



УДК 664.952.5

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ГИДРОЛИЗА БЕЛКОВ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ ПРИ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ И ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Л.С. Байдалинова

ASSESSMENT OF THE DEGREE OF HYDROLYSIS OF PROTEINS SECONDARY FISH RAW MATERIALS WITH ENZYMATIC AND HYDROTHERMAL TREATMENT

L.S. Baydalinova

Аннотация. Представлены результаты исследования степени гидролиза белков вторичного рыбного сырья в процессах обработки. При исследованиях использовали головы и хребтовые кости скумбрии, килевые срезки сардинеллы, чешую сардинеллы, а также отделяемые при производстве консервов «Шпроты в масле» головы кильки горячего копчения. Исследования проводились с целью уточнения технологии производства из вторичного рыбного сырья протеиновых и протеиново-минеральных продуктов. В процессах автопротеролиза, ферментативной, гидротермической и комбинированной ферментативной и гидротермической обработки установлена наибольшая эффективность гидролитического воздействия при комбинированном способе. На основе изучения динамики образования азота свободных аминокрупп (аминного азота) установлена наибольшая эффективность при гидролизе белков вторичного рыбного сырья ферментного препарата алкалаза.

Ключевые слова: вторичное рыбное сырье; гидролиз белков; ферментные препараты, аминный азот.

Abstract. The results of a study of the degree of hydrolysis of proteins of secondary fish raw material in processing processes are presented. The studies used heads and spines of mackerel, keeled cuttings of sardinella, scales of sardinella, and also separated during the production of canned "sprats in oil" heads of hot sprats. The study was carried out with the aim of refinement the technology of production from the secondary fish raw materials of protein and protein-mineral products. In the processes of auto-sputtering, enzymatic, hydrothermal and combined enzymatic and hydrothermal treatment, the greatest effectiveness of hydrolytic action in a combined method was established. On the basis of the study of the dynamics of nitrogen formation of free amino groups (amine nitrogen), the greatest efficiency was established in the hydrolysis of proteins of the secondary fish raw material of the enzyme preparation alkalase.

Key words: secondary fish raw materials; hydrolysis of proteins; enzyme preparations, amine nitrogen.

Введение

Рациональное использование рыбного сырья, обладающего высокой пищевой, биологической и физиологической ценностью, но не находящего применения при производстве традиционных видов пищевой продукции, является важной задачей рыбной отрасли страны. Получение высокобелковых и белково-минеральных продуктов из такого сырья, основанное на биотехнологических процессах, является одним из перспективных способов расширения ассортимента продуктов с функциональными свойствами [1].

Учитывая большой объем процессов, происходящих в организмах под воздействием протеолитических ферментов, в технологических операциях естественно применение этих путей ускорения и повышения глубины биоконверсий в необходимых направлениях.

Ферменты вследствие своей белковой природы обладают специфическими свойствами: они термолабильны, специфичны по отношению к субстратам, проявляют свою активность только при определенных значениях pH. Вследствие этих свойств ферменты значительно различаются по эффективности воздействия на материал различного химического состава и свойств.

Вторичное рыбное сырье (головы, внутренности, хребты, кожа и чешуя) образуются при глубокой разделке рыб в процессах производства пищевой продукции и накапливается на рыбообрабатывающих предприятиях. Это сырье в своем составе имеет ценные химические соединения, но оно для пищевых целей используется в очень малых количествах. Основное направление использования этого материала – кормовые цели. Выделение и использование ценных компонентов, содержащихся во вторичном рыбном сырье в достаточно больших количествах, может значительно повысить эффективность его переработки. В числе таких компонентов в гидробионтах белки, полноценные по составу и востребованные для производства продуктов пищевого или профилактического назначения после соответствующей обработки. Важным направлением возможного использования рыбных белков является получение гидролизатов с различной степенью деструкции белковых молекул, получение пептидов, в том числе биологически активных низкомолекулярных [1-2].

Для осуществления гидролитических процессов белка применяются различные методы: термические, химические кислотные и щелочные, а также ферментативные [3]. Использование для гидролиза белковых катализаторов позволяет осуществлять процессы биотрансформации при более мягких условиях и исключать образование в данном производстве химически активных стоков.

Из частей рыб, входящих в категорию рыбных отходов [4], образующихся на рыбообрабатывающих предприятиях Калининградской области при машинной разделке, для проведения данной работы выбраны головы рыб, килевые срезки и хребтовые кости, на которых остается некоторое количество мышечных тканей, а также чешуя. Выбор для исследования чешуи объясняется тем, что утилизация чешуи, отличающейся от других отходов химическим составом, большой прочностью, высоким содержанием коллагена, является серьезной проблемой для перерабатывающих предприятий рыб [5].

К числу проблемного сырья можно отнести также головы кильки, остающиеся после горячего копчения в процессе производства консервов «Шпроты в масле». Эти копченые отходы не могут использоваться на кормовые цели.

Биотрансформация сырья – важный процесс, в котором компоненты продукта, содержащие важные для развития человека и животных химические и биологически активные вещества, должны быть максимально приспособлены к физиологическим потребностям объекта и удовлетворять требованиям, которые предъявляются к функциональным продуктам, кормам и кормовым добавкам. На основе изучения уровня биоконверсии при различных технологических воздействиях на белок могут быть сформированы новые технологические схемы обработки рыбного сырья и получения заданной продукции.

Так как в процессах биоконверсии белковых веществ велико влияние ферментативных превращений, целесообразно оценить степень накопления белковых фрагментов в процессах автопротеолиза и ферментолиза в присутствии воды, сравнить полученные результаты с уровнем деструкции белков при гидротермическом воздействии на сырье, а также при комбинации этой обработки с предварительной ферментацией [6].

Гидролиз белков происходит в сырье и под действием собственных ферментов (автопротеолиз), но эффективность этого процесса низкая. Повысить эффективность биотрансформации белков в присутствии воды удастся при использовании при оптимальных условиях коммерческих ферментных препаратов. Технологический процесс с участием таких ферментных препаратов является ферментацией.

Гидролиз белковых веществ в технологических процессах происходит и при термическом воздействии - при гидротермолизе. Повышению уровня биотрансформации сырья и

накоплению целевых продуктов может способствовать совместное действие на процессы гидролиза белков ферментализации и последующего гидротермолиза (комбинированный способ обработки) [6].

Целью данной работы явилось определение эффективности биотрансформации белков веществ различных рыбных отходов при использовании в качестве катализаторов собственных ферментов сырья и коммерческих протеолитических препаратов, сочетание определенных этапов процесса при оптимальных условиях технологических воздействий.

Качество готового продукта, его пищевая и биологическая ценность функционально зависят от количества и качества всех составляющих ингредиентов (белок, жир, углеводы, минеральные вещества, витамины и др.) и степени свежести сырья.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение химического состава используемого сырья;
- выбор оптимальных ферментных препаратов для гидролиза белков исходного сырья;
- определение степени гидролиза белков сырья различного состава при различных уровнях технологической обработки;
- анализ полученных результатов.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований служили следующие виды вторичного рыбного сырья: головы скумбрии, полученные от двух рыбообрабатывающих предприятий Калининградской области в разные месяцы (июль 2018 года от предприятия КТК и декабрь 2018 года от ООО «Роскон»), хребтовые кости скумбрии, килевые срезки от сардинеллы, чешуя сардинеллы. На рыбоперерабатывающих предприятиях осуществляется механическая разделка рыбы, поэтому в использованных пробах вместе с головами скумбрии попадались и остатки хвостов.

Исследовалась возможность переработки для получения пищевых продуктов голов кильки, отрезаемых после горячего копчения в производстве консервов «Шпроты в масле».

Для исследования химического состава и проведения процесса гидролиза различные виды вторичного сырья измельчались на волчке до размеров частиц 3-5 мм.

В массе, получаемой при машинном снятии чешуи рыб, много слизи, крови, частиц мышечной ткани, поэтому в данном эксперименте чешуя подвергалась предварительной промывке пресной водой.

При исследовании зависимости результатов гидролиза от способа его проведения использовали автопротеолиз, ферментализацию, гидротемпературную обработку (гидротермолиз без предварительной ферментации) и комбинированный способ, включающий ферментализацию и последующую гидротермическую обработку.

Процессы проводились при естественном уровне pH. Соотношение измельченного сырья и воды (гидромодуль) составляло 1:1, так как большее количество воды не приводит к увеличению глубины протеолиза и не целесообразно [7]. Этапы автопротеолиза, ферментативной обработки измельченного сырья проводились в водной среде при температуре 50 °С в течение 4 часов в закрытой термостойкой емкости при постоянном перемешивании.

Для ферментации измельченного сырья испытывались ферментные препараты алкалаза (Alcalase® 2.5 L, Alcalase AF 2.4 L, активность 2,5 AU/г, [4]) протамекс (Protamex), нейтраза (Neutrase), (Novozymes, Дания.) Измельченные головы, хребты скумбрии, кили сардинеллы или чешую сардинеллы, головы кильки горячего копчения смешивали с водой (соотношение 1:1), нагретой до температуры 50 °С, вносили необходимые количества ферментных препаратов и выдерживали при этой температуре при постоянном перемешивании.

Выявление влияния собственных ферментов сырья на гидролиз его белков проводили при смешивании измельченного материала с водой, имеющей температуру 50 °С, при соотношении 1:1 и выдерживании смеси в течение 4 часов при этой температуре при постоянном перемешивании.

Для инактивации ферментов по завершению процессов автоферментолиза и ферментолиза пробы выдерживали при температуре 80 °С в течение 15 минут. По завершении инактивации смесь охлаждали и разделяли на три фракции – протеиновый гидролизат, плотный протеиново-минеральный остаток и жировую фракцию с определением количественного соотношения их масс весовым путем.

Термический этап обработки осуществляли в закрытых термостойких емкостях в автоклаве при температуре 115 °С, продолжительность процесса 3 часа (включая 1,5 часа – время подъема температуры до заданного уровня).

По завершении процесса охлажденные пробы разделяли на три фракции (протеиновый гидролизат, протеиново-минеральный плотный остаток и жировая).

Из жидкой протеиновой фракции в ходе обработки сырья отбирали пробы для наблюдения за накоплением азота свободных аминокрупп (аминного азота) методом формольного титрования [8].

По этому показателю оценивалась эффективность гидролитических процессов в белковой системе под действием собственных ферментов (автопротеолиз), под действием внесимых ферментных препаратов (ферментолиз), при термолизе (без ферментных препаратов) и комбинированном воздействии ферментолиза и последующего термолиза.

Головы кильки горячего копчения использовались в двух процессах: ферментолиз и обработка по комбинированному способу (термолиз после предварительного ферментолиза).

Исследование общего химического состава сырья (массовые доли воды, сухих веществ, белка, жира, минеральных веществ, хлорида натрия) проводили в соответствии с ГОСТ 7636-85 [9].

Эффективность гидролиза белков при воздействии собственных или внесенных ферментных препаратов, гидролиза при совместном действии ферментов и гидротермолиза, гидролиза при гидротермическом воздействии (без предварительной ферментации) оценивали по накоплению азота образующихся свободных аминокрупп и аминокислот (аминного азота). Содержание аминного азота определяли методом формольного титрования [8].

Результаты исследования

Общий химический состав используемого в экспериментах вторичного рыбного сырья представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Общий химический состав образцов вторичного рыбного сырья

Наименование образцов	Массовые доли, % (среднее 2-х проб)				
	влаги	сухих веществ	жира	белка	минеральных веществ (золы)
Головы скумбрии (июль 2018 г.)	57,9	42,1	22,2	15,47	4,38
Головы скумбрии (декабрь 2018 г.)	68,91	31,09	9,55	17,00	4,85
Хребтовые кости скумбрии	65,63	34,37	11,94	19,00	3,25
Чешуя сардинеллы (промытая)	64,93	35,07	0,2	20,15	14,67
Килевые срезки сардинеллы	63,0	37,0	12,64	19,44	5,06

Продолжение таблицы 1

Головы кильки после горячего копчения (ООО «Роскон»)	60,50	39,50	15,79	18,10	5,67
Головы кильки после горячего копчения (К-з «За Родину»),	55,64	44,36	20,31	18,27	5,78, в т.ч. 1,82-хлорид натрия

Использованное вторичное рыбное сырье характеризуется достаточно высоким содержанием сухих веществ (от 29,52 до 44,36% в зависимости от содержания жира). Из сухих веществ от 36,7 до 57,40% приходится на долю азотистых веществ (белков, пептидов, свободных аминокислот). Достаточно большое количество белка приходится на коллагеновую фракцию (особенно в чешуе).

Различные по химической природе белки в разной степени подвергаются ферментативному воздействию, что можно проследить при исследовании количественного содержания образующихся пептидов и свободных аминокислот по накоплению азота свободных аминокислот (аминного азота). При этом величины аминного азота целесообразно рассчитывать как в мг на 100 г (мг%), так и в процентах от общего азота сырья.

Исследование эффективности каталитического действия различных ферментных препаратов - алкалаза (Alcalase® 2.5 L), алкалаза (Alcalase AF 2.4 L), протамекс и нейтраза на глубину гидролиза проводили при использовании в качестве сырья голов скумбрии, содержание общего азота в которых ($N_{об}$) 2,72% и протеина ($N_{об} \cdot 6,25$) соответственно 17,0%. При этом эксперименте измельченные головы скумбрии, смешанные с водой, подвергались только ферментализации при 50 °С в течение 4 часов (табл.2).

Таблица 2 – Определение эффективности действия на белки голов скумбрии различных ферментов.

Используемые ферменты (дозировка 0,25 % к массе сырья и воды)	Содержание аминного азота после ферментализации		Масса непрогидролизованного плотного остатка, % от массы сырья и воды
	мг%	% от общего азота сырья	
Алкалаза (Alcalase AF 2.4 L)	516,5	19,0	8,9
Алкалаза (Alcalase® 2.5 L)	528,6	19,43	9,3
Нейтраза (Protamex)	478,0	17,57	29,4
Протамекс (Neutrase)	508,0	18,67	27,7

Полученные результаты (табл.2) свидетельствуют, что более активными по степени действия на белки обрабатываемого сырья оказываются алкалазы (Alcalase® 2.5 L и Alcalase AF 2.4 L), расщепляющие около 19% имеющихся белковых составляющих. Несколько менее активны протамекс (18,67% от общего азота) и особенно нейтраза (17,57% от общего азота). Это подтверждается и при сравнении масс остающихся после ферментализации непрогидролизованных плотных остатков (8,9 -9,3% от массы водосырьевой смеси для алкалаз и 27,7 и 29,4% соответственно для протамекса и нейтразы).

В некоторых случаях при технологической обработке сырья целесообразно подвергать только термическому воздействию. Результаты оценки степени гидролиза белковых соединений только при термическом воздействии (автоклавирование водосырьевой смеси без предварительной ферментации) представлены для двух параллельных проб в табл. 3.

Таблица 3 – Накопление аминного азота при термической обработке голов скумбрии без ферментации (гидротермолиз)

Номера проб	Содержание протеина в сырье, г/100 г		Плотный остаток, % от массы сырья и воды	Аминный азот	
	общий азот (N _{общ}),	протеин (N _{общ} ·6,25),		мг%	% от N _{об}
1	2,72	17,00	19,04	235,6	8,66
2	2,72	17,00	18,81	250,4	9,20
Среднее	2,72	17,0	18,92	243,0	8,93

Из полученных данных видно, что содержание аминного азота, образующегося при гидротермолизе (без предварительной ферментации) в параллельных пробах не превышает 250,4 мг%, что значительно ниже уровня, полученного под действием каждого из четырех использованных ферментов (табл. 2).

Некоторые различия между параллельными пробами можно объяснить возможной неравномерностью распределения костей в измельченных пробах сырья. Получается, что сам по себе термолиз без предварительной ферментации не дает достаточного эффекта. В образцах аминный азот составляет всего 8,29-8,89% от общего азота. Без предварительной ферментации при тепловом воздействии происходит денатурация, коагуляция, частичный гидролиз белков [4] но необходимого эффекта расщепления их до низкомолекулярных фрагментов не обеспечивается. Масса плотного остатка после термообработки оказалась в 1,4 – 1,5 раза ниже по сравнению с пробами, для ферментации которых использованы протамекс и нейтраз, проявившие наименьшую активность. В то же время масса плотного остатка в 2,0-2,1 раза превышает уровни, полученные в процессах гидролиза с применением алкалаз обоих видов.

Сочетание при обработке ферментализа и гидротермолиза обеспечивает наиболее высокую эффективность процесса гидролиза голов скумбрии (табл. 4).

Таблица 4 – Накопление аминного азота при обработке голов скумбрии комбинированным способом (ферментация с последующим термолизом)

Ферментные препараты (0,25 % к массе сырья и воды)	Содержание общего азота (N _{об}) в сырье, %	Аминный азот		Масса плотного остатка, % от массы сырья и воды
		мг%	% от N _{об}	
Алкалаза (Alcalase® 2.5L)	2,72	661,8	24,3	18,7
Протамекс (Protamex)	2,72	605,1	22,24	23,1

Анализируя данные таблицы 4, можно заключить, что совмещение двух процессов (ферментации и гидротермолиза) приводит к более эффективному расщеплению белка. В этом случае доля аминного азота возрастает до 22 – 24 % от общего азота сырья. И опять видна разница между двумя ферментами: алкалаза интенсивнее расщепляет белок, свидетельством чему является превышение содержания аминного азота в образце с алкалазой в 1,1 раза по сравнению с образцом с протамексом. Также в 1,23 раза в образце с протамексом остается больше нерасщепленного продукта в виде плотного остатка.

Эффективность гидролиза белков различных видов сырья различна, что можно проследить по результатам образования аминного азота при комбинированном способе их обработки (при равных условиях, табл. 5). В качестве катализатора процесса в данном случае применена наиболее эффективная алкалаза, а в качестве сырья использованы головы скумбрии, чешуя сардинеллы и головы кильки горячего копчения (две партии голов кильки от

различных производителей). Доза фермента при обработке голов скумбрии и кильки горячего копчения 0,25%, а для чешуи использованы две дозировки – 0,25% и 0,125% от массы сырья и воды.

Таблица 5 – Результаты гидролиза белковых составляющих различных видов сырья в комбинированном процессе ферментализации и термолиза (фермент алкалаза- Alcalase® 2,5L)

Виды сырья	Доза фермента алкалаза, % к массе сырья и воды	Содержание в сырье, %		Аминный азот		Плотный остаток		
		общего азота (N _{об})	протеина (N _{об} ·6,25)	мг%	% от общего азота сырья	% от массы сырья и воды	Содержание протеина	
							%	% к содержанию протеина в сырье
Чешуя сардинеллы	0,25	3,63	20,15	205,3	5,65	31,1	15,39	47,2
Чешуя сардинеллы	0,125	3,63	20,15	163,5	4,5	30,4	20,16	62,2
Головы кильки горячего копчения	0,25	2,89	18,10	230,9	7,99	40,0	13,6	59,3
Головы скумбрии	0,25	2,72	17,00	582,8	21,39	9,3	13,38	14,55

Обработка чешуи даже комбинированным способом (ферментализация с алкалазой и последующий термолиз) при использованной дозировке фермента (0,25%) оказывается мало эффективной. Четко видно, что снижение концентрации фермента (до 0,125% против 0,25%, табл. 5) резко снижает степень гидролиза белковых составляющих и сопровождается увеличением массы белка в плотном остатке. В плотном остатке остается 47,2 % от количества белка сырья при дозе фермента 0,25% и 62,2% при дозе фермента 0,125%. Исходя из этого, можно заключить, что при обработке чешуи требуется повышение дозировки фермента и продолжительности или температурного уровня процесса при тепловом воздействии. Степень гидролиза белка тоже очень низкая - 5,65 и 4,5% от общего азота сырья соответственно при концентрациях использованной алкалазы 0,25% и 0,125%.

Обращает на себя внимание достаточно высокая масса плотного остатка при обработке голов кильки (40% от массы сырья и воды). Причиной этого можно считать с одной стороны более высокое содержание сухих веществ в этом сырье (табл. 2). Но остающееся высокое содержание протеина в плотном остатке (59,27% от содержащегося в сырье) говорит о недостаточном гидролизе белкового материала голов копченой кильки. Степень гидролиза белков значительно ниже по сравнению с аналогично обрабатываемыми сырьями головами скумбрии. В пробах с образцами скумбрии аминный азот составляет 21,39% от общего азота сырья, масса плотного остатка 9,3%, а количество остающегося в плотном остатке протеина не превышает 14,55% от содержания протеина в использованном сырье.

Термически обработанные при горячем копчении головы кильки должны бы были более интенсивно разрушаться под действием ферментов, однако полученные результаты не

подтверждают этого. Можно предположить, что эффективность гидролиза снижается за счет ингибирующего действия на ферменты компонентов копильного дыма.

Подобные результаты получены при внесении в реакционную смесь экстрактов мяты: степень гидролиза белков в образцах с экстрактами мяты примерно на 9% ниже по сравнению с образцами без добавления мятного экстракта. Мята содержит много антиоксидантов, биофлавоноидов, полифенольных соединений которые могут стабилизировать белковые системы при добавлении ее экстрактов [10-11].

При тех же условиях обработки голов скумбрии плотный остаток составляет 18,5% при накоплении аминного азота до 21,39% от общего азота сырья.

При переработке вторичного рыбного сырья большое значение имеет его свежесть и соответствие требованиям безопасности В случае понижения свежести процесс в этом сырье сам по себе сопровождается значительным гидролизом белков и накоплением аминного азота вследствие автоферментативных воздействий, что и прослеживается при определении содержания аминного азота в головах скумбрии различного качественного состояния: 42,1 мг% в одной партии и 211 мг% в другой партии голов скумбрии, что от общего азота составляет соответственно 1,69% и 7,76%. Следовательно, для производства пищевых продуктов необходимо использовать только исключительно свежее сырье, что должно обеспечиваться при заготовке вторичного рыбного сырья.

Заключение

Результаты исследования степени гидролиза белков натурального ценного вторичного рыбного сырья при различных способах обработки показывают возможность осуществления комплексного безотходного процесса его переработки.

Различные технологические приемы обеспечивают различную степень гидролиза белков рыбного сырья. Для получения биологически активных гидролизатов с высоким содержанием низкомолекулярных пептидов необходимо осуществлять достаточно глубокий гидролиз, интенсивность которого можно оценивать по накоплению азота свободных аминокрупп (аминного азота).

Исследование динамики накопления аминного азота показало, что данные соединения образуются при всех испытанных способах технологической обработки в присутствии воды – при автоферментализе, ферментализе с использованием коммерческих ферментных препаратов протеолитического действия, термолизе и комбинированном способе, сочетающем ферментализ с последующим термолизом. Наиболее эффективно процессы гидролиза происходят при комбинированном способе обработки.

Из испытанных ферментных препаратов наибольшим гидролизующим эффектом обладает алкалаза (Alcalase® 2.5L), под действием которой гидролизуется почти 25% всех азотсодержащих веществ сырья.

Вследствие различия химического состава и прочностных характеристик отдельных видов вторичного рыбного сырья (голов, хребтовых костей рыб, килевых срезов и чешуи у сардинеллы) наибольшей устойчивостью к термоферментативному воздействию обладает чешуя рыб, что вызывает необходимость подбора соответствующих параметров процессов ее комплексной переработки рассматриваемым способом. Учитывая большие проблемы с реализацией и утилизацией чешуи на рыбообрабатывающих предприятиях, разработке технологии ее переработки необходимо уделить самое серьезное внимание.

Неожиданным явилось выявление затрудненного по сравнению с сырым сырьем гидролизование при ферментативно-гидротермическом воздействии белков голов кильки, отделяемых после горячего копчения при производстве консервов «Шпроты в масле». Торможению процесса гидролиза голов кильки могут способствовать компоненты копильного дыма, накапливающиеся в них при копчении.

Тормозящее действие на гидролиз белков вторичного рыбного сырья оказывают и другие природные ингибирующие соединения, что установлено по снижению степени гид-

ролиза при внесении в реакционную смесь экстракта мяты, содержащей большое количество биофлавоноидов и полифенолов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков В.В., Grimm Т., Ланге Т, Мезенова О.Я., Хёлинг А. Изучение различных способов гидролиза вторичного рыбного сырья тихоокеанских лососевых рыб на примере голов нерки (*Oncorhynchus nerka*) // Известия КГТУ. 2017. № 45. С. 136-145.
2. Мезенова О.Я., Байдалинова Л.С., Землякова Е.С., Ключко Н.Ю., Ташина Е.В, Андропова С.В., Мезенова Н.Ю., Потапова В.А., Пищевые продукты повышенной биологической ценности из вторичного рыбного сырья // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: материалы VII Международной научно-технической конференции. СПб: ИТМО. 2015. С. 517-520.
3. Телишевская Л.Я. Белковые гидролизаты. Получение, состав, применение. М.: Аграрная наука. 2000. 296 с.
4. Биотехнология морепродуктов: учебник / под ред. О.Я. Мезеновой. М.: Мир, 2006. 560 с.
5. Воробьев В.И., Нижникова Е.В. Исследования по применению рыбной чешуи в различных отраслях промышленности (обзор) // Известия КГТУ. 2017. № 45. С. 147-159.
6. Sathivel S., Prinyawiwatkul W., Bechtel P. Functional and Nutritional Properties of Red Salmon (*Oncorhynchus nerka*) Enzymatic Hidrolysates // JFS C: Food Chemistry and Toxicology. 2005. Vol. 70, No. 6, pp. 401-405
7. Разумовская Р.Г. Нетрадиционные способы переработки рыбного сырья для получения продукции целевого назначения // Биотехнологические процессы и продукты переработки биоресурсов водных и наземных экосистем: материалы Первой Международной научно-технической конференции, посвященной 450-летию города Астрахани, 30 сентября—3 октября 2008 года. Астрахань: АГТУ. 2008. С. 46-49.
8. Байдалинова Л.С. Биохимия гидробионтов: лабораторный практикум. М.: МОРКНИГА. 2017. 335 с.
9. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Изд-во стандартов. 2010. 123 с.
10. Чукичева И.Ю. Антиоксидантные свойства терпенофенолов // Известия РАН, М.: 2010. № 12. С. 2220-2224.
11. Базарнова Ю.Г. Фитоэкстракты – природные ингибиторы порчи пищевых продуктов (обзор) // Научный журнал СПбГ-НиПТ. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2010. № 2. С. 1-11.

REFERENCES

1. Volkov V.V., Grimm T., Lange T, Mezenova O.YA., Hyoling A. *Izuchenie razlichnyh sposobov gidroliza vtorichnogo rybnogo syr'ya tihookeanskih lososevyh ryb na primere golov nerki (Oncorhynchus nerka)* [Study of various methods of hydrolysis of secondary fish raw material of Pacific salmonids by the example of the head of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*)]. *Izvestiya KGTU*. 2017. No 45. pp. 136-145.
2. Mezenova O.Ja., Bajdalina L.S., Zemljakova E.S., Kljuchko N.Ju., Tashina E.V, Andronova S.V., Mezenova N.Ju., Potapova V.A., *Pishhevye produkty povyshennoj biologicheskoj cennosti iz vtorichnogo rybnogo syr'ja* [Food products of increased biological value from secondary fish raw materials]. *Nizkotemperaturnye i pishhevye tehnologii v XXI veke: materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii*. SPb: ITMO. 2015. pp. 517-520.

3. Telishevskaya L.YA. *Belkovye gidrolizaty. Poluchenie, sostav, primenenie*. [Protein hydrolysates. Preparation, composition, application]. Moscow: Agrarnaya nauka. 2000. 296 p.
4. *Biotehnologiya moreproduktov: uchebnik / pod red. O.Ja. Mezenovoj*. [Seafood biotechnology: a textbook. Ed. by O.Ja. Mezenova]. Moscow: MIR, 2006. 560 p.
5. Vorob'ev V.I., Nizhnikova E.V. *Issledovanija po primeneniju rybnoj cheshui v razlichnyh otrasljah promyshlennosti (obzor)* [Studies on the application of fish scales in various industries (overview)]. *Izvestija KGTU*. 2017. No 45. pp. 147-159.
6. Sathivel S., Prinyawiwatkul W., Bechtel P. Functional and Nutritional Properties of Red Salmon (*Onchorynchus nerka*) Enzymatic Hidrolysates. *JFS C: Food Chemistry and Toxicology*. Vol. 70, No.6. 2005. pp. 401-405
7. Razumovskaja R.G. *Netradicionnye sposoby pererabotki rybnogo syr'ja dlja poluchenija produkcii celevogo naznachenija* [Non-traditional ways of processing fish raw materials for obtaining products for special purposes]. *Biotehnologicheskie processy i produkty pererabotki bioresursov vodnyh i nazemnyh jekosistem: materialy Pervoj Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, posvjashhennoj 450-letiju goroda Astrahani, 30 sentjabrja —3 oktjabrja 2008*. Astrahan': AGTU. 2008. pp. 46-49.
8. Baydalinova L.S. *Biohimija gidrobiontov: laboratornyj praktikum*. [Biochemistry of hydrobionts: laboratory practice]. Moscow: MORKNIGA. 2017. 335 p.
9. GOST 7636-85. *Ryba, morskie mlekopitajushhie, morskie bespozvonochnye i produkty ih pererabotki. Metody analiza*. [Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis]. Moscow: Publishing house of standards. 2010. 123 p.
10. Chukicheva I.Ju. *Antioksidantnye svojstva terpenofenolov* [Antioxidant properties of terpenophenols]. *Izvestija RAN*. 2010. No 12. p. 2220-2224.
11. Bazarnova Ju.G. *Fitojeksrakty – prirodnye inhibitory porchi pishhevych produktov (obzor)* [Phytoextracts - natural inhibitors of food spoilage (review)]. *Nauchnyj zhurnal SPbG-NiPT Serija «Processy i apparaty pishhevych proizvodstv»*. 2010. No 2. p. 1-11.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Байдалинова Лариса Степановна

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры пищевой биотехнологии, член-корреспондент Международной Академии холода.

E-mail: larisa.baydalinova@klgtu.ru

Baydalinova Larisa Stepanovna

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Professor of The Department of The Food Biotechnology, PhD in Engineering, Associate Professor, Corresponding Member of International Academy of Cold

E-mail: larisa.baydalinova@klgtu.ru

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:
236029, Калининград, ул. Профессора Баранова, 43, КГТУ, УК 1, каб. 106.

Байдалинова Л.С.

8(4012)56-48-07