

Интеграция бактериальных заквасочных культур с рыбным сырьем: подбор и обоснование

DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-107-114

Лаврухина Е.В. – старший специалист;

Кандидат технических наук

Зарубин Н.Ю. – ведущий научный сотрудник;

Доктор технических наук

Бредихина О.В. – ведущий научный сотрудник;

Кандидат технических наук

Гриневич А.И. – специалист –

Отдел инновационных технологий
Департамента технического регулирования
Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
г. Москва

@ efrolenkova13@gmail.com;
zar.nickita@yandex.ru

Ключевые слова:

бактериальные заквасочные культуры, биоконсервирование, пробиотики, сырье водных биоресурсов

Keywords:

bacterial starter cultures, biotransformation, fish, probiotics, biopreservation

INTEGRATION OF BACTERIAL STARTER CULTURES WITH RAW FISH: SELECTION AND JUSTIFICATION

Lavrukhina E.V. – senior specialist;

Candidate of Technical Sciences **N.Y. Zarubin** – Leading Researcher;

Doctor of Technical Sciences **Bredikhina O.V.** – Leading researcher;

Candidate of Technical Sciences **Grinevich A.I.** – specialist –

Department of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow

An important aspect of the technology of processing fish raw materials is the development of food products of various directions using modern methods of biotechnological processing. In this regard, in food biotechnology, special attention is paid to biotransformation by promising strains of bacterial starter cultures to produce food products with improved quality characteristics, and in particular with a functional orientation. The use of bacterial starter cultures in the production of fish food products can be a way to extend the shelf life due to the formation of metabolites of their vital activity (acids and bacteriocins), which are the main factor of bioconservation. At the same time, the biochemical activity of bacterial starter cultures will contribute to improving the organoleptic and structural-mechanical properties of raw materials, as well as increasing the nutritional value and synthesis of vitamins and other nutrients, and giving the final product probiotic properties. This trend is a response to the interest of the population of the Russian Federation in probiotic products, which allows to normalize the indigenous microflora of the gastrointestinal tract, thereby strengthening the human body and its immune system as a whole. In this regard, the analysis of data on the justification of the use of bacterial starter cultures for the biotransformation of fish raw materials was carried out, and the necessary strains of microorganisms were selected. The analysis of scientific and technical databases has shown the prospects of scientific developments on the use of bacterial starter cultures as protective microorganisms and the study of the influence of the conditions of cultivation and preservation of bioactivity of a living cell under the influence of physical and chemical factors during the technological process of production and subsequent storage of products, which is of particular importance for the creation of probiotic food products. The conducted research will be used in the construction of mathematical models of the process of biotransformation of fish raw materials as a basis for the development of technological processing parameters for its subsequent use in the formulations of "fast food" products containing functional components, which is justified by the accelerated rhythm of life and the desire of modern society to monitor their nutrition by eating products that support a healthy lifestyle.

In food biotechnology, special attention is given to biotransformation of promising strains of bacterial starter cultures for the production of food products with improved quality characteristics and functional orientation. In this regard, the analysis of data on the justification of the use of commercial, potentially commercial fish types for biotransformation by bacterial starter cultures and the selection of the necessary strains of microorganisms, which will be used in the construction of mathematical models of the process of biotransformation of fish raw materials as a basis for the development of technological parameters of processing.

ВВЕДЕНИЕ

В Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации до 2030 года отражен комплексный проект «Морские биотехнологии», основная цель которого состоит в создании индустрии по производству высоко-технологичной и инновационной продукции пищевого и промышленного назначения [1]. Вследствие этого, немаловажным аспектом технологии переработки рыбного сырья является разработка функциональных пищевых продуктов различной направленности с использованием современных методов биотехнологической обработки, в частности, – ферментов и микроорганизмов.

Наиболее мягким способом деструкции белковых структур рыбного сырья является его биотрансформация с помощью промышленно ценных штаммов биозащитных пробиотических микроорганизмов, к которым относятся бактериальные заквасочные культуры (БЗК). Совершенствование технологии, которая развивается не только по пути максимального сохранения в нём нативных свойств белковых, липидных и других биологически активных компонентов, но и путем повышения их доступности за счет частичной деструкции белка. Развитие этих технологий переработки способствует то, что рыбные ферментированные продукты, белковые концентраты, гидролизаты, белковые массы, получаемые биотехнологическими методами, имеют определенный вкус и обладают ценными функциональными свойствами, позволяющими широко использовать их при производстве разнообразной пищевой продукции, в том числе и иммуномодулирующей [2; 3].

Биотрансформация с использованием БЗК имеет много преимуществ и может выступать в качестве способа продления сроков годности рыбной продукции, улучшения ее органолептических свойств и повышения питательной ценности за счет образования метаболитов (молочная, уксусная, пропионовая кислоты), являющихся основным фактором биоконсервирования.

При этом, механизм биоконсервирования состоит в инокуляции пищевых продуктов микроорганизмами или их метаболитами, отобранными по их антибактериальным свойствам, и может быть эффективным способом продления срока годности и безопасности пищевых продуктов, путем подавления жизнедеятельности патогенных бактерий, вызывающих порчу продукта, без изменения питательных качеств сырья и пищевых продуктов [4].

Следует отметить, что активные формы бактериальных заквасочных культур способствуют снижению содержания токсичных элементов, а также биохимическим изменениям свойств сырья, что приводит к накоплению белковых и эссенциальных веществ, способных поддерживать функциональную активность органов и тканей человека, корректировать состав внутренней индигенной микрофлоры кишечной

Немаловажным аспектом технологии переработки рыбного сырья является разработка пищевой продукции различной направленности с использованием современных методов биотехнологической обработки. В связи с этим в пищевой биотехнологии особое внимание уделяется биотрансформации перспективными штаммами бактериальных заквасочных культур для получения пищевой продукции с улучшенными качественными характеристиками, и, в частности, с функциональной направленностью. Использование бактериальных заквасочных культур, при производстве пищевой рыбной продукции, может быть способом продления сроков годности за счет образования метаболитов их жизнедеятельности (кислоты и бактериоцины), являющихся основным фактором биоконсервирования. При этом биохимическая активность бактериальных заквасочных культур будет способствовать улучшению органолептических и структурно-механических свойств сырья, а также повышению питательной ценности и синтезу витаминов и других нутриентов, приданию конечному продукту пробиотических свойств. Эта тенденция является ответом на интерес населения РФ к продукции пробиотической направленности, позволяющей нормализовать индигенную микрофлору желудочно-кишечного тракта, тем самым укрепить организм человека и его иммунную систему в целом. В связи с этим проведен анализ данных по обоснованию использования бактериальных заквасочных культур для биотрансформации рыбного сырья, а также подобраны необходимые штаммы микроорганизмов. Анализ научно-технических баз данных показал перспективность научных разработок по применению бактериальных заквасочных культур, в качестве защитных микроорганизмов, и изучению влияния условий культивирования и сохранения биоактивности живой клетки под действием физических и химических факторов в ходе технологического процесса производства и последующего хранения продукции, что имеет особое значение для создания пробиотических пищевых продуктов. Проведенные исследования будут использованы при построении математических моделей процесса биотрансформации рыбного сырья, как основы для разработки технологических параметров обработки для последующего его применения в рецептурных составах продуктов «быстрого питания», содержащих функциональные компоненты, что обосновано ускоренным ритмом жизни и желанием современного общества следить за своим питанием, употребляя продукты, поддерживающие здоровый образ жизни.

микробиоты и, как следствие, повышать иммунную защиту организма. Кроме этого, они принимают участие в синтезе витаминов группы В, витамина К и других биологически активных веществ [5; 6].

Известны традиционные технологии производства ферментированных рыбных продуктов в России и в мире с использованием БЗК. Во многих регионах мира эти продукты составляют

важную часть рациона населения [7]. В странах Северной Европы они представлены раффиском (Норвегия), сюрстрёммингом (Швеция), хакарлом (Исландия). В Азии (Китай, Япония, Корея) ферментированные рыбные продукты также имеют широкое распространение. В основном ассортимент ферментированных рыбных продуктов Азии представлен соусами и пастами. К ферментированным рыбным продуктам Азии можно отнести Suanyu (Китай), Jeotgal (Корея), Bakasang (Индонезия) и другие. Также ферментированные рыбные продукты производятся в странах Африки. Например, adjuevan (Кот-д'Ивуар), Lanhouin (Бенин, Того, Гана), Hout-Kasef (Саудовская Аравия). Для некоторых регионов России также характерно традиционное производство ферментированных рыбных продуктов. Один из них – кевяткала (Kevätkala) – карельский традиционный деликатес [8; 9].

В этой связи основной целью научных исследований являлось обоснование применения БЗК для биотрансформации рыбного сырья с последующим его использованием при разработке пробиотических пищевых продуктов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследований использованы: промысловые виды рыб – минтай (*Theragra chalcogramma*), треска (*Gadus macrocephalus*), макрурус малоглазый (*Albatrossia pectoralis*); потенциально промысловые виды: получешуйник Гилберта «бычок» (*Hemilepidotus gilberti*).

Бактериальные заквасочные культуры (БЗК): *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgarius*, *Streptococcus thermophilus*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Bifidobacterium bifidum*.

Анализ данных проводился на основании обзора научно-исследовательских и патентных работ по использованию БЗК в технологиях производства пищевой продукции.

Массовую долю воды, белка, жира, углеводов, золы, определяли по ГОСТ 7636 [10].

Активную кислотность (рН) определяли с помощью рН-метра Testo 106.

Активность воды (aw) определяли на приборе Aqualab 4TEV.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Основными свойствами при подборе БЗК, применимых для технологии пищевой продукции, являются:

- высокая антагонистическая активность, за счет ингибирования патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, в процессе конкуренции за питательные вещества [11];
- антиоксидантная активность за счет активного продуцирования молочной, пропионовой и уксусной кислот [12];
- бактерицидные свойства, за счет продуцирования, в зависимости от штамма специфических бактериоцинов [11;13; 14];
- биохимическая активность за счет протеолитических и каталазаобразующих процессов [12].

В связи с этим БЗК в технологиях рыбной продукции возможно применять в качестве защитных культур для ингибирования роста бактериальных и грибковых колоний или индукции гибели патогенных микроорганизмов и тем самым продления сроков годности [15].

Рассматривая БЗК, необходимо учитывать их пробиотические свойства из-за роста интереса населения к продукции пробиотической направленности, употребление которой оказывает существенное влияние на оптимизацию микробиологического статуса пищеварительного тракта человека [16], что способствует стимулированию иммунной системы и поддержанию здорового образа жизни [17].

Большинство технологий пищевых продуктов, содержащих БЗК с пробиотическими свойствами, исключает воздействие, критичных для клеток, высоких температур с целью их сохранения. Однако при получении продуктов с живыми клетками БЗК, в случае возникновения теплового воздействия на них, особенно важными являются их жизнеспособность и метаболическая активность [18]. Поэтому необходимо создание условий обработки рыбной пищевой продукции, содержащей БЗК (температура и продолжительность процесса), позволяющих сохранить жизнеспособность клеток и получить безопасную и готовую к употреблению продукцию.

Оптимум температурных режимов для развития БЗК варьируется от 15 до 50°C, в зависимости от штамма, в редких случаях – до 70°C в течение 40 минут. Также при введении БЗК особое внимание следует обращать на показатели активности воды (в пределах 0,90-0,94) и рН (в пределах 3,0-8,5), влияющих на их скорость роста и выживаемость [18-22].

В случае гибели БЗК, под действием тепловой обработки, потенциально могут использоваться продукты их метаболизма, а также инактивированные и разрушенные клетки пробиотиков. Данные компоненты известны как метабиотики и постбиотики. Они начинают действовать сразу при попадании в организм, способны положительно влиять на резидент-



Таблица 1. Характеристика подобранных штаммов БКЗ для биотрансформации рыбного сырья [24-28] / **Table 1.** Characteristics of selected BSC strains for biotransformation of fish raw materials [24-28]

Характеристика	Вид бактериальных заквасочных культур					
	<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i> ,	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Propionibacterium shermanii</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
Необходимые факторы роста	Фолиевая кислота, ниацин, рибофлавин, пантотеновая кислота, кальций, пиридоксаль	Фолиевая кислота, ниацин, рибофлавин, пантотеновая кислота	Фолиевая кислота, ниацин, рибофлавин, пантотеновая кислота,	аминокислоты (валин, лейцин, изолейцин, лизин, аргинин, гистидин, пролин)	Тиамин, никотинамид, соль олеиновой кислоты, р-аминобензойная кислота	Никотиновая и фолиевая кислоты, твин-80, р-аминобензойная кислота
Кислотообразование	Молочная кислота (гомо ферментативные)	Молочная кислота (гомо ферментативные)	Молочная кислота (гомо ферментативные)	Молочная кислота, при микроаэрофильных условиях муравьиная кислота (гомо ферментативные)	В основном пропионовая кислота и ее соли, уксусная кислота (гетероферментативные)	В основном уксусная и молочная кислота, примеси муравьиной и янтарной кислоты (гетероферментативные)
a_w , ед.	Min 0,90-0,94					
pH, ед.	4,6-6,4	3,0-8,3	4,6-8,0	3,4-5,8	4,5-8,0	4,5-8,5
Температурный оптимум, °С	30-45 (до 70°С - 40 мин)	30-40	40-45	38-55	15-40	30-50
Предел кислотообразования, °Т	80-180	200-250	200-300	110-115	160-170	120-130
Рост в присутствии 2% NaCl	+	+	+	+	+	+
Рост в присутствии 4% NaCl	-	-	-	-	+	-
Рост в присутствии 6,5% NaCl	-	-	-	-	-	-
Индекс ингибирования роста патогенных микроорганизмов (антагонистическая активность), %	13,5-66,3	11,4-63,0	13,05-83,54	12,03-49,21	15,20-73,01	10,4-86,2
Антиоксидантная активность	Перехват гидроксил-радикала OH, синтез антиоксидантных ферментов в (Mn-СОД, Mn-катализа	Перехват гидроксил-радикала OH, образование антиоксидантных ферментов (Mn-СОД, Mn-катализа, ускорение гликолитического расщепления	Перехват гидроксил-радикала OH, образование антиоксидантных ферментов (Mn-СОД, Mn-катализа), ускорение гликолитического расщепления	Способность к образованию хелатных комплексов с Fe ²⁺	Образование антиоксидантных ферментов (Mn-катализа)	Способность к образованию хелатных комплексов с Cu ²⁺ Способность перехватывать пероксид водорода
Бактерицидные свойства (продуцирование бактериоцинов)	Казеицин	Лантацин В, ацидоцин В и F, лактоцин	Низин, болгарацин	Термофилин	Пропионицин	Бифидоцин
Ферментация углеводов	Лактоза, Глюкоза, Амигдалин, Целлобиоза, Эскулин, Фруктоза, Галактоза, Мальтоза, Манит, Манноза, Рибоза, Сорбит, Сахароза, Трегалоза	Лактоза, Глюкоза, Крахмал, Амигдалин, Целлобиоза, Эскулин, Фруктоза, Галактоза, Мальтоза, Манноза, Сахароза, Трегалоза	Глюкоза, Лактоза, Фруктоза	Глюкоза, Лактоза, Сахароза	Эскулин, Лактоза, Галактоза, Фруктоза, Глюкоза, Арабиноза, Манноза, Рибоза	Лактоза, Фруктоза, Галактоза, Сахароза, Мальтоза, Мелибиоза
Возможность проявления протеолитической активности	+	+	+	+	+	-
Возможность проявления липолитической активности	+	-	-	-	+	+

ные микроорганизмы желудочно-кишечного тракта, физиологические, иммунологические и нейгормональные метаболические реакции организма [23].

В связи с вышесказанным, для биотрансформации рыбного сырья были выбраны следующие БЗК: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgarius*, *Streptococcus thermophilus*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Bifidobacterium bifidum*. Данные БЗК наиболее распространены при производстве пищевой продукции, являются живыми формами пробиотиков, выделяют в процессе жизнедеятельности метаболиты (молочная, уксусная, пропионовая, муравьиная, янтарная кислоты, бактериоцины), необходимые для процесса биотрансформации, и способны развиваться при температуре $\geq 40^\circ\text{C}$, в пределах pH – 3,0-8,5 и в пределах активности воды (a_w) – 0,90-0,94, обладают антагонистической, антимикробной и антиоксидантной активностью за счёт перехвата гидроксил-радикала OH, образования антиоксидантных ферментов (Mn-SOD, Mn-каталаза) и хелатных комплексов (Fe^{+2} Cu^{+2}), а также синтеза бактериоцинов (казеин, лантацин В, ацидоцин В и F, лактоцин, низин, булгарацин, термофилин, пропионицин, бифидоцин). Большинство БЗК способны проявлять протеолитическую активность, что бу-

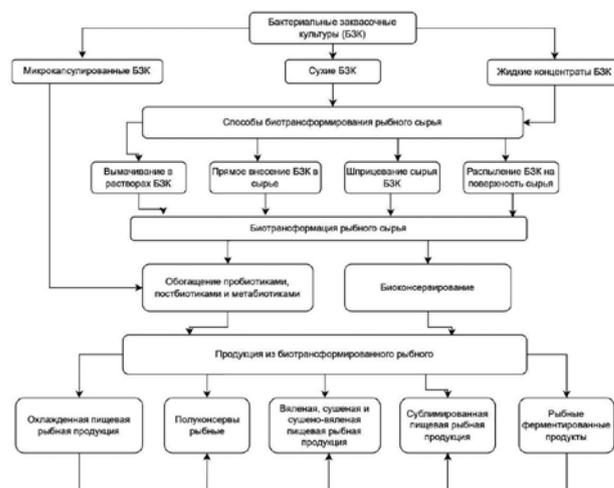


Рисунок 1. Биотрансформация рыбного сырья с применением БЗК

Figure 1. Biotransformation of fish raw materials using BSC

дет оказывать дополнительное воздействие на структуру мышечной ткани рыбы (табл. 1, 2) [24-28].

Подобранные БЗК способны расти в присутствии 2% NaCl, *Propionibacterium freudenreichii* способен развиваться и при 4% NaCl. При 6,5%

Таблица 2. Сравнительная оценка потребностей БЗК в питательных веществах к уровню их содержания в мышечной ткани рыб [38] / **Table 2.** Comparative assessment of the needs of BSC in nutrients to the level of their content in the muscle tissue of fish [38]

Условия среды	Вид бактериальных заквасочных культур					Содержание в мышечной ткани рыб				
	<i>L. casei</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>P. freudenreichii</i>	<i>St. thermophilus</i>	<i>L. bulgaricus</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Минтай	Треска	Макрурус	Бычок
a_w , ед.	Min 0,90-0,94						0,99	0,99	0,99	0,98
W_b , %	90-94						81,10	81,21	90,89	79,54
W_y , %	От 1						0,39	0,59	0,12	0,53
$W_{ж}$, %	Нежелательны						0,11	0,14	0,11	0,52
W_6 , %	Гидролизованый (от 1)						17,4	17,19	7,78	18,39
Витамины (мкг/100 г)						Витамины (мг/100 г)				
К	0,001-0,01						-	-	-	-
B_1	0,01-0,03						0,01	0,09	0,08	-
B_2	0,1-1						0,11	0,07	0,20	-
PP или B_3	1-10						4,60	2,06	2,00	-
B_4	20						65	65	-	-
B_5	0,2-1						0,24	0,15	-	-
B_6	0,1						0,1	0,17	0,12	0,12
B_7	0,002-0,01						0,01	0,01	-	-
B_9	0,02						0,049	0,0113	0,048	0,006
B_{10}	0,01						-	-	-	-
B_{12}	0,1						0,0163	0,016	-	0,012
К	0,001-0,01						-	-	-	-
Минеральные в-ва (мг/100 г)						Минеральные в-ва (мг/100 г)				
Mg	10-20						55	32	60	35
Na	0,5						40	54	130	100

NaCl культуры прекращают свой рост (табл. 1), что необходимо учитывать при составлении системы для биотрансформации рыбного сырья, а также – при моделировании рецептур пищевой рыбной продукции, в которых содержание соли (NaCl) рекомендуется не более 2%, чтобы не подавлять развитие и рост БЗК [2].

Следует отметить, что БЗК с пробиотическими свойствами способны продуцировать липолитические ферменты (табл. 1), способствующие расщеплению липидов и последующему их быстрому окислению с образованием карбоксильных соединений, приводящих к формированию специфических и нежелательных вкуса и аромата. Согласно этому, при внесении БЗК уровень содержания жира в рыбном сырье рекомендован не более 1,5%. Более высокое содержание жира может привести к ухудшению органолептических показателей и, соответственно, качества пищевой рыбной продукции [29; 30].

По этой причине, при подборе объектов для биотрансформации, приоритетными являлись рыбы нежирной группы традиционно промысловых и потенциально-промысловых: минтай (*Theragra chalcogramma*), треска (*Gadus macrocephalus*), макрурус малоглазый (*Albatrossia pectoralis*); потенциально промысловые: голубешник Гилберта «бычок» (*Hemilepidotus gilberti*), которые составляют существенный резерв рыболовства, что способствует поиску решений по их переработке [31].

Известно, что в результате автолитических процессов в рыбе проявляется характерный рыбный запах за счет накопления триметиламинаоксида, с последующим его распадом под действием ферментов (редуктаз) до диметиламина и триметиламина [32; 33]. Метиламины являются легколетучими и при взаимодействии с кислотами образуют нелетучие растворимые соли замещенного аммония, в дальнейшем уже не влияющие на формирования рыбного запаха [34]. Использование кислотообразующих БЗК будет способствовать снижению уровня образования азотистых летучих оснований, за счет продуцирования метаболитов – молочной, пропионовой и уксусных кислот, тем самым снижая интенсивность рыбного запаха и повышая потребительские свойства продукции [35; 36].

Сравнительная оценка потребностей БЗК в питательных веществах к уровню их содержания в мышечной ткани выбранных видов рыб (табл. 2) показала, что мышечная ткань выбранных видов рыб содержит практически все необходимые факторы роста (табл. 1) и питательные компоненты для развития БЗК. Но для интенсификации процесса биотрансформации необходимо учитывать потребность БЗК в углеводах (табл. 1), которые принимают непосредственное участие в образовании необходимых метаболитов (молочной и пропионовокислой кислот, эфиров, диациетиллов, ацетоинов, бактериоцинов). Так как

рыба практически не содержит в своём составе углеводов (в среднем 0,1-0,5%) потребуются дополнительное их внесение для поддержания развития БЗК в течение установленного промежутка времени. В промышленности, в большинстве случаев, для роста БЗК используют гексозы (глюкоза, фруктоза, манноза, галактоза) и дисахариды (лактоза, мальтоза, сахароза) [29]. Для дальнейших исследований в качестве углеводов были выбраны глюкоза, лактоза из-за их широкого применения в пищевой биотехнологии [37].

Согласно всему вышесказанному, были определены направления биотрансформации рыбного сырья с применением БЗК. Планируются к разработке следующие виды рыбной пищевой продукции: охлажденная пищевая рыбная продукция; полуконсервы рыбные; вяленая, сушеная и сушено-вяленая пищевая рыбная продукция; сублимированная пищевая рыбная продукция; рыбные ферментированные продукты, обогащенные пробиотиками, постбиотиками и метабиотиками, при этом имеющая пролонгированный срок годности за счет эффекта «биоконсервирования». Также в схеме предложены способы биотрансформирования рыбного сырья БЗК для производства данных видов продукции: вымачивание в растворах БЗК; прямое внесение БЗК в сырье; шприцевание сырья БЗК; распыление БЗК на поверхность сырья. Данные методы будут рассмотрены и изучены в дальнейших исследованиях (рис. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ научно-технической литературы и баз данных показал перспективность научных разработок в данной области. Биотрансформация подобранного рыбного сырья с использованием БЗК позволит решить проблемы специфического запаха и вкуса и положительно повлияет на его органолептические и структурные свойства в целом, за счёт мягкой деструкции (за счет кислотообразования) белковых компонентов мышечной ткани рыб.

Подобранные штаммы, как защитные культуры, будут способствовать продлению сроков годности пищевой рыбной продукции за счет эффекта «биоконсервирования» [10; 18], а сохранение живых клеток БЗК при технологической обработке имеет особое значение для производства пробиотических пищевых продуктов. Проведенные исследования будут использованы при построении математических моделей процесса биотрансформации рыбного сырья, как основы для разработки технологических параметров обработки для последующего его применения в рецептурных составах продуктов «быстрого питания», содержащих функциональные компоненты, что обосновано ускоренным ритмом жизни и желанием современного общества следить за своим питанием, употребляя продукты, поддерживающие здоровый образ жизни.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Е.В. Лаврухина** – идея работы, сбор, подготовка и анализ данных, подготовка статьи; **Н.Ю. Зарубин** – анализ данных, подготовка введения, заключения, окончательная проверка статьи; **О.В. Бредихина** – окончательная проверка статьи; **А.И. Гриневич** – сбор данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: E.V. Lavrukina – the idea of the work, collection, preparation and analysis of data, preparation of the article; N.Y. Zarubin – data analysis, preparation of the introduction, conclusion, final verification of the article; O.V. Bredikhina – final verification of the article; A.I. Grinevich – data collection, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

- Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжения Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2019 года N 2798-р [электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/563879849>.
- The strategy for the development of the fisheries complex of the Russian Federation for the period up to 2030. Orders of the Government of the Russian Federation of November 26, 2019 N 2798-r [electronic resource] URL: <https://docs.cntd.ru/document/563879849>
- Журавлева С.В. Влияние биомодификации на органолептические показатели мышечной ткани рыб / С.В. Журавлева, Т.М. Бойцова, Ж.Г. Прокопец, А.В. Журавлева // Вестник КамчатГТУ. – 2018. – №45.
- Zhuravleva S.V. Influence of biomodification on organoleptic parameters of fish muscle tissue / S.V. Zhuravleva, T.M. Boitsova, Zh.G. Prokopets, A.V. Zhuravleva // Bulletin of Kamchatka State Technical University. – 2018. – №45.
- Калиниченко Т.П. Особенности биомодификации сырья в технологии пресервов из кукумарии / Т.П. Калиниченко, Т.Н. Слуцкая // Известия ТИНРО. – 2006.
- Kalinichenko T.P. Features of biomodification of raw materials in the technology of preserves from cucumaria / T.P. Kalinichenko, T.N. Slutskaya // TINRO News. – 2006.
- M. Ghanbari and M. Jami. Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins: A Promising Approach to Seafood Biopreservation // <https://www.intechopen.com/books/lactic-acid-bacteria-r-d-for-food-health-and-livestock-purposes>.
- Маркова Ю.М. Пробиотики как функциональные пищевые продукты: производство и подходы к оценке эффективности. / Ю.М. Маркова, С.А. Шевелёва // Вопросы питания. 2014.– Т. 83. – № 4.
- Markova Yu.M. Probiotics as functional food products: production and approaches to efficiency assessment. / Yu.M. Markova, S.A. Sheveleva // Nutrition issues. 2014. – Vol. 83. – No. 4.
- Усенко Д.В. Пробиотики и пробиотические продукты: возможности и перспективы применения. / Д.В. Усенко, А.В. Горелов. // Вопросы современной педиатрии. – 2004. – т.3. – № 2. – с. 50-54.
- Usenko D.V. Probiotics and probiotic products: possibilities and prospects of application. / D.V. Usenko, A.V. Gorelov. // Questions of modern pediatrics. - 2004. – vol.3. – No. 2. – Pp. 50-54.
- Никифорова А.П. Применение ферментации для обработки рыбы и морепродуктов: обзор // Baikal Letter DAAD. – 2018. – № 1. – С. 23-29.
- Nikiforova A.P. The use of fermentation for processing fish and seafood: a review // Baikal Letter DAAD. – 2018. – No. 1. – Pp. 23-29.
- Никифорова А.П. Традиционные способы производства ферментированных рыбных продуктов // Междунар. научно-практич. конференция молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. – 2016. – № 1. – С. 285-288.
- Nikiforova A.P. Traditional methods of production of fermented fish products // International. scientific and practical conference of young scientists and specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences. – 2016. – No. 1. – Pp. 285-288.
- Skara T., Axelsson L., Stefansson G., Ekstrand B., Hagen H. (2015) Fermented and ripened fish products in the northern European countries. Journal of Ethnic Foods. – 2. – Pp. 18-24
- ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – Введ. 01.01.1986. – М.: Стандартинформ, 2010. – 89 с.
- GOST 7636-85 Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis. – Introduction. 01.01.1986. – Moscow: Standartinform, 2010. – 89 p.
- Hasan, Suzan & Al-hadedee, Lamees & Awda, Jasim. (2019). Isolation, identification and evaluation of lactic acid bacteria as antibacterial activity. 19. 1339-1342
- Синбиотики в технологии продуктов питания / И. А. Рогов и др. – Москва: МГУПБ, 2006. – 217 с. – ISBN 5-89168-140-4.
- Synbiotics in food technology / I. A. Rogov et al. – Moscow: MGUPB, 2006. – 217 p. – ISBN 5-89168-140-4.
- Sidhu, Parveen & Nehra, Kiran. (2021). Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria as Potent Antimicrobial Peptides against Food Pathogens. 10.5772/intechopen.95747.
- Deegan LH, Cotter PD, Hill C, Ross P. Bacteriocins: Biological tools for biopreservation and shelf-life extension. Int Dairy J 2006;16: 1058-1071.
- Beaufort A, Rudelle S, Gnanou-Besse N, Toquin MT, Kerouanton A, Bergis H (2007). Prevalence and growth of Listeria monocytogenes in naturally contaminated cold-smoked salmon. Lett. Appl. Microbiol. 44: 406-411.
- Ghanbari M., Jami M., Domig K.J., Kneifel W. 2013. Seafood biopreservation by lactic acid bacteria – A review. Journal of LWT – Food Science and Technology. № 54. P. 315–32. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.05.039.
- Ардатская М.Д. Пробиотики, пребиотики и метабиотики в коррекции микрoэкологических нарушений кишечника // Медицинский совет. – 2015. – № 13. – С. 94-99.
- Ardatskaya M.D. Probiotics, prebiotics and metabiotics in the correction of microecological intestinal disorders // Medical Council. – 2015. – No. 13. – Pp. 94-99.
- Charalampopoulos D., Rastall R.A. 2009. Prebiotics and Probiotics Science and Technology. New York: Springer. 1273 p.
- Определитель бактерий Берджи: в 2 томах. ред. Хоулт, Дж.; Криг, Н.; Снит, П. и др.; Изд-во: М.: Мир, 1997 г. ISBN: 5-03-003110-3.
- The determinant of bacteria Bergey: in 2 volumes. ed. Hoult, J.; Krig, N.; Snit, P. et al.; Publishing house: M.: Mir, 1997. ISBN: 5-03-003110-3.
- Рябцева С. А. Микробиология молока и молочных продуктов: Учебное пособие / С. А. Рябцева, Н. М. Панова. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. – 220 с.
- Ryabtseva S.A. Microbiology of milk and dairy products: Textbook / S. A. Ryabtseva, N. M. Panova. – Stavropol: North Caucasus Federal University, 2017. – 220 p.
- Воробьева Л.И. Пропионовокислые бактерии [Текст] / Л.И. Воробьева. - М.: Изд-во МГУ, 1995. Gerald Zirnstein, Robert Hutkins, in Encyclopedia of Food Microbiology, 1999
- Vorobyova L.I. Propionic acid bacteria [Text] / L.I. Vorobyova. - M.: Publishing House of Moscow State University,

1995. Gerald Zirnstein, Robert Hutkins, in *Encyclopedia of Food Microbiology*, 1999
22. Функ И.А. Биотехнологический потенциал бифидобактерий / И.А. Функ, А.Н. Иркитова // *Acta Biologica Sibirica*. – 2016. – Т. 2. – № 4. – С. 67-79.
22. Funk I.A. Biotechnological potential of bifidobacteria / I.A. Funk, A.N. Irkitova // *Acta Biologica Sibirica*. – 2016. – Vol. 2. – No. 4. – Pp. 67-79.
23. Рябцева С.А. Пробиотики, пребиотики, синбиотики, постбиотики: проблемы и перспективы / С.А. Рябцева, А.Г. Храмов // *Биоразнообразие, биоресурсы, вопросы биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона: Сборник научных трудов Северо-Кавказского федерального университета*. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2020. – С. 119-123.
23. Ryabtseva S.A. Probiotics, prebiotics, synbiotics, postbiotics: problems and prospects / S.A. Ryabtseva, A.G. Khramtsov // *Biodiversity, bioresources, issues of biotechnology and population health of the North Caucasus region: Collection of scientific papers of the North Caucasus Federal University*. – Stavropol: North Caucasus Federal University, 2020. – Pp. 119-123.
24. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов. 4-е изд., испр. – М.: Лира: Все для Вас. Подмосковье, 2006. – 413 с.
24. Stepanenko P.P. Microbiology of milk and dairy products. 4th ed., ispr. – M.: Lira: Everything for you. Moscow region, 2006. – 413 p.
25. Молочнокислые и пропионовокислые бактерии: формирование сообщества для получения функциональных продуктов с бифидогенными и гипотензивными свойствами / А. В. Бегунова, И. В. Рожкова, Е. А. Зверева и др. // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2019. – Т. 55. – № 6. – С. 566-577.
25. Lactic acid and propionic acid bacteria: the formation of a community for the production of functional products with bifidogenic and hypotensive properties / A.V. Begunova, I. V. Rozhkova, E. A. Zvereva et al. // *Applied biochemistry and microbiology*. – 2019. – Vol. 55. – No. 6. – Pp. 566-577.
26. Рыбальченко О.В. Антимикробные пептиды лактобацилл / О.В. Рыбальченко, О.Г. Орлова, В.М. Бондаренко // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. – 2013. – № 4. – С. 89-100.
26. Rybalchenko O.V. Antimicrobial peptides of lactobacilli / O.V. Rybalchenko, O.G. Orlova, V.M. Bondarenko // *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*. – 2013. – No. 4. – Pp. 89-100.
27. Красникова Л.В. Биотехнология функционального кисломолочного продукта с разным соотношением пробиотических культур / Л.В. Красникова, В.С. Сибирцев, И.И. Скобелева // *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)*. – 2016. – № 35(61). – С. 60-63
27. Krasnikova L.V. Biotechnology of a functional fermented milk product with a different ratio of probiotic cultures / L.V. Krasnikova, V.S. Sibirtsev, I.I. Skobeleva // *Proceedings of the St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)*. – 2016. – No. 35(61). – Pp. 60-63
28. Вальшев А.В. Комбинация антибиотиков и бактериоцинов - эффективный способ борьбы с резистентными микроорганизмами / А.В. Вальшев, Н.А. Вальшева // *Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН*. – 2016. – № 4. – С. 2.
28. Valyshev A.V. Combination of antibiotics and bacteriocins - an effective way to combat resistant microorganisms / A.V. Valyshev, N.A. Valysheva // *Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. – 2016. – No. 4. – P. 2.
29. Китаевская С. В. Изучение способности молочнокислых бактерий продуцировать липолитические ферменты / С.В. Китаевская // *Вестник Технологического университета*. – 2015. – Т. 18. – № 18. – С. 256-258.
29. Kitaevskaya S. V. Studying the ability of lactic acid bacteria to produce lipolytic enzymes / S.V. Kitaevskaya // *Bulletin of the Technological University*. – 2015. – Vol. 18. – No. 18. – Pp. 256-258.
30. Хамагаева И. С. Сравнительная оценка бифидогенных свойств жиров животного происхождения / И.С. Хамагаева, А.М. Хребтовский // *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. – 2012. – № 4-1(86). – С. 224-227.
30. Khamagaeva I. S. Comparative assessment of bifidogenic properties of animal fats / I.S. Khamagaeva, A.M. Hrebtovsky // *Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. – 2012. – No. 4-1(86). – Pp. 224-227.
31. Мегеда Е.В. Биохимические аспекты формирования запаха сырых гидробионтов / Е.В. Мегеда, И.Н. Ким // *Известия ТИНРО*. – 2008. – Т. 154. – С. 345-371.
31. Megeda E.V. Biochemical aspects of the formation of the smell of raw hydrobionts / E.V. Megeda, I.N. Kim // *Izvestiya TINRO*. – 2008. – T. 154. – Pp. 345-371.
32. Кизеветтер И.В. Исследование способов улучшения вкусовых свойств минтая / И.В. Кизеветтер, В.Г. Дмитрикова, Л.Б. Гусева // *Рыбное хозяйство*. – 1980. – №4.
32. Kizevetter I.V. Investigation of ways to improve the taste properties of pollock / I.V. Kizevetter, V.G. Dmitrikova, L.B. Guseva // *Fisheries*. – 1980. – No. 4.
33. Вайзман Ф.Л. Основы органической химии: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ. / Под ред. А. А. Потехина. – СПб: Химия, 1995. – 464с.
33. Vaizman F.L. Fundamentals of organic chemistry: A textbook for universities: Translated from English / Edited by A. A. Potekhin. – St. Petersburg: Khimiya, 1995. – 464 p.
34. Антипова Л.В. Биохимический механизм автолитических процессов мышечной ткани рыб / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, А.З. Черкесов // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2015. – № 2(64). – С. 92-97.
34. Antipova L.V. Biochemical mechanism of autolytic processes of fish muscle tissue / L.V. Antipova, O.P. Dvoryaninova, A.Z. Cherkosov // *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. – 2015. – No. 2(64). – Pp. 92-97.
35. Ярцева Н.В. Влияние промывочного раствора на органолептические свойства пищевого рыбного фарша / Н.В. Ярцева, Н.В. Долганова // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. – 2009. – № 1. – С. 151-155.
35. Yartseva N.V. Influence of washing solution on organoleptic properties of edible minced fish / N.V. Yartseva, N.V. Dolganova // *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries*. – 2009. – No. 1. – Pp. 151-155.
36. Рябцева С.А. Микробиология молока и молочных продуктов / С.А. Рябцева, В.И. Ганина, Н.М. Панова. – 1-е, Новое. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2018. – 192 с. – ISBN 978-5-8114-2752-9.
36. Ryabtseva S.A. Microbiology of milk and dairy products / S.A. Ryabtseva, V.I. Ganina, N.M. Panova. – 1st, New. – Saint Petersburg: Lan Publishing House, 2018. – 192 p. – ISBN 978-5-8114-2752-9.
37. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиньш, Е. П. Райпулис. – М.: Агропромиздат, 1990. – стр. 333.
37. Biotechnology / M. E. Becker, G. K. Liepins, E. P. Raipulis. – M.: Agropromizdat, 1990. – p. 333.
38. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиньш, Е. П. Райпулис. – М.: Агропромиздат, 1990. стр. 333.
38. Biotechnology / M. E. Becker, G. K. Liepins, E. P. Raipulis. – M.: Agropromizdat, 1990. p. 333.