

Аспирант В.В. Щетинский, профессор Ю.В. Шокина,
магистрант В.В. Павлова, магистрант И.В. Саенкова
(Мурманский гос. технич. ун-т) кафедра технологий пищевых производств.
тел. (8152) 254-474
E-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

Graduate V.V. Shchetinskii, professor U.V. Shokina,
master student V.V. Pavlova, master student I.V. Saenkova
(Murmansk state technical university) Department of technology of food industry.
phone (8152) 254-474
E-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

Обоснование режимов тепловой обработки полуфабриката из ската звездчатого при производстве рыбной кулинарной продукции функционального назначения

Justification of modes thermal processing of the semifinished thorny skate to production of fish culinary products of functional purpose

Реферат. Ценный недоиспользуемый промысловый объект Северного бассейна – скат звездчатый из семейства хрящевых рыб, на промысел которого отсутствует квота, следует рассматривать как рентабельное и биологически полноценное сырье для производства широкого ассортимента пищевой продукции, обогащенной хондроитинсульфатом. Предложен запатентованный способ предварительной тепловой обработки разделанного полуфабриката из ската, позволяющий решить проблему высокого содержания мочевины в мышечной ткани рыбы, являющуюся основным препятствием для промышленной переработки ската на пищевые цели. Обоснованы режимы предварительной и финальной тепловой обработки для широкого ассортимента рыбной кулинарной продукции функционального назначения из ската. Проведена оценка расчетным методом показателей биологической ценности белков готовой кулинарной продукции из ската с учетом экспериментально установленных потерь массы, белков и жиров на всех этапах тепловой обработки полуфабриката. Экспериментально подтверждено высокое содержание хондроитинсульфата в готовой кулинарной продукции, что позволяет рассматривать ее как продукцию функционального назначения. Итогом проведенных исследований явилась разработка рецептуры и технологии изготовления рыбной кулинарной продукции функционального назначения широкого ассортимента на основе использования мяса ската звездчатого. Комплексные физико-химические исследования сырья, полуфабриката и готовой продукции позволили разработать нормы отходов, потерь и выхода готовой продукции, оптимизировать рецептуру продукции и технологические режимы ее изготовления. Экспериментально определен ряд показателей пищевой ценности новой продукции, проведена комплексная оценка ее качества, подтвердившая ее улучшенные потребительские свойства по сравнению с аналогичной рыбной продукцией, представленной на потребительском рынке г. Мурманска.

Summary. Raja radiata, the non-conventional object of commercial fishing in North-East Atlantic region which is not under fishing quota should be declared as a cost-effective full bio raw material for the broad line food production enriched with chondroitin sulfate (a valuable biological component with proved anti-inflammatory and anti-tumor acting). The main obstacle for the industrial food processing of the Raja radiata is a high level of urea in the muscle tissue. The patented technical solution to this problem is being proposed. Justified modes of preliminary and final heat treatment for a wide range of fish culinary products of functional purpose of the Raja radiata. Assessed by calculation of indicators of the biological value of the protein ready culinary products of the fish with regard to experimentally established weight loss, protein and fat at all stages of the thermal treatment of the material. The high level of chondroitin sulfate in the culinary finished product is experimentally confirmed. The outcome of the research was the development of formulations and manufacturing fish culinary products functionality of a wide range based on the use of Raja radiata meat. Complex physico-chemical analysis of raw materials, semi-finished and finished products allowed to develop standards of waste, loss, and output of finished products, to optimize the formulation of products and technological conditions of its production. Experimentally determine some parameters of the nutritional value of new products, comprehensive assessment of its quality, which confirmed its improved handling compared to the same fishery products provided to the consumer market in Murmansk.

Ключевые слова: скат звездчатый, мочевина, тепловая обработка, хондроитинсульфат, кулинарная рыбная продукция, показатели биологической ценности

Keywords: Raja radiata, urea, heat treatment, chondroitin sulfate, cooking fish products, indicators of biological value

© Щетинский В.В., Шокина Ю.В., Павлова В.В., Саенкова И.В., 2014

Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р одной из основных задач пищевой и перерабатывающей промышленности России называет развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических пищевых продуктов [1].

В рамках реализации данной задачи применительно к рыбной отрасли одним из наиболее перспективных направлений представляется разработка и совершенствование технологий рыбной кулинарной продукции функционального назначения из водного сырья.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» функциональным считается пищевой продукт, предназначенный для регулярного употребления в составе пищевого рациона всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

С учетом изложенного выше, актуальную цель проводимых исследований представляет разработка технологий рыбных кулинарных продуктов функционального назначения на основе использования ската звездчатого (*Raja radiata*) – нетрадиционного промыслового объекта Северного бассейна, богатого эссенциальными, микро- и макронутриентами.

К особенностям химического состава хрящевой ткани ската относится большое содержание в ней протеогликанов, среди которых и компонент хряща ската – кислый мукополисахарид – хондроитинсульфат, который активно применяется в комплексной терапии для успешного лечения новообразований сосудов и воспалительных заболеваний костной и хрящевой ткани человека различной этиологии. Последнее обстоятельство позволяет при установлении достаточно высокого содержания хондроитинсульфата в готовой кулинарной продукции из ската звездчатого однозначно рассматривать ее как продукцию функционального назначения, способную сыграть важную роль в профилактике у российского потребителя сосудистых онкозаболева-

ний и воспалительных заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Таким образом, использование ската звездчатого в технологии рыбной кулинарной продукции, обоснованно и целесообразно.

Для достижения поставленной цели исследований были сформулированы следующие задачи:

- установить нормы отходов и потерь при первичной обработке сырья – ската звездчатого;
- разработать технологические схемы производства рыбной кулинарной продукции функционального назначения на основе использования мышечной ткани и хрящей ската звездчатого;

- обосновать режимы первичной тепловой обработки (ПТО) разделанного полуфабриката ската звездчатого с целью эффективного удаления мочевины;

- обосновать режимы финальной тепловой обработки (ФТО) полуфабриката ската звездчатого при изготовлении широкого ассортимента вторых рыбных блюд в потребительской упаковке с целью минимизации потерь ценных пищевых компонентов и сохранения биологической ценности готового продукта.

Результаты экспериментов по изучению размерно-массового состава ската звездчатого с целью обоснованию норм отходов и потерь при разделке представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Размерно-массовый состав ската звездчатого

Показатель	Единица измерения	Содержание показателя
Масса целой рыбы	г	1112,6±103,65
Плавники	% от массы целой рыбы	8,9±0,29
Крылья		28,4±2,67
Внутренности		14,3±2,61
Голова		19,3±1,72
Тело ¹		24,2±3,04
Хвостовой плавник		3,2±0,72
¹ тушка без крыльев и хвостового плавника		

Эксперимент проводился на мороженом сырье, использовали неразделанный скат по ТУ 9261-028-00038155 «Скат мороженный полуфабрикат для промышленной переработки».

Основным препятствием для промышленной переработки ската звездчатого на пищевые цели является высокое содержание мочевины (в количестве от 1,2 до 2 %) в мышеч-

ной ткани в силу особенности обмена веществ у хрящевых рыб. Повышенное содержание карбамида придает мясу горьковатый привкус и является причиной появления аммиачного запаха при тепловой обработке или при хранении готовой продукции. Часть карбамида можно удалить путем отмочки мяса в воде или путем посола в растворах поваренной соли концентрацией выше 10 %. В готовом продукте, по мнению исследователя Скачкова В.П., допускается до 1,2 % карбамида. Эта концентрация является пороговой, и ее превышение приводит к ухудшению вкуса и консистенции продукта. Таким образом, решение технологической задачи удаления мочевины из мышечной ткани ската является ключевой задачей разработки любой пищевой технологии его переработки, в том числе технологии кулинарной продукции [2-4].

Исходя из свойств мочевины, целесообразно предположить, что эффективным способом ее удаления из мышечной ткани ската будет тепловое разложение при температуре выше 60 °С, что возможно при ПТО.

С целью обоснования способа удаления мочевины из мышечной ткани ската на этапе ПТО эксперименты проводили для двух способов – бланширования в воде и водяным паром. Бланширование в воде температурой 96-98 °С проводили для двух вариантов гидро модуля – при соотношении рыба:вода 1:1 и 1:2. Экспериментально определяли потери массы при разных способах бланширования, а также оценивали полноту удаления мочевины по изменению содержания различных форм азота (небелкового (НБА, %), аминного (АА, %) и азота летучих оснований (АЛО, мг%)). Результаты эксперимента приведены в таблицах 2-4.

Т а б л и ц а 2

Результаты эксперимента по обоснованию способа и режимов ПТО ската звездчатого

Способ ПТО	Длительность ПТО, мин	Потери массы, %	Выход полуфабриката, %
Бланширование водой, рыба:вода 1:1	1,0	14,25	92,61
	2,5	14,42	85,58
Бланширование водой, рыба:вода 1:1	1,0	14,61	85,39
Бланширование паром	3,0	8,13	91,87
	5,0	14,84	85,16

Как показали эксперименты, потери массы при бланшировании водой и паром в течение 5 минут существенно не различаются. Однако при обработке паром в течение 5 минут имеет место ухудшение органолептических свойств полуфабриката (размягчение мышечной ткани) и недопустимо высокие потери жира. Поэтому данный режим отклонен.

Т а б л и ц а 3

Результаты экспериментов по обоснованию способа и режимов ПТО ската заездчатого с целью оптимизации потерь жира при ее выполнении

Способ ПТО	Массовая доля жира, %		Потери жира при ПТО, %	Сохранность жира, %
	до ПТО	после ПТО		
Бланширование водой (соотношение рыба:вода 1:1) 1 мин	0,39	0,38	2,56	97,44
Бланширование водой (соотношение рыба:вода 1:2) 1 мин	0,39	0,38	2,56	97,44
Бланширование паром 3 мин	0,39	0,18	46,15	53,85
Бланширование паром 5 мин	0,39	0,21	53,85	46,15

Т а б л и ц а 4

Результаты экспериментов по обоснованию способа и режимов ПТО ската звездчатого с целью оптимизации потерь белка

Способ ПТО	Сырой протеин СП, %	Истинный протеин ИП, %		Потери белка при ПТО, %	Сохранность белка, %	
		до ПТО	после ПТО			
Бланширование водой	1:1	23,50	15,69	14,31	8,79	91,21
	1:2	22,06	14,38	13,00	9,59	90,41
Бланширование паром 5 мин	25,38	17,63	15,75	10,66	89,34	

Сравнение оставшихся трех режимов для двух способов бланширования показало, что целесообразно рекомендовать в качестве основного способа ПТО крыльев ската бланширование водой при соотношении рыба:вода 1:1 в течение 1 минуты. Данный способ и режим обеспечивают хорошее качество полуфабриката с учетом его последующей обработки и приемлемые потери массы и жира.

Анализ данных, приведенных в таблице 4, позволяет сделать вывод о том, что потери белка при бланшировании разными способами и при различных технологических режимах отличаются несущественно.

Интересен анализ изменений соотношения разных форм азота в мышечной ткани ската звездчатого при различных способах ПТО. Эксперименты показали, что в процессе бланширования активно протекает гидролиз белка, о чем свидетельствует рост показателя АА при всех его способах: от 0,160 и 0,165 % при бланшировании водой в течение 1 минуты (соотношение рыба:вода 1:1 и 1:2 соответственно) до 0,178 % при бланшировании паром в течение 5 минут. Это свидетельствует о некотором более значительном снижении биологической ценности белка рыбы при бланшировании паром по сравнению с бланшированием водой. Относительно первичного содержания АА в рыбе (100 %) максимальный рост составляет + 4,71 % при бланшировании паром против 3,03 % при бланшировании водой.

Косвенно этот вывод подтверждается экспериментальными данными по определению небелкового азота в полуфабрикате до и после ПТО. Так, рост содержания НБА относительно его первичного содержания в полуфабрикате до ПТО составляет максимально 24,19 % при бланшировании паром в течение 5 минут. При бланшировании водой в течение 1 минуты вне зависимости от соотношения рыбы и воды рост показателя НБА составил всего 17,56 и 17,88 % с незначительным расхождением в пределах статистической погрешности.

Анализ полученных в ходе экспериментов данных показал, что наиболее оптимальным с точки зрения сохранения высокой биологической ценности полуфабриката и минимизации потерь массы, является режим бланширования водой при температуре от 96 до 98 °С в течение 1 минуты при соотношении рыба : вода 1:1. Бланширование паром в течение 5 минут дает полуфабрикат, пригодный для последующей разделки, однако его биологическая ценность ниже.

Обоснование способа и режимов ПТО ската звездчатого (Патент РФ на изобретение № 2495599) позволило разработать технологии изготовления широкого ассортимента рыбной кулинарной продукции (рыба заливная, в желе, рыбные зельцы и студни в потребительской упаковке; рыба запеченная с гарниром в соусах в потребительской упаковке в ассортименте; пельмени рыбные замороженные «Трескачи»; пироги и пирожки печеные с рыбной начинкой).

Обоснование режимов ФТО при изготовлении кулинарной продукции из ската звездчатого проведено для продукции «рыба запеченная с гарниром в соусе в потребительской упаковке» (форма для запекания из пищевого алюминия с крышкой вместимостью 350 см³). На этапе ФТО (запекание) имеет место снижение биологической ценности готовой продукции, поэтому необходима разработка режимов, позволяющих его минимизировать. После соединения компонентов продукта «Скат, запеченный с картофелем и грибами в сливочном соусе» запекание осуществляется горячим воздухом при температуре 200-220 °С в течение 20 минут.

Результаты экспериментального исследования изменений массы и химического состава полуфабриката на этапе ФТО обработки приведены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5

Результаты экспериментов по обоснованию режимов ФТО (запекание) кулинарной продукции из ската звездчатого с целью оптимизации потерь при обработке

Продукт	ИП, %		Потери белка при ФТО, % от исходного содержания (до ФТО)	Сохранность белка при ФТО, %	Потери жира при ФТО, % от исходного содержания (до ФТО)	Сохранность жира при ФТО, %
	до ФТО	после ФТО				
1	6,88	6,38	7,27	92,73	3,85	96,15
2	8,50	8,19	3,65	96,35	-	-
3	7,88	7,81	0,9	99,10	11,15	88,85

Продукт 1 – скат, запеченный с картофелем и грибами в сливочном соусе;
 продукт 2 – треска с добавлением ската (в соотношении 1:1), запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе;
 продукт 3 – треска, запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе.

Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод о том, что потери белка для кулинарной продукции, изготовленной по разработанной рецептуре с добавлением мяса ската звездчатого и без него, отличаются существенно. Продукция, изготовленная из трески атлантической с добавлением мяса ската звездчатого, занимает промежуточное положение по потерям белка при запекании. При этом содержание белка (ИП) максимально в готовой кулинарной продукции из трески атлантической с добавлением мяса ската звездчатого, что свидетельствует о ее максимальной биологической ценности по сравнению с продукцией только из ската звездчатого и продукцией только из трески атлантической.

Интересен анализ изменений соотношения разных форм азота в готовой продукции в зависимости от рецептуры. Так, эксперименты показали, что в процессе запекания активно протекает гидролиз белка в продукции из ската и трески, о чем свидетельствует рост показателя АА после запекания на 17,8 и 7,5 % от исходного содержания (до ФТО) соответственно. Гидролиз белка в продукции из трески протекает менее активно, о чем свидетельствует рост показателя АА после запекания всего на 4,25 % от исходного содержания (до ФТО). Косвенно этот вывод подтверждается экспериментальными данными по определению НБА в продукте до и после запекания. Так, рост содержания НБА относительно его исходного содержания (до ФТО), составляет максимально 31,25 % в продукции из трески с добавлением мяса ската, в продукции из ската этот показатель растет на 20,5 %. Минимальный рост НБА наблюдается в продукции из трески 12,5 %.

Оптимальное решение задачи оптимизации рецептур по четко обозначенным критериям может быть достигнуто с помощью ее формализованного математического описания – математической модели, отражающей в аналитическом виде множество функциональных связей между технологическими, экономическими и другими параметрами сырьевых компонентов, требуемыми характеристиками готовой продукции (целевая функция) и рядом ограничений, вытекающих из нормативной и технической документации.

Предложено решение задачи оптимизации рецептур кулинарной продукции по критерию достижения ее максимальной биологической ценности на основе известных данных об общем химическом и аминокислотном составе рецептурных компонентов, включая ска-

та звездчатого, с использованием программы для работы с электронными таблицами в программной среде MS Excel. Результаты расчета представлены в таблице 6.

Биологическую ценность белка готовой кулинарной продукции оценивали по следующим показателям: коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка, доли единицы (д.е.); показатель избыточности содержания незаменимых аминокислот, г/100 г белка; коэффициент сопоставимой избыточности белка, г/100 г белка; биологическая ценность белка (БЦ), %; коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), %.

Все показатели в представленном перечне определяются при условии известного аминокислотного состава готовой продукции. Очевидно, что многократное экспериментальное определение аминокислотного состава продукции для множества вариантов рецептур с целью их оптимизации по критерию достижения максимальной биологической ценности представляет очевидные трудности, справиться с которыми позволяют современные средства автоматизированного проектирования многокомпонентных продуктов питания.

Оптимальное решение задачи оптимизации рецептур по четко обозначенным критериям может быть достигнуто с помощью ее формализованного математического описания – математической модели, отражающей в аналитическом виде множество функциональных связей между технологическими, экономическими и другими параметрами сырьевых компонентов, требуемыми характеристиками готовой продукции (целевая функция) и рядом ограничений, вытекающих из нормативной и технической документации.

Предложено решение задачи оптимизации рецептур кулинарной продукции по критерию достижения ее максимальной биологической ценности на основе известных данных об общем химическом и аминокислотном составе рецептурных компонентов, включая ската звездчатого, с использованием программы для работы с электронными таблицами в программной среде MS Excel. Результаты расчета представлены в таблице 6

Разработанная методика предполагает использование для расчета содержания в продукте незаменимых аминокислот экспериментально, установленных потерь массы и белков на всех этапах тепловой технологической обработки, что значительно повышает точность расчета.

Т а б л и ц а 6

Показатели биологической ценности кулинарной продукции «Вторые рыбные обеденные блюда»

Продукт ¹	Показатели биологической ценности белка готового продукта				
	1	2	3	4	5
1	0,72	4,56	3,76	89,24	10,76
2	0,73	5,94	5,12	96,13	3,87
3	0,73	7,35	6,66	98,67	1,33
1 - Коэффициент утилитарности аминокислотного состава белка U, д. е.;					
2 - Показатель избыточности содержания незаменимых аминокислот, г/100 г белка;					
3 - Коэффициент сопоставимой избыточности белка, г/100 г белка;					
4 - Биологическая ценность белка, %;					
5 - КРАС, %					

В образцах разработанной готовой кулинарной продукции содержание хондроитинсульфата колеблется от 22 до 24 мг на 100 г

ЛИТЕРАТУРА

1 Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828>.

2 Шокина Ю.В., Ершов А.М., Бражная И.Э., Перетрухина А.Т. и др. Совершенствование и развитие технологических процессов получения пищевой продукции из водного сырья // Вестник МГТУ. 1998. Т. 1. № 1. С. 43–49.

3 Шокина Ю.В., Щетинский В.В., Порцель М.Н., Петров Б.Ф. и др. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции «Рыба запеченная с гарниром в соусах» на основе использования ската колючего // Наука и образование – 2011: междунар. науч.-практ. конф., 4–13 апр. 2011 г. Мурманск, 2011. С. 952–958.

4 Щетинский В.В., Шокина Ю.В., Петров Б.Ф., Шамаилова З.М. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции «Рыба, запеченная с гарниром в соусах» на основе использования мяса ската колючего // Состояние и перспективы развития рыбной промышленности Северного бассейна: материалы докладов науч.-практ. конференции 17–18 ноября 2011 г. Мурманск, 2011. С. 119–123.

продукции (исследования проведены на базе лаборатории биохимии гидробионтов ФГУП «ПИНРО»), что позволяет однозначно оценивать ее как продукцию функционального назначения.

Итогом проведенных исследований явилась разработка рецептуры и технологии изготовления рыбной кулинарной продукции функционального назначения широкого ассортимента на основе использования мяса ската звездчатого. Комплексные физико-химические исследования сырья, полуфабриката и готовой продукции позволили разработать нормы отходов, потерь и выхода готовой продукции, оптимизировать рецептуру продукции и технологические режимы ее изготовления. Экспериментально определен ряд показателей пищевой ценности новой продукции, проведена комплексная оценка ее качества, подтвердившая ее улучшенные потребительские свойства по сравнению с аналогичной рыбной продукцией, представленной на потребительском рынке г. Мурманска.

REFERENCES

1 Strategiaia razvitiia pishchevoi i pererabatyvaushchei promyshlennosti Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 goda [Strategy of development of food and processing industry of the Russian Federation for the period up to 2020 (approved by the government. decree of the Government of the Russian Federation of April 17, 2012 N 559-R)]. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70067828/>. (In Russ.).

2 Shokina Iu.V., Ershov A.M., Brazhnaia I.E., Peretrkhina A.T. Improvement and development of technological processes of obtaining of food products from aquatic raw material. Vestnik MGTU. [Bulletin of MSTU], 1998, vol. 1, no. 1. pp. 43–49. (In Russ.).

3 Shokina Iu.V., Shchetinskii V.V., Portsel' M.N., Petrov B.F. Development of technology-enriched cooking fish products «Baked Fish with garnish in sauces» on the basis of use of the buckler skate. Nauka i obrazovanie – 2011. Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia. [Science and education – 2011. Int. science-practical. conf.], Murmansk, 2011. pp. 952–958.

4 Shchetinskii V.V., Shokina Iu.V., Petrov B.F., Shamailova Z.M. Development of technology-enriched cooking fish products «Baked Fish with garnish in sauces» on the basis of use of the buckler skate's meat. Sostoianie i perspektivy razvitiia rybnoi promyshlennosti severnogo basseina: materialy dokladov nauchno-prakticheskoi konferentsii. [Status and prospects of development of the fishing industry in the Northern basin: materials of the papers of science-practical conference], Murmansk, 2011. pp. 119–123.