

Біофізика

УДК 577.3:58.03

Г. Є. ЛАЗОРЕНКО і чл.-кор. АН УРСР Г. Г. ПОЛІКАРПОВ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИВЧЕННЯ ФІКСАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ СТРОНЦІЮ І ЦЕРІЮ АЛЬГІНОВОЮ КИСЛОТОЮ ІЗ МОРСЬКОЇ ВОДИ

Відомо, що значною частиною клітин морських бурих водоростей-концентраторів багатьох хімічних елементів та їх радіонуклідів [1] є альгінова кислота [2]. У клітинних стінках цих рослин вона міститься у вигляді кальційових, магнійових та залізистих солей [2, 3] і, як вважається, служить структурним полісахаридом. Вміст альгінової кислоти в різних бурих водоростях коливається від 11 до 40%, а іноді і вище.

Г. К. Барашков [2], узагальнюючи дані багатьох авторів, вказує, що альгінова кислота досить стійка до сильних зовнішніх дій. Так, повний гідроліз її водою або кислотами ніколи не відбувається до кінця навіть при підвищеному тиску: близько 50—60% продукту залишається незмінним.

Альгінова кислота відноситься до органічних катіонообмінників. Вона використовується для запобігання засвоєння радіоактивного стронцію організмом [4].

Відомо, що у бурих водоростей рН всередині клітини вимірюється величинами від 1 до 5. Більше того, висловлено припущення про можливий зв'язок високих концентрацій стронцію в бурих водоростях з рН всередині клітини [5].

На підставі наведених даних нами була сформульована задача — виявити здатність альгінової кислоти фіксувати радіонукліди цезію, стронцію, цинку, церію і талію з морської води.

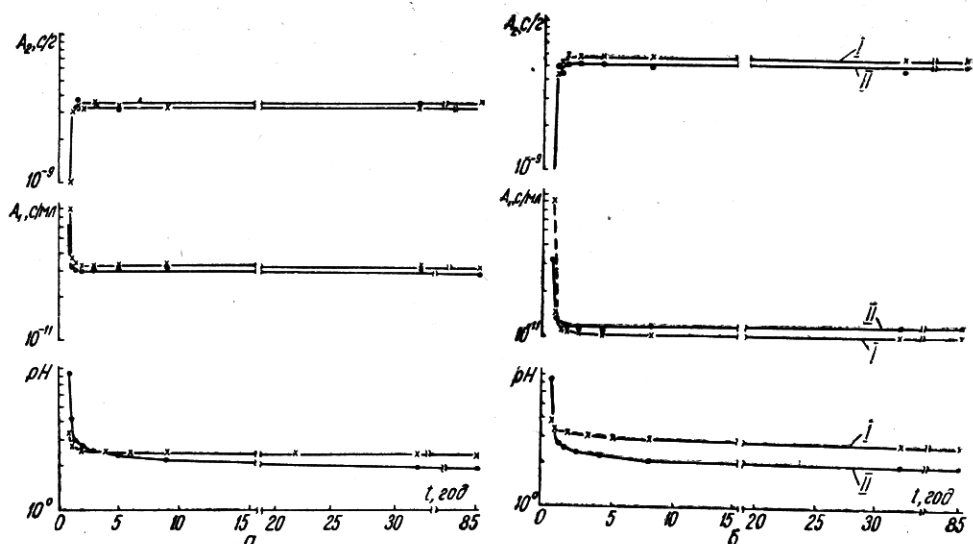
Досліди проводили з альгіновою кислотою англійського виробництва (Gee Lawson, Chemicals, LTD, London, England).

Морську воду витримували 4—5 місяців, стерилизували та фільтрували через мембранні фільтри з діаметром пор 0,1 μ . Посуд для дослідів стерилизували протягом 2 год. сухим жаром у сушильній шафі при 165°С.

Для запобігання можливого бактеріального забруднення вдруге в морську воду добавляли NaF (до концентрації 0,03 г/л). З тією ж метою подібну концентрацію NaF застосовували [6] при вивченні фізичних властивостей альгінатів.

Початкова концентрація радіоактивних розчинів становила 10^{-8} с/мл, розчин об'ємом 70 мл витримували 1—2 доби в колбах, в які потім вносили альгінову кислоту, порошок якої попередньо просіювали через сито з діаметром отворів 67—88 μ . Для більш повного перемішування альгінової кислоти з радіоактивним розчином колби ставили на шуттель-апарат і на протязі всього досліді їх струшували. Через проміжки часу в 15, 30 хв., 1, 2, 4, 8, 32 і 85 год. відбирали проби альгінової кислоти та морської води на аналіз.

Для кожного радіонукліду дослід проводили в трьох паралельних колбах. З кожної колби відбирали 5 мл суспензії, яку потім центрифугували.



Нагромадження Sr-90 (а) і Ce-144 (б) альгіноювою кислотою з морської води:
 A_1 — активність радіонукліда у воді, A_2 — активність радіонукліда в альгіновій кислоті, x — pH на початку досліді 3,4, $\odot$ — pH на початку досліді 7,4.

Таблиця 1
 Коефіцієнти нагромадження Sr-90 і Ce-144 альгіноювою кислотою та їх статистичні параметри

Радіонукліди	Час, хв.	pH 2,5			pH 1,9		
		$\bar{x}$	$t_{\alpha} O_x$	σ	$\bar{x}_i$	$t_{\alpha} O_x$	σ
Стронцій-90	15	—	—	—	105	10	191
	30	99	11	151	123	11	309
	60	101	11	221	115	21	432
	120	112	14	410	125	17	477
	240	96	10	228	100	9	207
	480	95	14	465	101	12	293
	1920	100	12	296	108	15	419
	5100	106	8	151	108	15	423
Середнє значення		$\bar{x}^* = 101$	$t_{\alpha} O_x^* = 5$	$\sigma^* = 35$	$\bar{x}^{**} = 111$	$t_{\alpha} O_x^{**} = 8$	$\sigma^{**} = 86$
Церій-144	60	528	104	24822	428	63	9448
	120	519	120	32831	458	34	2745
	240	557	158	57224	462	63	9448
	480	522	134	52725	406	56	7465
	1920	537	112	29898	391	55	2745
	5100	550	121	34336	474	57	7815
Середнє значення		$\bar{x}^+ = 535$	$t_{\alpha} O_x^+ = 18$	$\sigma^+ = 237$	$\bar{x}^{++} = 436$	$t_{\alpha} O_x^{++} = 39$	$\sigma^{++} = 1118$

Примітка. pH і $\bar{x}_i$ — коефіцієнти нагромадження, взяті на рівноважній частині кривої (рисунок); $t_{\alpha} O_x$ — довірний інтервал; σ — дисперсія, $\bar{x}^*$ і $\bar{x}^{**}$, $\bar{x}^+$ і $\bar{x}^{++}$ — спостережується достовірна різниця цих величин ($P \leq 0,05$), $\bar{x}_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$, де $n = 12$ в наших

гували. Воду над осадком аналізували, а осадок (з метою виведення радіоізоотопу, що осів на його поверхні і не включився в структуру альгінової кислоти) двічі промивали фільтрованою морською водою. Після центрифугування воду над осадком зливали, а осадок висушували в сушильний шафі при 105° С.

Осадок, одержаний у кожний відповідний момент часу, ділили на 12 паралельних навісок. Проби води висушували під інфрачервоною лампою.

Радіометричні вимірювання проб із Sr-90, Ce-144, а також Tl-204 виконували на установці Б-3 з торцевим лічильником СБТ-13 у свинцевому захисті, а проб з Cs-137 і Zn-65 на установці ААДО-1 з датчиком УСД-1 (кристал NaJ/Tl (40×40, ФЕП-13). Самопоглинання випромінювання в пробах враховувалось. Активність проб із стронцієм-90 вимірювалась після досягнення рівноваги Sr-90 з дочірнім ітрієм-90. Одержані дані оброблялися статистично (табл. 1).

pH морської води доводили до величин 3,8 та 7,4, що зустрічаються в рослинних тканинах [5]. Для таких початкових умов при внесенні альгінової кислоти у морську воду протягом 15—30 хв. відбувається різка зміна pH до величин 2,7—1,9, після чого pH змінюється мало (рисунок).

При таких умовах альгінова кислота не нагромаджує Cs, Zn, Tl. Радіостронцій накоплюється до рівноважного стану через 15—30 хв. після початку досліду (рис., а), радіоцерій — протягом однієї години (рис., б). Коефіцієнти нагромадження (відношення концентрації радіонукліда в об'єкті і воді) Sr-90 досягають величини близько 100 і Ce-144 біля 500 одиниць.

Таким чином показано, що альгінова кислота навіть in vitro виконує роль концентратора деяких радіонуклідів із морської води. В зв'яз-

Таблиця 2

Коефіцієнти нагромадження альгіновою кислотою і бурими водоростями

Радіонуклід	Об'єкт	Коефіцієнт нагромадження в дослідках	Цитовано за даними
Цезій-137	Альгінова кислота	0	Наші дані
	<i>Fucus vesiculosus</i>	30	Scott (1954)
	<i>Cystoseira barbata</i>	27	Полікарпов (1961а, в)
	<i>Sargassum natans</i>	10	Polikarpov, Zaytsev et al.
	<i>S. fluitans</i>	12	Там же
	<i>Scytosiphon lomentarius</i>	2	Hiyama and Shimizu (1964)
Стронцій-90	Альгінова кислота	100	Наші дані
	<i>Laminaria digitata</i>	14	Spooner (1949)
	<i>Ascomyllum nodosum</i>	22	Там же
	<i>Dictyota fasciola</i>	18	Полікарпов (1960, 1961)
	<i>Padina pavonia</i>	19	Там же
	<i>Fucus serratus</i>	40	Spooner (1949)
	<i>F. vesiculosus</i>	22	Там же
	<i>Cystoseira barbata</i>	40	Полікарпов (1960, 1963)
	<i>S. fluitans</i>	35	Там же
Цинк-65	Альгінова кислота	0	Наші дані
	<i>Cystoseira barbata</i>	186	Полікарпов (1963)
Церій-144	Альгінова кислота	500	Наші дані
	<i>Cystoseira barbata</i>	220	Полікарпов (1960с, 1961а)
Галій-204	Альгінова кислота	0	Наші дані

Примітки: 1. Коефіцієнти нагромадження розраховувались для альгінової кислоти на суху вагу, а для водоростей — на живу вагу. 2. Посилання на авторів взяті із зведення [1].

ку з цим привертає увагу цікава властивість бурої водорості *Cystoseira barbata*: будучи вбитою, вона все ж зберігає свою здатність нагромаджувати радіостронцій подібно живій водорості [7].

Отже, на протязі 7—8 діб у вбитій цистозірі продовжує функціонувати якийсь механізм, що відповідає за цей процес концентрування.

Достатне у першому наближенні порівняння коефіцієнтів нагромадження Sr-90 і Ce-144 в бурих водоростях і альгіновій кислоті (табл. 2), а також висока стійкість останньої до різних зовнішніх дій [2], дозволяють сподіватись, що в шуканому механізмі можуть виконувати певну роль альгінова кислота та її з'єднання.

Література

1. G. G. Polikarpov, Radioecology of Aquatic Organisms, Amsterdam — N. Y., 1966.
2. Г. К. Барашков, Химия водорослей, М., Изд-во АН СССР, 1963.
3. Arne Haug, Composition and Properties of Alginates, Rep. 30, N. T. N. Trykk, 1964.
4. М. Ю. Долматова, А. П. Пантелеева, Радиохимия, 10, 3 (1968).
5. M. A. Hampson, J. Experiment. Bot., 18, 54, 17 (1967).
6. Olav Smidsrød, Arne Haug, Acta Chem. Scandinav., 22, 3, 797 (1968).
7. Г. Г. Поликарпов, Океанология, 7, 4 (1967).

Інститут біології південних морів

Надійшло до редакції
5.XI 1969 р.

G. E. LAZORENKO and G. G. POLIKARPOV,
Corr. Member Academy of Sciences, Ukrainian SSR

THE EXPERIMENTAL STUDY OF THE ACCUMULATION OF RADIONUCLIDES Sr-90 AND Ce-144 FROM SEA WATER BY ALGINIC ACID

Summary

Alginic acid-polysaccharide obtained by extraction of brown algae is capable of accumulating Sr-90 and Ce-144 quickly from sea water to high concentration factors values (about 100 and 500 units, respectively). On the other hand, alginic acid does not accumulate Cs-137, Zn-65 and Tl-204. Correlation between concentration factors of Sr-90 and Ce-144 accumulation by alginic acid and their concentration factors in brown algae and high stability of alginic acid to external influences make it possible to assume that alginic acid or its compounds might take part in extraction of strontium and cerium by these algae from sea water.

УДК 577.3:547.963.32

В. Я. МАЛЄЄВ, М. О. СЕМЕНОВ і Л. М. БЛОК

ПОЗДОВЖНИЙ ГІПЕРХРОМНИЙ ЕФЕКТ У ПОЛІНУКЛЕОТИДАХ В ІНФРАЧЕРВОНІЙ ОБЛАСТІ

(Представив академік АН УРСР М. Ф. Гулий)

При зруйнуванні до мономерів полінуклеотидів з «розплавленою» вторинною структурою (РНК, одониткова ДНК, синтетичні полінуклеотиди) спостерігається збільшення поглинання в ультрафіолетовій області при $\lambda = 260 \text{ мμ}$ (так званий залишковий гіперхромізм) [1]. Це явище, яке ми будемо називати поздовжнім гіперхромним ефектом, пов'язують з взаємодією мономерів вздовж ланцюга полімеру. Цікаво