

УДК 664.951.039

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДУРИЗАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СВЕЖЕСТИ И СПОСОБА ОБЛУЧЕНИЯ РЫБЫ**

Е. Н. Дугова, М. М. Гофтарш, Гипрорыбфлот
А. В. Кардашев, ВНИРО

При радиационном консервировании свежей рыбы нужен такой метод, который позволит получить максимальный стерилизующий эффект и увеличить срок хранения продуктов при возможно более низких дозах гамма-радиации.

Этого можно достигнуть повышением радиочувствительности микрофлоры за счет воздействия на нее некоторых физико-химических факторов, а также сенсibiliзирующих веществ (Кашкин, 1960; Fairuzur, Rahman et al., 1972; Farkas et al., 1967; Kirschner et al., 1970; Mohunddin, Skoropad, 1972; Nair et al., 1971).

Установлено, что изменение температуры, снижение рН и внесение в среду некоторых органических и неорганических соединений позволяет значительно увеличить радиочувствительность микроорганизмов и тем самым снизить летальную дозу гамма-радиации. Однако данный метод требует введения в облучаемый продукт некоторых веществ, что может привести к изменению его органолептических и питательных свойств и поэтому не всегда приемлемо.

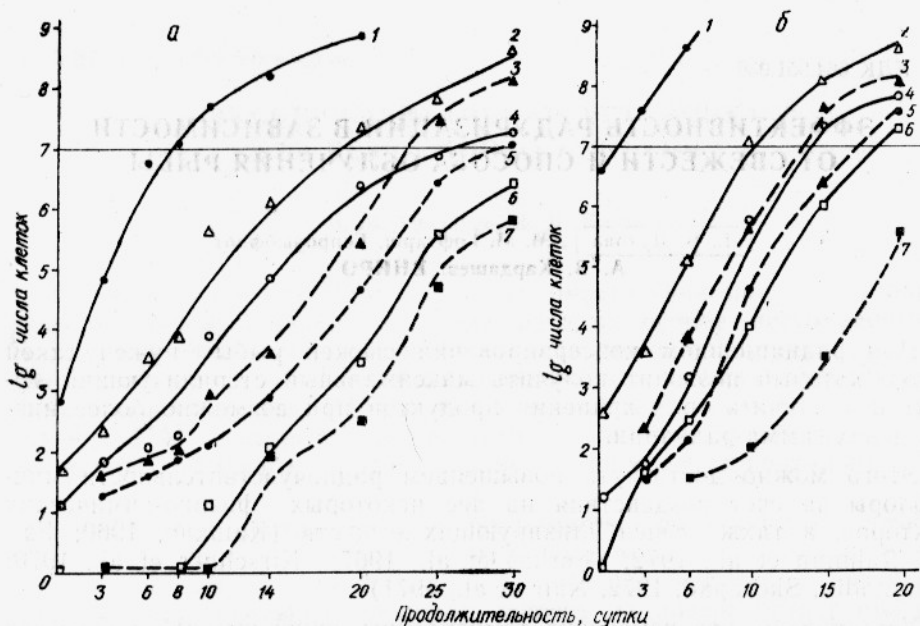
Более перспективно использование естественного изменения радиочувствительности микрофлоры в зависимости от стадии развития бактериальных клеток. Известно, что бактерии в начальной стадии своего развития (в лаг-фазе) более чувствительны к воздействию внешних факторов, в том числе и к действию ионизирующей радиации (Szilvinyi, A., Frimmel, F.).

Учитывая это, можно предположить, что повторное облучение сохранившихся после первого облучения продукта и готовых к размножению бактериальных клеток, подобно процессу тиндализации, приведет к интенсивному их уничтожению (Liston, Matches, 1968).

Для оценки возможности снижения суммарной дозы при повторном облучении были поставлены специальные опыты с рыбным фаршем, приготовленным в асептических условиях из карпа и леща, характеризовавшихся различной первоначальной обсемененностью: $7,1 \times 10^2$ и $3,5 \times 10^2$ клеток/г. После расфасовки в закрытые стеклянные сосуды, фарш облучали при помощи лабораторной гамма-установки РХ-30 и испытывали действие однократных (0,2, 0,3, 0,4 Mrad) и кратных (0,1+0,1; 0,1+0,2; 0,2+0,2 Mrad) доз гамма-радиации.

Повторное облучение дозами 0,1 и 0,2 Mrad проводили на 3—6-е сутки после первого облучения, в начале размножения остаточной микрофлоры. Контрольные и облученные образцы хранили при температуре 0°C, наблюдая за развитием микрофлоры.

Полученные данные (рисунок) свидетельствуют о том, что при повторном облучении уровень остаточной микрофлоры в продукте снижается значительно, чем при одноразовом той же интегральной дозой, причем более низкая обсемененностькратно облученных образцов сохраняется на всем протяжении хранения.



Динамика развития микроорганизмов в рыбном фарше из карпа (а) и леща (б), подвергнутому кратному и одноразовому облучению и хранящемуся при температуре 9°C ; дозы облучения: 1 — контроль; 2 — 0,2; 3 — 0,1+0,1; 4 — 0,3; 5 — 0,1+0,2; 6 — 0,4; 7 — 0,2+0,2 Мрад).

Образцы, подвергшиеся повторному облучению, вследствие более низкого уровня остаточной микрофлоры хранились дольше, чем образцы, облученные той же интегральной дозой один раз (табл. 1).

Таблица 1

Сроки хранения облученного фарша до наступления бактериальной порчи (в сутках)

Дозы облучения, Мрад.	Начальная обсемененность, кл/г		Дозы облучения, Мрад.	Начальная обсемененность, кл/г	
	кап — $7,1 \times 10^2$	лещ — $3,5 \times 10^6$		кап — $7,1 \times 10^2$	лещ — $3,5 \times 10^6$
0,0	7,5	1,5	0,3	26	14,5
0,2	19	10,0	0,1+0,2	29	17,5
0,1+0,1	23	14,0	0,4	>30 *	18,0
			0,2+0,2	30 **	20 ***

* Максимальный уровень обсеменности — $2,5 \times 10^6$.

** — $6,3 \times 10^6$.

*** — $3,9 \times 10^6$.

Как видно из таблицы, срок хранения фарша, приготовленного из карпа и облученного дозой 0,2 Мрад, — 19 суток, облученного дозой 0,1+0,1 Мрад, — 23 суток. Фарш, приготовленный из леща и облученный дозой 0,1+0,1 Мрад, — 14 суток. Кратное облучение дозами 0,1+0,1 Мрад оказалось практически эквивалентным одноразовому облучению дозой 0,3 Мрад, а облучение дозами 0,1+0,2 Мрад — облу-

Динамика развития микроорганизмов (клеток на 1 г) в рыбном фарше
после радиационной обработки

Доза облучения, <i>Мрад</i>	Срок хранения фарша до облучения, сутки	Исходный	Продолжительность хранения, сутки							
			3	6	8	10	14	20	25	30
0	1	$9,7 \times 10^2$	$9,0 \times 10^4$	$7,3 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^8$	$8,2 \times 10^8$			
0,1	1	$1,2 \times 10^2$	$4,8 \times 10^3$	$8,3 \times 10^4$	$4,2 \times 10^5$	$3,1 \times 10^6$	$7,0 \times 10^6$	$6,8 \times 10^7$	$4,5 \times 10^8$	
	3	$6,1 \times 10^3$	$8,3 \times 10^4$	$8,0 \times 10^5$	$6,3 \times 10^6$	$1,0 \times 10^7$	$9,2 \times 10^7$	$6,5 \times 10^8$	$1,4 \times 10^9$	
	5	$1,4 \times 10^4$	$1,4 \times 10^5$	$5,2 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$	$8,0 \times 10^7$	$4,2 \times 10^8$			
0,2	1	70	$1,9 \times 10^2$	$3,0 \times 10^3$	$5,6 \times 10^3$	$5,2 \times 10^5$	$1,4 \times 10^6$	$2,1 \times 10^7$	$6,2 \times 10^7$	$3,2 \times 10^8$
	3	$1,0 \times 10^2$	$7,6 \times 10^3$	$5,0 \times 10^4$	$3,1 \times 10^5$	$3,2 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$	$1,8 \times 10^8$	$9,1 \times 10^8$	
	5	$4,1 \times 10^3$	$1,4 \times 10^5$	$2,8 \times 10^6$	$7,8 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$	$2,5 \times 10^8$			
0,3	1	12	60	95	$1,7 \times 10^3$	$7,2 \times 10^3$	$6,6 \times 10^4$	$1,2 \times 10^6$	$8,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$
	3	89	$7,8 \times 10^2$	$2,4 \times 10^3$	$1,4 \times 10^4$	$1,2 \times 10^5$	$8,0 \times 10^5$	$4,2 \times 10^6$	$6,2 \times 10^7$	
	5	$1,0 \times 10^2$	$2,2 \times 10^3$	$8,6 \times 10^3$	$5,6 \times 10^4$	$8,4 \times 10^4$	$6,8 \times 10^5$	$8,2 \times 10^6$	$7,0 \times 10^7$	
0,4	1	0	0	0	0	16	$1,0 \times 10^2$	$3,1 \times 10^3$	$4,0 \times 10^5$	$3,4 \times 10^6$
	3	0	0	0	0	82	$5,4 \times 10^2$	$6,4 \times 10^3$	$8,2 \times 10^5$	$7,6 \times 10^6$
	5	0	0	$4,3 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	$4,2 \times 10^3$	$1,4 \times 10^5$	$3,2 \times 10^6$	$7,6 \times 10^6$	$3,4 \times 10^7$

чению дозой 0,4 *Мрад*. Следовательно, повторное гамма-облучение позволяет при умеренной интегральной дозе значительно снизить уровень остаточной микрофлоры и увеличить срок хранения продукта, а для достижения нужного срока хранения использовать меньшую, чем при одноразовом облучении, интегральную дозу.

Как видно из приведенных данных, срок хранения продукта зависит не только от способа облучения, но и от уровня бактериальной обсемененности продукта до облучения. Так, при равных дозах облучения рыба с исходной обсемененностью $7,1 \times 10^2$ клеток/г хранилась почти вдвое дольше, чем рыба, обсемененная $3,5 \times 10^6$ клеток на 1 г.

Была поставлена специальная серия опытов. Для достижения различного исходного уровня обсемененности фарш, приготовленный из свежего карпа, хранили при 0° в течение 5 суток. За это время в нем плавно нарастала психрофильная микрофлора.

Образцы с различной обсемененностью облучали сразу после приготовления фарша, после трех и пяти суток хранения дозами: 0,1; 0,2; 0,3 и 0,4 *Мрад*.

Из данных, представленных в табл. 2, видно, что степень свежести фарша и его первоначальная микробная обсемененность отражаются на количестве остаточной микрофлоры, которая влияет на сроки хранения облученного продукта.

В табл. 3 приведены данные о сроках хранения образцов.

Таблица 3

Сроки хранения облученного фарша в зависимости от степени свежести

Дозы облучения, <i>Мрад</i>	Время хранения фарша до облучения, сутки		
	1	2	3
0,0	7,5	—	—
0,1	15	10	9
0,2	18	14	10
0,3	28	22	20
0,4	30	30	26

Из табл. 3 следует, что для хранения свежего рыбного фарша в течение, например, 14—15 суток требуется доза 0,1 *Мрад*. Чтобы достигнуть того же эффекта при облучении фарша, пролежавшего при 0°С до обработки 3 суток, необходима доза уже 0,2 *Мрад*. Рыбный фарш, облученный дозой 0,2 *Мрад* сразу после приготовления, хранится 18 суток, а облученный той же дозой спустя 5 дней после приготовления — только 10 суток и качество его значительно хуже.

Из этого следует, что на гамма-радиационную обработку целесообразно направлять рыбу как можно более свежую, сразу после ее вылова. Поэтому гамма-облучение эффективнее проводить прямо на борту промыслового судна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доказана возможность существенного повышения эффективности радиуризации рыбы при помощи способа повторного облучения с использованием возможно более свежего сырья, направляемого на радиационную обработку.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Кашкин Е. П. Влияние длительного воздействия некоторых химических и физических факторов на радиочувствительность микроорганизмов. «Микробиология», 1960, т. 29, вып. 5, с.
 Faizur Rahman A. T. M., Siddiqui, A. K., Amin, M. R. Microbiological problems in food irradiation and radiosensitization. Nucleus, 1972, 9, N 1—2.

Farkas, Y., Kiss J., Andrassy E. Reduction of radiation dose requirements of foods by additives. Microbiol. Probl. Food Preservat. Irradiat. Vienna, 1967.

Kirschner, L., N. Citei, A. Levitzni, M. Anbar. The effect of copper on the radiosensitivity of bacteria. Int. Radiat. Biol. 1970, No. 7, N 1.

Liston, I., J. R. Matches. Ein-ud mehrfache Bestrahlungsdosen der bei Pasteurisierung von marinen Nahrungsmitteln. Food Technol., 1968, 22, N 7.

Mohyuddin Mirza, W. P. Skoropad. Sensitization of *Aspergillus flavus* spores to gamma radiation by halogens. Can. J. Bot., 1972, 50, N 7.

Nair, C. K. Krishnan, A. K. Pilgackar, D. C. Pradhan, A. Sreenivasan. Mechanism of radiosensitization in microorganisms. Basic Mech. Radiat. Biol. and Med. Proc. Symp. New Delhi, 1971. Bombay, 1971.

EFFECT OF RADURIZATION IN RELATION TO THE EXTENT OF FRESHNESS OF FISH AND METHOD OF IRRADIATION

Dutova E. N., Goftarsh M. M., Kardashev A. V.

Summary

The experiments with single and multiple irradiation treatments show that as a result of the application of multiple doses the level of residual microbial flora becomes lower in fish as compared to cases where the product was irradiated once with the same integral dose. A sample of fresh fish was effectively preserved with gamma irradiation.