

## **ОБНАРУЖЕНИЕ ТОКСИНОВ-УБИЙЦ**

Родольфо Кевенко

Эти тихие убийцы промышляют на морских просторах в облиии вооруженных токсинами морских водорослей, которые скапливаются у берегов и наносят ущерб морским экосистемам. Они появляются на месте преступления без предупреждения, и вспышки этих набегов становятся все более частыми. Фактически все прибрежные страны планеты страдают от последствий их нашествия.

Вредоносное цветение водорослей (ВЦВ) – так называется это явление, которое известно также как «красный прилив», поскольку об их зловещем появлении свидетельствует покраснение водной массы у береговой линии. Часто такие вспышки остаются незаметными и таким образом представляют еще большую угрозу. При развитии ВЦВ колонии морских водорослей, т.е. простых океанских растений, живущих в море, разрастаются и вырабатывают токсины, которые отравляют рыбу, моллюсков, ракообразных и другую морскую флору и фауну и создают большую угрозу для здоровья людей, а также лишают рыбаков средств к существованию.

Не всякое водорослевое цветение является вредоносным. На самом деле большинство водорослей способствует развитию морской флоры и фауны, являясь жизненно важным источником питательных веществ для огромного количества морских организмов. Некоторые виды водорослей производят яды, называемые сакситоксинами.

Когда условия являются идеальными, т.е. появляется большое количество питательных веществ в воде в результате прибрежного апвеллинга (подъема глубинных вод на поверхность) или сброса сельскохозяйственных стоков, эти морские водоросли могут "зацвести", перенаселяя данный район, что неизбежно приводит к выбросу массы токсинов, которые убивают рыбу и могут накапливаться в моллюсках, мидиях и ракообразных, делая их опасными для потребления в виде пищи. Паралитическое отравление раковинными моллюсками и ракообразными (ПОМ), приводящее к смерти в результате паралича системы органов дыхания, представляет собой одну из наиболее распространенных угроз здоровью при употреблении в пищу зараженных моллюсков и ракообразных.

Несмотря на распространенное название «красный прилив», во многих случаях процесс ВЦВ часто развивается без окрашивания воды или появляются другие цвета, например зеленый или желтый. Но в большинстве случаев цветение трудно обнаружить невооруженным глазом. Если оно остается незамеченным, то риск, связанный с уловом отравленной рыбы и/или зараженными морскими продуктами, поступающими в пищевую цепочку человека, многократно возрастает.

Глобальное воздействие, которое ВЦВ может оказывать на здоровье человека, экономику и экосистемы, ставит это явление в ряд серьезнейших проблем природного характера, возникающих в прибрежных районах нашей планеты. По мере того, как вспышки ядовитого цветения морских водорослей становятся все более распространенными и возникают все чаще, МАГАТЭ расширяет масштаб усилий, направленных на оказание помощи странам в понимании этого явления и использовании более надежных методов раннего обнаружения и мониторинга в целях повсеместного ограничения отрицательных последствий ВЦВ для прибрежного населения.

### **Обнаружение – это лучшая форма предупреждения**

Раннее обнаружение является ключом к установлению контроля над ВЦВ. В течение десятилетий традиционным методом проведения теста на угрозу красных приливов были биологические исследования на мышах.

Ученые вводят лабораторным мышам вытяжки токсинов из исследуемых морских водорослей или проб моллюсков и ракообразных и измеряют время, за которое мыши погибают. Считается, что метод биологического исследования на мышах имеет низкую чувствительность и не позволяет точно определять уровни токсичности.

Ядерный метод, в котором используется рецепторсвязывающий анализ (РСА), является более доброкачественным, оперативным и гораздо более точным. При выполнении РСА в пробу моллюсков и ракообразных вводится маркер — в большинстве случаев это меченный тритием сакситоксин, а затем полученная смесь используется для воздействия на пробу ткани. Если моллюски и ракообразные заражены, то яды начинают бороться друг с другом, чтобы "связаться" с нервными клетками ткани, при этом радиоактивный токсин замещается или "убивается" на клеточных рецепторах ядом, уже имеющимся у моллюсков и ракообразных. Измеряя оставшееся количество радиоактивности, ученые могут затем точно определить уровни токсичных концентраций.

РСА, таким образом, – это гораздо более чувствительный и точный метод измерения, и МАГАТЭ уже давно занимает передовые позиции в усилиях по расширению использования этого метода в как можно большем числе стран. С этой целью МАГАТЭ заключило соглашения о партнерстве с международными организациями, занимающимися проблемой ВЦВ; оно активно содействует международному сотрудничеству в области использования и распространения РСА и оказывает поддержку осуществлению нескольких региональных и национальных проектов.

В настоящее время в 23 государствах - членах МАГАТЭ осуществляются проекты технического сотрудничества по вопросам мониторинга и раннего предупреждения о токсичности морепродуктов с использованием метода РСА. В качестве примера можно упомянуть о ряде успешно реализованных проектов по применению РСА для обнаружения ВЦВ в Намибии, Сальвадоре, на Филиппинах и в Чили.

### **Исследования и применение методов РСА**

Ведущим подразделением в работе МАГАТЭ по проблеме ВЦВ являются его Лаборатории окружающей среды в Монако (NAEL). В течение многих лет эти лаборатории занимали передовые позиции в распространении использования РСА для раннего обнаружения и мониторинга ВЦВ в государствах-членах.

Флоранс Буассон, научный консультант Княжества Монако, работающая в NAEL, считает, что МАГАТЭ играет заметную руководящую роль в обеспечении использования преимуществ РСА в государствах-членах.

NAEL в Монако вместе с Центром сотрудничества — Филиппинским институтом ядерных исследований (ФИЯИ) применяют РСА в исследованиях на выбранных участках аквакультурных хозяйств Филиппин с целью дальнейшего изучения путей поступления токсинов ВЦВ в морепродукты. Благодаря передовому опыту в использовании РСА, накопленному с конца 1990-х годов, и богатым водным ресурсам страны, ФИЯИ является идеальным партнером для проведения научных исследований и разработок. Эксперты уделяют особое внимание измерению переноса и элиминации биотоксина, вызывающего ПОМ, и изучению поступления токсина от моллюсков и ракообразных во всей пищевой цепи человека.

Филиппины при технической поддержке NAEL в Монако расширяют также свои научные исследования и разработки, целью которых является изменение процедур и инструментария, например, путем использования иода-125 вместо трития и счетчика гамма-квантов вместо жидкостной сцинтилляции, что позволит выполнять измерения на месте или в небольших лабораториях на берегу. В этом случае аналитические результаты можно будет получать экспресс-методом, и предупреждения об опасности угрозы красных приливов будут объявляться более оперативно. ФИЯИ, статус которого

как Центра сотрудничества МАГАТЭ по проблеме ВЦВ был подтвержден в июле 2011 года, надеется завершить основную работу по модификации РСА в этом году. После отработки эта технология будет передана другим государствам – членам МАГАТЭ посредством осуществления соответствующего проекта технического сотрудничества МАГАТЭ.

“Филиппины горды тем, что работа, которую мы проделали в этой области, нашла признание у нашей руководящей организации”, – сказал директор ФИЯИ Алуманда де ла Роса. “Мы также рады, что наши стратегии в области научных исследований и разработок стали моделью, которую другие регионы могут использовать в своих исследованиях по проблеме ВЦВ.”

### **Горизонты международного сотрудничества**

В начале 2011 года МАГАТЭ и Национальное управление океанических и атмосферных исследований (НОАА) США подписали практическую договоренность, формализующую их сотрудничество в предоставлении технической помощи по контролю ВЦВ.

Объявление об этом было сделано при закрытии широкого совещания международного научного консультативного комитета по вредоносному цветению водорослей, организованному МАГАТЭ в марте 2010 года. В работе этого совещания, состоявшегося в Чарлстоне, Южная Каролина, приняли участие международные эксперты, являющиеся признанными специалистами по вопросам применения рецепторсвязывающего анализа для борьбы с ВЦВ.

Совещание рассмотрело доклады о существующих методиках применения РСА для определения ВЦВ; проблемы поставок радиоактивно меченных токсинов; определило стратегии дальнейших разработок; и наметило курс на укрепление международного сотрудничества между организациями, занимающимися проблемой ВЦВ. Оно было проведено в рамках межрегионального проекта МАГАТЭ (INT/7/017), целью которого является оказание координированной поддержки применению метода РСА в целях предотвращения отравления вредоносными водорослевыми токсинами, попадающими в морепродукты.

Общая цель проекта состоит в том, чтобы создать структуру поддержки, позволяющую странам разрабатывать и осуществлять стратегии и программы по контролю ВЦВ. Другой целью является повышение региональных потенциалов в области проведения рецепторсвязывающего анализа посредством обучения и передачи технологии.

В рамках трехстороннего соглашения, подписанного 25 февраля 2011 года МАГАТЭ, ЮНЕП и Международной океанографической комиссией (МОК) ЮНЕСКО, началось долгосрочное сотрудничество с МОК, направленное на развитие в странах соответствующего потенциала в области мониторинга ВЦВ. Результатом этого сотрудничества являются региональные инициативы в Африке и Латинской Америке, имеющие целью укрепление возможностей этих регионов в осуществлении мониторинга вспышек вредоносного цветения водорослей.

Благодаря этой международной координации разработано Руководство по методам обнаружения токсинов вредоносных водорослей путем применения РСА, которое должно быть опубликовано в конце 2011 года. Созданное совместными усилиями МАГАТЭ и НОАА, это руководство будет служить в качестве полезного справочного материала для развивающихся стран, желающих использовать РСА для контроля ВЦВ. Это – еще один шаг вперед в расширении масштабов признания и использования РСА для обнаружения и прогнозирования мест появления вредоносного цветения водорослей.

Контроль угрозы возникновения токсичности на морских акваториях еще многие годы будет оставаться труднодостижимой целью. Продолжение исследований по таким технологиям, как РСА, позволит заполнить пробелы в понимании явления «красных приливов» и обеспечить раннее предупреждение о его возникновении.

Эти технологии являются мощными инструментами обеспечения здравоохранения и средств к существованию для стран, наиболее нуждающихся в этом.

Родольфо Кевенко, Отдел общественной информации. Адрес электронной почты: [R.Quevenco.iaea.org](mailto:R.Quevenco.iaea.org)

В подготовке этой статьи участвовали сотрудники Департамента технического сотрудничества и Лабораторий окружающей среды.