

В. П. ПАРЧЕВСКИЙ

**КОНЦЕНТРАЦИЯ СМЕСИ ОСКОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ
ДЕЛЕНИЯ В НЕКОТОРЫХ ЧЕРНОМОРСКИХ ОРГАНИЗМАХ**

Необходимость изучения современных уровней искусственной радиоактивности в морских организмах в природных условиях обусловлена продолжающимся загрязнением морской воды радиоактивными веществами и способностью морских гидробионтов концентрировать целый ряд радионуклидов до значительных уровней (Г. Г. Поликарпов, 1964). Большинство работ по изучению содержания искусственной радиоактивности в морских организмах в морях и океанах проведено вблизи мест испытаний атомного оружия и слива радиоактивных отходов.

В настоящее время нами ведутся определения содержания стронция-90 (Г. В. Венде и В. П. Парчевский, 1964), гамма-излучателей (В. П. Парчевский, 1964) и суммарной радиоактивности (В. П. Парчевский, 1964) в организмах Черного моря с анализом ее основных компонентов. В настоящей статье приводятся некоторые данные по искусственной радиоактивности черноморских организмов в 1961 г.

Суммарная бета-активность определялась с помощью торцового счетчика Т-25 БФЛ, отградуированного стандартом стронция-90 — иттрия-90. Ввиду незначительного превышения (единицы или десятки имп/мин.) осколочной радиоактивности над фоном (около 20 имп/мин.) была применена методика счета, заключавшаяся в том, что вначале в течение 5 минут просчитывался препарат вместе с фоном, а затем отдельно — только натуральный фон. Таких парных измерений производилось не менее 5—6. Резко выделяющиеся даты исключались с помощью таблицы квантилей при $P=0,05$ (Ю. В. Линник, 1958). Отличие друг от друга двух средних величин (препарата с фоном и фона) оценивалось по критерию Стьюдента (Р. А. Фишер, 1958).

С 1961 г. определение общей бета-радиоактивности гидробионтов производится нами с помощью жидких сцинтилляторов. Образец закладывается между двумя органическими пленками, что позволяет избежать загрязнения радиоактивными веществами пробы сцинтиллятора и многократно использовать последний (Г. В. Венде и В. П. Парчевский, 1964).

Энергии присутствовавших в образцах радионуклидов оценивались по поглощению излучений в алюминиевых экранах.

В случае необходимости быстрого определения наличия в анализируемой золе осколочных радионуклидов с энергией больше 1,3 Мэв, толстослойный препарат экранировался алюминиевым фильтром толщиной 300 мг/см², который практически полностью поглощает излучения калия-40.

Данные по содержанию калия в исследовавшихся организмах получены с помощью пламенного фотометра.

На рис. 1 показаны наибольшие уровни суммарной искусственной радиоактивности в массовой бурой водоросли цистозире *Cystoseira barbata* на протяжении ряда последних лет. Естественная радиоактивность, обусловленная калием-40, была определена радиометрическим методом в гербарном образце водоросли сбора 1939 г. Наибольшей искусственной радиоактивностью цистозира обладала в 1962 г.

Содержание искусственной радиоактивности в 1961 г. в некоторых массовых организмах Черного моря представлено в таблице 1. Наибольшее превышение искусственной радиоактивности над естественной в конце 1961 — начале 1962 гг. отмечено в бурой водоросли цистозире и «морской траве» зостере.

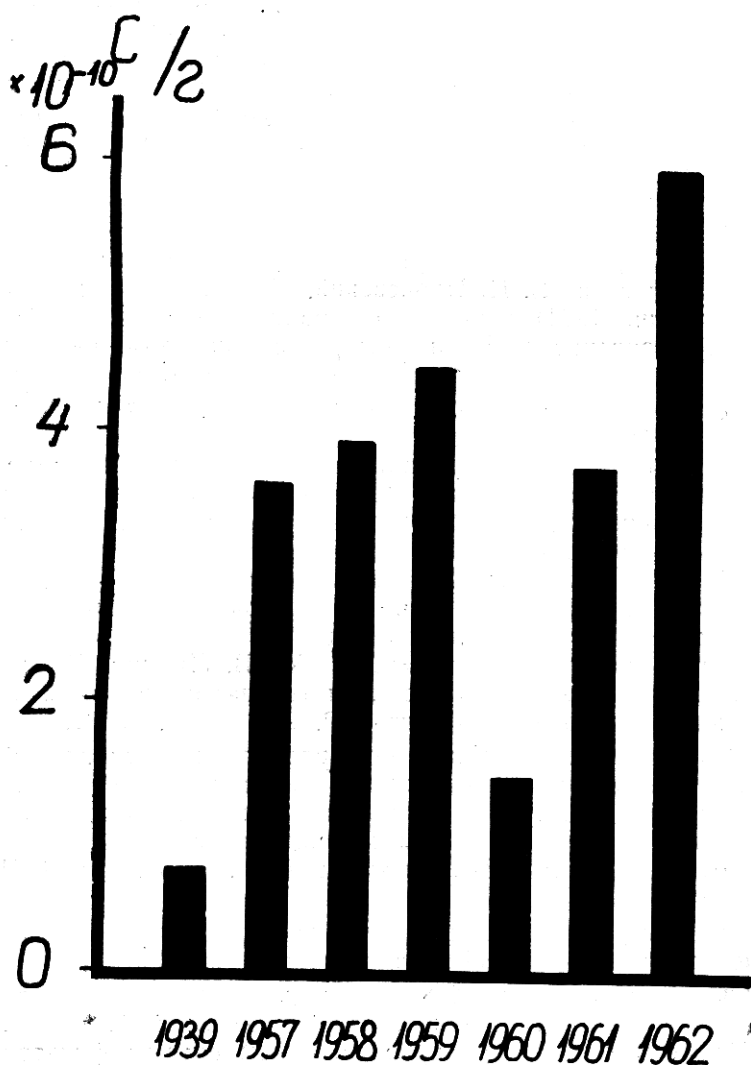


Рис. 1. Наибольшие уровни радиоактивности золы цистозир в различные годы.

Таблица 1

Радиоактивность некоторых организмов Черного моря в 1961 г.

Организм и место сбора	Время сбора	Расп. золы (мин. г естественн. калий-40)	Расп. золы (мин. г суммарная)	10^{-10} С/г золы (искусственная)	Отношение искусственной к естественн. радиоактивности
1	2	3	4	5	6
Мидии (тело) <i>Mytillus galloprovincialis</i> (г. Севастополь)	весна лето	104	135	0,14	0,3
Цистозира <i>Cystoseira barbata</i> (г. Севастополь)	весна лето	146	626	2,16	3,3
Цистозира <i>Cystoseira barbata</i> (г. Феодосия)	весна лето	146	520	1,68	2,6
Цистозира <i>Cystoseira barbata</i> (г. Севастополь)	осень	146	874	3,28	5,0
Ульва <i>Ulva rigida</i> (г. Севастополь)	осень	95,6	314	0,99	2,3
Зостера <i>Zostera marina</i> (г. Севастополь)	осень	58	445	1,75	6,7

Уменьшение содержания искусственных радионуклидов в морских организмах наблюдалось с конца 1959 г. При этом падение их концентрации в цистозире непосредственно в море было более быстрым, чем скорость радиоактивного распада, наблюдавшаяся в золе этой водоросли 1959 г. Анализ поглощения излучений гидроокисей, выделенных из золы цистозеры, собранной в сентябре 1961 г., показал, что ее искусственная радиоактивность была обязана, в основном, церию-144, что показано на рис. 2. Такой вывод подтвержден проведенным ранее анализом гамма-спектра излучений этой водоросли на многоканальном анализаторе АИ-100 (В. В. Глазунов, В. П. Парчевский и Д. Г. Флейшман, 1963).

Нами производилась специальная проверка возможности регистрации в золе цистозеры церия-144—празеодима-144 порядка 10^{-10} С/г золы. Кривые поглощения излучений как контрольной золы цистозеры сбора 1960 г. (без внесения активности), так и золы с добавлением церия-144 — празеодима-144 в количестве $5,5 \times 10^{-11}$ С/г золы совпадают со стандартной кривой для калия-40. В случае же активностей вносимого церия-144 (3×10^{-10} — $5,5 \times 10^{-10}$ С/г), соизмеримых с его уровнем в цистозире 1959 г. ($2,0 \times 10^{-10}$ — $5,0 \times 10^{-10}$ С/г золы), эти кривые совпадают с аналогичными кривыми для золы цистозеры 1959 г. из различных пунктов Черного моря.

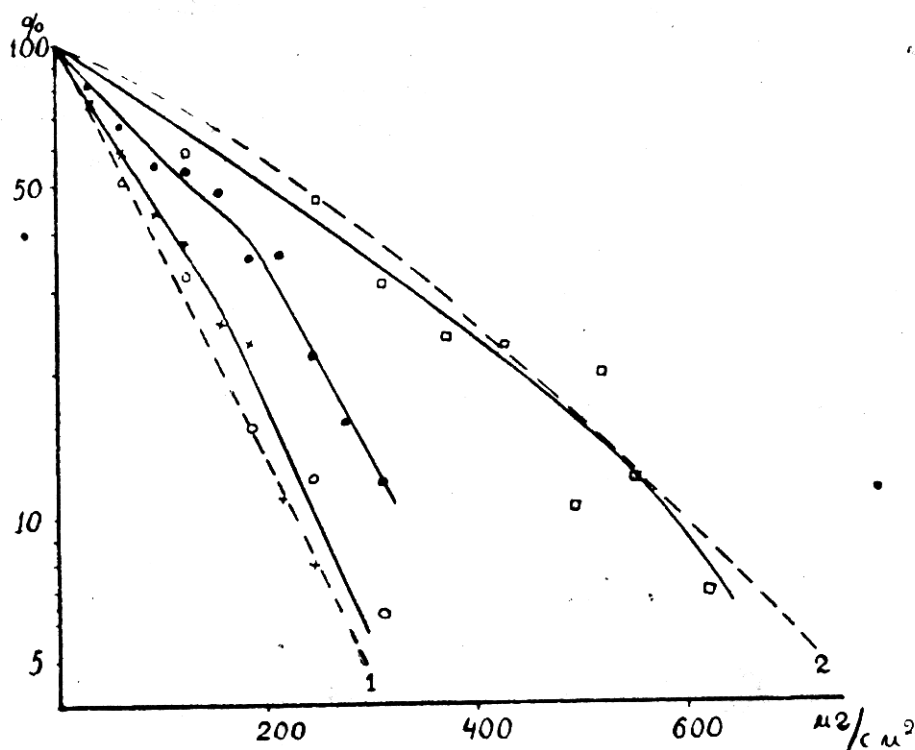


Рис. 2. Поглощение в алюминии излучений зола цистозеры сборов разных лет.

- — цистозера (Севастополь) сбора 1959 г., просчитанная в 1961 г.
- × — цистозера (Севастополь), собранная и просчитанная в 1961 г.
- — цистозера (Феодосия, Карадаг), собранная и просчитанная летом в 1961 г.
- — гидроокиси, выделенные из цистозеры (о).
- 1 — калий-40.
- 2 — церий-144—празеодим-144.

Уменьшение уровней осколочной радиоактивности после 1959 г. (рис. 1) можно объяснить снижением концентрации радиоизотопов, и, в первую очередь, церия-144, в морской воде за счет значительного уменьшения выпадений осколочных продуктов деления с атмосферными осадками, радиоактивного распада имевшихся в морской воде и гидробионтах радионуклидов и склонности церия-144 переходить при отмирании цистозеры, а также путем дополнительной непосредственной сорбции из морской воды на сестоне и детрите, в донные отложения (Г. Г. Поликарпов, 1961). Это подтверждается соответствующим изменением кривой поглощения в алюминии цистозеры сбора 1959 г., снятой в 1961 г., и таковой, непосредственно изъятая из моря и измеренной в 1961 г. (рис. 2).

Осенью 1961 г. искусственная радиоактивность некоторых массовых гидробионтов значительно возросла, достигнув превышения над естественной в 7 раз, с тенденцией к дальнейшему возрастанию.

Рис. 3 демонстрирует увеличение доли осколочных продуктов в цистозире за небольшой срок.

Среди осколочных продуктов в цистозире 1959 г. были обнаружены церий-144, цирконий-95, рутений-103, рутений-106 (В. В. Глазунов, В. П. Парчевский и Д. Г. Флейшман, 1963). При этом на долю церия-144 — празеодима-144 приходилось 53% всей радиоактивности. Из рис. 2 следует, что кривая поглощения излучений цистозире сбора 1961 г. в алюминии лишь несколько отличается от таковой калия-40. Анализ гидроокисей, выделенных из этой водоросли, показал, что остаточная радиоактивность водоросли была обусловлена церием-144 — празеодимом-144.

Определение уровней искусственной радиоактивности в цистозире с последующим анализом энергии излучений из различных участков Черного моря свидетельствует об одинаковом и равномерном загрязнении его акватории, сравнимом с таковым Адриатического моря (Г. Г. Поликарпов, В. П. Парчевский, 1961).

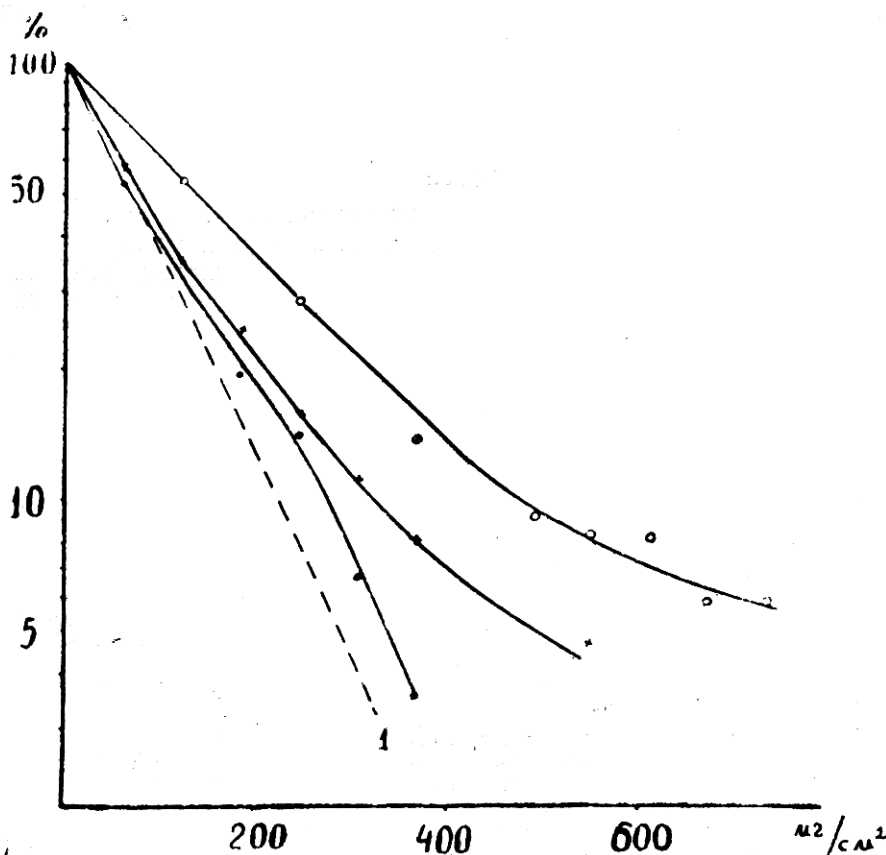


Рис. 3. Поглощение в алюминии излучений зола цистозире (Севастополь):

- — собрана 10.XI—1961 г.
- × — собрана 26.XI—1961 г.
- — собрана 28.XI—1961 г.
- 1 — калий-40.

Среди исследовавшихся у берегов Японии организмов наибольшей радиоактивностью обладал планктон открытого моря (апрель 1960 г.), когда его суммарная активность составила $1,6 \times 10^{-9}$ С/г золы, радиоактивность планктона Токийского залива была значительно ниже $2,8 \times 10^{-10}$ С/г золы (апрель 1960 г.) такого открытого моря. Самый низкий уровень общей радиоактивности $1,4 \times 10^{-11}$ С/г золы отмечен для нектона.

Изучение уровней радиоактивности в организмах, обитавших в устье реки Темзы (США) в 1960—1961 гг., показало, что наибольшей суммарной бета-активностью обладала ламинария $3,56 \times 10^{-10}$ С/г золы (январь 1961 г.), а наименьшей $2,3 \times 10^{-11}$ С/г золы—устрицы (декабрь 1960 г.) (D. M. Skauen а. о., 1961). В этих работах, к сожалению, отсутствуют данные об изотопном составе смеси радиоактивных веществ и калия, что затрудняет оценить вклад искусственной радиоактивности в общую, суммарную.

Сопоставляя уровни суммарной радиоактивности в черноморских организмах с анализами японских исследователей (Z. Nakai а. о., 1961), можно заключить, что загрязнение географически удаленных морских организмов находится в пределах одного и того же порядка.

В заключение автор считает своим приятным долгом выразить благодарность кандидату биологических наук Г. Г. Поликарпову за руководство работой.

ВЫВОДЫ:

1. Отмечено наличие осколочной радиоактивности в морских организмах, в первую очередь в цистозире, ульве, зостере и мидиях, которая превышает их естественную радиоактивность в несколько раз. Наибольшая искусственная радиоактивность в морских растениях и животных была в конце 1961—начале 1962 г.

2. Осколочная радиоактивность морских гидробионтов обусловлена, главным образом, церием-144.

3. Концентрация церия-144 в цистозире на 2—3 порядка величин выше, чем стронция-90.

ЛИТЕРАТУРА:

- Венде Г. В. и Парчевский В. П., 1964. Радиоактивная загрязненность организмов Черного моря. I. Результаты и методические особенности определения стронция-90 в цистозире. В сб. «Радиоактивная загрязненность морей и океанов». Изд. «Наука», М.
- Глазунов В. В., Парчевский В. П. и Флейшман Д. Г., 1963. Изменение содержания осколочных продуктов деления Черного моря. ДАН СССР, т. 152, № 5.
- Линник Ю. В., 1958. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. Физматгиз, М.
- Парчевский В. П., 1964. О радиоактивности некоторых организмов Черного моря. В сб. «Радиоактивная загрязненность морей и океанов». Изд. «Наука», М.
- Поликарпов Г. Г., 1964. Радиоэкология морских организмов. Атомиздат, М.
- Поликарпов Г. Г., 1961. Роль детритообразования в миграции стронция-90, церия-137 и церия-144. ДАН СССР, т. 136, № 4.
- Поликарпов Г. Г. и Парчевский В. П., 1961. Радиоактивность водорослей Адриатического и Черного морей. Океанология, № 2.
- Фишер Р. А., 1958. Статистические методы для исследователей. Госстатиздат, М.
- Skauen D. M., Hatefield T., Hanlon D. and Runkin J. S., jun. 1961. Gross beta-activity in the Thames river (Conn.). Nature, No. 4792.
- Nakai Z., Fukai K., Tozawa H., Hattori S., Okubo K. and Kidachi T., 1961. Radioactivity of marine organisms and sediments in the Tokyo bay and its southern neighbourhood. Collected reprints Tokai reg. fish. res. lab., 1960, Contrib. N B-333.