

ИЗМЕНЕНИЯ РЫБЫ, ВЫСУШЕННОЙ МЕТОДОМ СУБЛИМАЦИИ, ПРИ ХРАНЕНИИ В РАЗНЫХ УПАКОВКАХ

Мл. науч. сотр. К. В. МАРТЕМЬЯНОВА

Разработка и внедрение новых более совершенных методов сушки пищевых продуктов имеет большое народнохозяйственное значение.

Работами ряда отечественных и зарубежных исследователей показано, что лучшим методом сушки различных пищевых продуктов является сушка в замороженном состоянии под вакуумом, т. е. методом сублимации.

Промышленное освоение сушки пищевых продуктов методом сублимации в известной мере сдерживается тем, что вопрос о лучших способах упаковки и сохранения высушенных продуктов пока еще полностью не разработан. При хранении сушеной рыбы на воздухе в комнатных условиях (при температуре 15—18° С) она быстро желтеет, появляется запах и привкус затхлости и окислившегося жира, наблюдается также огрубение консистенции. Попытки упаковывать сушеную рыбу в пакеты из целлофана, полупергамента и парафинированные коробки не дали положительных результатов [5].

С учетом этого была проведена специальная работа по изучению изменения свойств рыбы, высушенной сублимацией, при хранении ее в герметичной таре, укуренной под вакуумом и с заполнением инертными газами, а также в упаковках из пленочных материалов. В качестве сырья для опытов использовали целую мороженую рыбу — судака и леща — и мороженое филе этих же рыб. Рыбу и филе замораживали при —20, —25° С. Перед сушкой мороженую рыбу разделявали следующим образом:

замороженную в целом виде рыбу распиливали дисковой пилой, причем тушку разрезали поперек на кусочки — «стеки» толщиной 1,5—2 см; остаток внутренностей в нарезанных кусочках тушки зачищали вручную ножом;

мороженое филе разрезали вручную ножом на пластины толщиной 1—1,5 см.

Разделанную рыбу немедленно укладывали на противни, загружали в сублиматор и подвергали сушке¹.

В момент загрузки в сублиматор температура рыбы была —3, —5° С. Период самозамораживания рыбы в сублиматоре с понижением температуры до —11° С продолжался 2 ч; сушка сублимацией при температуре ниже 0° С длилась 31 ч; тепловая сушка при постепенном повышении температуры рыбы от 0 до 45° — 18 ч. Остаточное давление в сублиматоре в начале сушки составляло 3 мм рт. ст., а к концу сушки понизилось до 1,5 мм рт. ст. Сушку закончили, когда вес рыбы в сублиматоре по показаниям контрольных весов установился постоянным.

Убыль в весе рыбы к концу сушки составляла: судака 76,3% и леща 77,7%.

Высушенную рыбу хранили в различных упаковках при комнатной температуре 15—18° С. Способы упаковки применяли следующие.

Герметичная упаковка в стеклянных консервных банках (емкостью 0,5 л): под вакуумом; без вакуума; с заполнением банок азотом; с заполнением банок углекислым газом.

Негерметичная упаковка: в целлофановых пакетах; в полиэтиленовых пакетах; в обертке из специальной упаковочной бумаги с двухсторонним покрытием СПИ-200 и альгинатной пленкой; в обертке из фольги с односторонним покрытием СПИ-200.

Образцы упаковочной бумаги и фольги с покрытием СПИ-200 и альгинатом были получены в Московском технологическом институте мясной и молочной промышленности.

Техника заполнения банок с рыбой углекислотой и азотом была следующая: банки с уложенной рыбой неплотно закрывали крышками, оставляя небольшой зазор, помещали в вакуум-аппарат и вакуумировали при остаточном давлении 10 мм рт. ст. После этого в вакуум-аппарат постепенно подавали из баллона сжатый газ до тех пор, пока в аппарате достигалось атмосферное давление, затем открывали воздушный клапан на аппарате и пропускали через него свободный ток газа в течение 15 мин, чтобы достигнуть полного насыщения рыбы газом. После насыщения газом банки с рыбой быстро вынимали из аппарата, при этом плотно надвигали на них крышки и сейчас же закатывали.

От исходной мороженой рыбы и от сушеной рыбы тотчас после приготовления и в процессе хранения брали пробы для исследования.

При химическом исследовании особое внимание уделяли характеристике азотистых веществ рыбы, поскольку белки являются основными питательными веществами в рыбе и от их состояния зависит структура и гидрофильные свойства мышечной ткани. Учитывая это, при химическом анализе определяли содержание в рыбе общего, белкового и небелкового азота, а также азота водорастворимых и солерастворимых белков. Перечисленные формы азота определяли общепринятыми методами [3]. Кроме того, определяли содержание влаги, кислотность спирто-эфирной вытяжки и набухае-

¹ Образцы сушеной рыбы заготавливали в сублимационном цехе Ростовского консервного завода «Смычка».

мость сухой рыбы. Набухаемость сухой рыбы учитывали по приросту ее веса после замачивания в воде в течение 30 мин.

Наряду с химическими исследованиями проводили наблюдения за структурно-механическими свойствами рыбы, причем учитывали следующие показатели: эластичность, эластическую и пластическую прочность. При определении этих показателей руководствовались методикой, разработанной Н. А. Воскресенским [2].

Исследованию химических и структурно-механических свойств рыбы сопутствовало ее органолептическое испытание. При органолептической оценке учитывали внешний вид и запах сухой рыбы, а также внешний вид, консистенцию, запах и вкус отваренной рыбы и бульона. Перед варкой сухую рыбу замачивали в воде в течение 30 мин; отваривали рыбу в кипящей подсоленной (1% соли) воде в течение 20—30 мин.

ИЗМЕНЕНИЯ РЫБЫ ПРИ СУШКЕ

В табл. 1 представлены результаты химического анализа мяса судака и леща до и после сушки.

Как видно из этой таблицы, в результате сушки соотношение различных форм азотистых веществ в рыбе заметно не изменилось.

Таблица 1

Объект исследования	Содержание в рыбе							
	в % от веса рыбы			в % от общего азота				
	влаги	общего азота (N)	белка (N X 6,25)	белкового азота	азота водорастворимых белков	азота солерастворимых белков	азота нерастворимых белков	небелкового азота
Судак:								
мороженный	78,55	3,23	20,19	90,4	19,5	11,1	59,8	9,6
сушеный	4,44	14,19	88,69	91,0	18,6	12,8	59,6	9,0
Лещ:								
мороженный	79,13	3,02	18,88	91,1	15,6	12,9	62,6	8,9
сушеный	4,50	13,09	81,81	91,6	16,3	15,5	59,8	8,4

Прирост веса кусочков сушеной рыбы при замачивании в воде составил от 165 до 195% (вес замоченной рыбы составлял соответственно 265—295% к весу сухой рыбы).

Поскольку вес мороженой рыбы при сушке уменьшился в среднем в 4,3 раза, а вес сушеной рыбы после замачивания увеличился только в 2,7—2,9 раза, можно заключить, что в результате сушки значительно изменились гидрофильные свойства мяса рыбы.

При сопоставлении данных наблюдений за содержанием разных форм белковых веществ в рыбе до и после сушки (табл. 1) с результатами определения набухаемости сушеной рыбы можно прийти к выводу, что сушка не вызывает типичной денатурации отдельных белковых разновидностей, входящих в состав мяса рыбы, но приводит к нарушению общих свойств всей коллоидной белковой системы, образующей мышечную ткань рыбы.

Изменение мышечной ткани при сушке подтверждается и результатами определения содержания различных форм воды (свободной и связанной)¹, а также структурно-механических свойств исходной мороженой и замоченной в воде сушеной рыбы (табл. 2 и 3).

Как видно из данных табл. 2, в результате сушки произошло уменьшение количества связанной и соответственно увеличилось количество свободной воды в рыбе.

Показатели структурно-механических свойств мяса рыбы после сушки изменялись по-разному: эластичность у сушеной и замоченной рыбы по сравнению с мороженой возросла; пластическая прочность у леща увеличилась, а у судака несколько уменьшилась; эластическая прочность в обоих случаях значительно уменьшилась.

Внешний вид высушенной рыбы, как судака, так и леща был хороший; куски рыбы сохранили первоначальную форму, окраска их светлая и структура мелко пористой. При замачивании в воде сушеная рыба приобретает вид, сходный с дефростированной мороженой рыбой; при нажатии пальцами на замоченные кусочки рыбы жидкость из них почти не отделялась.

¹ Свободной мы называем воду, отделяющуюся из рыбы при прессовании под давлением 40—45 кг/см². Связанную воду определяют по разности между всей водой и свободной.

Объект исследования	Содержание различных форм воды в % от веса рыбы			Распределение различных форм воды в % от общего содержания ее в рыбе	
	общая	свободная	связанная	свободная	связанная
Судак:					
мороженный	78,55	3,66	74,87	4,7	95,3
сушеный, замоченный в воде	69,88	8,59	61,29	12,3	87,7
Лещ:					
мороженный	79,13	8,70	70,43	11,0	89,0
сушеный, замоченный в воде	72,60	16,00	56,60	22,1	77,9

Таблица 3

Объект исследования	Пластическая прочность в г/см ²	Эластическая прочность в г/см ²	Эластичность в %
Судак:			
мороженный	118	266	50
сушеный, замоченный в воде	98	78	57
Лещ:			
мороженный	94	646	63
сушеный, замоченный в воде	161	233	74

В отваренном виде (после замачивания) образцы сушеной рыбы по внешнему виду, консистенции и запаху не отличались от контрольных образцов отваренной мороженой рыбы, но на вкус были несколько менее клейкими и сочными.

ИЗМЕНЕНИЯ СУШЕНОЙ РЫБЫ ПРИ ХРАНЕНИИ

Опытное хранение сушеной рыбы, упакованной в герметичную тару (стеклянные консервные банки), продолжалось 12 месяцев, а упакованной в пакеты из различных пленок — 6 месяцев.

Изменение веса и влажности рыбы. Вес и влажность рыбы, упакованной в герметичные консервные банки, во всех случаях на всем протяжении хранения оставались неизменными.

Рыба, упакованная в пакеты из полиэтилена и других оберточных материалов, во время хранения несколько увлажнилась и увеличилась в весе. Наиболее сильно увлажнилась рыба, упакованная в пакеты из целлофана; содержание влаги в ней к концу хранения (через 6 месяцев) повысилось с 4,5 до 8—9%, т. е. почти в 2 раза.

В пакетах из полиэтиленовой пленки увлажнение рыбы было наименьшим и к концу хранения влажность находившейся в них рыбы составляла около 6%. Рыба, хранившаяся в обертках из бумаги и фольги с покрытиями альгинатом и СПИ-200, занимала промежуточное положение; в конце хранения влажность ее составляла около 7%. Максимальный прирост веса рыбы наблюдался при упаковке ее в пакеты из целлофана и достигал 5,5—6,5% от начального веса.

Способность рыбы к набуханию и характер распределения воды в замоченной рыбе. Набухаемость рыбы во время хранения в большинстве случаев понижалась и к концу хранения была меньше исходной в среднем на 20—25%.

Определенной зависимости между величиной набухаемости рыбы и разными способами ее упаковки установить не удалось. У образцов рыбы, упакованных в герметичную тару, уменьшение набухаемости обнаружилось в основном, начиная с 9 месяцев хранения и позднее, в то время как при упаковке рыбы в целлофан, полиэтилен и другие защитные материалы заметное понижение набухаемости рыбы наблюдалось уже через 3 месяца хранения.

Общее количество воды в замоченной сушеной рыбе (70—78%) во всех случаях было ниже влагосодержания, свойственного свежей и мороженой рыбе (78—79%), причем несколько колебалось, независимо от сроков хранения сушеной рыбы.

При определении содержания свободной воды в замоченной рыбе результаты получены не вполне отчетливые. При опытах с рыбой, упакованной в консервные

банки под вакуумом, в течение первых 3—6 месяцев хранения наблюдалось некоторое увеличение относительного количества свободной воды, а в последующем, наоборот, — уменьшение. Это явление не находит пока объяснения. Можно лишь отметить наличие некоторой зависимости между общим количеством воды в замоченной рыбе и содержанием в ней свободной воды. В тех случаях, когда общее содержание воды в замоченной рыбе было наибольшим, т. е. достигало 75—78%, содержание свободной воды оказалось наименьшим и составляло 5—8% от веса замоченной рыбы или 8—10% от общего количества воды в замоченной рыбе. У замоченной рыбы, содержащей 70—74% воды, количество свободной воды достигало 15—17% от веса рыбы или 20—23% от общего количества воды.

Структурно-механические свойства рыбы. Результаты наблюдений за изменением структурно-механических свойств рыбы, представленные в табл. 4, показывают, что по мере удлинения срока хранения сушеной рыбы как эластичность, так пластическая и эластическая прочность замоченной рыбы увеличивались, т. е. наблюдалось постепенное упрочение структуры продукта, вызывающее ухудшение вкуса и консистенции отваренной рыбы (появление сухости и жесткости).

Таблица 4

Вид рыбы и способ упаковки	Эластичность рыбы в %				
	месяцы хранения				
	0	3	6	9	12
Судак:					
в банке под вакуумом	57,2	74,7	69,7	78,6	98,7
в пакете из целлофана	57,2	94,0	99,3	—	—
Лещ:					
в банке под вакуумом	73,5	74,7	75,8	75,8	86,3
в пакете из целлофана	73,5	—	93,9	—	—

Продолжение табл. 4

Вид рыбы и способ упаковки	Пластическая прочность в г/см ²				
	месяцы хранения				
	0	3	6	9	12
Судак:					
в банке под вакуумом	98	172	242	—	232
в пакете из целлофана	98	—	186	—	—
Лещ:					
в банке под вакуумом	161	274	337	269	223
в пакете из целлофана	161	161	227	—	—

Продолжение табл. 4

Вид рыбы и способ упаковки	Эластическая прочность в г/см ²				
	месяцы хранения				
	0	3	6	9	12
Судак:					
в банке под вакуумом	78	304	—	1002	1007
в пакете из целлофана	78	—	406	—	—
Лещ:					
в банке под вакуумом	233	468	—	1082	1002
в пакете из целлофана	233	680	1162	—	—

Изменение азотистых веществ. Результаты наблюдений за изменением содержания различных форм азотистых веществ в рыбе при хранении приведены в табл. 5 и 6. Из данных этих таблиц видно, что при хранении сушеной рыбы в герметичной таре (консервных банках) в течение года расщепления белковых веществ и изменения их растворимости (денатурации) не происходило.

Иная картина наблюдалась при хранении рыбы в пакетах из целлофана и полиэтиленовой пленки. В этих случаях как в судаке, так и в леще содержание растворимых белков к концу хранения (через 6 месяцев) заметно уменьшилось, а количество нерастворимых белков в рыбе соответственно увеличилось.

Таблица 5

Вид упаковки	Продолжительность хранения рыбы в месяцах	Содержания различных форм азота в сушеном мясе судака в % от общего азота				
		небелковый азот	белковый азот	азот водорастворимых белков	азот солерастворимых белков	азот нерастворимых белков
Исходная проба сушеной рыбы	—	11,3	88,7	14,9	16,2	57,6
Герметичная упаковка в банки:						
без вакуума	3	10,2	89,8	14,5	—	—
	6	9,6	90,4	14,3	15,6	60,5
	9	9,5	90,5	14,2	16,1	60,2
	12	9,5	90,5	16,2	16,5	57,8
под вакуумом	3	10,7	89,3	15,1	17,9	56,3
	6	10,2	89,8	15,0	16,8	58,0
	9	9,3	90,7	13,8	15,0	61,9
	12	8,8	91,2	15,5	16,0	59,7
с азотом	3	10,3	89,7	14,4	—	—
	6	10,5	89,5	13,8	—	—
	9	9,8	90,2	14,9	15,7	59,6
	12	10,0	90,0	15,2	16,7	58,1
с углекислотой	3	10,5	89,5	15,3	15,3	59,0
	6	9,3	90,7	15,3	16,9	58,5
	9	9,4	90,6	14,7	13,1	62,8
	12	10,3	89,7	14,4	17,3	58,0
Негерметичная упаковка:						
в целлофане	3	9,6	90,4	14,3	17,1	58,9
	6	10,1	89,9	13,0	15,3	61,6
в полиэтилене	3	9,8	90,2	13,6	19,5	57,1
	6	10,7	89,3	11,2	15,9	62,2

Изменение жира. Чтобы иметь представление об изменении жира, определяли кислотность эфирной вытяжки из рыбы, а также контролировали наличие перекисей в жире хроматографическим методом [6]. Данные этих анализов представлены в табл. 7 и 8.

Из табл. 7 видно, что кислотность эфирной вытяжки в процессе хранения рыбы возрастала. У леща, имевшего более высокую жирность, кислотность вытяжки во всех случаях была выше, чем у судака.

У рыбы, разделанной на «стеки», кислотность вытяжки была выше, чем у разделанной на «филе», это можно объяснить тем, что в разделанной на «стеки» рыбе содержалось больше жира, поскольку жир в значительном количестве локализовался у позвоночника, под кожей и со стороны брюшной полости рыбы, т. е. в таких местах, которые при разделке рыбы на «филе» удаляли.

У образцов рыбы, сохранявшихся в пакетах и обертках из различных упаковочных материалов, кислотность эфирной вытяжки, как правило, была значительно выше, чем у образцов рыбы, сохранявшихся в герметичной таре и особенно в укуренной под вакуумом или с заполнением инертными газами. Поскольку влажность сушеной рыбы была очень небольшая, неблагоприятная для действия гидролитических ферментов, следует полагать, что постепенное накопление свободных кислот в рыбе при хранении происходило в основном в результате окисления жира.

Окисление жира в сушеной рыбе во время хранения подтверждается проводившимися пробами на наличие перекисей.

Из табл. 8 видно, что образование перекисей, т. е. окисление жира в сушеной рыбе, происходило при всех испытанных способах ее упаковки, причем наиболее интенсивным оно было при упаковке рыбы в пакеты из целлофана, а наиболее слабым — при упаковке рыбы в герметичные банки с заполнением их азотом.

Органолептические свойства рыбы. При органолептическом испытании рыбы в сухом и замоченном виде выявлено следующее.

Рыба (судак и лещ), упакованная в герметичные банки под вакуумом, а также с заполнением банок азотом на шестом месяце хранения слегка изменилась в цвете, причем на кусках рыбы в отдельных

Таблица 6

Вид упаковки	Продолжительность хранения в месяцах	Содержание различных форм азота в сушеном леще (стеки) при хранения в 0/0 от общего азота				
		небелковый азот	белковый азот	азот водорастворимых белков	азот содерастворимых белков	азот нерастворимых белков
Исходная проба сушеной рыбы	—	10,1	89,9	16,9	15,6	58,0
Герметичная упаковка в банки:						
без вакуума	3	10,6	89,4	16,9	15,5	57,0
	6	10,5	89,5	15,0	—	—
	9	9,5	90,5	16,5	15,9	58,1
	12	11,1	88,9	15,2	16,6	57,1
под вакуумом	3	10,7	89,3	16,7	16,2	56,4
	6	10,5	89,5	17,8	14,2	57,5
	9	9,3	90,7	18,2	—	—
	12	11,6	88,4	16,1	14,5	57,8
с азотом	3	11,2	88,8	17,3	14,4	57,1
	6	10,3	89,7	17,9	13,1	58,7
	9	9,3	90,7	17,2	15,3	58,2
	12	10,7	89,3	16,6	15,8	56,9
с углекислотой	3	10,2	89,8	16,8	—	—
	6	10,5	89,5	16,3	14,8	58,4
	9	10,0	90,0	14,7	15,1	60,2
	12	10,9	89,1	15,9	15,5	57,8
Негерметичная упаковка						
в целлофане	3	10,7	89,3	15,4	14,6	59,3
	6	10,7	89,3	14,9	17,1	57,3
в полиэтилене	3	10,8	89,2	15,2	14,7	59,3
	6	10,3	89,7	14,4	13,8	61,5

Таблица 7

Вид разделки и способ упаковки рыбы	Изменение кислотности эфирной вытяжки (в мг КОН на 10 г рыбы) при различной продолжительности хранения в месяцах							
	судак				лещ			
	3	6	9	12	3	6	9	12
Стеки								
Герметичная упаковка в банки:								
без вакуума	9,1	8,2	14,3	13,2	15,1	14,2	17,5	17,5
под вакуумом	6,7	9,8	11,0	11,9	12,1	16,9	14,3	17,0
с азотом	8,1	8,2	9,7	14,6	16,5	15,0	16,7	17,8
с углекислотой	8,1	7,9	11,6	11,9	14,8	13,7	14,6	16,7
Негерметичная упаковка:								
в целлофане	10,1	13,9	—	—	19,5	22,4	—	—
в полиэтилене	9,1	11,2	—	—	19,2	20,2	—	—
Филе								
Герметичная упаковка в банки под вакуумом	6,7	6,8	7,8	10,0	5,4	10,1	9,7	8,6
Негерметичная упаковка:								
в целлофане	9,4	9,6	—	—	9,4	13,1	—	—
в полиэтилене	5,4	7,9	—	—	13,5	12,3	—	—
в бумаге с покрытием альгинатом и СПИ-200	8,4	11,5	—	—	8,7	17,0	—	—
в фольге с покрытием СПИ-200	7,4	10,7	—	—	12,4	11,8	—	—

Вид рыбы и способ упаковки	Результаты испытания жира рыбы на наличие перекисей при продолжительности хранения в месяцах				
	0	3	6	9	12
Судак—стеки					
В банках:					
без вакуума	+	++	++	++	+++
под вакуумом	+	+	++	+++	+++
с азотом	+	+	++	++	++
с углекислотой	+	++	+++	+++	++++
В пакетах из целлофана	+	+++	++++	Не определяли	
Лещ—стеки					
В банках:					
без вакуума	+	++	++	+++	+++
под вакуумом	+	++	++	+++	+++
с азотом	+	+	++	++	++
с углекислотой	+	++	+++	+++	+++
В пакетах из целлофана	+	+++	++++	Не определяли	

Примечание. + — следы, окраска пятна слабая, желтая; ++ — реакция слабо положительная, окраска пятна желтая; +++ — реакция положительная, окраска пятна темно-желтая; ++++ — реакция резко положительная, окраска пятна интенсивно бурая.

местах или по всей поверхности появился слегка желтоватый оттенок. К концу хранения через 12 месяцев пожелтение рыбы несколько усилилось, но в общем было незначительным, при замачивании и варке рыбы в воде желтоватый оттенок исчезал и отваренная рыба имела хороший внешний вид. Вкус у отваренного судака к концу хранения через 12 месяцев заметно не изменился. У отваренного леща спустя 6 месяцев хранения появился легкий привкус горечи, который к концу хранения через 12 месяцев несколько усилился.

Изменения консистенции и запаха у отваренной рыбы в случае хранения сушеной рыбы в банках, заполненных азотом, не отмечалось.

Рыба, упакованная в банки под вакуумом, к концу хранения в отваренном виде имела более слабый «рыбный» запах и слегка измененную, несколько суховатую консистенцию.

Рыба, упакованная в банки без вакуума и с заполнением банок углекислым газом сохранялась хуже, чем упакованная в банки, закатанные под вакуумом или заполненные азотом. В этих случаях уже через 3 месяца хранения рыбы появились признаки ухудшения ее качества — пожелтение поверхности, а также легкий запах окисленного жира. В дальнейшем эти дефекты у сушеной рыбы постепенно усиливались. К концу 12-го месяца хранения у судака цвет мяса в слое, прилегающем к позвоночнику и брюшной полости, был желтой окраски, а у леща, кроме того, наблюдалось побурение поверхностного слоя мяса под кожей, но в общем куски сушеной рыбы сохранили еще удовлетворительный внешний вид. После 6 месяцев хранения окраска замоченной рыбы была нормальной, но при более длительном хранении пожелтение рыбы при замачивании не исчезало.

Отваренный судак 3- и 6-месячного хранения имел нормальный вкус, запах и консистенцию, но спустя 9 месяцев хранения у него появился уже явный привкус и запах лежалой сушеной рыбы, а также изменилась консистенция, она стала более сухой и грубой. В отваренном леще после 3 месяцев хранения ощущался уже привкус окислившегося жира, а в хранившемся более длительное время — явный привкус горечи. Консистенция отваренного леща после 3 и 6 месяцев хранения была нормальной, а в дальнейшем так же, как и у судака становилась все более грубой и сухой.

Рыба, упакованная в пакеты из целлофана, уже через 3 месяца хранения была явно неудовлетворительного качества. Консистенция у замоченной и отваренной рыбы была плотная и резиновая. Рыба сильно пожелтела и приобрела заметный запах окислившегося жира, вкус стал неприятный — долго лежавшей сушеной рыбы.

Рыба, упакованная в пакеты из полиэтилена, сохранялась несколько лучше, чем упакованная в пакеты из целлофана. В этом случае к концу 3-го месяца хранения внешний вид сушеной рыбы был еще удовлетворительный и пожелтение наблюдалось в виде очагов на отдельных участках кусков.

Однако окраска замоченной и отваренной рыбы все же была желтоватой, появился заметный запах лежалой рыбы и консистенция была грубоватой.

Через 6 месяцев хранения качество рыбы, находившейся в пакетах из полиэтилена, так же как и в пакетах из целлофана, ухудшилось: поверхность пожелтела.

а в отдельных местах побурела, консистенция стала жесткой и грубой, появился запах лежалой рыбы и окисленного жира и неприятный привкус, т. е. рыба была явно негодной в пищу.

Рыба, упакованная в фольгу с покрытием СПИ-200, через 3 и 6 месяцев хранения имела примерно такое же качество, как упакованная в пакеты из полиэтилена.

Хуже всего сохранялась рыба, упакованная в оберточную бумагу с двусторонним покрытием альгинатом и СПИ-200. В этой упаковке через 3 месяца хранения куски рыбы были сплошь желтые с интенсивными бурыми пятнами, проникшими вглубь мяса. Запах был очень неприятный — долго лежавшей, затхлой рыбы и сильно окисленного жира; кроме того, ощущался посторонний оттенок в запахе и вкусе рыбы, воспринятый ею, по-видимому, от упаковочного материала. Консистенция отваренной рыбы была очень жесткая, а вкус весьма неприятный.

ВЫВОДЫ

1. При сушке замороженной рыбы методом сублимации происходят изменения ее структурно-механических и гидрофильных свойств.

При замачивании сушеной рыбы в воде первоначальные свойства исходной мороженой рыбы полностью не восстанавливаются.

2. В процессе хранения сушеной рыбы набухаемость ее постепенно уменьшается, эластичность, пластическая и эластическая прочность увеличиваются. Также изменяются свойства жира рыбы, в результате чего органолептические показатели сушеной рыбы ухудшаются.

Основными дефектами, возникающими в сушеной рыбе при хранении, являются пожелтение мяса, появление запаха и привкуса «лежалой» рыбы и окислившегося жира, а также ухудшение консистенции (становится более грубой).

3. Скорость изменения качества сушеной рыбы зависит от условий хранения.

При увлажнении рыбы во время хранения, вследствие поглощения паров воды из окружающей среды, ускоряется изменение ее физических, физико-химических и химических свойств, что способствует более быстрому ухудшению ее органолептических свойств.

Окисление жира у рыбы, высушенной методом сублимации, практически происходит одновременно во всей толще кусков мяса, поэтому при хранении на воздухе сушеная рыба быстро прогоркает. При этом жирная рыба (лещ) прогоркает быстрее, чем тощая (судак).

4. Из испытанных способов упаковки сушеной рыбы лучшие результаты получены при герметичной упаковке в консервные банки, заполненные азотом или закатанные под вакуумом. В этих упаковках сушеная рыба по истечении 12 месяцев хранения при температуре 15—18°С почти не изменилась и качество ее было вполне удовлетворительное. При этом у рыбы, помещенной в атмосферу азота, натуральный рыбный аромат сохранился лучше, чем у рыбы, находившейся под вакуумом.

В герметичных банках, укуренных без вакуума, а также заполненных углекислым газом, сублимированная рыба вполне удовлетворительно сохранялась 6 месяцев, а спустя 9 месяцев качество ее заметно понизилось. Таким образом, хранение в такой упаковке следует считать возможным не более 7—8 месяцев.

Допустимые сроки хранения сублимированной рыбы в пакетах из различных упаковочных материалов значительно меньше, чем в герметичной таре. В пакетах из полиэтилена, показавших наилучшие результаты, сублимированную рыбу можно хранить при температуре 15—18°С не более 2—2,5 месяца.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Воскресенский Н. А. Технология посола, копчения и сушки (глава XI, Сушка рыбы под вакуумом). Пищепромиздат, 1958.
2. Воскресенский Н. А. Влияние сушки методом сублимации на изменение свойств мышечной ткани рыбы. Труды ВНИРО. Т. XL. Пищепромиздат, 1959.
3. Лазаревский А. А. Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности. Пищепромиздат, 1955.
4. Макарова Т. И., Воскресенский Н. А. и Мартемьянова К. В. Влияние различных способов сушки на сохранение нативных свойств мяса рыбы. Труды ВНИРО. Т. XXIX. Пищепромиздат, 1954.
5. Мартемьянова К. В. Влияние вакуума на скорость высушивания и качество сушеной рыбы. Труды ВНИРО. Т. XXIX. Пищепромиздат, 1954.
6. Мартемьянова К. В. Опытное хранение рыбы, высушенной методом сублимации. Труды ВНИРО. Т. XXXV. Пищепромиздат, 1958.
7. Новикова Е. И. Хроматографический метод оценки жира. «Рыбное хозяйство», 1958, № 8.