как изменение климатических условий влияет на океан. Его подкислению способствует также рост выбросов CO_2 — главной движущей силы изменения климата. Океаны поглощают около четверти всех мировых выбросов CO_2 в атмосферу. Это меняет химический состав океанской воды, что отражается на состоянии некоторых морских экосистем и организмов.

Большую пользу при исследовании подкисления океана, которое иногда называют «обратной стороной проблемы CO_2 », могут принести ядерные и изотопные методы. Радиоактивные изотопы, например кальций-45, могут использоваться в качестве прецизионных радиоиндикаторов, например, для изучения скорости роста кальцифицирующих организмов (см. вставку «Наука» на странице 16). К их числу относятся мидии и морские ракушки. Они строят раковины из карбоната кальция — природного минерала, содержащегося в океане. Из-за подкисления воды мидиям и ракушкам все сложнее находить материал для строительства и сохранения своих раковин.



Из-за изменений уровня pH раковины устриц обесцвечиваются, а не разрушаются: pH 8,1 — внешняя среда; pH 7,8 — прогнозируемый уровень в 2100 году; pH 7,5 — прогнозируемый уровень в 2300 году.

(Фото: Н. Сезер / Лаборатория радиозологии Стамбульского университета)

С помощью радиоиндикаторов Беливермиш и его коллеги установили, что в немного подкисленной морской воде ракушки усваивают в два раза больше кобальта, чем в контролируемых условиях нормальной кислотности, тогда как у других морских организмов, например устриц, сопротивляемость больше. Это значит, что подкисление океана несет риски не только для моллюсков, но и для людей, которые их едят. Кобальт — это тяжелый металл, который в минимальных количествах необходим человеческому организму, а при превышении безопасной концентрации токсичен. Это может серьезно повлиять на здоровье и благополучие жителей прибрежных районов, например, Турции, которые употребляют морепродукты сами и экспортируют их в европейские страны.

«Многие турецкие рыболовецкие хозяйства, как и вся рыбная промышленность, зависят от определенных морепродуктов, таких как морские ракушки. Поэтому такого рода исследования помогают производителям адаптироваться к меняющимся условиям, что, в свою очередь, также помогает защитить рыбную отрасль страны», — поясняет Беливермиш.

Он и его коллега Ондер Кылыч планируют расширить сотрудничество с МАГАТЭ и перейти к изучению долгосрочного воздействия подкисления океана на рост, пищевую ценность и санитарное состояние турецких морепродуктов, таких как черноморская мидия и кефаль.

«Срок жизни мидий достигает двух лет, — говорит Беливермиш. — Чтобы изучить весь жизненный цикл организма и в полной мере понять, как он адаптируется к подкисленной воде, нужны гораздо более длительные эксперименты».

Изучение долгосрочного воздействия подкисления океана

Для того чтобы понять долгосрочные последствия подкисления океана по всему миру, предстоит провести

еще много работы. Обычно исследования морских организмов длятся несколько недель или месяцев, но чтобы реалистичнее представлять, как океан меняется с течением времени, потребуются работы на материале нескольких поколений.

В 2019 году начнется реализация проекта координированных исследований МАГАТЭ, рассчитанного на четыре года: ученые попытаются уточнить, как подкисление воды влияет на морские организмы в долгосрочной перспективе. Цель проекта будет заключаться в том, чтобы получить недостающие данные о морских видах, важных с социально-экономической точки зрения, и изучить стратегии адаптации, которые смогут использоваться в аквакультуре и производстве морепродуктов.

Проект поможет ученым понять, как с течением времени подкисление океана влияет на содержание в морепродуктах незаменимых питательных веществ, например полезных для сердечно-сосудистой системы человека ненасыщенных жирных кислот, и какие последствия это может иметь с точки зрения здоровья человека. Ученые будут изучать содержащиеся эти питательные вещества организмы (устрицы, мидии, креветки, омары, рыбу и т.п.) с помощью как традиционных, так и ядерных и изотопных методов.

«С одной стороны, мировой океан — система хрупкая, с другой — довольно стойкая. Известно, что при грамотном хозяйствовании она способна к восстановлению, — говорит директор Лабораторий окружающей среды МАГАТЭ Дэвид Осборн. — Важно осознавать угрозы, которые мы создаем для океана, понимать их совокупное воздействие, выделять ресурсы на их изучение и принимать действенные упреждающие меры».

НАУКА

Изотопные методы и влияние подкисления океана на кальцифицирующие морские организмы

Подкисление океана включает в себя ряд изменений в химическом составе морской воды, таких как снижение уровня pH морской воды, т.е. сдвиг в сторону повышения кислотности. Эти изменения можно измерить: с начала промышленной революции средний уровень pH мирового океана снизился на 0,11 единиц pH, что эквивалентно росту кислотности примерно на 30%.

Хотя потенциальное воздействие подкисления океана на морскую флору и фауну в полной мере оценить сложно, известно, что при падении pH и соответствующей концентрации соединений углерода ниже определенного уровня начинается разрушение карбоната кальция, который является основным компонентом раковин и скелетов многих организмов. В результате у них снижается способность формировать раковины и кости, что делает их более уязвимыми и снижает шансы на выживание. Особенно чувствительны к таким изменениям некоторые кораллы, мелкие морские улитки (птероподы), ракушки и мидии (двустворчатые моллюски), а также кальцифицирующий фитопланктон.

С помощью ядерных и изотопных методов исследователи изучают скорость протекания биологических процессов в морских организмах (мидиях, устрицах, кораллах), отслеживая определенные изотопы, такие как кальций-45 (Ca-45) и углерод-14. Изотопами называются атомы одного и того же элемента с одинаковым числом протонов, но разным числом нейтронов и, соответственно, разной атомной массой.

Например, радиоиндикатором Ca-45 можно измерить степень и скорость кальцификации, т.е. то, насколько быстро и качественно морские животные строят раковины и скелеты. Для этого определенное количество Ca-45 добавляют в аквариум с морской водой, в котором обитают, например, ракушки. Скорость кальцификации оценивается исходя из того, сколько меченого радиоактивными изотопами карбоната кальция (CaCO_3) поглощают эти организмы. На основе этой информации ученые оценивают последствия подкисления океана.

(Фото: Н. Яверт/МАГАТЭ)

