УДК 664.953

С.В. Журавлева, Ж.Г. Прокопец

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПАСТООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ МОРСКОГО ГЕНЕЗА

Представлены рецептуры разработанных пастообразных продуктов из сырья морского генеза. Изучена пищевая и биологическая ценность пробиотических пастообразных продуктов из сырья морского генеза. Определено содержание в них макроэлементов, установлен жирнокислотный состав, относительная биологическая ценность продуктов. Представлены данные количественного учета *Lactobacterium acidophilum* в пастообразных продуктах в процессе хранения. Изучена динамика изменения КМАФАнМ пастообразных продуктов в процессе хранения. Представлены данные органолептической оценки рыбных паст в хранении.

Пищевая ценность, жирнокислотный состав, макроэлементы, относительная биологическая ценность, пасты рыбные, *Lactobacterium acidophilum*.

Введение

Вопросам ассортимента, повышения качества, разработки и внедрения новых технологических приемов подготовки при производстве рыбных пастовых продуктов посвящены научные исследования таких ученых, как A. Monzini, И.Н. Никитина, С.Н. Ташкевич, И.Э. Бражная, И.Н. Муравьева, И.М. Титова, В.В. Критинина, Т.П. Калиниченко, Т.Н. Слуцкая, А.А. Вородимова и др.

Наращивание выпуска пастообразных изделий из гидробионтов обеспечивается возможностью использования для их производства рыбного сырья с механическими повреждениями и пищевых отходов от разделки рыбы. Это делает технологию пастовых продуктов малоотходной и позволяет вырабатывать дополнительно ценную пищевую продукцию из некондиционного сырья.

Технология приготовления пастовых продуктов дает возможность широко использовать различные ингредиенты, позволяющие улучшать вкусоароматические и структурно-механические свойства готового продукта, а также регулировать биотехнологический процесс созревания паст.

В соответствии с Концепцией государственной политики в области здорового питания населения России на период до 2020 г. специалистами рыбной промышленности разрабатываются рецептуры пастообразной продукции функционального назначения. Основное внимание в этой области уделяется оптимальному соотношению рыбного сырья с растительными компонентами, в основном овощами и крупами.

Вместе с тем одним из направлений в данной области является создание продуктов с использованием микроорганизмов пробиотиков, оказывающих при естественном способе введения позитивные эффекты на организм человека [3–5].

В этой связи разработка технологий и ассортимента пастообразных рыбных продуктов, обладающих пробиотическими свойствами, имеет большое социальное значение и научно-практический интерес.

Объекты и методы исследований

Цель настоящего исследования состояла в разработке пастообразных продуктов из сырья морского генеза, обладающих пробиотическими свойствами, и определении их пищевой и биологической ценности.

Объектами исследования послужили рыбные пастообразные продукты, изготовленные по разработанным нами технологии и рецептурам, функциональной составляющей которых являются микроорганизмы *Lactobacterium acidophilum* [6–8].

Основными этапами технологического процесса являются: подготовка рыбного сырья, его термическая обработка (бланширование) в течение 30 мин при температуре 90 ^{0}С, охлаждение до температуры 35–37 ^{0}С, внесение глюкозы и активной культуры *Lbm. acidophilum* в количестве 1 и 10 % к массе рыбного сырья соответственно, ферментирование при температуре 38 ^{0}С в течение 4 ч, охлаждение ферментированной массы до температуры 6–8 ^{0}С, внесение подготовленного дополнительного сырья, гомогенизация в течение 10–15 мин, товарное оформление продукта.

Для определения относительной биологической ценности по вышеописанной технологии готовили «Контроль», содержащий фарш рыбный измельченный вареный, соль поваренную, глюкозу и активную культуру *Lbm. acidophilum*.

Рецептуры разработанных пастообразных продуктов и контрольного образца представлены в табл. 1.

Таблица 1

Рецептуры пастообразных продуктов из гидробионтов

Компоненты рецептур	Количество компонентов, кг/100 кг			
	Паста рыбная			
	Контроль	Жемчужина	Океаническая	Коровка
Фарш рыбный измельченный вареный	87	70,5	70,5	65,5
Активная культура *Lbm. acidophilum*	8,7	7,0	7,0	6,6
Соль поваренная	1,5	1,0	1,0	1,5
Глюкоза	1,0	1,0	1,0	1,0
Масло сливочное	–	10,1	10,1	10,0
Икра горбуши некондиционная	–	10,9	–	–
Перец черный молотый	–	0,1	0,2	0,2
Нестандартные кусочки лососей холодного копчения	–	–	10,8	–
Печень говяжья вареная	–	–	–	16,0

Массовую долю воды, липидов, белка, минеральных веществ определяли по ГОСТ 7636-85. Отбор проб для испытаний проводили по ГОСТ 7631-85.

Качественный и количественный состав минеральных веществ в исследуемых образцах определяли атомно-абсорбционным методом на атомно-абсорбционном спектрофотометре (Hitachi).

Исследование жирнокислотного состава проводили методом газожидкостной хроматографии на хроматографе GC-2010 (Shimadzu, Япония), снабженном капиллярной колонкой (25 м × 0,22 мм, 0,25 мкм) с неподвижной фазой Carbowax-20 и плазменно-ионизационным детектором. Давление на входе 1,5 атм, газ-носитель – гелий, скорость потока газа-носителя 30 см/с, делитель потока 1/40. Идентификацию этиловых эфиров жирных кислот проводили по значениям индексов удерживания Ковача (Christie, 1988), содержание каждой кислоты выражали в процентах от суммы кислот.

Энергетическую ценность 100 г продукта рассчитывали по формуле

$$E = \sum e_i m_i , \qquad (1)$$

где e_i – коэффициент энергетической ценности, ккал/г. Коэффициент энергетической ценности для белков составляет 4 ккал/г, жира – 9 ккал/г, углеводов – 4 ккал/г; m_i – массовая доля компонентов в продукте, г/100 г.

Относительную биологическую ценность (ОБЦ) белкового компонента готового продукта определяли импедиметрическим методом. В качестве тест-штамма использовали культуру *Tetrachimena pyriformis*. Определение проводили с помощью программного обеспечения микробиологического экспресс-анализатора «Бак Трак 4300» [9, 10]. Оценку результатов проводили на основании показателя времени детекции IDT (Impedance Detection Time), а также графика изменения электрохимических показателей питательных сред при росте *Tetrachimena pyriformis*.

Оценка относительной биологической ценности (ОБЦ) основывается на сравнении параметров IDT в контроле (IDT_1) и опыте (IDT_2), полученных с помощью программного обеспечения экспресс-анализатора.

Относительную биологическую ценность рассчитывали по формуле

$$\text{ОБЦ} = \frac{IDT_1}{IDT_2} , \qquad (2)$$

где ОБЦ – относительная биологическая ценность; IDT_1 – значение времени детекции (времени определения импеданса) в контроле; IDT_2 – значение времени детекции (времени определения импеданса) в опыте.

Для расчета ОБЦ по формуле (2) использовали средние арифметические значения IDT_1 и IDT_2 [9].

Количественное определение *Lbm. acidophilum* проводили импедиметрическим методом на приборе серии «Бак Трак 4300» производства фирмы SY-LAB Gerate GmbH (Австрия). Селекцию и выделение чистой культуры *Lbm. acidophilum* проводили на среде «Лактобакагар», полученной в ФГУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» (г. Оболенск).

Учет результатов осуществляли визуально через 24–48 ч инкубации при температуре 37 °С в атмосфере с 5–10 % содержанием углекислого газа (CO^2-инкубатор). На среде «Лактобакагар» наблюдали круглые, гладкие, белого цвета, полупрозрачные или сероватые колонии *Lbm. acidophilum*, которые имели диаметр 2–2,5 мм. Для определения подлинности препараты бактерий окрашивали по Граму и микроскопировали.

Идентификацию молочнокислых микроорганизмов, определение родовой, видовой и типовой принадлежности проводили на микробиологическом анализаторе «МикроТакс» с помощью компьютерной программы МСТ 6 версия 6.00. SY-LAB, Австрия.

Дегустационные испытания образцов исследуемых продуктов проводили по 5-балльной системе путем одновременного представления кодированных образцов исследуемого продукта в конце предполагаемого срока годности и аналогичной свежевыработанной продукции. При этом оценивали внешний вид, консистенцию, цвет, вкус, запах.

Для обеспечения статистической обоснованности результатов число независимых участников дегустации, не осведомленных о кодах образцов, составляло 7 человек.

Результаты и их обсуждение

Для оценки пищевой ценности и калорийности разработанных продуктов определяли содержание в них белка, липидов, углеводов (табл. 2).

Таблица 2

Пищевая ценность и калорийность пастообразных продуктов

Наименование продукта	Содержание, % в 100 г продукта					Калорийность, ккал
	вода	белок	липиды	мин. в-ва	углеводы	
Паста рыбная «Жемчужина»	72,80	16,38	9,48	1,33	сл	151,10
Паста рыбная «Океаническая»	74,55	13,90	9,70	1,28	сл	143,14
Паста рыбная «Коровка»	73,59	16,26	9,24	1,27	0,86	151,64

Установлено, что рыбные пасты отличаются достаточно высоким содержанием белка и минеральных веществ, липидов. Максимальное содержание углеводов отмечено в пасте «Коровка». Содержание воды в готовых продуктах находится в пределах 72,8–74,55 %, что соответствует требованиям к пастообразным продуктам [11]. Разработанные продукты имеют умеренную калорийность.

По минеральному составу полученные продукты богаты кальцием, калием, натрием, магнием (табл. 3).

Таблица 3

Содержание макроэлементов в пастообразных продуктах, мг/100 г

Макроэлемент	Содержание			Суточная норма потребления, мг/сут
	Жемчужина	Океаническая	Коровка	
Кальций	158,7	141,3	140,4	2180,7
Калий	798,5	729,8	1282,8	6435,2
Натрий	32,1	24,3	87,1	378,4
Магний	6,7	6,9	7,1	65,0

Максимальное количество макроэлементов содержится в пасте рыбной «Коровка», при этом удовлетворение суточной потребности в кальции при потреблении 100 г данного продукта составляет 6,5 %, калии – 20 %, натрии – 23 %, магнии – 11 %.

Важным показателем биологической и пищевой ценности является жирнокислотный состав липидов (табл. 4).

Таблица 4

Состав жирных кислот пастообразных продуктов

Наименование кислоты		Содержание (% от суммы жирных кислот)		
		Жемчужина	Океаническая	Коровка
Насыщенные жирные кислоты				
14:0	Миристиновая	0,68	1,09	0,84
15:0	Пентадекановая	0,05	0,10	0,07
16:0	Пальмитиновая	31,40	30,11	30,94
17:0	Гептадекановая	–	0,12	0,12
18:0	Стеариновая	5,39	5,27	5,86
20:0	Арахиновая	0,36	0,37	0,35
	Сумма НЖК	37,88	37,06	38,18
Мононенасыщенные жирные кислоты				
16:1 ω-7	Пальмитолеиновая	0,18	0,45	0,27
18:1 ω-9	Олеиновая	39,29	36,84	38,22
18:1 ω-7	Цис-вакценовая	1,20	0,41	1,40
20:1 ω-11	Гадолеиновая	0,07	0,31	0,11
20:1 ω-9	Гондоиновая	0,13	0,05	0,14
	Сумма МНЖК	40,87	38,06	40,14
Полиненасыщенные жирные кислоты				
18:2 ω-6	Линолевая	20,44	18,58	19,42
18:3 ω-3	Леноленовая	0,12	0,18	0,16
20:4 ω-6	Арахидоновая	0,70	0, 40	0,15
20:5 ω-3	Эйкозапентаеновая	0,50	0,40	0,32
22:6 ω-3	Докозагексаеновая	0,52	0,50	0,40
	Сумма ПНЖК	22,28	19,70	20,45
	Сумма ω 6	21,14	18,62	19,57
	Сумма ω 3	1,14	1,08	0,88

Согласно полученным результатам исследования жирнокислотного состава липидов в разработанных рыбных пастах преобладают олеиновая, пальмитиновая и линолевая кислоты.

Состав жирных кислот липидов в продуктах, предназначенных для питания молодого, здорового организма, должен быть сбалансированным: 10–20 % полиненасыщенных, 50–60 % мононенасыщенных и 30 % насыщенных.

Показатели жирнокислотной сбалансированности липидов разработанных продуктов относительно эталона ФАО/ВОЗ приведены в табл. 5.

Таблица 5

Показатели жирнокислотной сбалансированности разработанных продуктов

Объект	Массовая доля липидов, %	Массовая доля, %					
		Σ НЖК	Σ МНЖК	Σ ПНЖК	ПНЖК		
					линолевая	линоленовая	арахидоновая
Эталон ФАО/ВОЗ	–	30,0	60,0	10,0	7,5	1,0	1,5
Жемчужина	9,70	37,88	40,87	22,28	20,44	0,12	0,70
Океаническая	9,48	37,06	38,06	19,70	18,58	0,18	0, 40
Коровка	9,24	38,18	40,14	20,45	19,42	0,16	0,15

Анализ табл. 4 и 5 показывает, что в составе жирных кислот разработанных продуктов содержание насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот составляет 1:1, тогда как рекомендованное 1:2. Содержание полиненасыщенных кислот достаточно высоко и превышает рекомендуемые значения в 2 раза в основном за счет содержания линолевой кислоты.

Исследование разработанных рыбных пастообразных продуктов показало, что их ОБЦ увеличилась по сравнению с контрольным образцом и составила 1,49 –2,08 (табл. 6).

Таблица 6

Расчет ОБЦ для пастообразных рыбных продуктов

Опытный образец	IDT_2*	Опытный образец	IDT_1*	ОБЦ
Паста рыбная «Жемчужина»	2,5	Контрольный образец «Контроль»	5,2	2,08
Паста рыбная «Океаническая»	3,5		5,2	1,49
Паста рыбная «Коровка»	2,9		5,2	1,79

*Средние арифметические значения.

В табл. 7 представлены данные количественного учета *Lbm. acidophilum* в разработанных продуктах в четырех контрольных точках (с учетом коэффициента резерва 1,5): в момент фасования готового продукта (фон), после 5, 7 и 12 суток хранения при температуре от 4 до 8 ^{0}С.

Таблица 7

Данные количественного учета *Lbm. acidophilum* в пастообразных продуктах в процессе хранения

Продолжительность хранения, сут.	Жемчужина	Океаническая	Коровка
Фон	$1,8\times10^9$	$9,7\times10^8$	$1,1\times10^9$
5	$1,2\times10^8$	$4,5\times10^8$	$2,3\times10^8$
7	$1,2\times10^7$	$1,8\times10^7$	$4,8\times10^7$
12	$1,4\times10^5$	$8,8\times10^4$	$1,3\times10^5$

Рекомендуемое количество молочнокислых бактерий в пробиотических продуктах должно составлять не менее 1×10^7 КОЕ/г (СанПиН 2.3.2.1078-01). В разработанных продуктах в течение 7 сут. хранения количество *Lbm. acidophilum* остается на необходимом для пробиотических продуктов уровне, дальнейшее хранение приводит к его снижению.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в процессе хранения при температуре от 4 до 8 ^{0}С находилось в пределах установленной СанПиН 2.3.2.1078-01 нормы для кулинарной продукции из термически обработанной рыбы (табл. 8).

Таблица 8

Динамика изменения КМАФАнМ пастообразных продуктов в процессе хранения

Продолжительность хранения, сут.	Жемчужина	Океаническая	Коровка
Фон	$1,3\times10^2$	$2,2\times10^2$	$1,1\times10^1$
5	$4,5\times10^2$	$3,8\times10^2$	$5,0\times10^1$
7	$5,2\times10^2$	$6,8\times10^2$	$1,1\times10^2$
12	$7,5\times10^3$	$7,3\times10^3$	$2,5\times10^2$

Органолептическая оценка готовых продуктов не выявила существенных изменений продукции в период хранения (рис. 1).

Проведенные исследования подтвердили, что в продукте не наблюдалось отрицательной динамики микробиологических и органолептических показателей.

При помощи системы «МикроТакс» достоверно установлена видовая принадлежность входящих в состав пастообразных продуктов молочнокислых бактерий.

В готовых продуктах, приготовленных по разработанной технологии, содержание молочнокислых микроорганизмов *Lbm. acidophilum* на конец срока годности составляет не менее 1×10^7 КОЕ/г, что позволяет отнести рыбные пасты к пробиотическим продуктам питания.

В разработанных продуктах содержание линолевой кислоты в 4 раза превышает рекомендованное ФАО/ВОЗ (20,44 и 7,5 % соответственно).

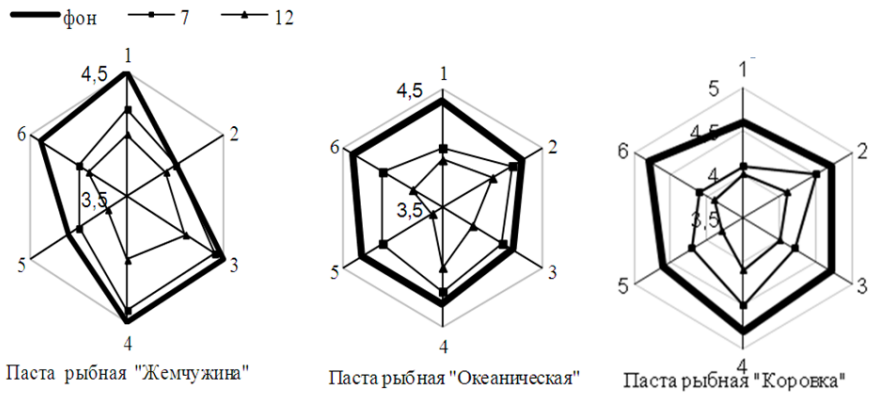

Рис. 1. Профилограмма органолептической оценки рыбных паст в хранении:
1 – товарный вид; 2 – цвет; 3 – запах; 4 – консистенция; 5 – сочность

Список литературы

1. Антипова, Л.В. Новые тенденции в технологии специальных продуктов питания на основе гидробионтов / Л.В. Антипова, И.Н. Толпыгина, В.В. Батищев, О.П. Дворянинова // Успехи современного естествознания. – 2002. – № 6. – С. 76–79.

2. Студенцова, Н.А. Функциональные продукты питания из гидробионтов / Н.А. Студенцова // Пищевая промышленность. – 2003. – № 11. – С. 80–81.

3. Кочеткова, А.А. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / А.А. Кочеткова, А.Ю. Колеснов, В.И. Тужилкин, И.Н. Нестерова, О.В. Большаков // Пищевая промышленность. – 1999. – № 4. – С. 7–10.

4. Кочеткова, А.А. Функциональные продукты / А.А. Кочеткова // Переработка и хранение сельхозсырья. – 1999. – № 3.– С. 4–5.

5. Ладодо, К.С. Функциональное питание / К.С. Ладодо, Т.Э. Боровик, Е.А. Рославцева // Российский педиатрический журнал. – 1999. – № 2. – С. 41–44.

6. Бойцова, Т.М. Гидробионты как сырье для создания продуктов пробиотической направленности / Т.М. Бойцова, Ж.Г. Прокопец, С.В. Журавлева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 4. – С. 48–52.

7. Журавлева, С.В. Влияние *Lbm. acidophilum* на физико-химические свойства рыбного фарша / С.В. Журавлева, Т.М. Бойцова, Ж.Г. Прокопец // Современное состояние водных биоресурсов: материалы науч. конф. посвященной 70-летию С.М. Коновалова. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. – С. 886–889.

8. Бойцова, Т.М. Продукты пробиотической направленности на основе сырья морского генеза / Т.М. Бойцова, С.В. Журавлева // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 1. – С. 29–31.

9. Дудчик, Н.В. Новый метод определения относительной биологической ценности белкового компонента пищевых продуктов / Н.В. Дудчик, Л.А. Мельникова // Достижения медицинской науки Белоруссии. – 2005. – № 2. – С. 65–69.

10. Использование метода измерения электрического сопротивления (импеданса) для санитарно-бактериологического исследования объектов окружающей среды: методические рекомендации: утв. заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации – Главным врачом Федерального центра Госсанэпиднадзора Минздрава России Е.Н. Беляевым 24.12.04 (№ ФЦ/4000). – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2005. – 59 с.

11. Касьянов, Г.И. Технология переработки рыбы и морепродуктов / Г.И. Касьянов, Е.Е. Иванова, А.Б. Одинцов, Н.А. Студенцова, М.В. Шалак. – Ростов н/Д: МарТ, 2001. – 416 с.

12. Лещанская, О. Роль трансизомеров жирных кислот в жизнедеятельности человека глазами химика, специалиста по питанию и кардиолога / О. Лещанская // Пищевая промышленность. – 2003. – № 7. – С. 54–55.

ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет»,
Школа экономики и менеджмента,
690091, Россия, г. Владивосток, Океанский проспект, 19.
Тел./факс: (423) 243-40-89
e-mail: rectorat@dvfu.ru

SUMMARY

S.V. Zhuravleva, J.G. Prokopets

BIOLOGICAL AND FOOD VALUE OF PROBIOTIC PASTE-LIKE PRODUCTS FROM SEA RAW MATERIALS

Recipes developed for the paste-like products from raw materials of marine origin are presented. Food and biological value of probiotic paste-like products from sea raw materials is studied. The content of macro-elements, fatty ac-

id composition, and relative biological value of the products are determined. The quantitative data for *Lactobacterium acidophilum* in paste-like products in the storage process are presented. The changes of viable paste-like products in the process of storage are studied. The data are presented on the organoleptic evaluation of fish pastes in storage.

Food value, fatty acid composition, macro- and relative biological value, fish paste, *Lactobacterium acidophilum.*

Far Eastern Federal University
Okeanskiy prospect, 19, Vladivostok, 690091, Russia
Phone/Fax: (423) 243-40-89
e-mail: rectorat@dvfu.ru