

УДК 664.959.5

А.С. Помоз

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

СОСТАВ И СВОЙСТВА ОТХОДОВ ОТ ПЕРЕРАБОТКИ МАССОВЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО БАССЕЙНА

Исследован общий химический и аминокислотный состав вторичного рыбного сырья для производства кормовых продуктов – отходов переработки массовых промысловых рыб Дальневосточного бассейна: лососевых, камбал, сайры, сельди. Определены физико-химические показатели рыбных отходов. Установлено, что вторичное рыбное сырье безопасно по микробиологическим показателям и содержанию токсичных микроэлементов, а белки полноценны по аминокислотному составу. Сумма незаменимых аминокислот варьирует от 37,6 до 41 г /100 г белка. В белках рыбных отходов отмечено высокое содержание лизина, лейцина, треонина и валина, обуславливающее высокую биологическую ценность сырья.

Ключевые слова: вторичное рыбное сырье, отходы переработки, биологическая ценность, аминокислоты.

A.S. Pomoz

THE COMPOSITION AND THE PROPERTIES OF MASS MARKETABLE FISH BY-PRODUCTS OF FAR EASTERN AREA

The general chemical and amino acidic composition of the secondary fish raw material for feedstuffs production, more exactly mass marketable fish by-products (salmonids, flatfish, saury, herring) of Far Eastern area were determined. The physicochemical characteristics were defined. The secondary fish raw material was established to be safety by microbiological indices and toxic trace minerals content, but the proteins are valuable by the amino acidic composition. The essential amino acids content is varied from 37,6 to 41 g /100 g of protein. The protein of the fish by-products contain high content of lysine, leucine, threonine and valine and provide high biological value of the raw material.

Key words: secondary fish raw material, by-products, biological value, amino acids.

Введение

Разработка безотходных технологий переработки пищевого сырья является актуальной задачей не только в России, но и за рубежом. Одним из аспектов решения данной проблемы в рыбной отрасли является обоснование направлений рационального использования вторичных ресурсов. Традиционно вторичное рыбное сырье, главным образом, отходы от разделки рыб, направляется на производство кормовой рыбной муки.

Значительное снижение производства кормовой муки в России за последние десятилетия с 580,2 тыс. т до 150,3 тыс. т резко увеличило разрыв между потребностью и объемом ее производства, возрастающим с тенденцией развития отечественного животноводства, птицеводства и рыбоводства. Кроме того, тенденция резкого сокращения производства кормовой муки в России, сформировавшаяся в 1990 г., происходит на фоне мирового роста производства этой продукции за счет таких стран, как Перу, Китай, Дания, Таиланд, Норвегия, ЮАР. Поэтому можно утверждать, что научно-исследовательские, конструкторские и производственные мероприятия по увеличению выпуска кормовой продукции приобретают сейчас особую народнохозяйственную значимость в нашей стране.

Для Дальневосточного бассейна целесообразным является организация полной переработки в кормовую продукцию отходов от разделки рыбы на судах и береговых предпри-

иях и переоснащение части крупно- и среднетоннажных судов, высвобождаемых из-за недостатка традиционных ресурсов. Вместе с тем для выбора рациональных параметров технологической обработки вторичного рыбного сырья, позволяющей получить кормовые продукты с повышенной кормовой и биологической ценностью, необходимо исследовать его состав и свойства.

В связи с этим целью настоящей работы являлось изучение общего химического и аминокислотного состава, физико-химических свойств и показателей безопасности отходов от переработки массовых промысловых рыб Дальневосточного бассейна как источника получения ферментированных кормовых продуктов с повышенной биологической ценностью.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в лаборатории проблем рационального использования гидробионтов ФГУП «ТИНРО-Центр».

Объектом настоящих исследований являлось вторичное рыбное сырье – отходы от переработки массовых промысловых видов рыб Дальневосточного бассейна:

- отходы от разделки (внутренности без гонад) лососевых рыб (кеты, чавычи, кижуча, нерки) мороженые;
- отходы от разделки (головы) камбал мороженые;
- отходы от разделки мороженой сельди тихоокеанской на филе с кожей;
- отходы от разделки мороженой сайры тихоокеанской на тушку для производства консервов.

Отходы были предоставлены рыбодобывающими и рыбоперерабатывающими предприятиями Дальнего Востока: ООО «Коряк-морепродукт» (Камчатский край), ОАО «Южморрыбфлот», ООО «Зарубинская база флота», ЗАО ПРДП «Преображенский рыбокомбинат», ООО «Дальпико-рыбсервис» (Приморский край).

Подготовку проб к анализу осуществляли в соответствии с ГОСТ 8756.0-70. Определение показателей общего химического состава рыбных отходов проводили стандартными (ГОСТ 7636-85) и общепринятыми методами [1]. Определение содержания общего азота в минерализованной навеске осуществляли на приборе Kjeltec Auto 10 SO Analyzer (*Kjeltek 2300 Analyzer Unit (фирма FOSS, Швеция)*). Экстракцию липидов с последующим их количественным определением проводили по методу Блайя и Дайера [2].

Активную кислотность pH отходов определяли в водных экстрактах исследуемых объектов потенциметрическим методом на pH-метре (HANNA instruments, марка pH-210).

Содержание макро- и микроэлементов в пробах определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре Nippon Jarrel Ach, модель AA-885, с использованием пламенно-ионизационного детектора. Свинец и мышьяк определяли на приборе фирмы «Hitachi», модель 170-70, с использованием графитовой кюветы в соответствии с ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26932-86. Ртуть определяли в соответствии с ГОСТ 26927-86 беспламенным атомно-абсорбционным методом на микроанализаторе ртути Hirayama, модель Hg-1.

Подготовку проб для анализа аминокислотного состава рыбных отходов проводили путем обезвоживания и обезжиривания навески измельченных отходов (фарша) ацетоном, сушки и измельчения, солянокислым гидролизом сухой навески в ампуле при температуре 110 °С в течение 24 ч и упаривания гидролизата при 5-кратном промывании осадка дистиллированной водой на роторном испарителе под вакуумом [3, 4]. Содержание аминокислот в упаренной пробе определяли на аминокислотном анализаторе Hitachi L-8800 (Япония).

Для определения относительного содержания костной ткани использовали способ ферментного гидролиза, при котором измельченная рыбная масса разжижается до пульпы

и нерастворимых костных фрагментов и ее можно отделить путем протирания через металлическую решетку [5]. Смесь рыбных отходов тщательно измельчали, подогрели до 50 °С, добавляли раствор ферментного препарата (протосубтилин ГЗХ, протеолитическая активность 70 ед./г) в количестве 50 % с содержанием в нем сухого препарата 2 % к массе отходов и термостатировали в течение 2 ч при интенсивном перемешивании. Затем кости отцеживали от суспензии на металлическом сите с размером отверстий 2х3 мм, промывали водой.

Для определения физических свойств рыбных отходов пробу готовили в два этапа: грубое измельчение на куттере и последующее измельчение на комбайне. Напряжение сдвига и динамическую вязкость смеси рыбных отходов определяли с помощью ротационного вискозиметра Реотест-2 (Германия) с использованием цилиндрического измерительного устройства S-S1 при комнатной температуре. Плотность рассчитывали по отношению массы смеси отходов к объему, эквивалентному объему вытесненной из стакана воды. Насыпную массу исследуемых отходов вычисляли по отношению массы смеси отходов в емкости с фиксированным объемом к этому объему.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в сырье и кормовых продуктах определяли по ГОСТ 10444.15-94, наличие патогенных микроорганизмов – по ГОСТ Р 52815-2007, ГОСТ 30726-2001, ГОСТ Р 52814-2007, ГОСТ Р 51921-2002.

Для численных данных результатов исследований рассчитывали среднее квадратичное отклонение от среднеарифметического.

Результаты и их обсуждение

Исследования массового соотношения структурных фрагментов (непищевых и условно пищевых частей тела рыбы) в отходах показали, что его характеристика зависит, главным образом, от способа разделки и направления использования пищевой части. При ручной разделке сайры на тушку для производства натуральных консервов и тихоокеанской сельди на филе (с кожей) для приготовления пресервов соотношение фрагментов тела различается. Кроме того, на массовое их распределение также влияет качество разделки, что, в свою очередь, зависит от качества поступающего на обработку неразделанного сырья. Зачастую, ввиду применения ручного способа разделки сельди и сайры на большинстве рыбоперерабатывающих предприятий Приморского края в отходы направляются фрагменты некондиционной рыбы с большим остаточным содержанием мяса.

Ввиду того, что в последнее время наметилась тенденция к максимальному использованию условно пищевых отходов от разделки лососевых для производства пищевой продукции (брюшков – в приготовлении малосоленой продукции, голов – в производстве консервов и копченых изделий, плавников с прирезами мяса – для суповых наборов), большая часть отходов от их переработки представлена внутренностями, без гонад. При производстве сушено-вяленой и копченой продукции из камбал наибольшая часть вторичного сырья представлена, главным образом, отходами от ее обезглавливания (головами).

Также стоит отметить, что на массовое соотношение непищевых фрагментов в отходах и выход пищевой части рыбы влияет сезон промысла. Поскольку соотношение непищевых частей в отходах неодинаковое, то и содержание костной ткани, не поддающейся гидролизу ферментами и менее ценной по своей пищевой и кормовой ценности, также различно (табл. 1), что следует учитывать при составлении фермент-субстратных соотношений при ферментной обработке белоксодержащего рыбного сырья.

Для теплоэнергетических расчетов машин и аппаратов технологической линии, а также подбора емкостей и конструкции бункеров для хранения вторичного рыбного сырья определяли их физические свойства (табл. 2).

По общему химическому составу отходы от разделки массовых промысловых рыб Дальневосточного бассейна значительно различаются (табл. 3).

Таблица 1

Относительное содержание костной ткани в рыбных отходах

Table 1

The comparative content of the bony tissue in fish by-products

Источник отходов	Содержание, % отходов	
	минимальное	максимальное
Лососи тихоокеанские	0,7	1,9
Камбалы	9,1	10,1
Сельдь тихоокеанская	2,8	9,7
Сайра тихоокеанская	4,3	6,9

Таблица 2

Физические свойства рыбных отходов

Table 2

The physical properties of fish by-products

Показатель	Объект исследования			
	Лососевые т/о	Камбала	Сельдь т/о	Сайра т/о
Насыпная масса, кг/м ³	782,83	1053,28	993,80	973,45
Плотность, кг/м ³	942,3	1455,81	1373,60	1428,47
Напряжение сдвига, Па	26,88	66,72	155,80	189,04
Динамическая вязкость, Па·с	0,18	0,67	1,92	2,33

Таблица 3

Общий химический состав отходов от разделки массовых промысловых рыб Дальневосточного бассейна

Table 3

The general chemical composition of mass marketable fish by-products of Far Eastern area

Химический компонент	Содержание в отходах, %				
	лососевых	камбалы	сельди	сайры	минтая*
Вода	64,13±0,4	78,50±0,4	71,60±0,1	67,32±0,5	79,95±1,9
Белок N _{об} ×6,25	10,63 ± 0,1	9,00 ± 0,1	16,59 ± 0,1	14,49 ± 0,7	14,40 ± 0,7
	29,63 ± 0,3	41,86 ± 0,5	58,42 ± 0,4	44,34 ± 2,1	71,82 ± 3,5
Липиды	24,17 ± 0,4	8,04 ± 0,6	9,61 ± 0,7	12,30 ± 0,6	1,70 ± 0,2
	67,38 ± 1,1	37,40 ± 2,8	33,84 ± 2,5	37,64 ± 1,8	8,48 ± 1,0
Минеральные вещества	1,14 ± 0,1	4,68 ± 0,7	2,90 ± 0,7	5,42 ± 0,4	3,58 ± 0,3
	3,18 ± 0,3	21,77 ± 3,3	10,21 ± 2,5	16,59 ± 1,2	17,86 ± 1,5
Активная кислотность pH	5,81	6,69	7,31	6,42	7,20

Примечание. В числителе – содержание (%) в пересчете на сырое вещество; в знаменателе – содержание (%) в пересчете на сухое вещество; * – [6].

По содержанию липидов исследуемые объекты, в соответствии с классификацией рыбного сырья И.П. Леванидова [7], можно отнести к среднежирному (отходы камбалы) и жирному (отходы сайры, сельди) сырью, что отличает их от тощих минтаевых отходов. Чрезвычайно высокое относительное содержание липидов обнаружено в отходах (внутренностях) лососевых пород рыб – 23,7-24,6 %. По содержанию белка камбаловые и лососевые отходы следует отнести к низкобелковому и среднебелковому сырью, отходы сайры и сельди, так же, как и минтая, – к белковому.

По содержанию минеральных веществ исследуемые виды отходов также неоднородны: у лососевых рыб – 1,14, сельди – 2,9, камбал – 4,68, сайры – 5,42 % , что связано с разным распределением в отходах мышечной, эпителиальной (кожа) и соединительной (костной) тканей. По данному показателю наиболее приближены к минтаевым отходам сайровые (17,86 и 16,59 % сухих веществ соответственно).

Важным критерием, определяющим пригодность сырья для использования в производстве пищевой и кормовой продукции, является его санитарно-гигиеническая и токсикологическая безопасность. Анализ содержания нормируемых токсичных микроэлементов в рыбных отходах (табл. 4) показал, что исследуемые виды вторичного сырья соответствуют требованиям к безопасности рыбного сырья по СанПиН 2.3.2.1078-01.

По микробиологическим показателям исследуемые рыбные отходы также безопасны для использования в производстве кормовой продукции (табл. 5).

Таблица 4

Содержание нормированных токсичных элементов в рыбных отходах, мг/кг сырого вещества

Table 4

The standardized toxic microelements content in the fish by-products, mg/kg of damp substance

Вид отходов	Токсичные элементы			
	Свинец Pb	Кадмий Cd	Ртуть Hg	Мышьяк As
Лососевые	<0,48	0,58	Н.П.О.	0,72
Камбаловые	<0,27	0,05	Н.П.О.	0,42
Сельдевые т/о	<0,35	0,07	Н.П.О.	0,11
Сайровые т/о	0,31	0,23	Н.П.О.	0,15
ПДК по СанПиН 2.3.2.1078-01	1,00	1,00	0,20	1,00

Примечание. Н.П.О. – ниже предела обнаружения.

Таблица 5

Микробиологические показатели отходов рыбопереработки

Table 5

The microbiological characteristics of the fish by-products

Вид отходов	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП в 0,1 г	Стафилококк в 1 г	Патогенные, в том числе сальмонеллы в 25 г
Лососевые	1,0 x 10 ⁴	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Сельдевые	1,1 x 10 ⁵	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Сайровые	2,0 x 10 ³	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Минтаевые	1,5x10 ⁵	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Норма	5,0 x 10⁵	Не допускается	Не допускается	Не допускается

В доступной научно-технической литературе отсутствуют конкретные сведения по аминокислотному составу рыбных отходов, в том числе отходов от переработки массовых промысловых дальневосточных рыб, ограничиваясь в основном приведением данных их общего химического состава. Аминокислотный состав обуславливает биологическую ценность сырья на разных этапах его технологической обработки и, как следствие, конечной продукции. В связи с этим было проведено исследование аминокислотного состава белков вторичного рыбного сырья (табл. 6).

Таблица 6

Аминокислотный состав белков рыбных отходов

Table 6

The amino acidic composition of the fish by-product proteins

Аминокислота	Содержание, г / 100 г белка, в отходах				
	лососевых	камбалы	сельди	сайры	минтая
Треонин	4,6	4,5	5,0	4,8	4,5
Валин	4,8	4,9	5,2	4,1	5,4
Метионин+цистеин	1,7	2,0	2,0	1,8	4,1
Изолейцин	3,9	4,1	4,1	3,2	4,4
Лейцин	7,9	8,0	9,3	7,6	7,6
Фенилаланин+тирозин	7,2	7,4	8,4	7,3	6,7
Лизин	8,4	6,7	7,0	7,6	7,3
Сумма незаменимых аминокислот	38,5	37,6	41,0	36,4	40,0
Аспарагиновая кислота	8,8	8,6	8,5	9,8	9,8
Серин	5,3	4,6	4,5	4,6	5,7
Глутаминовая кислота	14,8	16,3	15,4	14,6	15,2
Глицин	7,3	10,1	8,4	6,8	3,7
Аланин	6,4	4,2	4,0	8,2	6,2
Гистидин	3,5	3,3	3,9	5,2	2,0
Аргинин	6,7	5,4	8,7	6,1	7,3
Пролин	8,7	9,6	5,5	6,9	5,2
Сумма заменимых аминокислот	61,5	62,1	58,9	62,2	55,1

Результаты анализа свидетельствуют о том, что белки всех исследуемых видов вторичного рыбного сырья характеризуются высоким содержанием незаменимых аминокислот (от 36,4 до 41 г/100 г белка), среди которых преобладают лизин, лейцин, валин и треонин – наиболее ценные аминокислоты в кормах для сельскохозяйственных животных [8]. Лимитирующими в белках исследуемых рыбных отходов являются серосодержащие аминокислоты – метионин и цистеин (не более 2,0 г/100 г белка).

Известно, что аминокислоты, главным образом незаменимые, являются термолабильными компонентами, поэтому для их минимальных потерь в производственном процессе целесообразно использовать наиболее щадящие, низкотемпературные режимы и способы обработки. К таковым можно отнести биохимические приемы, в частности, использование ферментного гидролиза белоксодержащего сырья при температурах 40-60 °С [9], при котором можно получать различные продукты с улучшенными качественными характеристиками и лучшей усвояемостью по сравнению с продуктами, получаемыми при продолжительной высокотемпературной обработке сырья. Кроме того, при помощи ферментов можно обрабатывать жирное рыбное сырье [10] с получением рыбьего жира различного назначения.

Выводы

Таким образом, отходы от переработки массовых промысловых рыб Дальневосточного бассейна, отличающиеся по химическому составу, являются перспективным сырьем для производства комплекса кормовых продуктов с улучшенными качественными характеристиками и повышенной биологической ценностью, при использовании щадящих, энерго-сберегающих режимов биохимической обработки сырья.

Список литературы

1. Лазаревский А.А. Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности. – М.: Пищепромиздат, 1976. – 518 с.
2. Bligh E.G., Dayer W.J. A rapid method of total lipid extraction // *Canad. J. Biochem Physiol.* – № 37. – P. 911-917.
3. Остерман Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых кислот. – М.: Наука, 1985. – 536 с.
4. Баратова Л.А., Белянова Л.П. Определение аминокислотного состава белков // *Методы биохимического эксперимента: материалы методического семинара межфакультетской лаборатории биоорганической химии МГУ им. Ломоносова.* – М.: Изд-во МГУ, 1974. – С. 3-36.
5. Черногорцев А.П., Дулатова Р.Г. Технология приготовления кулинарных и колбасных изделий из мелкой рыбы на основе ее ферментирования // *Рыб. хоз-во.* – 1967. – № 8. – С. 63-66.
6. Кузнецов Ю.Н. Обоснование биотехнологической модификации отходов от разделки минтая: дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2002. – 139 с.
7. Леванидов И.П. Классификация рыб по содержанию в их мясе жира и белков // *Рыб. хоз-во.* – 1968. – № 9. – С. 50-51; № 10. – С. 64-66.
8. Вакула В.Л. Биотехнология: что это такое? – М.: Молодая гвардия, 1989. – 301 с.
9. Биопрепараты сегодняшнего и завтрашнего дня. Рекламный проспект НПО «Фермент». – Вильнюс: Изд-во экспериментального художественно-конструкторского бюро, 1985. – 48 с.
10. Кузнецов Ю.Н. Ферментативные технологии для получения кормовой муки и жира из рыбного сырья: материалы науч.-практ. конф. «Приморье – край рыбацкий». – Владивосток, 2002. – С. 112-116.

Сведения об авторе: Помоз Алексей Сергеевич, аспирант, e-mail: plerik@mail.ru.