



Технология переработки водных биоресурсов

Исследования ТИНРО в области технологий комплексной переработки минтая

Л.В. Шульгина, В.Н. Акулин, Е.В. Якуш, Е.П. Караулова

Тихоокеанский филиал ФГБУ «ВНИРО» («ТИНРО»), пер. Шевченко, 4, г. Владивосток, 690091

E-mail: lvshulgina@mail.ru

Цель: проанализировать основные результаты и достижения дальневосточных учёных в области комплексной переработки минтая.

Методы: в период с 1977 по 2002 гг. в рамках НИР были исследованы размерно-массовый и химический состав, показатели безопасности и технологические свойства минтая. В целях определения пищевой значимости и путей рационального использования были проведены многочисленные эксперименты, апробированы различные способы и технологические приёмы его обработки.

Результаты: по химическому составу и технологическим свойствам минтай отличается от других массовых видов рыб, что не позволяет применять традиционные технологии для его переработки. Рассмотрены предложенные технологии получения мороженой, кулинарной, консервированной, солёной, аналоговой и другой продукции из минтая.

Новизна: созданные технологии позволяют обеспечить комплексную безотходную переработку минтая, так как определены пути использования всех частей тела рыбы. Показаны инновационные подходы и новые возможности его рационального использования.

Практическая значимость: значительная часть разработанных технологий внедрена в современное производство при переработке минтая.

Ключевые слова: минтай, пищевая и биологическая ценность, технологии переработки, пищевая продукция, жир.

TINRO research in the field of pollock complex processing technologies

Lidiya V. Shulgina, Valeriy N. Akulin, Evgeniy V. Yakush, Ekaterina P. Karaulova

Pacific branch of «VNIRO» («TINRO»), 4, per. Shevchenko, Vladivostok, 690091, Russia

The aim: To analyze the main results and achievements of Far Eastern scientists in the field of pollock complex processing.

The methods: In the period from 1977 to 2002, within the framework of research work, research was carried out on the size, mass and chemical composition, safety indicators and technological properties of walleye pollock. In order to determine the nutritional significance and ways of rational use, numerous experiments were carried out, various methods and technological methods of its processing were tested.

The results: In the period from 1977 to 2002, within the framework of research, the size-mass and chemical composition, safety indicators and technological properties of walleye pollock were studied. The proposed technologies for obtaining frozen, culinary, canned, salted, analogue and other products from pollock are considered.

The newness: The created technologies make it possible to provide a comprehensive non-waste processing of pollock, as the ways of using all parts of the fish body have been determined. Innovative approaches and new opportunities for its rational use are shown.

The practical significance: A significant part of the developed technologies has been introduced into modern production in the processing of pollock.

Keywords: pollock, nutritional and biological value, processing technologies, food products, fat.

ВВЕДЕНИЕ

Минтай занял место лидера среди объектов в отечественной рыбопереработке в период активного освоения советскими рыбаками биоресурсов Мирового океана. В семидесятых годах XX века в общем вылове быстро стала расти доля рыбных объектов, отличающихся по технологическим свойствам от та-

ких традиционных видов, как лососевые и сельдь. Многие из новых видов рыб, в т. ч. минтай, были отнесены к малоценным и малопригодным для получения качественной традиционной продукции. Кардинальные изменения по отношению к минтаю в России связаны со сменой экономической модели государства, открытостью отечественной экономики, экспортной

ориентацией продукции рыбного хозяйства. На основе результатов химико-технологических исследований минтая были разработаны и внедрены в производство технологии его переработки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В период с 1977 по 2002 гг. в рамках НИР были исследованы размерно-массовый и химический состав, показатели безопасности и технологические свойства минтая. В целях определения пищевой значимости и путей рационального использования были проведены многочисленные эксперименты, апробированы различные способы и технологические приёмы его обработки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Химический состав и технологические свойства минтая. Размерный и массовый состав минтая, как и других рыб, зависит от района и сезона лова, воз-

раста и пола (табл. 1) [Кизеветтер, 1971; Купина и др., 2015]. У особей минтая одного пола, имеющих половые железы на одинаковой стадии развития, относительный вес мяса практически не зависит от веса рыб. Перед нерестом рыбы относительная масса мяса снижается до минимума (35,0–38,0%) за счёт значительного увеличения массы внутренностей. У неполовозрелых рыб (до 3 лет) вес внутренностей не имеет сезонных изменений, у половозрелых достигает максимума в преднерестовый период и минимума – сразу же после нереста. Масса ястыков минтая перед началом нереста составляет 18,9–25,8%, после нереста 0,8–2,0%.

Химический состав мяса минтая также зависит от физиологического состояния и района лова (табл. 2) [Кизеветтер, 1971]. По классификации И.П. Леванцова [1968] минтай относится к среднебелковым маложирным объектам. В период нереста в мышечной ткани минтая содержание белков на 2,5% выше, чем в период нагула, что указывает на активизацию об-

Таблица 1. Массовый состав минтая в зависимости от района промысла
Table 1. Mass composition of walleye pollock depending on the fishing area

Характеристики		Японское море*	Берингово море*	Охотское, Берингово моря**
Длина тела, см		35–50	50–80	30–50
Вес, г		330,0–900,0	640,0–2400,0	
Соотношение частей тела, % к массе рыбы	Голова, в т. ч. жабры	15,6–29,4	11,5–22,2	15,8–28,9
	Тушка,	41,3–60,7	50,3–68,9	
	в т. ч. мясо	35,4–55,0	38,5–53,2	37,2–46,2
	Внутренности, в т. ч.	8,6–32,4	12,9–29,3	5,0–32,1
	печень	1,6–10,0	2,4–7,8	3,0–7,1
	половые железы	3,1–19,6	1,6–21,1	1,7–2,1
	Плавники и хвост	1,3–8,9	13,0–24,1	1,6–4,0
	Кожа	–	–	4,1–5,0
	Кости	–	–	6,3–7,0

Примечание: * Кизеветтер, 1971; ** Богданов и др., 2005.

Таблица 2. Химический состав мышечной ткани минтая в зависимости от сезона и района промысла [Кизеветтер, 1971]
Table 2. Chemical composition of pollock muscle tissue depending on the season and fishing area [Kizevetter, 1971]

Район лова	Период лова	Пределы содержания, %			
		вода	жир	белок	минеральные вещества
Японское море	январь-февраль	82,4–85,2	0,7–1,0	14,6–15,5	1,3–1,4
	июль-август	82,3–83,5	0,4–0,7	14,5–16,3	1,2–1,3
	сентябрь-октябрь	81,1–84,2	0,2–0,4	14,3–17,4	0,8–1,1
Берингово море	июль	81,6–82,6	0,5–0,6	16,0–16,6	1,0–1,2
	август	80,5	1,2	17,3	1,3
	сентябрь-октябрь	81,0–82,5	0,16–0,32	15,4–10,0	1,0–1,5

менных процессов в нём при созревании половых органов.

Химический состав других частей тела минтая, получаемых при его разделке [Чупикова, 2000], приведён в табл. 3. Все части тела минтая, кроме икры, являются среднебелковыми, а по содержанию жира – маложирными, кроме печени. Печень представляет собой жировое депо в организме минтая (табл. 3), количество жира зависит от веса рыбы, сезона и района лова, поэтому колеблется в довольно значительных пределах [Кизеветтер, 1971]. Икра минтая является ценным в пищевом отношении сырьём (табл. 3). Содержание белков в ней очень высокое и достигает 28,2%, жира – не превышает 3,5% [Дементьева и др., 2020]. Кожа и молоки минтая относятся к среднебел-

ковым и маложирным ресурсам, но содержат больше минералов, чем другие органы.

Белки мышечной ткани и икры минтая включают весь набор аминокислот (табл. 4), они сбалансированы по аминокислотному составу [Ярочкин, 2001; Купина и др., 2015; Дементьева и др., 2020].

В мышечной ткани минтая содержатся свободные аминокислоты, сумма которых в зависимости от сезона вылова составляет 3,15–3,69 мг/кг мяса рыбы [Купина и др., 2015]. Среди них до 32,1–34,1% приходится на таурин и 18,2–21,0% – на дипептид ансерин, что повышает биологическую ценность мяса минтая.

В составе липидов мышечной ткани, печени и икры основным классом являются триацилглицериды (табл. 4). Фосфолипиды являются вторым классом

Таблица 3. Химический состав отдельных частей тела минтая при его разделке

Table 3. Chemical composition of individual parts of pollock body during cutting

Вид ткани или органа	Содержание, % к общей массе			
	вода	жир	белок	минеральные вещества
Головы*	76,7 ±1,8	1,39 ±0,3	13,6 ±0,6	5,6 ±0,3
Головы с плечевыми костями и прирезью брюшка*	79,2 ±2,1	1,41 ±0,2	14,1 ±0,7	4,6 ±0,1
Позвоночная кость с хвостовым плавником и прирезью мяса*	81,8 ±2,4	0,8 ±0,2	14,6 ±0,6	4,3 ±0,2
Кожа*	88,4 ±1,9	1,3 ±0,21	10,3 ±0,5	2,7 ±0,1
Внутренности*	80,6 ±2,3	2,3 ±0,4	13,1 ±0,6	1,4 ±0,1
Молоки*	81,3 ±2,1	2,4 ±0,6	15,5 ±0,3	1,6 ±0,2
Печень*	38,2±4,1	38,3±19,8	13,5±2,5	1,2±0,2
Икра**	74,6–85,7	0,4–2,5	11,1–16,9	1,0–1,9
Икра***	63,1±0,2	2,9±0,7	28,2±0,3	6,7±0,5

Примечание: * Чупикова, 2000; ** Кизеветтер, 1971; *** Дементьева и др., 2020.

Таблица 4. Аминокислотный состав белков мышечной ткани и икры минтая

Table 4. Amino acid composition of proteins of muscle tissue and caviar pollock

Незаменимые аминокислоты			Заменимые аминокислоты		
аминокислота	содержание, г/100 г белка		аминокислота	содержание, г/100 г белка	
	мышечная ткань	икра		мышечная ткань	икра
Val	5,4	6,0	Asp	10,6	8,6
Ile	5,1	5,2	Ala	6,3	7,3
Leu	9,1	7,1	Arg	6,4	5,3
Lys	9,4	7,0	Gly	4,1	3,4
Met+Cys	3,5	2,7	His	2,1	3,4
Thr	3,4	5,7	Glu	18,2	14,1
Fhe+Tir	7,0	8,4	Pro	5,2	6,2
Trp	1,1	1,2	Ser	1,9	6,3
Σ	44,0	43,3	Σ	54,8	54,5

Примечание: * [Купина и др., 2015]; ** [Дементьева и др., 2020].

Таблица 4. Состав липидов мышечной ткани, печени и икры минтая
Table 4. Lipid composition of muscle tissue, liver, and pollock roe

Класс липидов	Содержание, % от общей суммы липидов			
	мышечная ткань минтая*		печень*	икра**
	нерестового	нагульного		
Триацилглицериды	63,5	70,9	88,4	60,6
Свободные жирные кислоты	4,4	4,0	1,0	17,1
Стерины	5,0	7,2	4,2	9,4
Моно- и диацилглицериды	4,6	1,7	0,9	5,3
Эфиры стеринов	0,7	-	0,1	5,3
Фосфолипиды	21,7	16,2	5,4	2,3

Примечание: * Результаты..., 2019¹; ** Дементьева и др., 2020.

в липидах мяса минтая (16,2–21,7%). В печени и икре их относительное содержание ниже, чем в мышечной ткани минтая [Результаты ..., 2019¹].

Состав жирных кислот в липидах мяса минтая из разных промысловых районов практически не различается (табл. 5).

Основу липидов мышечной ткани составляют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), содержание которых достигает в среднем около 48,0% [Результаты..., 2019¹]. Различия в составе жирных

кислот мяса нагульного и нерестового минтая незначительны. В липидах печени минтая преобладающей группой являются мононенасыщенные жирные кислоты, икры – ПНЖК. Содержание биологически значимых жирных кислот – сумма ЭПК (20:5 n-3) и ДГК (22:6 n-3) в минтае очень высокое: в мышечной ткани их содержится не менее 45,0%, в печени – 18,5%, в икре – 33,0% от суммы жирных кислот.

Содержание минеральных веществ в минтае составляет 1,0–2,3% [Купина и др., 2015]. В разных ча-

Таблица 5. Состав жирных кислот в липидах съедобных частей минтая, %
Table 5. Composition of fatty acids in lipids of pollock edible parts, %

Насыщенные				Мононенасыщенные				Полиненасыщенные			
Жирная кислота	содержание			Жирная кислота	содержание			Жирная кислота	содержание		
	мясо*	печень*	икра**		мясо*	печень*	икра**		мясо*	печень*	икра**
14:0	1,5–1,6	4,3	3,99	14:1 n-5	–	-	0,03	16:2 n-4	0,44–0,7	1,51	0,86
15:0	0,2–0,2	0,40	0,51	16:1 n-7	1,6–2,5	8,81	6,36	16:3 n-3	–	0,75	0,53
16: 0	22,2–23,7	10,27	11,20	17:1 n-6	0,1–0,2	-	–	16:4 n-1	–	1,0	–
17:0	0,1–0,2	1,95	0,63	18:1 n-9	11,7–13,3	12,81	19,8	18:2 n-9	–	–	0,14
18:0	3,7–4,4	1,65	4,11	18:1 n-7	–	4,93	2,85	18:2 n-6	0,88–1,0	0,93	0,40
19:0	–	–	0,1	18:1 n-5	–	–	0,76	18:2 n-4	–	0,30	1,1
20:0	–	–	0,2	19:1 n-9	–	–	0,21	18:3 n-6	–	0,16	0,22
22:0	–	–	0,3	20:1 n-11	1,5–1,8	9,16	0,43	18:3 n-3	0,25–0,3	0,57	0,93
Σ	27,3–30,1	18,57	21,04	20:1 n-9		3,95	0,92	18:4 n-3	0,38–0,5	1,95	0,80
				20:1 n-7	–	0,46	0,25	18:4 n-1	–	0,6	0,23
				22:1 n-11	–	11,21	0,19	19:4 n-3	–	–	0,25
				22:1 n-9	0,61	1,94	0,16	20:2 n-6	–	–	0,18

¹ Результаты мониторинга качества и безопасности промысловых гидробионтов дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. 2019. Отчёт НИР ТИНРО. № ААА-А19–119031590063–4. арх. № 28347. Владивосток. 113 с.

Окончание табл. 5

Насыщенные			Мононенасыщенные			Полиненасыщенные					
Жирная кислота	содержание			Жирная кислота	содержание			Жирная кислота	содержание		
	мясо*	печень*	икра**		мясо*	печень*	икра**		мясо*	печень*	икра**
				24:1 n-9	–	0,26	–	20:4 n-6	1,53–2,7	0,38	0,81
				Σ	15,73–17,2	53,53	31,96	20:3 n-3		0,48	0,17
								20:5 n-3	14,0–19,7	12,82	13,0
								21:5 n-3	–	0,52	0,23
								22:4 n-6	–	–	0,3
								22:5 n-3	1,0–1,6	0,95	4,44
								22:6 n-3	28,8–35,3	5,74	20,61
								Σ	45,0–53,3	28,66	45,2

Примечание: * [Результаты ..., 2019¹]; ** [Дементьева и др., 2020].

стях его тела много фосфора и железа, в мышечной ткани – йода, марганца, цинка и фтора, в икре – меди (табл. 6).

Минтай является богатым источником витаминов группы В и РР (табл. 7). Печень минтая характеризуется высоким содержанием жирорастворимых витаминов (А, Д и Е), икра – витамином Е.

Таблица 6. Элементный состав в различных частях тела минтая

Table 6. Elemental composition in different parts of pollock body

Макроэлементы, мг/100 г				Микроэлементы, мкг/100 г			
элемент	мышечная ткань*	икра**	печень*	элемент	мышечная ткань*	икра*	печень*
Na	40,0	2006,0	720,0	Fe	800,0	1500,0	1900,0
K	420,0	60,0	110,0	Mn	110,0	–	210,0
Ca	40,0	35,0	35,0	Cu	130,0	–	12500,0
Mg	55,0	35,0	50,0	Zn	1120,0	–	–
P	240,0	230,0	230,0	Se	15,9	–	–
S	170,0	279,0	42,0	J	150,0	–	–
				Mo	4,0	4,0	14,0
				F	700,0	430,0	–
				Co	15,0		65,0

Примечание: * [Результаты ..., 2019¹]; ** [Дементьева и др., 2020].

Таблица 7. Витамины в различных частях и органах минтая

Table 7. Vitamins in various parts and organs of pollock

Витамины	Содержание, мкг/100 г		
	мышечная ткань*	печень*	икра**
B ₁	110,0	50,0	660,0
B ₂	110,0	410,0	250,0
B ₅	237,0	–	–
B ₆	100,0	230,0	400,0
B ₉	4,9	110,0	0,003
B ₁₂	1,63		–

Витамины	Содержание, мкг/100 г		
	мышечная ткань*	печень*	икра**
РР	1300,0	2700,0	20,0
С	500,0	3400,0	2200,0
А	10,0	4400,0	30,0
Е	300,0	8800,0	2400,0
D	0,2	100,0	

Примечание: * [Химический ..., 1987]; ** [Дементьева и др., 2020]

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ИЗ МИНТАЯ

Мороженая продукция. В связи с большими объёмами вылова минтая и удалённостью от районов промысла переработка его уловов в морских условиях сводится к получению мороженой продукции, которая в дальнейшем служит основой для получения различных продуктов на береговых предприятиях. Основным видом мороженой продукции российской судовой переработки является неразделанный минтай, обезглавленный (в т. ч. потрошённый), филе, фарш, а также икра, печень и молоки.

Мороженая продукция из минтая поступает как на внутренний, так и внешний рынок. На внутреннем рынке её доля составляет не более 10,0%, основными же потребителями российского мороженого минтая являются страны Восточной Азии — Китай и Республика Корея [Стецюк, 2019; Покровский и др., 2017].

Фарш из минтая. Фарш из минтая является идеальным сырьём для создания различной продукции. Основные исследования по получению рыбных фаршей, в том числе из минтая были проведены А.П. Ярочкиным [2000; 2001, Ярочкин, Бойцова, 2018]. Рыбный фарш имеет следующие структурно-механические характеристики: прочность на продавливание 500–600 г, предельное напряжение сдвига — 82,7 Па, липкость — 5000 Па, водоудерживающая способность — 45,3%.

Особое значение имеет промытый фарш минтая, который представляет собой концентрат миофибриллярных белков. Из него вымываются саркоплазматические белки, ферменты, небелковые азотистые и другие вещества, придающие различные пороки фаршу при хранении (неприятный запах, цвет) [Ярочкин, Курихина, 1999]. Отличительной особенностью фарша из минтая является его способность образовывать стабильную трёхмерную гелевую белковую структуру при высоком содержании воды (> 75%) [Guennepuigues, 2014]. Фарш имеет белый цвет и не имеет собственного запаха и вкуса. После добавления в него дру-

гих ингредиентов фаршевая смесь приобретает вкус и аромат дополнительно введённых белков или компонентов [Ярочкин, 2001; Сухарева, 2021]. Благодаря высокой гелеобразующей способности промытый фарш минтая, в том числе сурими, используется в качестве основы для получения пищевых изделий заданной консистенции и структуры, а также аналоговой продукции.

Солёная и малосолёная продукция. Попытка применить традиционные технологии посола и копчения при переработке минтая показала малую пригодность его для получения пресервов, солёной и вяленой продукции, объективными признаками которой являются низкая активность протеолитических ферментов минтая и низкий коэффициент отношения жира к белку [Виняр, 1995; Леванидов и др., 1987; Слуцкая, 1997]. В табл. 8 показано, что активность тиоловых катепсинов минтая значительно уступает рыбам (лососи, сельдь), из которых традиционно выпускают качественную солёную продукцию.

Использование при посоле минтая ферментных препаратов с протеолитической активностью 60–80 ПЕ на 1 кг приводило к ускорению процесса созревания его мяса, формированию нежной маслянистой консистенции, приятных вкуса и аромата [Слуцкая, 1997]. Использование солей лимонной кислоты по-

Таблица 8. Содержание тиоловых протеаз в мышечной ткани рыб, Е/г ткани [Слуцкая, 1997]

Table 8. Content of thiol proteases in fish muscle tissue, U/g tissue [Slutskaya, 1997]

Рыбы	Тиоловые катепсины	Катепсин D
Кета	0,20	0,22
Горбуша	0,07	0,21
Сардина иваси	0,09	10,15
Ставрида	0,03	0,10
Минтай	0,001	0,04

вышало гидролизуемость ферментами мяса слабосоленого минтая [Купина, Кудряшова, 1995²; Поваляева и др., 1997³]. Соли (как комплексообразователи) вступают во взаимодействие с металлами, стабилизирующими белковые макромолекулы, вызывают их дезагрегацию, при этом изменяется устойчивость белков к ферментативному воздействию. Для улучшения органолептических характеристик продуктов применялись вкусоароматические пищевые добавки.

Консервированная продукция из минтая. Натуральные консервы из минтая изначально также имели низкие органолептические показатели (крошливая консистенция, отсутствовал приятный вкус и запах, при выкладывании из банки нарушалась структура). Однако, при добавлении масла, растительных или других компонентов мясо минтая в консервах приобретало вкусо-ароматические характеристики всей композиции, а консервы имели более привлекательные вкусовые качества [Бояркина и др., 1999]. Предварительное бланширование, обжаривание, копчение или подкопчение, использование соусов, заливок и маринадов способствовали разработке и производству консервов различных групп. В настоящее время минтай используется при производстве паштетных консервов в качестве основного или дополнительного компонента [Ярочкин и др., 1998⁴; Якуш и др., 1999]. Разработан ассортимент консервов из минтая с растительными добавками (с рисом, перловой и гречневой крупой, морской капустой и овощами). Минтай применяется в производстве консервированных котлет, фрикаделек и тефтелей в различных заливках и маринадах. Высоким спросом у населения пользуются консервы из печени и икры минтая. Они выпускаются в виде натуральных консервов («Печень минтая натуральная» и «Печень и икра минтая натуральные»); в виде паштета («Печень минтая по-приморски»); а также в соусах и заливках («Печень минтая в томатном соусе» и др.). На основе молок были разработаны такие виды консервов, как «Солянка из молок минтая с морской капустой» и «Молоки минтая с морской капустой» [Чупикова, Ярочкин, 2001].

Кулинарная продукция из минтая, включая колбасы. Чистый фарш минтая после термической обра-

ботки приобретает жёсткую резиноподобную консистенцию без привлекательных вкусовых качеств, что снижает качество кулинарной продукции на его основе [Бояркина и др., 1995; Якуш и др., 1997]. Внесение дополнительных компонентов растительного и животного происхождения обеспечивает повышение водоудерживающей способности и эластичности, улучшение структуры и высокие органолептические характеристики, биологическую и диетическую ценность продукта. Рекомендации учёных ТИНРО по использованию фарша минтая в технологии кулинарных изделий широко использовались в нашей стране на предприятиях общественного питания и в оздоровительных учреждениях, для приготовления пищи в домашних условиях. На основе фарша минтая были разработаны различные продукты, в том числе формованные изделия, пудинги, колбасы, хлебцы, чипсы и др. [Бояркина, Якуш, 2001; Бояркина и др., 2001; Салтанов, 2011; Мустафаева, 2021; Сухарева, 2021].

Из молок минтая также был разработан ассортимент кулинарных изделий, например, «Молоки минтая жареные в кляре», «Плов из молок минтая», «Солянка из молок минтая с морской капустой», «Молоки минтая тушёные с овощами» и др. [Чупикова, Ярочкин, 2001].

Исследования по использованию фарша минтая в колбасном производстве позволили разработать ассортимент варёных и сыровяленых колбас [Шульгина и др., 1988; Михалева и др., 1994, 1997; Бояркина, Якуш, 2001; Мустафаева и др., 2021]. Основные этапы получения колбас из фарша минтая близки к технологиям производства мясных колбасных изделий. В состав фаршевой смеси для колбас изделий вводили свиное сало шпик (для придания нежности, жирности и необходимости создания рисунка на срезе батона), сухое молоко, кровь теплокровных животных, вкусоароматические и стабилизирующие добавки. Колбасы, приготовленные из промытого фарша минтая, имели лучшие органолептические свойства, например, эластичность их была на 8,0% выше, чем из фарша непромытого. Введение концентрата рыбного белкового в колбасные смеси обеспечивают снижение массовой доли влаги и повышение содержания белков.

Высокими товароведными свойствами характеризовались сыровяленые колбасы из минтая, в составе которых содержание фарша составляет около 70,0% [Михалева и др., 1994; 1997]. Сыровяленые колбасы по внешнему виду, структуре, цвету и рисунку на разрезе, вкусовым характеристикам аналогичны таковым колбасным изделиям из мясного сырья. Содержание белков в сыровяленых колбасах составляло 28,8%, жира – 27,0–28,5%.

² Купина Н.М., Кудряшова М.В. 1995. Способ приготовления слабосоленой рыбопродукции из несозревающих видов рыб. Патент РФ № 2040189. Оpubл. 25.07.1995.

³ Поваляева Н.Т., Купина Н.М., Герасимова Н.А. 1997. Способ приготовления малосоленого кремообразного продукта из гидробионтов. Патент РФ № 2077849. Оpubл. 27.04.1997.

⁴ Ярочкин А.П., Чупикова Е.С., Блинов Ю.Г., Курханова В.М. 1998. Способ производства консервов из минтая. Патент РФ № 2110195. Оpubл. 10.05.98.

Была разработана технология изготовления **концентрата рыбного белка** (КРБ) из минтая [Бояркина, 1997]. Технологическая схема его получения включала обработку фарша паром, прессование до остаточного содержания влаги 50,0–60,0%, обезжиривание спиртовой экстракцией, сушку до содержания влаги не более 10%, тонкое измельчение и фасование. Полученный из минтая КРБ представляет собой порошок белого цвета нейтрального вкуса и запаха [Павлова и др., 1989]. Выход КРБ из минтая по отношению к сырой массе рыбы составляет 5,6%. Массовая доля белков в готовом КРБ составляет 86,9%, жира — не более 0,3%. КРБ используется в качестве высокобелковой добавки в различные продукты питания, в том числе диетического назначения.

На основе промытого фарша минтая были разработаны технологии получения **имитированной и аналоговой продукции**, в том числе имитирующей мускул морского гребешка, мясо ракообразных (креветок, крабов), солёного лосося и различные белковые пасты [Логачева и др., 1991; Акулин, Блинов, 1995]. Принцип создания их сводится к получению структуры и формы традиционного продукта, а также приданию ему соответствующих органолептических свойств за счёт использования различных цветовых и вкусо-ароматических добавок. Структурирование и создание формы достигается термической обработкой, ферментированием или использованием структурообразователей.

Для формирования цветовых и вкусоароматических характеристик аналоговой продукции на основе фарша минтая из концентрата белков криля был получен ароматизатор с выраженным сладковатым креветочным запахом, обусловленным накоплением диметилсульфида при расщеплении β -диметилпропиотенина [Воронцов и др., 1986; 1988].

Ароматизатор для аналогов лососевых на основе фарша минтая получен из рафинированного рыбного жира сардины иваси [Якуш и др., 1986]. Технология этого ароматизатора включала удаление свободных жирных кислот, перекисей и нейтральных соединений.

Краситель для окрашивания аналоговой солёной рыбной продукции из фарша минтая был получен из панциря камчатского краба после варки и удаления мяса [Воронцов и др., 1986; Якуш и др., 1986].

При переработке минтая на крупнотоннажных судах после филетирования и разделки на тушку формируются достаточно большие объёмы икры, печени, кожи, молока и других вторичных отходов (головы, хребтовые кости, хвостовые плавники, брюшина). Содержание сбалансированных по аминокислотному составу белков в них составляет не менее 10,0% [Ярочкин и др., 1997]. Использование их для получения белковых продуктов актуально и сейчас.

Рациональным способом переработки мелкоразмерного минтая и отходов от разделки рыбы явилось получение **гидролизатов**, представляющих собой белковые, белково-минеральные или минеральные (костные) продукты для использования в пищевых и кормовых целях [Василькова, Ярочкин, 1983; Ярочкин, 2001].

Ферментативная переработка минтая и отходов его производства показала значительные преимущества перед технологией кислотных гидролизатов, так как не связана с применением агрессивных реагентов. Ферментативные гидролизаты из съедобных частей тела минтая были использованы для получения паст, соусов, эмульсий, белковых концентратов, ферментативной муки, костной муки и других продуктов [Роль и др., 1997; Чупикова, 2000; Ярочкин, 2001; Кузнецов, 2002; Помоз и др., 2012; Гущина, Красноштанова, 2017; Деметьева, Богданов, 2018].

Фарш минтая был использован при разработке биотехнологии пробиотической продукции (кефиrow, йогуртов, творожных и сыроподобных изделий) [Якуш и др., 1997; Классен, Слуцкая; 1999; Дроздова и др., 2001].

Из кожи минтая получены бульоны, обладающие структурообразующими и пенообразующими свойствами, на основе которых разработаны несколько рецептов белковых соусов, имеющих стойкую однородную структуру белого цвета, приятный вкус и запах [Чупикова, 2000; Ярочкин, 2001].

Молоки минтая после температурной обработки и гомогенизации образуют стойкие эмульсии, на основе которых разработаны соусы и майонезы [Чупикова, 2000; Ярочкин, 2001; Калининченко и др., 2008].

Печень минтая характеризуется высоким содержанием витамина А, количество которого регламентируется при получении пищевого и медицинского жира. Исследования по извлечению жира из печени минтая при разных температурных условиях показали различный выход витамина А в его фракциях [Крутченский и др., 1989]. Вытапливание жировой фракции из печени минтая при разных температурах позволило получать жир с определённой концентрацией витамина А, что авторами было использовано в технологии на пищевой и медицинский жир, а также препарат «Витамин А в жире».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, современную переработку минтая уже можно с полным правом считать безотходной, так как в ней определены пути использования всех частей тела рыбы.

Проведённые в ТИНРО исследования представляют особую научную ценность, поскольку касаются

как частных, так и фундаментальных проблем при переработке минтая, например, структурообразования, вкусо-ароматики и цветообразования продуктов. К сожалению, часть предложенных разработок сложно реализовать в практику в условиях преобладающей морской переработки минтая, существенно сужающей ассортимент продукции из него.

В этой связи экономика минтаевого промысла имеет существенные резервы. Многие перечисленные технологии за счёт их сложности можно реализовать только в условиях береговых предприятий. Строительство новых, современных перерабатывающих комплексов открывает такие возможности. В свою очередь, географическая разобщённость районов промысла минтая и береговой переработки делают проблемной доставку на берег свежего сырья, из которого можно получать высококачественные продукты. Доставка на берег полуфабриката шоковой заморозки, аналогичного по качеству свежему сырью, также позволит производить в береговых условиях такие продукты как сурими, натуральные консервы из печени и икры, для обеспечения высокого качества которых необходимо свежее сырьё.

Хранение печени минтая и полученного из неё жира, склонного к окислению, остаётся отдельной проблемой, для решения которой необходимы новые инновационные подходы. Поэтому на современном этапе, при узловом значении минтая для отечественного рыбного хозяйства, его эффективное использование должно оставаться предметом приоритетного внимания науки в сфере технолого-экономических проблем.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

Финансирование

Работа была выполнена в порядке личной инициативы и не имела дополнительного финансирования.

ЛИТЕРАТУРА

- Акулин В.Н., Блинов Ю.Г. 1995. Исследования в области технологии использования рыб и нерыбных объектов Дальнего Востока // ТИНРО — 70 / ред. В.П. Шунтов. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 32–51.
- Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинев Е.Г. 2005. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. Петропавловск-Камчатский: Новая книга. 264 с.
- Бояркина Л.Г. 1997. Концентрат белка из рыбного сырья // Рыбное хозяйство. № 4. 55 с.
- Бояркина Л.Г., Якуш Е.В. 2001. Улучшение формулирующей способности непромытых фаршей рыб прибрежного лова // Известия ТИНРО. Т. 129. С. 274–278.
- Бояркина Л.Г., Дроздова Л.И., Якуш Е.В., Ерошкина М.Я. 1995. Технология и характеристика диетических кулинарных изделий на основе фарша минтая // Известия ТИНРО. Т. 118. С. 138–141.
- Бояркина Л.Г., Галкина Л.М., Якуш Е.В., Швидкая З.П., Лепская Н.В., Долбнина Н.В. 1999. Совершенствование технологии консервов на основе фарша рыб // Известия ТИНРО. Т. 125. С. 383–387.
- Бояркина Л.Г., Якуш Е.В., Эпштейн Л.М., Аюшин Н.Б. 2001. Комбинированные формованные продукты на основе рыбного и тауриносодержащего сырья // Известия ТИНРО. Т. 129. С. 279–283.
- Василькова Г.М., Ярочкин А.П. 1983. Производство пищевых гидролизатов из объектов морского промысла // Рыбное хозяйство. № 5. С. 65–67.
- Виняр Т.Н., Миленина Н.И., Наседкин А.В., Павловский А.М., Слуцкая Т.Н., Якуш Е.В. 1995. Исследование термостабильных протеаз мышечной ткани минтая и фарша сурими и влияние ингибиторов на их активность // Известия ТИНРО. Т. 118. С. 96–104.
- Воронцов С.Н., Якуш Е.В., Ярочкин А.П. 1986. Метод объективной окраски мышечной ткани солёных лососевых // Исследования по технологии гидробионтов дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 46–56.
- Воронцов С.Н., Якуш Е.В., Ярочкин А.П. 1988. Исследование красителя из отходов переработки беспозвоночных для окраски пищевых продуктов // Тез. док. III Всесоюз. конф. «Разработка процессов получения комбинированных продуктов питания». С. 329.
- Гущина Д.А., Красноштанова А.А. 2017. Получение белковых гидролизатов из икры минтая и изучение их функциональных свойств // Бутлеровские сообщения. Т. 50. № 5. С. 134–141.
- Дементьева Н.В., Сахарова О.В., Федосеева Е.В. 2020. Технохимическая характеристика икры минтая // Мат. III нац. науч.-техн. конф. «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации». Владивосток: Дальрыбвтуз. С. 129–133.
- Дементьева Н.В., Богданов В.Д. 2018. Обоснование технологических режимов производства крем-паштетов из икры минтая с бактериальным препаратом — микробиальным ренином «meito» // Мат. национальной очно-заочной науч.-практ. конф. «Новации в рыбной отрасли — импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов мирового океана». Владивосток: Дальрыбвтуз. С. 132–138.
- Дроздова Л.И., Якуш Е.В., Орлова М.В. 2001. Гелеобразование в системах фарш минтая — соевое или коровье молоко с добавлением культур молочнокислых бактерий // Известия ТИНРО. Т. 129. С. 296–303.
- Калининченко Т.П., Ярочкин А.П., Тимчишина Г.Н., Кузнецов Ю.Н. 2008. Возможность ферментирования сырья при производстве майонеза из молок минтая // Известия ТИНРО. Т. 155. С. 355–360.

- Кизеветтер И.В. 1971. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. Владивосток: Дальиздат. 297 с.
- Класен Н.В., Слуцкая Т.Н. 1999. Классификация и получение аналогов пищевых продуктов // Известия ТИНРО. Т. 125. С. 344–358.
- Кузнецов Ю.Н. 2002. Обоснование биотехнологической модификации отходов от разделки минтая. Автореф. ... канд. техн. наук. Владивосток: ТИНРО. 24 с.
- Крутченский Г.В., Янчева Р.Г., Бородина Н.В., Овчинников В.В. 1989. Получение медицинского жира из печени минтая // Рыбное хозяйство. № 11. С. 80–84.
- Купина Н.М., Баштовой А.Н. Павел К.Г. 2015. Исследование химического состава, биологической ценности и безопасности минтая *Theragra chalcogramma* залива Петра Великого // Известия ТИНРО. Т. 180. С. 310–319.
- Леванидов И.П. 1968. Классификация рыб по содержанию в их мясе жира и белков // Рыбное хозяйство. № 10. С. 64–66.
- Леванидов И.П., Ионас Г.П., Слуцкая Т.Н. 1987. Технология солёных, копчёных и вяленых рыбных продуктов. М.: Агропромиздат. 158 с.
- Логачева О.В., Ломако И.А., Слуцкая Т.Н., Тимчишина Г.Н. 1991. Нетрадиционные продукты из минтая // Рыбное хозяйство. № 3. С. 65–67.
- Михалева В.Ф., Бояркина Л.Г., Якуш Е.В. 1994. Производство сыровяленых колбас из минтая // Рыбное хозяйство. № 6. С. 49–51.
- Михалева В.Ф., Шульгина Л.В., Бояркина Л.Г., Садовникова Т.И. 1997. Обоснование технологии рыбных сыровяленых колбас с использованием микробных заквасок // Известия ТИНРО. Т. 120. С. 180–183.
- Мустафеева В.М., Мангазеев А.В., Ефимов А.А. 2021. Обоснование использования измельчённой мышечной ткани минтая и сухой творожной сыворотки в технологии варёных колбасных изделий // Региональные проблемы развития Дальнего Востока России и Арктики. С. 51–56.
- Павлова Ж.П., Бояркина Л.Г., Михалёва В.Ф., Касторных М.С. 1989. Концентрат рыбного белка // Пищ пром-ть. № 12. С. 44–45.
- Покровский Б.И., Бек-Булат Г.З., Кайзер К.А. 2017. Современное состояние и перспективы развития рынков сбыта продукции из минтая // Вопросы рыболовства. Т. 18. С. 358–367.
- Помоз А.С., Ярочкин А.П., Никулин Ю.Н., Прудченко Л.И., Сахарова О.В. 2012. Безопасность и биологическая ценность ферментированных кормовых продуктов из отходов переработки дальневосточных рыб // Известия ТИНРО. Т. 168. С. 301–309.
- Роль Л.Н., Бывальцева Т.М., Якуш Е.В. 1997. Микробиологическая оценка технологии эмульсионных продуктов на основе ферментолита из рыбного фарша // Известия ТИНРО. Т. 120. С. 204–208.
- Салтанов Д.М. 2011. Технология рациональной переработки гидробионтов // Вестник КамГТУ. № 15. С. 56–61.
- Слуцкая Т.Н. 1997. Биохимические аспекты регулирования протеолиза. Владивосток: ТИНРО-Центр. 148 с.
- Стецюк В.В. 2019. Современное состояние и проблемы рыбной промышленности Российской Федерации // Тамонная политика России на Дальнем Востоке. № 2 (87). С. 65–76.
- Сухарева Т.Н. 2021. Разработка рецептуры котлет из минтая с добавлением овсяного толокна и кабачка для функционального питания // Наука и Образование. Т. 4. № 2.
- Шульгина Л.В., Галкина Л.М., Шульгин Ю.П., Михалева В.Ф., Ярочкин А.П., Бояркина Л.Г. 1988. Санитарно-бактериологическая оценка использования крови животных при производстве рыбных колбас // Санитария и гигиена. № 8. С. 73–75.
- Химический состав российских пищевых продуктов. 2002. Справочник / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: Дели принт. 236 с.
- Чупикова Е.С. 2000. Разработка технологий пищевых продуктов из отходов от разделки минтая. Автореф. ... канд. техн. наук. Владивосток: ТИНРО. 24 с.
- Чупикова Е.С., Ярочкин А.П. 2001. Технология кулинарных изделий и консервов из молок минтая // Известия ТИНРО. Т. 129. С. 237–244.
- Якуш Е.В., Соколова Л.И., Максимова О.Н., Воронцов С.Н. 1986. Исследование состава летучих соединений солёной ча-вычи и ароматизатора солёных лососевых // Исследования по технологии гидробионтов дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 41–46.
- Якуш Е.В., Дроздова Л.И., Ерошкина М.Я. 1997. Исследование процесса гелеобразования в системе рыбного, соевого и молочных белков // Известия ТИНРО. Т. 120. С. 244–253.
- Якуш Е.В., Бояркина Л.Г., Галкина Л.М., Швидкая З.П., Лепская Н.В., Долбнина Н.В. 1999. Совершенствование технологии консервов на основе фарша рыб // Известия ТИНРО. Т. 125. С. 383–387.
- Ярочкин А.П. 2000. Комплексная переработка минтая // Рыбное хозяйство. № 1. С. 62–63.
- Ярочкин А.П. 2001. Научно-практические основы технологий комплексной переработки маломерных гидробионтов и вторичного сырья от разделки рыбы. Автореф. ... д-ра техн. наук. Владивосток: ТИНРО. 52 с.
- Ярочкин А.П., Бойцова Т.М. 2018. Технология, процессы, технические средства получения пищевого фарша из мелких рыб и его использование // Известия ТИНРО. Т. 193. С. 237–253.
- Ярочкин А., Курихина Л.С. 1999. Фарш «Восточный» из минтая // Рыбное хозяйство. № 1. С. 52–53.
- Ярочкин А.П., Чупикова Е.С., Кузнецов Ю.Н., Градов Н.А. 1997. Биотехнологическая утилизация белоксодержащих отходов рыбопереработки // Известия ТИНРО. Т. 120. С. 44–48.
- Guenneugues P., Ianelli J. 2013. Surimi resources and market // Surimi and surimi seafood / ed. Park J.W. CRC Press. P. 25–53.

REFERENCES

- Akulin V.N., Blinov Yu.G. 1995. Research in the field of technology for the use of fish and non-fish objects of the Far East // TINRO-70. / ed. Shuntov V.P. Vladivostok: TINRO-center Publish. Pp. 32–51.
- Bogdanov V.D., Karpenko V.I., Norinov E.G. 2005. Aquatic biological resources of Kamchatka: Biology, extraction

- methods, processing. Petropavlovsk-Kamchatsky: New book. 264 p.
- Boyarkina L.G. 1997. Protein concentrate from fish raw materials // *Rybnoe hozyajstvo*. No. 4. P. 55.
- Boyarkina L.G., Yakush E.V. 2001. Improving the forming ability of unwashed minced fish from coastal fishing // *Izvestiya TINRO*. V. 129. P. 274–278.
- Boyarkina L.G., Drozdova L.I., Yakush E.V., Eroshkina M. Ya. 1995. Technology and characteristics of dietary culinary products based on pollock mince // *Izvestiya TINRO*. V. 118. P. 138–141.
- Boyarkina L.G., Galkina L.M., Yakush E.V., Shvidkaya Z.P., Lepskaya N.V., Dolbnina N.V. 1999. Improving the technology of canned food based on minced fish // *Izvestiya TINRO*. V. 125. P. 383–387.
- Boyarkina L.G., Yakush E.V., Epshtein L.M., Ayushin N.B. 2001. Combined molded products based on fish and taurine-containing raw materials // *Izvestiya TINRO*. V. 129. P. 279–283.
- Vasilkova G.M., Yarochkin A.P. 1983. Production of food hydrolysates from marine fisheries // *Fisheries*. No. 5. P. 65–67.
- Vinyar T.N., Milenina N.I., Nasedkin A.V., Pavlovsky A.M., Slutskaya T.N., Yakush E.V. 1995. Study of thermostable proteases of the muscle tissue of pollock and minced surimi and the effect of inhibitors on their activity // *Izvestiya TINRO*. V. 118. P. 96–104.
- Vorontsov S.N., Yakush E.V., Yarochkin A.P. 1986. The method of objective staining of the muscle tissue of salted salmon // *Research on the technology of hydrobionts of the Far Eastern seas*. Vladivostok: TINRO Publish. Pp. 46–56.
- Vorontsov S.N., Yakush E.V., Yarochkin A.P. 1988. Study of a dye from invertebrate processing waste for coloring food products // *Sat. III All-Union. conf. «Development of processes for obtaining combined food products»*: abstract. doc. 1988, p. 329.
- Gushchina D.A., Krasnoshtanova A.A. 2017. Obtaining protein hydrolysates from pollock caviar and studying their functional properties // *Butlerov Reports*. V. 50. No. 5. S. 134–141.
- Dementieva N.V., Sakharova O.V., Fedoseeva E.V. 2020. Technochemical characteristics of pollock roe // *Innovative development of the fishing industry in the context of ensuring the food security of the Russian Federation: materials of the III National Scientific and Technical Conference*. Vladivostok: Dalrybvtuz Publish. Pp. 129–133.
- Dementieva N.V., Bogdanov V.D. 2018. Substantiation of technological regimes for the production of cream pates from pollock roe with a bacterial preparation – microbial renin “METO” // *Proc. of the national part-time scient. and pract. conf. «Innovations in the fishing industry – an impulse effective use and conservation of bioresources of the oceans»*. Vladivostok: Dalrybvtuz Publish. Pp. 132–138.
- Drozdova L.I., Yakush E.V., Orlova M.V. 2001. Gelation in systems of pollock mince – soy or cow’s milk with the addition of cultures of lactic acid bacteria // *Izvestiya TINRO*. V. 129. P. 296–303.
- Kalinichenko T.P., Yarochkin A.P., Timchishina G.N., Kuznetsov Yu.N. 2008. The possibility of fermenting raw materials in the production of mayonnaise from pollock milt // *Izvestiya TINRO*. V. 155. P. 355–360.
- Kizevetter I.V. 1971. Technological and chemical characteristics of commercial fish of the Pacific basin. Vladivostok: Dalizdat. 297 p.
- Klassen N.V., Slutskaya T.N. 1999. Classification and obtaining analogues of food products // *Izvestiya TINRO*. V. 125. P. 344–358.
- Kuznetsov Yu.N. 2002. Substantiation of biotechnological modification of pollock cutting waste. Ph.D. abstract. Vladivostok: TINRO Publish. 24 p.
- Krutchensky G.V., Yancheva R.G., Borodina N.V., Ovchinnikov V.V. 1989. Obtaining medical fat from pollock liver // *Fisheries*. No. 11. P. 80–84.
- Kupina N.M., Bashtova A.N., Pavel K.G. 2015. Study of the chemical composition, biological value and safety of pollock *Theragra chalcogramma* in Peter the Great Bay // *Izvestiya TINRO*. V. 180. P. 310–319.
- Levanidov I.P. 1968. Classification of fish according to the content of fat and protein in their meat // *Rybnoe hozyajstvo*. No. 10. Pp. 64–66.
- Levanidov I.P., Ionas G.P., Slutskaya T.N. 1987. Technology of salted, smoked and dried fish products. Moscow: Agropromizdat. 158 p.
- Logacheva O.V., Lomako I.A., Slutskaya T.N., Timchishina G.N. 1991. Non-traditional pollock products // *Fisheries*. No. 3. P. 65–67.
- Mikhaleva V.F., Boyarkina L.G., Yakush E.V. 1994. Production of dry-cured sausages from pollock // *Fisheries*. No. 6. P. 49–51.
- Mikhaleva V.F., Shulgina L.V., Boyarkina L.G., Sadovnikova T.I. 1997. Substantiation of the technology of dry-cured fish sausages using microbial starter cultures // *Izvestiya TINRO*. V. 120. P. 180–183.
- Mustafaeva V.M., Mangazeev A.V., Efimov A.A. 2021. Substantiation of the use of chopped pollock muscle tissue and dry curd whey in the technology of boiled sausages // *Regional problems of the development of the Russian Far East and the Arctic*. Pp. 51–56.
- Pavlova Zh.P., Boyarkina L.G., Mikhaleva V.F., Kastornykh M.S. 1989. Fish protein concentrate // *Food industry*. No. 12. P. 44–45.
- Pokrovsky B.I., Bek-Bulat G.Z., Kaiser K.A. 2017. Current state and prospects for the development of markets for products from pollock // *Problems of fishing*. V. 18. P. 358–367.
- Pomoz A.S., Yarochkin A.P., Nikulin Yu.N., Prudchenko L.I., Sakharova O.V. 2012. Safety and biological value of fermented feed products from processing waste of Far Eastern fish // *Izvestiya TINRO*. V. 168. P. 301–309.
- Rol L.N., Byvaltseva T.M., Yakush E.V. 1997. Microbiological assessment of the technology of emulsion products based on fermentolysate from minced fish // *Izvestiya TINRO*. V. 120. P. 204–208.
- Saltanov D.M. 2011. Technology of rational processing of hydrobionts // *Bulletin of the Kamchatka State Technical University*. No. 15. S. 56–61.
- Slutskaya T.N. 1997. Biochemical aspects of regulation of proteolysis. Vladivostok: TINRO-center. 148 p.

- Stetsyuk V.V. 2019. Current state and problems of the fishing industry of the Russian Federation // Customs policy of Russia in the Far East. No. 2 (87). P. 65–76.
- Sukhareva T.N. 2021. Development of a recipe for pollock cutlets with the addition of oatmeal and zucchini for functional nutrition // Science and Education. V. 4. No. 2.
- Shulgina L.V., Galkina L.M., Shulgin Yu.P., Mikhaleva V.F., Yarochkin A.P., Boyarkina L.G. 1988. Sanitary and bacteriological assessment of the use of animal blood in the production of fish sausages // Sanitary and hygiene. No. 8. S. 73–75.
- Chemical composition of Russian food products. 2002. Handbook. / ed. I.M. Skurikhin, V.A. Tutelyan. M.: DeLi print. 236 p.
- Chupikova E.S. 2000. Development of technologies for food products from pollock cutting waste. PhD abstract. Vladivostok: TINRO. 24 p.
- Chupikova E.S., Yarochkin A.P. 2001. Technology of culinary products and canned food from pollock milk // Izvestiya TINRO. V. 129. P. 237–244.
- Yakush E.V., Sokolova L.I., Maksimova O.N., Vorontsov S.N. 1986. Study of the composition of volatile compounds of salted chinook salmon and flavoring of salted salmon // Research on the technology of hydrobionts of the Far Eastern seas: Sat. scientific tr. Vladivostok: TINRO. Pp. 41–46.
- Yakush E.V., Drozdova L.I., Eroshkina M. Ya. 1997. Study of the process of gel formation in the system of fish, soy and milk proteins // Izvestiya TINRO. V. 120. P. 244–253.
- Yakush E.V., Boyarkina L.G., Galkina L.M., Shvidkaya Z.P., Lepskaya N.V., Dolbnina N.V. 1999. Improving the technology of canned food based on minced fish // Izvestiya TINRO. V. 125. P. 383–387.
- Yarochkin A.P. 2000. Complex processing of pollock // Rybnoe hozyajstvo. No. 1. Pp. 62–63.
- Yarochkin A.P. 2001. Scientific and practical foundations of technologies for the complex processing of small-sized aquatic organisms and secondary raw materials from fish cutting. Abstr. dis. Dr. tech. Sciences. Vladivostok: TINRO. 52 p.
- Yarochkin A.P., Boytsova T.M. 2018. Technology, processes, technical means for obtaining food minced meat from small fish and its use // Izvestiya TINRO. V. 193. P. 237–253.
- Yarochkin A., Kurikhina L.S. 1999. Minced pollock «Vostochny» // Fisheries. No. 1. P. 52–53.
- Yarochkin A.P., Chupikova E.S., Kuznetsov Yu.N., Gradov N.A. 1997. Biotechnological utilization of protein-containing fish processing waste // Izvestiya TINRO. V. 120. P. 44–48.
- Guenneugues P., Ianelli J. 2013. Surimi resources and market // Surimi and surimi seafood / ed. Park J.W. CRC Press. P. 25–53.

*Поступила в редакцию 16.06.2022 г.
Принята после рецензии 05.09.2022 г.*