

ЭКОЛОГИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ В ТУРЦИИ

САЙХАН ТОПКУОГЛЫ

Научные исследования дают ответы на вопросы о том, как защитить морскую среду Черного моря. В рамках проектов, осуществляемых при поддержке МАГАТЭ, и с помощью других форм сотрудничества государства черноморского бассейна используют свой экспертный потенциал и возможности в целях расширения научных знаний о химическом и радиоактивном загрязнении морской среды.

Турция является одной из стран, занимающихся исследованиями Черного моря в силу целого ряда причин, связанных с вопросами экологии, экономики и здоровья человека. Протяженность береговой линии Черного моря превышает 4 тыс. км, из которых 1400 км приходится на территорию Турции. Ежегодный объем рыбного промысла страны составляет примерно 454–500 тыс. т. Более 80% общего вылова рыбы составляет черноморский анчоус (хамса), а остальные 20% – это преимущественно ставрида, серебристый хек, пелагида, луфарь и другие виды. Объем производства морских улиток и мидий – около 20 тыс. т в год.

Таким образом, в черноморском регионе годовое потребление рыбопродуктов составляет около 20 кг на взрослого человека. Поэтому охрана здоровья людей является приоритетной задачей в научных исследованиях, касающихся содержания загрязнителей в рыбе и других съедобных морепродуктах. Загрязнение среды и его воздействие на здоровье человека зависят от множества факторов и механизмов, поэтому научные

исследования в данной области являются сложным и многоплановым процессом. Например, некоторые результаты исследований свидетельствуют о том, что уровень содержания того или иного загрязнителя в тканях морских организмов невысок. Это, однако, не означает, что такие организмы можно отнести к “экологически чистым”, не говоря уже о том, что их можно включать в рацион питания, не проводя дальнейших тестов на содержание других загрязнителей.

В предстоящие годы объем наших научных знаний относительно загрязнения морской среды должен существенно увеличиться. Прогресс в области объединения достижений биокинетики, экотоксикологии и анализа риска с исследованиями в сфере экологического мониторинга в конечном счете позволит определить чувствительность человека и морских организмов к загрязнителям. В Турции такие комплексные исследования ведутся в Радиоэкологической лаборатории Чекмеджийского центра ядерных исследований и подготовки кадров (ЧНАЕМ). За годы своего существования лаборатория приобрела значительный опыт, в том числе в результате своего сотрудничества с 1970 г. с Лабораторией морской среды (ЛМС) МАГАТЭ в Монако. Проекты технического сотрудничества и исследовательские программы Агентства еще более укрепили потенциал лаборатории. В настоящей статье приведены результаты отдельных исследований Черного моря, связанных с радиоактивным и химическим загрязнени-

ем, которые были осуществлены турецкими учеными.

Радиоактивное загрязнение. После чернобыльской аварии 1986 г. в течение трех лет еженедельные и ежемесячные пробы указывали на наличие в исследуемых образцах рыб радионуклидов, выпавших из радиоактивного облака. Изучались как пелагические, так и бентические виды, которые могут входить в рацион питания человека. В мае 1986 г. были зафиксированы высокие уровни совокупной гамма-активности (йод-131, рутений-106, цезий-134 и цезий-137) в пределах 37–65 Бк/кг, обнаруженные во взятых пробах. В течение первых трех месяцев после аварии общий уровень радиоактивности в тканях рыб постепенно снизился. Впоследствии радионуклиды – предположительное следствие чернобыльской катастрофы – не обнаруживались, за исключением цезия-137.

Чернобыльские радионуклиды были также обнаружены в тканях мидий, морских улиток и в различных видах макроводорослей. Наиболее высокий уровень для цезия-134 и цезия-137, составлявший 142 и 289 Бк/кг сухого веса в мягких тканях мидий, был зарегистрирован, соответственно, в мае и июне 1986 г. В 1986 и 1987 гг. отмечалось небольшое содержание радионуклида серебро-110м в тканях морских улиток. Содержание

*Г-н Топкуоглы – штатный сотрудник Радиоэкологической лаборатории Чекмеджийского центра ядерных исследований и подготовки кадров (ЧНАЕМ) в Турции.
Email: stopcuoglu@superonline.com*

стронция-90 было обнаружено на уровне менее 0,1 Бк/кг сухого веса во всех отобранных пробах. Эти результаты свидетельствовали о том, что западная часть черноморской акватории в районе Турции была подвержена меньшему радиоактивному загрязнению, чем его восточная часть.

В последнее время все более серьезное внимание уделяется изучению содержания в морской среде естественных радионуклидов. Это обусловлено тем, что были установлены повышенные уровни содержания некоторых естественных радионуклидов, явившиеся следствием деятельности горнодобывающей промышленности (производство фосфатов, производство нефти), а также в результате применения удобрений. ЧНАЕМ участвует в исследовательском проекте МАГАТЭ в этой области. Турецкие специалисты выявляют содержание радионуклидов антропогенного происхождения, а именно полония-210, свинца-210, урана-238, тория-232 и калия-40, в биоте и донных отложениях. Эти работы ведутся с 1997 г. на семи научных станциях в Черном море. Были также проведены исследования на наличие цезия-137 антропогенного происхождения.

Предварительные результаты исследований показали, что содержание урана-238 и полония-210 в черноморском анчоусе составляют 38–101 и 94–112 Бк/кг сухого веса, соответственно. Эти данные подтверждают вывод о том, что преобладающим источником радиоактивного заражения рыбы являются естественные радионуклиды, а доля загрязнения цезием-137 антропогенного происхождения (в результате испытаний ядерного оружия в атмосфере и чернобыльской аварии) незначительна (см. таблицу на данной странице).

В лабораторных условиях также изучалась биокинетика америция-241, серебра-110м и цезия-137 в мидиях, морских блюдечках, морских улитках и неко-

КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАЛЛОВ В ПРОБАХ БИОТЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЧЕРНОМ МОРЕ, 1997–1998 гг.

Металлы	Макроводоросли	Мидии	Морские улитки	Черноморский анчоус	Другие виды рыб	Отложения
Кадмий	0,5–2,7	1,8–6,4	0,4–2,2	0,1–0,2	0,1–0,2	0,6–0,9
Кобальт	<0,05–6,5	1,8–2,9	0,2–0,3	0,2–0,3	0,2–0,4	5,2–17,2
Хром	<0,05	2,2–7,6	0,5–0,6	0,3–0,8	0,2–0,3	22–122
Никель	2,3–83,8	4,0–4,1	<0,01	<0,01	<0,01	2,2–69,1
Цинк	59–96	256–512	41–45	30–40	26–30	57–127
Железо	106–1095	355–597	27–98	37–44	30–32	2,6–4,9
Марганец	23–296	10,1–22,8	1,9–3,5	1,8–2,5	0,5–0,7	354–902
Свинец	<0,1–10,8	0,3–2,6	<0,01	<0,01	0,3–1,4	11–30
Медь	3,5–16,5	7,3–8,0	17–35	2,2–2,8	1,0–1,3	23–75

Примечание: Уровни концентрации даны в микрограммах на грамм сухого веса. Пробы макроводорослей были взяты в 1994–1995 гг.

КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРОБАХ БИОТЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ТУРЕЦКОМ СЕКТОРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ, 1997–1998 гг.

(В БЕККЕРЕЛЯХ НА КИЛОГРАММ СУХОГО ВЕСА)

	Полоний-210	Уран-238	Торий-232	Цезий-137
Макроводоросли	9–55	<13–744	<7–305	<3–25
Мидии (мягкие ткани)	100–162	140–240	<7	<3–20
Морские улитки (мягкие ткани)	76–141	31–179	<7	<3–22
Черноморский анчоус	94–112	38–101	<7	<3–10
Другие виды рыб	2–7	<13–198	<7	<3–25
Отложения	5–216	<13–63	12–36	<3–138

торых видах макроводорослей. Кроме того, после загрязнения Черного моря в результате чернобыльской аварии велись исследования на содержание в тканях мидий и макроводорослей цезия-137. Была установлена продолжительность периода полувывода цезия-137 у мидий и макроводорослей, которая, соответственно, составляет 63 дня и 19–29 месяцев.

Эти данные дополняют результаты программы координированных исследований по применению изотопных методов при исследовании морской среды и загрязнений Черного моря, проводившейся МАГАТЭ в 1993–1996 гг. Результаты исследований показали, что хотя концентрация в морской среде радионуклидов антропогенного происхождения значительно выше, чем в других районах Мирового океана, все же не достигает таких величин, при которых мож-

но было бы ожидать серьезных радиологических последствий для населения*.

Турция также активно участвовала в региональных и национальных проектах технического сотрудничества МАГАТЭ. В одном из них, начатом в 1995 г. и озаглавленном "Оценка морской среды в районе Черного моря", участвуют лаборатории Турции и пяти других стран региона. Проект направлен на оказание помощи причерноморским государствам в разработке координируемых в масштабе региона программ мониторинга и быстрого реагирования на появление радионуклидов в морской среде, а также в оценке с помо-

* См. "Море переменчивой судьбы. Поддержка устойчивого развития в районе Черного моря", "Бюллетень МАГАТЭ", т. 40, № 3 (1998).

шью радиоактивных изотопов основных процессов, влияющих на состояние загрязнителей.

Национальный проект технического сотрудничества, утвержденный Турцией в 1997 г., направлен на использование ядерных методов исследования загрязнения озер и морской среды. В ходе этой работы изучалось загрязнение района озера Кючюкчекмеджи. Ученые исследуют скорость седиментации в солоноватой водной среде озера. Существуют планы изучения проб осадочных пород для анализа радиоактивности осадочного материала в морской среде вблизи турецкого побережья Черного моря.

Химическое загрязнение.

Металлы поступают в море с речной водой или в результате прямых сбросов промышленных отходов. Кроме того, уровни содержания тяжелых металлов в Черном море увеличиваются вследствие загрязнения нефтью и поступления загрязнителей из воздушной среды. Более того, западная часть акватории Черного моря загрязнена химическими отходами, которые иностранные суда сбрасывали в воду прямо в бочках, нисколько не заботясь о последствиях.

В ходе одного из исследований было установлено, что в западной части моря уровни концентрации многих элементов, содержащихся в переносимых по воздуху частицах, оказались вдвое выше соответствующих уровней концентрации в его восточной части. Исследование также показало, что главным источником металлических загрязнителей антропогенного происхождения, содержащихся в атмосфере над акваторией Черного моря, являются европейские страны.

Несмотря на растущую обеспокоенность по поводу загрязнения Черного моря металлами, по этому региону до сих пор не имеется систематизированной информации, на основе которой можно было бы произвести достаточно полную оценку или

создать базу данных. Чтобы восполнить этот пробел, ЧНАЕМ и Институт океанографии Стамбульского университета ведут с 1998 г. совместное исследование уровня содержания металлов в морской среде. Цель проекта состоит в определении на систематической основе содержания металлов в макроводорослях и донных отложениях, а также в оценке их изменчивости в зависимости от времени года и района взятия проб.

В то же время в 1987–1989 гг. исследование выявило содержание металлов в тканях различных видов рыб. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в период проведения исследований содержание металлов в макроводорослях у побережья Турции неизменно увеличивалось. С другой стороны, за последние десять лет уровень содержания металлов в тканях черноморской рыбы не изменился. В водной среде многие металлы обычно находятся в связанном состоянии со взвешенными частицами, а скорость их оседания относительно высока. По этой причине анализ донных отложений имеет большое значение для определения степени загрязнения (см. таблицу на стр. 13).

Самыми серьезными загрязнителями морской среды в районе черноморского побережья Турции являются содержащиеся в нефти углеводороды. Загрязнение воды нефтью стало основной причиной экологической деградации а западной части моря, которая была отмечена в 1970–1995 гг. Масляные фракции и сырая нефть попадают в морскую воду в результате аварийных разливов, утечек нефтепродуктов из транспортных судов, с городскими и речными стоками и вследствие сброса загрязненной воды из балластных емкостей танкеров. Нефтяные пятна на воде погубили множество морских чаек и других видов птиц.

В то же время хорошо известно, что содержащиеся в нефти

углеводороды могут оказывать негативное влияние на морские организмы. В частности, низкие концентрации нефтепродуктов могут замедлять рост и деление клеток водорослей, составляющих фитопланктон. При высоких концентрациях они еще больше тормозят деление клеток, резко снижают скорость фотосинтеза, вследствие чего водоросли могут погибнуть. Поэтому к 1995 г. пищевая цепь (фитопланктон – зоопланктон – черноморский анчоус) оказалась существенно нарушенной. Однако она постепенно восстановилась, после того как служба береговой охраны Турции начала активно пресекать любой сброс балластных и трюмных вод с морских судов.

Содержание пестицидов в восточной части акватории в целом выше, чем в западной. Это объясняется географическим распределением населения Турции, которое использует пестициды в районах земледелия, на плантациях чая и лесного ореха (лещины). В ходе одного исследования (1974–1975 гг.) остатки пестицидов были обнаружены в тканях различных видов черноморских рыб. Сейчас планируется проведение анализа на содержание пестицидов в тканях рыб, морских улиток и мидий, образцы которых были взяты сотрудниками различных морских станций в 1997–1999 гг.

В 1997 и 1998 гг. было установлено наличие в морской воде аммиачного азота, ортофосфата и анионного детергента (моющего средства). В целом полученные результаты свидетельствуют о том, что воды у турецкого побережья не подвержены эвтрофии. С другой стороны, в районах концентрации промышленных предприятий, и в первую очередь вблизи мест сброса сточных вод, темпы эвтрофикации неуклонно возрастают. Результаты исследований также показывают, что загрязнение воды микробами связано со сбросами городских сточных вод. □