

## Использование пептидов шпротного вторичного сырья в производстве соусной продукции

DOI

Доктор технических наук, профессор **О.Я. Мезенова** – заведующая кафедрой;

студентка направления «Биотехнология» **Е.В. Андреева** – Кафедра пищевой биотехнологии Калининградского государственного технического университета (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Доктор наук **J.-Th. Mörsel** – генеральный директор Научно-исследовательской и консультационной лаборатории, г. Альтландсберг, Германия

@ mezenova@kgtu.ru;  
andreeva.lizonka@gmail.com;  
thomas.moersel@ubf-research.com

### Ключевые слова:

высокотемпературный гидролиз, шпротные отходы, низкомолекулярные пептиды, соусная продукция, облепиха, функциональный пищевой продукт

### Keywords:

high-temperature hydrolysis, sprat waste, low molecular weight peptides, sauce products, sea buckthorn, functional food product

### THE USE OF PEPTIDES OF SPRAT SECONDARY RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF SAUCE PRODUCTS

Doctor of Technical Sciences, Professor **O.Ya. Mezenova** – Head of the Department; student of the direction "Biotechnology" **E.V. Andreeva** – Department of Food Biotechnology of *Kaliningrad State Technical University (KSTU)* Doctor of Sciences **J.-Th. Mörsel** – General Director of the *Research and Consulting Laboratory, Altlandsberg, Germany*

The relevance of the topic is justified by the demand for fish sauce products of increased nutritional value, the underutilization of the biopotential of sprat waste and sea buckthorn growing in the Kaliningrad region. The chemical composition, amino acid composition of proteins of the peptide and protein-mineral additives, made by the method of high-temperature hydrolysis from the heads of smoked sprats, was studied. The high biological activity and digestibility of the peptide sprat additive is shown. Using the method of mathematical planning of the experiment, a mathematical model was obtained that reflects an adequate relationship between the organoleptic assessment of the sauce and the content of the main components. On the basis of this model, the optimal dosages of the peptide additive and rye flour were established, which determine the desired taste, aromatic and structural properties of the sauce. The formulation and technology of four types of original sauce products with the use of sprat peptide additive, rye flour, cream and sea buckthorn oil have been developed. The formulation and technology of four types of original sauce products with the use of sprat peptide additive, rye flour, cream and sea buckthorn oil have been developed. The organoleptic quality indicators of the resulting sauces with and without the addition of sea buckthorn oil have been established. The general chemical composition of sauce products was studied, indicating its balance in terms of the content of proteins, fats and carbohydrates. A high content of carotenoids in sauces with sea buckthorn additives and their functionality in terms of beta-carotene content have been established. The general chemical composition of sauce products was studied, indicating its balance in terms of the content of proteins, fats and carbohydrates. A high content of carotenoids in sauces with sea buckthorn additives and their functionality in terms of beta-carotene content have been established.

### АКТУАЛЬНОСТЬ

Дефицит качественного белка в рационе человека сегодня остается одной из главных проблем продовольственной безопасности в России. При физиологической суточной норме белка 70-90 г среднее статистическое россиянин потребляет животного белка не более 60 г. [1]. Источником полноценного белка и незаменимых аминокислот могут стать органические белковые массы побочного рыбного сырья [2; 3].

В Калининградской области балтийская килька относится к одному из основных объектов промысла. Здесь вырабатывается около 80% всех российских консервов «Шпроты в масле». При этом на всех рыбоконсервных предприятиях остро стоит вопрос о переработке отходов – голов кильки горячего копчения [4]. На основных производителях данных консервов – рыбоконсервном комплексе ООО «РосКон» и СПК «Рыболовецкий колхоз «За Родину» – за сутки накапливается от 700 кг до 2 т копченых голов кильки. При этом в ближайшее время на СПК «За Родину», с запуском на полную мощность нового консервного цеха, их количество может увеличиться до 6-8 т/сутки. Эти рыбные отходы обладают ценным химическим составом, поскольку являются источником полноценного белка, жира и минеральных веществ (кальция, фосфора и др.). Важно, что копченое сырье не может быть использовано в кормовом производстве, поскольку содержит коптильные компоненты, противопоказанные животным. Напротив, в питании человека копченые рыбные продукты исторически являются желанными закусочными продуктами, а присутствие коптильных компонентов ускоряет процесс переваривания, интенсифицируя выделение желудочного сока [5].

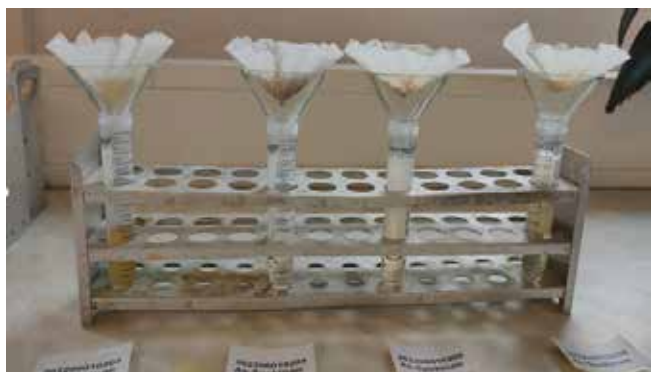
На кафедре пищевой биотехнологии разработана технология, позволяющая из данного сырья получать пептидные и белково-минеральные добавки методом глубокого высокотемпературного гидролиза. В получаемой пептидной добавке содержится до 90% низкомолекулярных пептидов с молекулярной массой (ММ) менее 10 кДа. Установлено, что пептиды этой размерной группы, полученные из коллагенсодержащего рыбного сырья, потенциально обладают высокой биологической активностью, тканеспецифичностью, антисептическими и антиоксидантными свойствами, а также являются источниками ценных аминокислот, участвующими в синтезе многих тканей, в том числе – опорно-двигательного аппарата [6; 7]. Данные характеристики обуславливают актуальность их использования во многих пищевых системах. Апробирован их положительный эффект в продуктах спортивного питания [8], мясных функциональных продуктах [9], в составе биопродуктов антистрессового назначения [10]. С учетом порошкообразного состояния, специфических органолептических свойств (присутствуют аромат и вкус копченой рыбы),

Актуальность темы обоснована востребованностью рыбной соусной продукции повышенной пищевой ценности, недоиспользуемостью биопотенциала шпротных отходов и произрастающей облепихи в Калининградской области. Исследован химический состав, аминокислотный состав белков пептидной и белково-минеральной добавок, изготовленных способом высокотемпературного гидролиза из голов копченой кильки. Показана высокая биологическая активность и усвояемость пептидной шпротной добавки. Методом математического планирования эксперимента получена математическая модель, отражающая адекватную зависимость между органолептической оценкой соуса и содержанием основных компонентов. На основании данной модели установлены оптимальные дозировки пептидной добавки и ржаной муки, обуславливающие заданные вкусо-ароматические и структурные свойства соуса. Разработаны рецептура и технология оригинальной соусной продукции четырех видов с использованием шпротной пептидной добавки, ржаной муки, сливок и облепихового масла. Установлены органолептические показатели качества полученных соусов с добавлением и без добавления облепихового масла. Исследован общий химический состав соусной продукции, свидетельствующий об ее сбалансированности по содержанию белков, жиров и углеводов. Установлено высокое содержание в соусах с облепиховой добавкой каротиноидов и их функциональность по содержанию бета-каротина. Показана безопасность разработанных соусов по содержанию стеролов, в том числе наличию холестерина. Предложены рекомендации по употреблению оригинальной соусной продукции в соответствии с суточными нормами потребления биологически активных компонентов.

высокой биологической ценности и полной растворимости в водных системах рационально применение получаемых пептидных добавок в соусной продукции.

На территории Калининградской области широко произрастает облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.), ягоды которой являются источником ценных липидов, витаминов, минеральных веществ. Из нее получают пищевые продукты более 1000 наименований (соки, масла, джемы, вина и др.). На сегодняшний день этот потенциал в регионе, к сожалению, полноценно не реализуется, хотя ее плоды можно назвать концентратом биологически активных компонентов, в том числе – минорных парафармацевтиков. Особенно много в плодах облепихи витаминов С, А, каротиноидов, бета-каротина, токоферолов [11].

По данным Минздрава РФ и мониторинга ученых, в среднем у 60-80% населения России наблюдается дефицит витамина А в питании [12]. Бета-каротин обладает выраженными антиоксидантными свойствами, является биологически активным участником синтеза ви-



**Рисунок 1.** Подготовка проб к анализу аминокислотного состава пептидной биодобавки

**Figure 1.** Preparation of samples for the analysis of the amino acid composition of a peptide supplement

тамина А, который играет важную роль в развитии лимфоцитов и реакции иммунной системы, необходим для поддержания работы клеток кожи, дыхательной и пищеварительной систем. Установлено повышенное количество бета-каротина и токоферола (витамин Е) в жировой фракции плодов облепихи, которые являются

активными натуральными антиоксидантами [13; 14].

Литературные данные о применении облепиховых компонентов (добавок на основе жмыха, масла, сока) также свидетельствуют о рациональности их введения в различные продукты, в том числе соусные композиции [15; 16].

Соусы занимают привлекательную нишу на рынке пищевых продуктов, они не только улучшают вкусо-ароматические характеристики многих вторых блюд, но и возбуждают аппетит, тем самым повышая усвояемость пищи. Соусы являются продуктом массового потребления поликомпонентного состава. Одним из преимуществ соусной продукции является возможность моделирования его рецептов, в том числе путем обогащения ценными биологически активными веществами. В этой связи проектирование соуса, обогащенного низкомолекулярными пептидами шпротного происхождения и биологически активными компонентами облепихи представляется перспективным. В зависимости от состава такие композиции могут потенциально обладать гастрономической привлекательностью, функциональностью и профилактическим эффектом.

Целью исследования являлась оценка пищевого биопотенциала низкомолекулярных пеп-

**Таблица 1.** Содержание белка и жира в шпротных добавках, г/100 г /  
**Table 1.** Protein and fat content of sprat additives, g/100 g

Показатель	Пептидная добавка	Минерально-белковая добавка
Белок	81,4	60,9
Жир	4,2	11,0

**Таблица 2.** Аминокислотный состав пептидной добавки /  
**Table 2.** Amino acid composition of the peptide supplement

Аминокислоты	Содержание, г/100г белка
Аланин	9,56
Аргинин	1,13
Аспарагин	0,29
Аспарагиновая кислота	1,11
Глутамин	1,18
Глутаминовая кислота	2,95
Глицин	3,22
Гистидин	13,27
Изолейцин	1,62
Лейцин	2,77
Лизин	3,93
Метионин	0,84
Орнитин	0,71
Фенилаланин	1,4
Пролин	1,26
Серин	2,26
Таурин	28,17
Треонин	1,73
Тирозин	1,55
Валин	2,42



тидов, полученных из голов копченой кильки, и облепихового масла, а также разработка оригинальных рецептур соусов и обоснование их применения.

### ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные эксперименты проводили в научно-исследовательской лаборатории UBF Untersuchungs-, Beratungs-, Forschungslaboratorium GmbH в Альтлансберге, Германия.

В головах копченой кильки содержатся белки со всеми незаменимыми аминокислотами, уникальные жиры с полиненасыщенными жирными кислотами, витамины группы В, микроэлементы, нуклеиновые кислоты, водорастворимые азотистые соединения, полезные копильные компоненты, выполняющие в сырье функции консервантов, антиоксидантов, вкусо-ароматических добавок [17]. Для получения пептидной фракции шпротное сырье измельчали, термически высокотемпературным способом гидролизовали в водной среде, а образующую суспендированную массу фракционировали центрифугированием. Водная часть гидролизата направлялась на концентрирование и сублимирование, представляя собой пищевую добавку, состоящую из низкомолекулярных пептидов с содержанием условного белка более 80%. Осадочная фракция, не отдельно растворившаяся в воде, фракция сушивалась конвекционно, после чего тонко измельчалась с получением пищевой добавки минерально-белкового состава. Обе добавки имели мелкодисперсную структуру, коричневый цвет, аромат и вкус были специфическими, со «шпротными» оттенками [18].

В экспериментах использовали облепиховое масло марки Alpvital, которое выполняло роль не только источника БАВ, но и носителя специфических вкусо-ароматических свойств соуса, а также компенсировало некоторые «шпротные» ароматы.

При оценке биопотенциала сырья использовали следующие методики: количественное определение белка проводили методом Кьельдаля (ГОСТ 7636); содержание жира определяли гравиметрическим методом с экстракцией по Сокслету (ГОСТ 7636); содержание каротиноидов проводили фотоколориметрическим методом; для оценки безопасности по содержанию стеролов использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии. Аминокислотный состав определяли методом спектрального анализа с применением газовой хроматографии (рис. 1, 2).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения содержания белка в пептидной и минерально-белковой добавках, полученных из голов копченой кильки, представлены в таблице 1. Видно, что пептидная добавка является концентратом протеинового материала (81,4%) при низкой жирности (4,2%), хотя в минерально-белковой добавке содержа-

ние протеина также довольно высокое (60,9%). Однако повышенная жирность (11,0%) и специфические свойства (нерастворимость в водных системах) не позволили нам рекомендовать эту добавку к использованию в сухих продуктах.

Для оценки пищевой ценности белка был проведен аминокислотный анализ пептидной добавки, показавший, что она содержит все незаменимые аминокислоты, за исключением триптофана, который разрушается при подготовке пробы (табл. 2). Из заменимых аминокислот установлено повышенное содержание таурина (28,17%), гистидина (13,27%) и аланина, которые выполняют важные физиологические функции в организме. Таурин (2-аминоэтансульфоновая кислота) может поставляться в организм исключительно с животным сырьем, особенно богаты им морепродукты. Это основной осморегулятор клетки, мембранный протектор, регулятор внутриклеточного кальция, обладающий свойствами антиоксиданта,



**Рисунок 2.** Анализ содержания жира в образцах биодобавок

**Figure 2.** Analysis of fat content in dietary supplement samples

детоксикатора, который участвует в обмене жиров и жирорастворимых витаминов, влияет на воспалительные процессы. Одна из ключевых функций таурина, о которой стало известно сравнительно недавно, это защита тканей организма от стресса и поражений [19]. Гистидин входит в состав активных центров многих ферментов, является предшественником в биосинтезе гистамина. Он необходим для образования гемоглобина, отвечающего за перенос кислорода и углекислого газа в организме. Кроме того, гистидин помогает выводить из организма тяжелые металлы, восстанавливать ткани и укреплять иммунитет [20].

При проектировании рецептуры соуса, в качестве основы (контроля), была взята классическая рецептура сливочного соуса, в составе которой основными компонентами являются пшеничная мука и сливки [21].

В экспериментальных рецептурах проектируемого соуса вместо пшеничной использовали ржаную муку, поскольку известно ее более высокое содержание пищевых волокон, являющихся не только функциональными ингредиентами (по ГОСТ Р 54059-2010), но и обладающих эмульгирующими свойствами, что важно при получении многокомпонентных соусов, устойчивых по консистенции [22]. Литературные данные были подтверждены авторскими исследованиями составов пшеничной и ржаной муки, использованных в экспериментах (табл. 3). Анализ полученных данных позволил сделать выбор в пользу ржаной муки еще и по показателю калорийности, как менее



**Рисунок 3.** Опытные образцы соусов

Figure 3. Experimental samples of sauces

калорийного компонента соусов, что важно при разработке диетических и низкокалорийных заливок.

Для оптимизации рецептуры соуса по основным вкусовым и структурообразующим компонентам использовали один из методов математического моделирования, а именно – центральный ортогональный композиционный план 2-го порядка для двух факторов [23]. В качестве параметра оптимизации ( $Y$ ) использовали органолептическую оценку соуса, оцененную по 5-бальной шкале с шагом от 1 до 5. В качестве изменяемых факторов были выбраны:  $X_1$  – масса пептидной добавки (г/100 г) с интервалом варьирования 2 г/100 г и  $X_2$  – масса ржаной муки (г/100 г) с интервалом варьирования 0,5 г/100 г.

В результате проведения эксперимента и обработки полученных данных была разработана первоначально кодированная математическая модель, адекватно свидетельствующая о величине влияния ключевых факторов состава соуса ( $X_1$  и  $X_2$ ) на его органолептические свойства ( $Y$ ). Видно, что общая органолептическая оценка продукта зависит в большей степени от массы пептидной добавки.

$$Y = 0,042 + 0,42X_1 - 0,5 \cdot X_1 \cdot X_2 + 2,79 \cdot X_1^2 + 1,35 \cdot X_2^2$$

**Таблица 3.** Сравнительные характеристики основных показателей химического состава пшеничной и ржаной муки [10] / **Table 3.** Comparative characteristics of the main indicators of the chemical composition of wheat and rye flour [10]

Показатель	Пшеничная мука	Ржаная мука
Калорийность, ккал/100г	334	298
Белок, г/100г	10,8	8,9
Жир, г/100г	1,3	1,7
Углеводы, г/100г	69,9	61,8
Пищевые волокна, г/100г	3,5	12,4

**Таблица 4.** Рецептуры соусов с применением пептидной шпротной добавки, в г на 100 г соуса / **Table 4.** Recipes of sauces using a peptide sprat additive, in g per 100 g of sauce

	Контроль	Пептидный соус	Облепихово-пептидный соус	Облепихово-пептидный соус в разведении с водой 50:50	Облепихово-пептидный соус в разведении с водой 70:30
Пшеничная мука	2	-	-	-	-
Ржаная мука	-	2,5	2,5	2,5	2,5
Масло сливочное 72,5%	5	2	2	2	2
Сливки 10%	93	34,7	64,7	24,7	39,7
Пептидная добавка	-	8	8	8	8
Облепиховое масло	-	-	20	10	15
Вода	-	50	-	50	30
Соль	-	0,2	0,2	0,2	0,2
Перец Чили	-	0,2	0,2	0,2	0,2
Лимонный сок	-	2	2	2	2
Орегано	-	0,2	0,2	0,2	0,2
Базилик	-	0,2	0,2	0,2	0,2

**Таблица 5.** Органолептическая характеристика и содержание белка и жира в разработанной соусной продукции, г/100г / **Table 5.** Organoleptic characteristics and protein and fat content in the developed sauce products, g/100 g

Образец соуса	Органолептическая оценка	Белок	Жир
Контроль	Текстура однородная, густая, цвет молочный, по вкусу жирный, сливочный	2,76	12,95
Пептидный соус	Текстура однородная, более жидкая, цвет бежевый, аромат копчености с приятным привкусом копченой рыбы	7,63	5,04
Облепихово-пептидный соус	Текстура однородная, густая, цвет ярко-оранжевый, легкий аромат копчености, яркий кисловатый привкус облепихи	12,89	16,59
Облепихово-пептидный соус, разведение 50:50	Текстура однородная, жидкая, цвет светло-оранжевый, легкий аромат копчености, кисловатый привкус облепихи	5,49	10,65
Облепихово-пептидный соус, разведение 70:30	Текстура однородная, не густая, цвет оранжевый, легкий аромат копчености, кисловатый привкус облепихи	9,19	13,62

**Таблица 6.** Общий химический состав разработанных соусов / **Table 6.** General chemical composition of the developed sauces

Продукт	Белок, г на 100г продукта	Жир, г на 100г продукта	Углеводы, г на 100г продукта
Контроль	2,8	13,0	5,0
Пептидный соус	7,6	5,0	3,5
Облепихово-пептидный соус	12,9	16,6	4,3
Облепихово-пептидный соус, разведение 50:50	5,5	10,7	2,8
Облепихово-пептидный соус, разведение 70:30	9,2	13,6	3,4

Переход кодированной модели на натуральный уровень позволил получить модель, применимую для получения оценки качества и других прогнозов по свойствам нового соуса:

$$U = 0,70Mt^2 + 5,4Mm^2 - 0,5Mt * Mm - 9,7 * Mt - 22,9 * Mm + 66,6;$$

где  $Mt$  – масса пептидной добавки,  $Mm$  – масса муки.

На основании натуральной модели, методом ее дифференцирования, были найдены оптимальные значения дозировок пищевых ингредиентов в соусе: масса пептидной добавки – 8 г/100 г; масса муки – 2,5 г/100 г.

Следующим этапом исследования являлась подборка вкусо-ароматической рецептурной композиции с получением соусов высокой гастрономической привлекательности. В результате испытаний было приготовлено 5 опытных образцов:

- контроль, содержащий пшеничную муку и сливки;
- пептидный соус из ржаной муки, сливок и пептидной добавки;
- облепихово-пептидный соус с добавлением облепихового масла;
- облепихово-пептидный соус в разведении с водой 50:50;
- облепихово-пептидный соус в разведении с водой 70:30.

Рецептуры разработанных соусов представлены в таблице 4.

Технология производства экспериментальных образцов соусов включала следующие операции: приемка и оценка качества сырья; учет

количества сырья; растапливание сливочного масла; растворение в жировой фракции муки; смешивание со сливками; измельчение пептидной добавки со специями; смешивание всех ингредиентов; гомогенизация соуса; охлаждение; упаковка и маркировка продукта.

На рисунках 2 и 3 и в таблице 5 представлены экспериментальные данные по органолептической оценке и содержанию белка и жира в полученных образцах соуса.

Из данных рисунков 2,3 и таблицы 5 видно, что разработанные соусы имеют однородную текстуру, консистенция которой варьируется от густой до жидкой, в зависимости от разведения; вкус и аромат у всех соусов был приятный, с оттенком копчености; у облепихового соуса была выражена оригинальная кислинка. Данные соусы рекомендуется употреблять к рыбным блюдам, различным гарнирам и салатам в качестве оригинальной вкусовой добавки, а также – источника ценных аминокислот, натуральных жиров и витаминов облепихового происхождения. Рекомендуемое количество суточного потребления – до 200 граммов.

Анализ химического состава соусов показывает (табл. 6), что пептидная добавка обогатила соус белковыми компонентами, относительно контрольного соуса, в 2,7 раз. В пептидном соусе содержание белка увеличилось почти в 3 раза. В облепихово-пептидном соусе, за счет увеличенной концентрации, содержание белка выросло почти в 5 раз относительно контроля, при этом дальнейшее разведение не снизило данный показатель (он уменьшался примерно на 30%).

**Таблица 7.** Содержание каротиноидов в разработанной соусной продукции, мг/100г /  
**Table 7.** Carotenoid content in the developed sauce products, mg/100g

Соусный продукт	Общее содержание каротиноидов	Бета-каротин
Облепихово-пептидный соус	9,48	3,36
Облепихово-пептидный соус, 50:50	3,28	1,16

**Таблица 8.** Содержание стеролов в разработанной соусной продукции /  
**Table 8.** The content of sterols in the developed sauce products

Соусный продукт	Брассикастерол, мг/100г	Кампестерол, мг/100г	Стигмастерол, мг/100г	Бета-ситостерин, мг/100г	Холестерол (холестерин), мг/100г
Пептидный соус	0	0,44	0	0	2,15
Облепихово-пептидный соус, 50:50	0	0	0	0	0,17



**Рисунок 4.** Опытный образец облепихово-пептидного соуса

**Figure 4.** A prototype of sea buckthorn-peptide sauce

Суточная потребность человека в белке составляет от 75 до 114 г/сутки для мужчин и от 60 до 90 г/сутки для женщин (МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»). Если взять усредненное значение 80 г/сутки, то облепихово-пептидный соус будет функциональным по содержанию белка, так как в 100 г соуса содержится 16% суточной нормы белка.

Полезные свойства разработанных соусов оценивали также по содержанию каротиноидов – физиологически активных функциональных ингредиентов, обладающих антиоксидантными свойствами (табл. 7).

Физиологическая потребность бета-каротина (основная группа каротиноидов) для взрослых составляет 5 мг/сутки (МР 2.3.1.0253-21). Исходя из данных таблицы 6, можно сделать вывод, что облепиховые соусы без и с разведением являются функциональным продуктом по содержанию бета-каротина, так как его количество в суточной порции (5 мг) составляет соответственно 67,2%, что значительно выше 15% от физиологической суточной нормы.

Безопасность разработанных соусов проверяли по содержанию стеролов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Данные вещества потенциально могут быть принесены с жировыми компонентами соуса (сливочным маслом, сливками, облепиховым маслом). Полученные данные приведены в таблице 8.

Из всех проанализированных стеролов (табл. 8) наибольшую опасность для организма представляет холестерин (холестерин). Остальные стеролы имеют в основном растительное происхождение (фитостерины), они структурно похожи на холестерин, но не откладываются на стенках сосудов. Попадая в организм, фитостерины уменьшают абсорбцию холестерина, тем самым снижая его содержание в крови и предотвращая отложение на стенках сосудов [24]. Количество холестерина, поступающего с пищей, в суточном рационе взрослых и детей не должно превышать 300 мг. Видно, что добавление облепихового масла уменьшает его содержание в готовом продукте. Адекватные уровни потребления других стеролов, установленные для β-ситостерина, β-ситостерола-D-гликозида и стигмастерина, составляют 100 мг в сутки для каждого (МР 2.3.1.0253-21). Из полученных данных видно, что пептидный и облепихово-пептидный соусы не нарушают данных требований и могут быть обоснованно названы не только биологически ценными, но и безопасными по содержанию стеролов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны оригинальные рецептуры поликомпонентных сливочных соусов, обогащенных



низкомолекулярными пептидами, полученными высокотемпературным способом из голов копченой кильки, и облепиховым маслом. Установлено высокое содержание протеиновых компонентов в пептидной добавке (81,4%) и обосновано их применение в соусной продукции.

Получена математическая модель базовой рецептуры соуса, позволяющая установить оптимальные дозировки пептидной добавки (8%) и ржаной муки (2,5%), определяющих вкусовой и структурообразующий эффекты соусов.

Обоснованы рецептуры 4-х видов соусов (пептидный и облепихово-пептидный) на базовой основе сливочных соусов с заменой пшеничной муки на ржаную и добавлением сливочного масла, сливок и вкусовых ингредиентов.

Установлены высокие органолептические свойства и химический состав экспериментальных образцов соусов по содержанию белка (5-12 г в разных образцах), жира (5-16 г в разных образцах) и бета-каротина (1-3,36 г в разных образцах). Доказано практическое отсутствие в готовых продуктах холестерина и других стеролов.

Показана функциональность новых соусов по содержанию белка и бета-каротина при суточной норме потребления 200 мг. Пептидный соус и облепихово-пептидный соус рекомендуются к пищевому использованию в качестве дополнения к готовым блюдам для придания им характерных вкусо-ароматических характеристик, а также для повышения их биологической ценности.

Разработанные соусы рекомендуются к потреблению широкими слоями населения, а также людям, страдающим дефицитом полноценного белка и витамина А.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Вклад в работу авторов: О.Я. Мезенова – идея работы, подготовка введения, заключения, окончательная редакция статьи; Е.В. Андреева – проведение эксперимента, сбор и анализ данных, подготовка первого варианта статьи; Й.-Т. Мерзель – консультирование эксперимента, обеспечение получения достоверных экспериментальных данных, их обсуждение и анализ.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: O.Ya. Mezenova – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, final revision of the article; E.V. Andreeva – conducting an experiment, collecting and analyzing data, preparing the first version of the article; Y.-T. Merzel – consulting the experiment, ensuring reliable experimental data, their discussion and analysis.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ /

### REFERENCES AND SOURCES

1. Тутельян В.А. Здоровое питание для общественного здоровья. // Общественное здоровье – 2021. – №1. – С.56-64.
1. Tutelyan V.A. Healthy nutrition for public health. // Public health – 2021. – No.1. – Pp.56-64.
2. Ким Э.Н. Рациональное использование рыбного сырья на основе его технологического потенциала / Э.Н. Ким, Л.Б. Гусева, Н.Л. Корниенко // Рыбное хозяйство. – 2021. – №4. – С. 106-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-4-106-110
2. Kim E.N. Rational use of fish raw materials based on its technological potential / E.N. Kim, L.B. Guseva, N.L. Kornienko // Fisheries. – 2021. – No. 4. – Pp. 106-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-4-106-110
3. Мезенова О.Я. Обоснование рациональных параметров комплексной переработки вторичного сырья шпротного производства методом высокотемпературного гидролиза / О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, Н.Ю. Мезенова и другие // Известия ТИНРО. – 2020. – № 200. – С. 210-220.
3. Mezenova O.Ya. Substantiation of rational parameters of complex processing of secondary raw materials of sprat production by the method of high-temperature hydrolysis / O.Ya. Mezenova, L.S. Baidalinova, N.Yu. Mezenova and others // Izvestiya TINRO. – 2020. – No. 200. – Pp. 210-220.
4. Мезенова О.Я. Анализ состояния экономики и перспектив применения биотехнологии в рыбной отрасли Калининградской области / О.Я. Мезенова, В.В. Волков, С.А. Агафонова и др. // Рыбное хозяйство. – 2020. – №5. – С. 38-50. DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-38-50
4. Mezenova O.Ya. Analysis of the state of the economy and prospects for the use of biotechnology in the fishing industry of the Kaliningrad region / O.Ya. Mezenova, V.V. Volkov, S.A. Agafonova et al. // Fisheries. – 2020. – No.5. – Pp. 38-50. DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-38-50
5. Мезенова О.Я. Исследование протеиновых фракций высокотемпературных гидролизатов из голов копченой кильки / О.Я. Мезенова, Волков В.В., Байдалинова Л.С., Агафонова С.В. и другие // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 113-117. DOI 10.37663/0131-6184-2020-2-113-117
5. Mezenova O.Ya. Investigation of protein fractions of high-temperature hydrolysates from smoked sprat heads / O.Ya. Mezenova, Volkov V.V., Baidalinova L.S., Agafonova S.V. and others // Fisheries. – 2020. – No. 2. – Pp. 113-117. DOI 10.37663/0131-6184-2020-2-113-117
6. Гришин Д.В. Биоактивные белки и пептиды: современное состояние и новые тенденции практического применения в пищевой промышленности и кормопроизводстве / Д.В. Гришин, О.В. Подобед, Ю.А. Гладилина, М.В. Покровская, С.С. Александрова и др. // Вопросы питания. – 2017. – Том 86. – №3. – С. 20-31.
6. Grishin D.V. Bioactive proteins and peptides: the current state and new trends of practical application in the food industry and feed production / D.V. Grishin, O.V. Podobed, Yu.A. Gladilina, M.V. Pokrovskaya, S.S. Alexandrova, etc. // Nutrition issues. – 2017. – Volume 86. – No.3. – Pp. 20-31.
7. Slizyte R. Bioactivities of fish protein hydrolysates from defatted salmon backbones / R. Slizyte, K. Rommi, R. Mozuraityte, P. Eck, K. Five, T. Rustad // Biotechnology Reports. – 2016. – V. 11. – Pp. 99-109.
8. Некрасова Ю.О. Обоснование использования биопотенциала гидролизатов коллагенсодержащего рыбного сырья в протеиновом спортивном питании / Ю.О. Некрасова, О.Я. Мезенова, Й.-Т. Мерзель // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2021. Том 11. – № 4 (39). – С. 604-616.
8. Nekrasova Yu.O. Substantiation of the use of the biopotential of hydrolysates of collagen-containing fish raw materials in protein sports nutrition / Yu.O. Nekrasova, O.Ya. Mezenova, Y.-T. Merzel // Izvestiya vuzov. Applied chemistry and biotechnology. – 2021. Tom 11. – No 4 (39). – Pp. 604-616.
9. Мезенова О.Я. Биопотенциал низкомолекулярных пептидов вторичного рыбного и мясного сырья и перспективы его использования в функциональном питании / О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова и другие // IX Международный Балтийский морской форум. X Юбилейная



Международная научно-практическая конференция «Пищевая и морская биотехнология». – 2021. – С.74-79.

9. Mezenova O.Ya. Biopotential of low molecular weight peptides of secondary fish and meat raw materials and prospects of its use in functional nutrition / O.Ya. Mezenova, L.S. Baidalinova, S.V., Agafonova, N.Yu. Mezenova and others // IX International Baltic Sea Forum. X Anniversary International Scientific and Practical Conference "Food and marine Biotechnology". – 2021. – Pp.74-79.

10. Король С., Мезенова О.Я. Получение и применение желированного пищевого биопродукта антистрессовой направленности. / Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия», 16 декабря 2020 г. – Москва: ФГБОУ ВО «Рос. гос. аграрный университет им. К.А. Тимирязева» – С. 48-53.

10. Korol S., Mezenova O.Ya. Preparation and application of gelled food bioproduct of anti-stress orientation. / Collection of articles of the All-Russian Scientific and Practical Conference "Safety and quality of agricultural raw materials and food", December 16, 2020 - Moscow: Federal State Agrarian University named after K.A. Timiryazev – Pp. 48-53.

11. Воронцов С.А. Оценка биопотенциала дикорастущей облепихи и перспектив ее комплексного использования / С.А. Воронцов, О.Я. Мезенова, Т. Мерзель // Вестник МАХ. – 2020. – № 3. – С. 44-51.

11. Vorontsov S.A. Assessment of the biopotential of wild sea buckthorn and the prospects of its complex usage / S.A. Vorontsov, O.Ya., Mezenova, T. Merzel // Bulletin of MAX. – 2020. – No. 3. – Pp. 44-51.

12. Шамитова Е.Н. Изучение влияния дефицита витамина А на физиологическое состояние легких / Е.Н. Шамитова, Н.Н. Викторovich // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29001> (дата обращения: 16.10.2022)

12. Shamitova E.N. The study of the effect of vitamin A deficiency on the physiological state of the lungs / E.N. Shamitova, N.N. Viktorovich // Modern problems of science and education. – 2019. – No. 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29001> (date of reference: 10/16/2022)

13. Кинаш М.И. Жирорастворимые витамины и иммунодефицитные состояния: механизмы влияния и возможности использования / М.И. Кинаш, О.Р. Боярчук // Вопросы питания. – 2020. – С. 22-32.

13. Kinash M.I. Fat-soluble vitamins and immunodeficiency states: mechanisms of influence and possibilities of use / M.I. Kinash, O.R. Boyarchuk // Nutrition issues. – 2020. – Pp. 22-32.

14. Лебедева Е.Н. Витамины и ожирение / Е.Н. Лебедева, Н.П. Ситко, С.Н. Афонина // Оренбургский медицинский вестник. – 2018. – Том VI. – №3 (23). – С. 16-20.

14. Lebedeva E.N. Vitamins and obesity / E.N. Lebedeva, N.P. Sitko, S.N. Afonina // Orenburg Medical Bulletin. – 2018. – Volume VI. – No.3 (23). – Pp. 16-20.

15. Рожнов Е.Д. Антиоксидантный потенциал плодов облепихи крушиновидной и продуктов ее переработки // Индустрия и питание. – 2021. – Т.6. – № 1.

15. Rozhnov E.D. Antioxidant potential of buckthorn buckthorn fruits and products of its processing // Industry and nutrition. – 2021. – Vol. 6. – No. 1.

16. Аверьянова Е.В., Образцова П.А. Промышленный потенциал облепихи в условиях Алтайского края // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии». // Сборник докладов XXIII Международной научно-технической конференции. – Минск: Издательство Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом "Белорусская наука"», 2020. – С. 346-350.

16. Averyanova E.V., Obratsova P.A. The industrial potential of sea buckthorn in the conditions of the Altai territory // Agrarian science – agricultural production of Siberia, Mongolia, Kazakhstan, Belarus and Bulgaria". // Collection of reports of the XXIII International Scientific and Technical Conference. – Minsk: Publishing House Republican Unitary Enterprise "Publishing House "Belarusian Science", 2020. – Pp. 346-350.

17. Абрамова Л.С. Информационные сведения о пищевой ценности продуктов из гидробионтов. Вып. 1. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов / Абрамова Л.С., Копыленко Л.Р. (сост.) и др. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 96 с.

17. Abramova L.S. Information about the nutritional value of products from hydrobiotics. Issue 1. Quality, safety and methods of analysis of products from hydrobiotics / Abramova L.S., Kopylenko L.R. (comp.), etc. – M.: VNIRO Publishing House, 2003. – 96 p.

18. Патент РФ № 2727904 Способ получения пищевых добавок из вторичного копченого рыбного сырья с применением термического гидролиза. / Госрегистрация 24.06.2020. / О.Я. Мезенова, В.В. Волков, Л.С. Байдалинова, С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова, Л.В. Городниченко, Н.С. Калинина, Т. Гримм, А. Хелинг.

18. RF Patent No. 2727904 Method for obtaining food additives from secondary smoked fish raw materials using thermal hydrolysis. / State registration 24.06.2020. / O.Ya. Mezenova, V.V. Volkov, L.S. Baidalinova, S.V. Agafonova, N.Yu. Mezenova, L.V. Gorodnichenko, N.S. Kalinina, T. Grimm, A. Heling.

19. Анциферов М.Б. Роль таурина и его дефицита в организме человека и животных // ФАРМАТЕКА. – 2012. – №16. – С. 60-67.

19. Antsiferov M.B. The role of taurine and its deficiency in humans and animals // PHARMATECA. – 2012. – No.16. – Pp. 60-67.

20. Хлыбова С.В. Свободный L-гистидин как один из регуляторов физиологических процессов / С.В. Хлыбова, В.И. Циркин // Вятский медицинский вестник. – 2006. – №4. – С. 44-50.

20. Khlybova S.V. Free L-histidine as one of the regulators of physiological processes / S.V. Khlybova, V.I. Tsikin // Vyatka Medical Bulletin. – 2006. – No.4. – Pp. 44-50.

21. Сливочный соус // Кулинария URL: <https://kylinariya.ru/slivochnyu-sous> (дата обращения: 02.09.2022).

21. Cream sauce // Cooking URL: <https://kylinariya.ru/slivochnyu-sous> (date of reference: 02.09.2022).

22. Лузан В.Н. Разработка технологии соусов с функциональными ингредиентами / В.Н.Лузан, И.И. Бадмаева, В.А. Аникина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 10 (41).

22. Luzan V.N. Development of technology of sauces with functional ingredients / V.N.Luzan, I.I. Badmaeva, V.A. Anikina // International Research Journal. – 2015. – № 10 (41).

23. Мезенова О.Я. Математическое моделирование в пищевой биотехнологии / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Мезенова. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – С.70-91.

23. Mezenova O.Ya. Mathematical modeling in food biotechnology / O.Ya. Mezenova, N.Yu. Mezenova. – Kaliningrad: Publishing House of KSTU, 2021. – Pp.70-91.

24. Хучиева М.А. Растительные стеролы и станола как пищевые факторы, снижающие гиперхолестеринемию путем ингибирования всасывания холестерина в кишечнике / М.А. Хучиева, Н.В. Перова, Н.М. Ахмеджанов //Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2011. – Т. 10(6) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2011-6-124-132>

24. Khuchieva M.A. Plant sterols and stanols as nutritional factors that reduce hypocholesterolemia by inhibiting cholesterol absorption in the intestine / M.A. Khuchieva, N.V. Perova, N.M. Akhmedzhanov //Cardiovascular therapy and prevention. – 2011. – Vol. 10(6) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2011-6-124-132>