

ПАСТЕРИЗАЦИЯ ИКРЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ

В.М. Быкова, А.С. Зусмановский, Т.Н. Радакова

Икра осетровых рыб, обладая высокими вкусовыми и питательными свойствами, быстро теряет свое качество при хранении. Существующий способ тепловой водной пастеризации икры, обеспечивая длительное ее хранение, вызывает существенные изменения свойств икры и в первую очередь ухудшает ее органолептические показатели. В процессе хранения банок с пастеризованной икрой на металлических крышках по месту закаточного шва вследствие контакта с теплоносителем (водой) образуются пятна ржавчины, что ухудшает товарный вид продукта и в ряде случаев является причиной брака продукции.

Основываясь на современных достижениях в области использования СВЧ энергии в пищевой промышленности, мы поставили перед собой задачу изыскать возможности применения СВЧ нагрева для пастеризации зернистой икры осетровых рыб.

Исходным сырьем для опытов служила зернистая белужья икра. В мае 1975 г. в икорном цехе икорно-балычного объединения "Каспрыба" в Астрахани была заготовлена опытная партия икры, посоленная чистой солью (5%) с добавлением уротропина и триполифосфата натрия (0,2%+0,15% к массе зерна). Вся икра была расфасована в банки емкостью 56,8 г и закупорена на вакуум-закаточной машине.

Часть икры пастеризовали традиционным способом по принятому производственному режиму (икру с чистой солью - при температуре 60 °С в течение 2 ч, а икру с консервантами - при температуре 55 °С в течение 1,5 ч). Другую часть икры пастеризовали в экспериментальной СВЧ установке, сконструированной в нашей лаборатории, по предварительно отработанному импульсному режиму (икру с чистой солью - 2 x 5 мин с перерывом в 2 мин, и икру с консервантами - 2 x 4 мин с тем же перерывом). Конечные температуры в икре при СВЧ пастеризации были такими же, как при обычной водной пастеризации. Цикличный режим обработки обеспечивал относительную равномерность температурного поля по всему объему тары с перепадами между ее центром и краями в 2-3 °С. Пастеризованную икру хранили в холодильнике при температуре минус 2 - минус 4 °С.

Результаты исследований в 1974 г. показали, что икра, пастеризованная в поле СВЧ, выдерживает хранение 12 мес и по своим свойствам не уступает икре, пастеризованной традиционным методом.

В исследованиях 1975 г. основное внимание было уделено изучению характера накопления небелковых азотистых веществ в икре,

а также степени инактивации протеолитического комплекса ферментов в процессе пастеризации икры и последующего ее хранения. Был осуществлен следующий комплекс основных определений: содержание общего, небелкового азота (по Лазаревскому); рН икры; содержание азота аминокислот методом формольного титрования [3]; разделение белков икры методом электрофореза на полиакриламидном геле; разделение небелковых азотистых веществ методом электрофореза на бумаге; протеолитическая активность ферментов икры модифицированным методом Ансона [1]; содержание фракций белков, растворимых в фосфатном буфере и буфере Вебера; липкость и прочность оболочек икры [2]; общая микробная обсемененность.

Исследовали икру сразу после пастеризации, а затем по истечении 1, 3 и 5 мес хранения.

Сразу после пастеризации и в процессе хранения икры состав белков изменяется и накапливаются первичные продукты их распада.

Данные, представленные на дискэлектрофореграммах, показывают, что белки, выделенные из свежей белужьей икры с чистой солью фосфатным буфером с низкой ионной силой (I) разделяются на 10 фракций (рис. 1). Первая фракция, движущаяся от катода к аноду, самая широкая, плотная, интенсивно окрашенная. За ней следует вторая, менее широкая и менее подвижная, и далее располагаются семь узких слабоокрашенных фракций. Наименее подвижна последняя десятая фракция.

Пастеризация икры существенно меняет картину распределения фракций белков, при этом выпадают четыре фракции. Способ пастеризации практически не влияет на количество и подвижность белковых фракций икры.

Добавление к свежей икре уротропина и триполифосфата натрия изменяет качественный состав и подвижность фракций. Исчезают три узкие слабоокрашенные фракции и появляется одна быстро идущая. Картина распределения фракций белков икры с консервантами после пастеризации несколько изменяется: подвижность фракций увеличивается, несколько укрупняются и уплотняются третья, четвертая и пятая фракции.

Белки, выделенные из свежей икры с чистой солью буфером Вебера с высокой ионной силой (II), делятся на восемь фракций. Первые три из них слабо окрашены и наиболее подвижны, последняя, наименее массивная, плотная — малоподвижна.

Пастеризация образцов икры с солью вызывает выпадение двух фракций белков и образование массивной, плотной, интенсивно окрашенной наименее подвижной пятой фракции. Способ пастеризации икры в данном случае также не влияет на распределение фракций.

Добавление к свежей икре консервантов обуславливает изменения белков, аналогичные изменениям при тепловой обработке: количество фракций сокращается до шести, образуется пятая плотная интенсивно окрашенная фракция. Пастеризация икры существенно не изменяет картину распределения фракций. При этом первая, относительно широкая и слабоокрашенная фракция становится более подвижной.

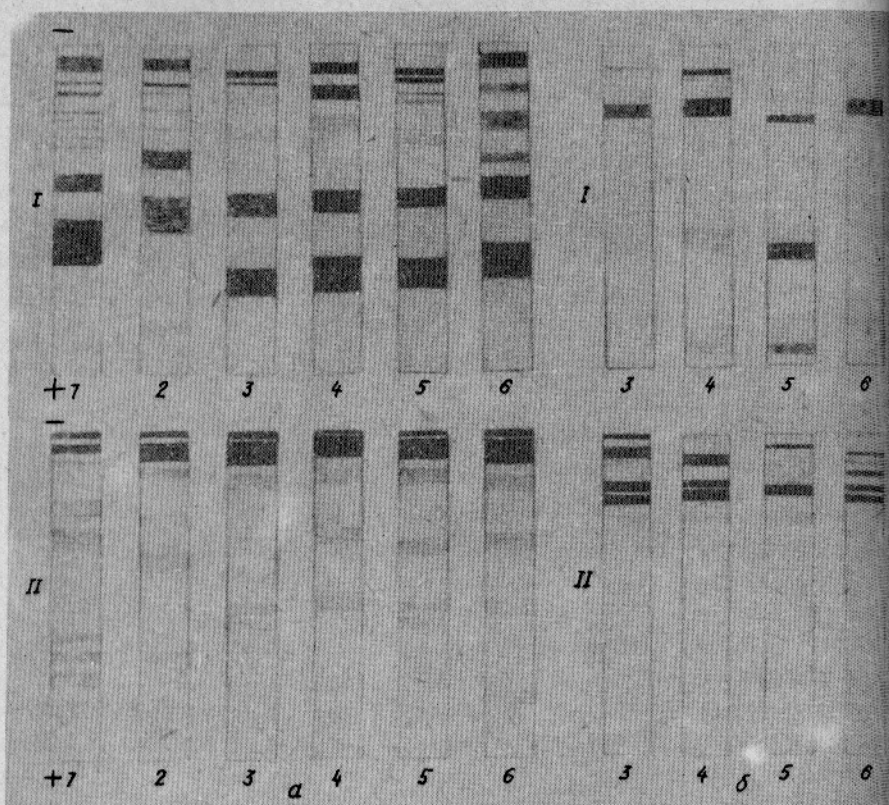


Рис.1. Разделение белков икры сразу после пастеризации (а) и после 5 мес; хранения (б), выделенных фосфатным буфером (I) и буфером Вебера (II):

1 и 2 - исходная икра до пастеризации с чистой солью и с добавлением консервантов; 3 и 4 - икра, пастеризованная традиционным методом с чистой солью и с добавлением консервантов; 5 и 6 - икра, пастеризованная СВЧ энергией с чистой солью и с добавлением консервантов.

При хранении 5 мес в икре с чистой солью белки, выделенные фосфатным буфером и буфером Вебера, преобразуются. Одни белковые фракции исчезают, другие образуются, изменяется их подвижность, плотность и интенсивность окраски. К 5 мес хранения у всех образцов икры увеличивается количество белковых фракций (на одну-две), что связано, по нашему мнению, с расщеплением белково-липидных комплексов в икре в процессе ее хранения (см. рис. 1, б). Белковые фракции в икре с чистой солью распределяются так же, как в икре с добавлением уротропина и триполифосфата натрия, и способ пастеризации не оказывает заметного влияния на количество и подвижность белковых фракций.

Определение содержания белков икры, растворимых в фосфатном буфере и буфере Вебера, показывает, что тепловая обработка икры значительно снижает растворимость отдельных белковых фракций,

при этом в большей степени снижается содержание белков, растворимых в фосфатном буфере (табл. 1), что согласуется с данными дискэлектрофореграмм.

Таблица 1

Растворимость белков икры, чистой солью, пастеризованной разными методами (в % к белковому азоту)

Метод пастеризации	Длительность хранения, мес			
	0	1	3	5
Традиционный без консервантов	$\frac{8,6}{58,9}$	$\frac{9,1}{59,4}$	$\frac{8,6}{58,4}$	$\frac{9,2}{52,4}$
с консервантами	$\frac{10,4}{59,4}$	$\frac{10,6}{58,4}$	$\frac{9,7}{56,5}$	$\frac{10,2}{55,5}$
СВЧ энергией без консервантов	$\frac{9,1}{60,4}$	$\frac{9,6}{60,4}$	$\frac{9,4}{59,5}$	$\frac{10,8}{57,9}$
с консервантами	$\frac{9,6}{59,6}$	$\frac{9,7}{59,0}$	$\frac{9,9}{56,5}$	$\frac{11,1}{55,2}$

Примечание. Содержание белков, выделяемых фосфатным буфером (числитель), в исходной икре (до пастеризации) с чистой солью - 15,1%; в икре с консервантами - 14,6%; выделяемых буфером Вебера (знаменатель) в исходной икре с чистой солью - 61,5%, в икре с консервантом - 62,5%.

При хранении икры несколько снижается количество белков, выделяемых буфером Вебера, независимо от способа пастеризации; растворимость фракции белков икры, выделяемой фосфатным буфером, остается практически на одном уровне.

Содержание небелкового азота у всех образцов икры сразу после пастеризации повысилось по сравнению с исходными с 3,2 до 3,6-3,9% от общего азота.

На протяжении первых 3 мес хранения икры содержание небелкового азота было стабильным и только к 5 мес хранения наблюдалось некоторое его увеличение (рис. 2). При этом доля небелковых азотистых веществ в общем содержании азота икры очень невелика (максимально 6,1%).

Добавление к икре уротропина и триполифосфата натрия значительно увеличивает содержание азота аминокислот по сравнению с образцами икры, приготовленными с чистой солью. При последующем хранении икры в течение 5 мес постепенно увеличивается содержание азота аминокислот независимо от способа пастеризации (рис. 2б).

В результате электрофоретического разделения небелковых азотистых веществ икры сразу после пастеризации выделено семь

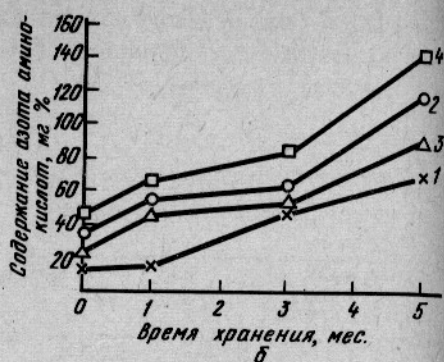
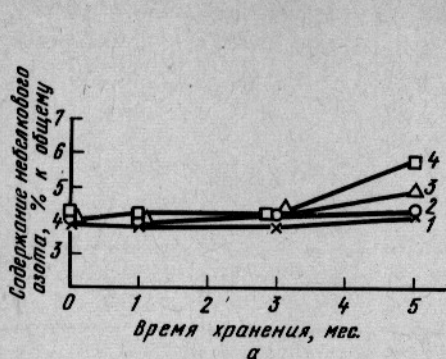


Рис.2. Изменение содержания небелкового азота (а) и азота аминокислот (б) икры в процессе ее хранения:

1 и 2 – икра, пастеризованная традиционным методом с чистой солью и с добавлением консервантов; 3 и 4 – икра, пастеризованная СВЧ энергией с чистой солью и с добавлением консервантов.

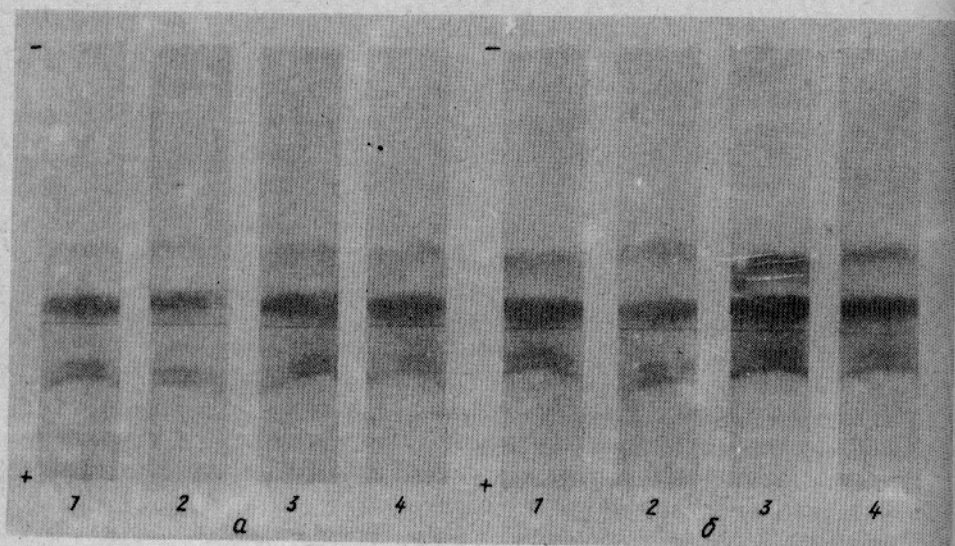


Рис.3. Разделение небелковых азотистых веществ икры сразу после пастеризации (а) и после 5 мес хранения (б).

Обозначения те же, что на рис.2.

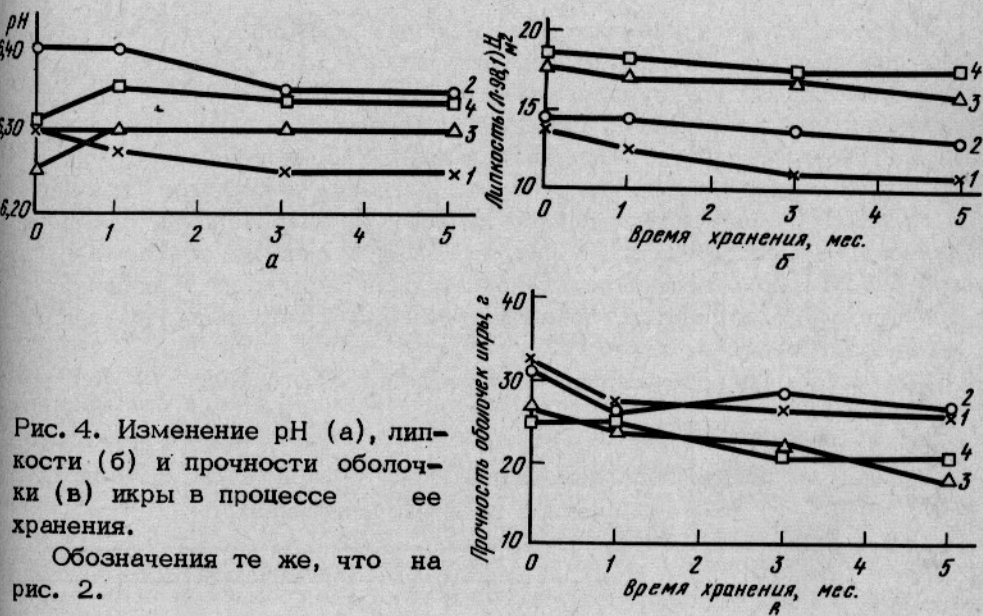
фракций (пять основного характера – движутся к катоду и две кислого – движутся к аноду) (рис. 3). Наиболее интенсивно окрашенная, малоподвижная фракция, отмеченная у всех образцов икры, вероятно, представлена пептидами, концевые группы которых содержат изолейцин, лейцин и тирозин. Две более подвижные, но менее окрашенные фракции, движущиеся к катоду, могут представлять пептиды с концевыми аминокислотами в виде аргинина и лизина. Далее следуют две быстроидущие слабоокрашенные фракции.

По направлению к аноду движутся две небольшие, близко расположенные фракции, по нашему мнению, представляющие собой пептиды, содержащие цистеин, фенилаланин и метионин.

Различий между образцами икры, пастеризованной разными способами, не обнаружено.

В течение первых 3 мес хранения икры картина распределения небелковых азотистых веществ не меняется. К 5 мес хранения появляется восьмая быстроидущая слабоокрашенная фракция, движущаяся к катоду (рис. 3, б). Кроме того, заметно увеличилась массовая фракция пептидов, а также две фракции, движущиеся к аноду. Это согласуется с данными по содержанию небелкового азота в икре после 5 мес хранения (см. рис. 2).

Величина pH у различных образцов икры сразу после пастеризации повысилась с 6,20 до 6,25–6,40. Несколько большими значениями pH характеризовались образцы икры с добавлением консервантов сразу после пастеризации и в процессе последующего хранения (рис. 4). В образцах икры с чистой солью к 5 мес хранения наметилась тенденция к снижению pH.



Для оценки степени инактивации протеолитического комплекса ферментов икры при пастеризации и последующем хранении определяли остаточную протеолитическую активность ферментов (табл. 2).

Из приведенных в табл. 2 данных следует, что тепловая обработка икры значительно снижает активность ферментов независимо от способа пастеризации. В течение 5 мес хранения ферментативная активность икры практически не изменяется. Модифицированный метод определения протеолитической активности ферментов Ансона применим только для исследования высокоактивных ферментных систем (сухие ферментные препараты, внутренности рыбы). Нами ус-

Протеолитическая активность ферментов икры с чистой солью, пастеризованной разными методами (в ед./г сырого вещества)

Метод пастеризации	Длительность хранения икры, мес			
	0	1	3	5
Традиционный без консервантов с консервантами	0,008	0,008	0,007	0,010
	0,011	0,008	0,010	0,010
СВЧ энергией без консервантов с консервантами	0,009	0,009	0,008	0,012
	0,013	0,013	0,014	0,008

тановлено, что активность ферментов икры сравнительно невелика, в связи с чем применять этот метод при ее исследовании не следует.

Наименьшая величина липкости оболочки и соответственно большая прочность сразу после обработки отмечена в образцах икры, пастеризованной традиционным методом (см. рис. 4). В процессе хранения икры постепенно снижается липкость и размягчается оболочка икры, но общая тенденция изменения этих величин у икры, пастеризованной разными способами, остается и к 5 мес хранения.

Прочность оболочек икры и ее липкость в значительной степени зависит от метода пастеризации. Большая прочность оболочек и соответственно меньшая величина липкости икры при традиционном способе обуславливается, по нашему мнению, длительностью теплового воздействия на икру.

Результаты микробиологических исследований (табл. 3) показы-

Таблица 3

Общая микробная обсемененность (в кл/г) икры с чистой солью, пастеризованной разными способами

Метод пастеризации	Длительность хранения икры, мес			
	0	1	3	5
Необработанная	<u>250000-330000</u>	-	-	-
	8400			
Традиционный	<u>1800</u>	<u>100</u>	<u>50</u>	<u>100</u>
	100	100	50	50
СВЧ энергией	<u>850</u>	<u>200</u>	<u>960</u>	<u>100</u>
	880	140	70	100

Примечание. Числитель - без консервантов; знаменатель - с консервантами.

вают, что тепловая обработка икры с чистой солью СВЧ энергией снизила общую микробную обсемененность* почти в 300 раз, традиционным способом — в 180 раз. При хранении всех образцов икры постепенно снижается количество микрофлоры (через 5 мес общая микробная обсемененность не превышала 100 кл/г).

Выводы

1. Исследования изменения свойств икры в результате пастеризации и последующего хранения показали, что икра, пастеризованная в электромагнитном поле сверхвысоких частот по качеству не уступает, а по отдельным показателям и превосходит икру, пастеризованную традиционным методом.

2. Анализ данных, представленных на дискэлектрофореграммах, позволяет заключить, что качественный состав белков икры после пастеризации существенно изменяется, но в то же время способ пастеризации практически не влияет на количество и характер распределения фракций.

Добавление к свежей икре уротропина и триполифосфата натрия изменяет качественный состав и подвижность белковых фракций, а также уменьшает их количество.

3. При хранении икры изменяется подвижность белков, исчезают одни и образуются другие белковые фракции. К 5 мес хранения у всех образцов икры образуются одна— две новые фракции белков, что обуславливается, возможно, расщеплением белково—липидных комплексов.

4. Определение содержания белков, растворимых в фосфатном буфере и буфере Вебера, показало, что тепловая обработка икры в значительной мере снижает растворимость отдельных белковых фракций, что согласуется с данными, полученными на дискэлектрофореграмме. При этом в большей степени снижается содержание белков, растворимых в фосфатном буфере.

В процессе хранения икры несколько уменьшается количество белков, выделяемых буфером Вебера, независимо от способа пастеризации. Растворимость фракции белков икры, выделяемой фосфатным буфером, практически остается на одном уровне.

5. При тепловой обработке икры увеличивается содержание небелкового азота и азота аминокислот, а также значительно снижается активность протеолитического комплекса ферментов независимо от способа пастеризации. При последующем хранении икры постепенно увеличивается количество небелкового азота и азота аминокислот, но остаточная протеолитическая активность ферментов практически не изменяется.

6. Большая прочность оболочек и соответственно меньшая величина липкости отмечена в образцах икры, пастеризованной традиционным методом, что обуславливается, по нашему мнению, длительностью теплового воздействия на икру.

7. Характер накопления продуктов расщепления белков наряду с

* Общая микробная обсемененность определена С.С. Школьниковой.

малочисленностью и неактивным состоянием остаточных микроорганизмов позволяет предположить, что свойства пастеризованной рыбы разными методами икры при хранении изменяются под воздействием ферментов, свойственных икре, т.е. в результате автолиза.

Список использованной литературы

1. Каверзева Е.Д. Стандартный метод определения протеолитической активности для комплексных препаратов протеаз. - В кн.: Прикладная биохимия и микробиология. 1971, т. УП, вып. 2. 1174 с.
2. Применение энергии сверхвысоких частот для обработки рыбы и рыбных продуктов. М., ВНИРО, 1975, с. 9. Авт.: А.В.Кардашев, В.М. Быкова, Н.Д. Бобровская, А.С. Зусмановский, Л.Р. Копыленко, Г.Н. Головкова, А.В. Каргинцев, С.С. Школьников, Н.И. Кувшинникова, Э.А. Пьянова, И.Н. Васильева, Л.С. Малофеева.
3. Шапиро Д.К. Практикум по биологической химии. Минск, "Высшая школа", 1972. 19 с.

PASTEURIZATION OF STURGEON CAVIAR IN ELECTROMAGNETIC FIELD OF SUPERHIGH FREQUENCY

V.M.Bykova, A.S.Zusmanovsky and T.N.Radakova

S U M M A R Y

Caviar pasteurized in electromagnetic field of superhigh frequency has been found to be as good as the pasteurized by conventional technique, and by individual indices, even to surpass it.

The qualitative composition of caviar proteins has been shown to change essentially immediately after pasteurization, though the pasteurization process does not actually affect the number and distribution pattern of fractions. During storage of caviar, protein lability alters, some of protein fractions disappear, and new ones are formed.

A higher strength and, consequently, lower stickiness have been observed in samples pasteurized by conventional technique, which can be attributed to the heating time.

The results obtained give reason to believe that changes in the properties of the pasteurized caviar during storage occur under the influence of enzymes inherent in the caviar itself.

УДК 664.951:658.562.012.7:576.8+664.951.65

МИКРОФЛОРА ЗАМОРОЖЕННЫХ РЫБНЫХ ПАЛОЧЕК

С.С. Школьников

Замороженные рыбные палочки представляют все больший интерес как готовый питательный пищевой продукт, сравнительно долго хранящийся. Они изготавливаются и пользуются широким спросом как в нашей стране, так и в США, Англии, Канаде и других зарубежных странах.

Сырьем служит в основном рыбное филе, а также фаршевая смесь. Рыбные палочки из фаршевой смеси — более питательный продукт, чем из филе, так как в смеси содержатся сухое молоко и яичный порошок. Однако эти компоненты, а также специи, значительно увеличивают микробную обсемененность продукта.

В литературе имеются данные о микробной обсемененности рыбных палочек из рыбного филе в процессе их изготовления [1-3]. Нами изучалась микрофлора рыбных палочек, изготовленных из фаршевой смеси, состоящей из замороженного фарша минтая, яичного порошка, сухого молока, крахмала, молотого перца, соли, сахара.

Для изучения санитарных показателей и установления сроков хранения замороженные рыбные палочки из фаршевой смеси (трех видов) были заложены на хранение при температуре минус 18°C.

Определяли общее количество микробов при температурах 24, и 5°C, количество протеолитических организмов, наличие бактерий группы кишечной палочки методом титрования (н.в.ч.)*, наличие палочки протей, плесени, стафилококка, энтерококка, сальмонеллы и анаэробов.

Микробная обсемененность сырья (замороженного фарша) и вспомогательных материалов приведены в табл. 1. Посевы инкубированы при разных температурах.

В фарше из минтая преобладает психрофильная микрофлора, причем примерно одного и того же порядка при разных температурах. Значительная обсемененность молотого перца объясняется в основном наличием споровой микрофлоры. Бактерии группы кишечной палочки в небольших количествах выделены из мороженого фарша, яичного порошка и крахмала.

* н.в.ч. — наиболее вероятное число.