

МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ "ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ"

~ 6611-84 Den.

УДК 581.1:582.26/27:546.15

С.К.Светашева

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДОСТУПНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ФОРМ
РАДИОИОДА ДЛЯ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ

Для обеспечения радиационной безопасности человека и природных ресурсов океана приобретает существенную актуальность исследование поведения радиоактивных изотопов иода в морской среде. Известен ряд аварийных выбросов радиоизотопов иода, а учитывая предположение, что к 2000 году будет введено в действие около 5 тыс. реакторов средней мощностью 10^3 Мвт каждый, и что в атмосферу будет выбрасываться ежегодно до $5 \cdot 10^3$ Ки радиоиода / 2 /, становится очевидной необходимость изучения данных вопросов. Перспективы удаления на океаническое дно высокоактивных отходов, практикуемый в некоторых странах сброс радиоактивных отходов в море и увеличение вклада морепродуктов в пищу людей, объясняет интерес многих исследователей к миграции различных изотопов иода в гидросфере. Среди глобальных радионуклидов особо важное значение имеет ^{129}I (период полураспада = $1,7 \cdot 10^7$ лет), непрерывно накапливающийся в биосфере. Так, в результате испытания ядерного оружия во внешнюю среду поступило 12 Ки ^{129}I / 1 /. В настоящее время основные источники загрязнения биосферы ^{129}I - предприятия ядерного топливного цикла, вклад которых с учетом развития ядерной энергетики с каждым годом возрастает. При попадании радиоиода в окружающую среду происходит загрязнение водоемов и как следствие растений и животных. Загрязнение гидросферы создает опасность поступления ^{129}I в организм людей. Радиоидод обладает высокой подвижностью в биологических и пищевых цепочках и

поступает в организм человека с пищей, водой и ингаляционно. Основной путь поступления йода через продукты питания, среди которых значительное место занимают морские водоросли. В странах Востока более 100 видов морских водорослей применяют в виде пищевых добавок. Мировая добыча водорослей составляет 1200 тыс. т, а 50% всех добываемых водорослей выращивается в морских хозяйствах / 5 /. Известно, что водоросли служат сырьем для получения йода. Много работ посвящено вопросам изучения накопления и обмена этого элемента. Форма радиойода в морской воде определяет доступность его для гидробионтов. Ряд исследователей считает, что в морской воде йод находится в форме одновалентного (йодиды) и пятивалентного (йодаты) йода / 9, 10 /. В среднем на йодиды (I^-) приходится 25%, на йодаты (IO_3^-) - 73% от общего содержания йода / 3, 8 /. Считается, что основная масса радионуклида выходит в молекулярной (I_2) форме, а после высвобождения происходит быстрое изменение его физического и химического состояния. В некоторых видах жидких радиоактивных отходов АЭС основной формой йода является йодид - 80-98%. В контурных водах найдено самое высокое содержание йодата 15-20%. Количество элементарного йода возрастает с увеличением кислотности и достигает максимального значения (2,6%) в кислых кубовых остатках / 4 /. Химические реакции йода и формы, в которых йод находится при определенных условиях, зависят от температуры, окислительного и восстановительного характера атмосферы и гидросферы. Главным фактором для концентрирования радиойода гидробионтами является его химическая форма. Форма радионуклидов в морской среде определяет доступность их для морских гидробионтов. Различные физико-химические формы радионуклидов в морской воде по-разному накапливаются морскими организмами / 7 /. П.О.Фромм указывает на различие накопления химических форм радиойода рыбой / 6 /. Проведены эксперименты по изучению изменения форм радиоактивного йода ^{125}I в морской воде с участием и без участия живых организмов в течение более 75 суток / 7 /. На протяжении всего эксперимента $^{125}IO_3^-$ оставался в той же форме, а содержание $^{125}I^-$ в первые 25 суток в морской воде уменьшилось на несколько процентов, если в морской воде не присутствовали живые организмы. При участии морских организмов в течение 15

сутки 70% $^{125}\text{I}^-$ оставалось в той же форме, а 75% $^{125}\text{IO}_3^-$ восстанавливалось в I^- . Учитывая, что некоторые вносимые в морскую среду радионуклиды подвергаются физико-химическим превращениям, важно знать биологическую доступность их для гидробионтов.

В связи с тем, что вопросы биологической доступности химических форм радиоiodа для морских водорослей практически не изучены, нашей задачей явилось исследование способности морских макрофитов аккумулировать различные химические формы йода из морской воды.

На 3 видах черноморских водорослей - зеленых *Ulva rigida*, бурых *Cystoseira crinita*, красных *Gracilaria verrucosa* и радиоактивным йодом- ^{131}I , ^{125}I , в форме йодидов и йодатов, экспериментально была изучена кинетика накопления, выведения и концентрирования предварительно выведенных из макрофитов соединений йода. Обработка наблюдений заключалась в вычислении концентрации данных форм йода в гидробионтах и воде, и расчете коэффициентов накопления радиоiodа в водорослях. Интенсивность выведения радиоiodа выражали в относительных единицах, а начальная концентрация йода в водорослях принята равной единице.

Анализ полученных результатов показал, что биологическая доступность химических форм радиоiodа для всех видов водорослей различна. Изучение закономерностей накопления ульвой одновалентного и пятивалентного радиоiodа показало, что уровни накопления йодатов более, чем на порядок ниже накопления йодидов (рис. I). Ход представленных кривых накопления йодидов и йодатов показывает также время наступления изотопного равновесия в накоплении химических форм йода, равное 3 суткам. Несмо-

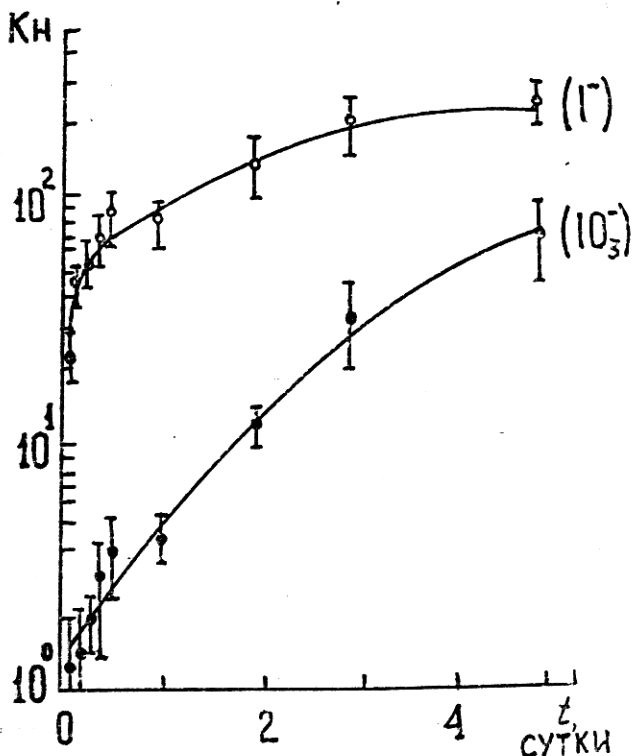


Рис. I. Накопление йодидов (I^-) и йодатов (IO_3^-) *Ulva rigida*.

ря на различие процессов накопления, кинетика выведения радиоiodа, предварительно накопившегося водорослями из сред с йодидами и йодатами, представленная на рис.2, совпадает. Дальнейшие исследования показали, что кинетика накопления выведенных водорослями йодсодержащих соединений совпадает с величинами коэффициентов накопления йодидов (рис.3).

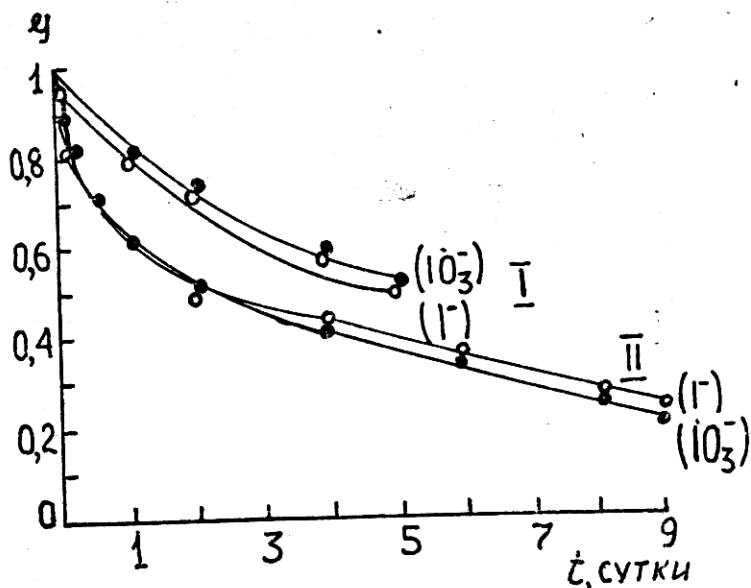


Рис. 2. Выведение химических соединений ^{131}I *Cystoseira crinita* (I) и *Ulva rigida* (II).

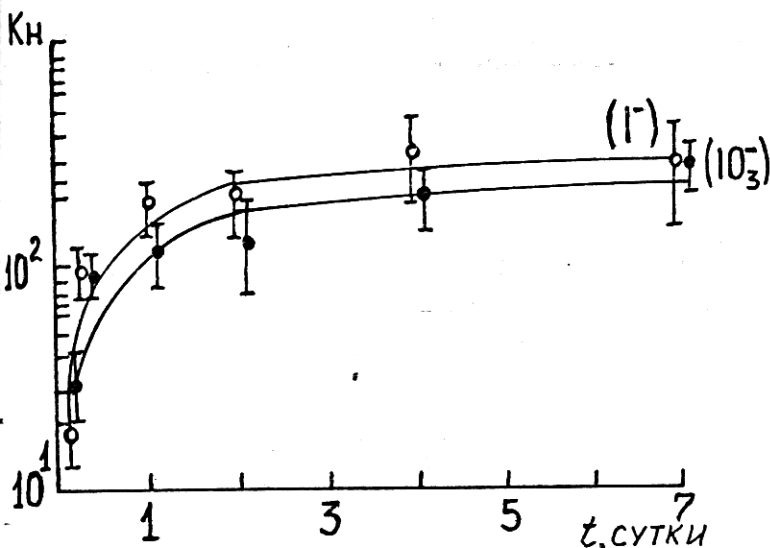


Рис. 3. Накопление *Ulva rigida* предварительно выведенных из нее йодсодержащих соединений.

Таким образом, мы видим, что в процессе биологического цикла под влиянием морских водорослей меняется химическое состояние йода, тогда как химические формы йода в морской воде без присутствия в ней водорослей, долгое время сохраняют свою стабильность. Динамика изменения химического состояния радиоiodа в

процессе экспериментов исследовалась методом восходящей тонкослойной хроматографии на незакрепленном слое сорбента. Выполненные исследования показывают, что биологическая доступность химических форм радиоiodа для морских водорослей различна: коэффициенты накопления йодидов значительно выше йодатов. Таким образом, биологическая доступность йода для морских водорослей определяется формой элемента в морской среде. Раз-

ичные химические формы йода по-разному аккумулируются гидробионтами. Обмен химических форм йода между организмом и средой и радиоактивное загрязнение гидробионтов зависит от соотношения различных форм йода в морской воде.

Изученные количественные различия в концентрировании химических форм радиоiodа морскими водорослями могут иметь практическое значение для прогнозирования уровней радиоактивного загрязнения гидробионтов при эксплуатации АЭС на морском побережье.

Литература

1. Василенко И.Я., Москалев Ю.И. Проблема загрязнения биосферы ^{129}I . - Атомная энергия, 1982. т.52, вып.3, с.155-158.
2. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1979, с.136.
3. Кравцова Ю.Ю., Саенко Т.Н., Иваненко В.В., Шелудько С.И. Йод и бром в растениях Японского и Охотского морей. - В кн.: Неорганические ресурсы моря. ДВНЦ АН СССР. Владивосток, 1978, с.44.
4. Кузнецов Ю.В., Суходолов Т.М., Елизарова А.Н., Чватов В.Н. К вопросу о химических формах йода в отходах АЭС. - Радиохимия, 1981, № 6, с.923-926.
5. Лавровская Н.Ф. Выращивание водорослей и беспозвоночных в морских хозяйствах. М.: Пищевая промышленность, 1979.
6. Fromm P.O. Some aspects of radioiodine metabolism in marine teleosts. - Bull. Inst. oceanogr. (Monaco), 1965, 64, № 1329, p. 1-12.
7. Hirano Sh., Ishii T., Nakamura R. et al. Chemical Forms of Radioactive Iodine in Seawater and its Effects upon Marine Organisms. - Radioisotope, 1983, 32, № 7, p.319-322.
8. Nulman R.M., Barite V. Radioactivity in the Mexican environment. - Radiol. Health. Data Rep., 1967, v.8(9), p.495.
9. Sugawara K.T., Terada K. Oxidized iodine in sea water. - Nature, 1958, № 182, p.250-251.
10. Tsunogai Sh., Henmi T. Iodine in the surface water in the ocean. - J. Oceanogr. Soc. Japan, 1971, 27, № 2, p.67-72.