

Научная статья

УДК 664.346

DOI 10.46845/1997-3071-2025-79-84-98

Эмульсионный соус, обогащенный продуктами переработки вторичного сырья лососевых рыб, стабилизированный растительными компонентами

Александр Викторович Миленький¹, Светлана Викторовна Агафонова²

^{1,2}Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

¹flame_007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7243-5791>

²svetlana.agafonova@klgtu.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-5992-414X>

Аннотация. Майонезная продукция пользуется большим спросом среди населения России, а ее рынок демонстрирует устойчивый рост в течение последнего десятилетия. В соответствии с современными трендами на здоровое питание среди потребителей существует запрос на низкокалорийную продукцию, обогащенную полезными нутриентами. Поскольку майонезы и майонезные соусы содержат большое количество жира, основным направлением разработки продуктов здорового питания является изменение жирнокислотного состава соусов, обеспечение баланса жирных кислот за счет повышения содержания омега-3. Для этих целей может применяться рыбный жир, вводимый в качестве замены традиционных растительных масел. Целью работы явилась разработка эмульсионного соуса кардиопротекторной направленности со сбалансированным жирнокислотным составом, стабилизированного растительными компонентами. С помощью метода математического моделирования для соуса оптимизирована рецептура, установлены оптимальные дозировки в его составе растительных компонентов (морковного пюре и пюре из черной смородины). Морковное пюре в количестве 10,4 % от массы готового продукта и 16,7 % пюре из черной смородины обеспечивают стабильность эмульсии на основе подсолнечного масла и рыбного жира и благоприятные вкусоароматические свойства соуса. Описаны органолептические и физико-химические показатели качества соуса, который представляет собой однородный сметанообразный продукт фиолетового цвета, с отчетливыми рыбным и ягодно-овощным вкусом и запахом. В составе разработанного продукта содержится 43,72 % жира, что соответствует жирности продуктов категории майонезных соусов. В течение 30 суток в продукте не отмечается рост количества дрожжей, плесеней, бактерий группы кишечной палочки, КМАФАнМ не превышает 15 КОЕ/г. Соус характеризуется пониженной калорийностью в сравнении с классическими майонезами, является источником кардиопротекторных компонентов – омега-3 жирных кислот, лецитина.

Ключевые слова: рыбный жир, эмульсионный соус, лецитин, черная смородина.

Для цитирования: Миленький А. В., Агафонова С. В. Эмульсионный соус, обогащенный продуктами переработки вторичного сырья лососевых рыб, стабилизированный растительными компонентами // Известия КГТУ. 2025. № 79. С. 84–98. DOI 10.46845/1997-3071-2025-79-84-98.

Original article

Emulsion sauce enriched with products of processing of salmon fish waste and stabilized with vegetable components

Aleksandr V. Milenkiy¹, Svetlana V. Agafonova²

^{1,2}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹flame_007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7243-5791>

²svetlana.agafonova@klgtu.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-5992-414X>

Abstract. Mayonnaise products are in great demand among the Russian population, and the mayonnaise market has been showing steady growth over the past decade. In accordance with current trends in healthy eating, consumers are asking for low-calorie products enriched with healthy nutrients. Since mayonnaise and mayonnaise sauces contain a large amount of oil, the main direction of developing healthy food products is to change the fatty acid composition of sauces and ensure a balance of fatty acids by increasing the omega-3 content. For these purposes, fish oil can be used, introduced as a substitute for traditional vegetable oils. The aim of the work was to develop a cardioprotective emulsion sauce with a balanced fatty acid composition, stabilized with plant components. Using the mathematical modeling method, the recipe for the sauce has been optimized, optimal dosages of vegetable components (carrot puree and blackcurrant puree) have been established in its composition. Carrot puree in the amount of 10.4 % by weight of the finished product and blackcurrant puree 16.7% ensure the stability of the emulsion based on sunflower oil and fish oil and the favorable flavor and aromatic properties of the sauce. The organoleptic and physico-chemical quality parameters of the sauce have been described, which is a homogeneous sour cream-like product of purple color, with a distinct fish and berry-vegetable flavor and odor. The developed product contains 43.72% fat, which corresponds to the fat content of products in the category of mayonnaise sauces. During 30 days, there has been no increase in the amount of yeast, molds, and E. coli bacteria in the product, and QMAFAnM has not exceeded 15 CFU/g. The sauce is characterized by a lower calorie content in comparison with classic mayonnaise, it is a source of cardioprotective components: omega-3 fatty acids, lecithin.

Key words: fish oil, emulsion sauce, lecithin, blackcurrant

For citation: Milenkiy A. V., Agafonova S. V. Emulsion sauce enriched with products of processing of salmon fish waste and stabilized with vegetable components. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2025;(79):84–98. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2025-79-84-98.

ВВЕДЕНИЕ

Майонез представляет собой традиционный эмульсионный соус, получаемый путем смешивания растительных масел (преимущественно подсолнечного, оливкового или рапсового) с яичным желтком, горчицей, уксусом или лимонным соком и различными вкусоароматическими добавками [1]. Российский рынок майонезов является одним из крупнейших в мире. В 2023 г. объем производства составил около 870 тыс. т, что на 7 % превышало показатели предыдущего года [2]. Как отмечают эксперты BuisnesStat, рынок демонстрирует устойчивый рост на протяжении последнего десятилетия, несмотря на экономические колебания. Среднедушевое потребление майонеза в России составляет 4,3–4,8 кг в год, что значительно превышает аналогичные показатели в европейских странах [2, 3].

Особенностью российского рынка остается преобладание традиционных высококалорийных майонезов, хотя в последние три года отмечается значительный рост спроса на более легкие варианты – майонезные соусы с пониженной жирностью. Еще одним актуальным направлением расширения ассортимента такой продукции является разработка обогащенных соусов специализированного назначения, содержащих эссенциальные для человека компоненты [3, 4].

Сердечно-сосудистые заболевания, оставаясь основной причиной смертности в глобальном масштабе, стимулируют активный поиск инновационных решений в области пищевых технологий. Особое внимание исследователей привлекает модификация традиционных продуктов питания, в частности майонезов, с целью придания им функциональных свойств, способствующих профилактике сердечно-сосудистых патологий. Научные разработки в этой области представляют собой комплексный подход, сочетающий оптимизацию жирнокислотного состава, обогащение биологически активными компонентами и применение передовых технологий производства [5].

Традиционно используемые в производстве эмульсионных соусов растительные масла, такие как подсолнечное, характеризуются высоким содержанием омега-6 жирных кислот, что при избыточном потреблении может способствовать развитию метаболических нарушений. В связи с этим активно изучаются альтернативные источники жиров с более сбалансированным составом. Например, частичная замена подсолнечного масла льняным, как показано в исследованиях, опубликованных в ACS Omega, позволяет значительно увеличить долю α -линоленовой кислоты (омега-3) в конечном продукте. При замене 50 % подсолнечного масла содержание этой жирной кислоты достигает 15 % от общего количества липидов, что оказывает положительное влияние на липидный профиль потребителей и снижает риск атеросклеротических изменений [1]. Аналогичный эффект наблюдается при использовании масла авокадо, которое благодаря высокому содержанию олеиновой кислоты и фитостеролов способствует снижению уровня «плохого» холестерина на 12–15 % при регулярном употреблении, при этом полностью сохраняя привычные вкусовые качества продукта [6]. Не менее перспективным направлением является включение в состав продукта длинноцепочечных омега-3 жирных кислот из морских источников. Современные методы микрокапсулирования с использованием комбинации казеина и мальтодекстрина решают проблему характерного рыбного привкуса, позволяя достичь содержания эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК) кислот до 300 мг на 100 г продукта. Клинические наблю-

дения подтверждают, что систематическое потребление такого обогащенного майонеза приводит к улучшению показателей липидного обмена [7]. Среди источников омега-3 жирных кислот наибольший интерес представляют жиры рыб семейства лососевых, сельдевых, скумбриевых. Именно эти жиры содержат большое количество ЭПК и ДГК, проявляющих кардиопротекторное действие [8, 9].

Компонентом липидной природы, актуальность применения которого в составе эмульсионных соусов обусловлена не только пользой для здоровья человека, но технологической функцией, является соевый лецитин – натуральная смесь фосфолипидов, получаемых из масла соевых бобов. Регулярное потребление соевого лецитина способствует нормализации липидного обмена, снижению уровня общего холестерина и липопротеинов низкой плотности, улучшению эластичности сосудов и препятствует образованию холестериновых бляшек. Кроме того, соевый лецитин обладает стабилизирующим действием на пищевые эмульсии, поэтому его использование способствует получению продукта со стойкой при хранении консистенцией [10].

Параллельно с модификацией жирового компонента ведутся работы по обогащению майонезов биологически активными веществами. Особый интерес в этом контексте представляют фитостеролы, пищевые волокна, витамины и антиоксиданты растительного сырья [11]. Помимо благоприятного воздействия на здоровье человека, компоненты растительного сырья также могут играть роль стабилизаторов, антиокислителей в составе жировых эмульсий, улучшать вкус и аромат продукта. Например, применение растворимых пищевых волокон, таких как пектин или каррагинан, для стабилизации эмульсий позволяет уменьшить долю липидов до 50 % без существенного ущерба для органолептических характеристик, а использование натуральных экстрактов растений (розмарин, гвоздика, шалфей) позволяет снизить интенсификацию окислительных процессов липидов продукта в процессе его хранения [12–15].

Целью настоящего исследования явилась разработка эмульсионного соуса кардиопротекторной направленности со сбалансированным жирнокислотным составом, стабилизированного растительными компонентами. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: определение оптимальных количеств растительных компонентов (пюре из черной смородины и моркови) в рецептуре соуса, установление органолептических характеристик эмульсионного соуса, химического состава и физико-химических показателей качества готовой продукции, исследование хранимостпособности эмульсионного соуса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследования выступали образцы эмульсионного соуса, изготовленного на основе подсолнечного масла, с добавлением лососевого жира, гидролизата рыбного белка, пюре из черной смородины и морковного пюре, соевого лецитина, яичного меланжа, вкусовых добавок и СО₂-экстракта гвоздики.

Рыбный жир и гидролизат рыбного белка получали из вторичного сырья семги (*Salmo salar*) при его комплексной переработке биотехнологическим методом. Метод заключался в гидролизе сырья протеолитическим ферментным препаратом для разрушения жировых клеток и дальнейшем отделении жира центрифугированием. Подробно процесс ферментализации рыбного сырья описан в работе [16],

массовая доля рыбного жира в составе жировой фракции соуса установлена в предыдущих исследованиях [17].

Комплекс растительных добавок включал пюре из черной смородины и морковное пюре, соевый лецитин, CO₂-экстракт гвоздики. Пюре из черной смородины и морковное пюре получали при измельчении растительного сырья. Пюре из черной смородины уваривали до содержания сухих веществ не менее 10 %. Для обогащения соуса использовали соевый лецитин, предоставленный ООО УК «Содружество», и CO₂-экстракт гвоздики от ООО «Компания Караван». Вводимый в состав эмульсионного соуса комплекс растительных добавок обогащает его такими компонентами, как витамины, антиоксиданты, полифенолы, пищевые волокна, а также способствует стабилизации эмульсии и сохранению качества и безопасности готового продукта [18–20]. В обеспечении стабильности эмульсии и требуемых реологических характеристик готового продукта существенная роль принадлежит пюре из черной смородины и морковному пюре как компонентам, богатым пектиновыми веществами и основным источникам влаги в продукте. В связи с этим оптимальные дозировки пюре из черной смородины и морковного пюре устанавливали методом математического моделирования согласно ортогональному центральному композиционному плану (ОЦКП) второго порядка. Частный отклик «эффективная вязкость (В)» определяли при этом с помощью ротационного вискозиметра Брукфильда, частный отклик «органолептическая оценка (О)» – на основании ГОСТ 31761-2012 «Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия», ГОСТ ISO 6658-2016 «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство». Органолептическая оценка включала определение внешнего вида, запаха, вкуса и послевкусия продукта. В качестве «идеального» значения частного отклика «эффективная вязкость» был принят показатель соуса промышленного производства (16000 сПз).

Общий химический состав, физико-химические показатели качества и стойкость эмульсии соуса определяли согласно ГОСТ 31762-2012 «Майонезы и соусы майонезные. Правила приемки и методы испытаний».

План микробиологических испытаний был разработан на основании МУК 4.2.1847-04. 4.2. «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания», в соответствии с которыми ориентировочный срок годности эмульсионного соуса установлен на уровне 90 суток. Для испытаний были приготовлены 3 образца продукции: № 1 – эмульсионный соус по классической рецептуре; № 2 – эмульсионный соус по классической рецептуре, обогащенный рыбным жиром, белковым гидролизатом, морковным пюре, соевым лецитином, с внесением CO₂-экстракта гвоздики; № 3 – эмульсионный соус по рецептуре второго образца, дополнительно обогащенный пюре из черной смородины. Образцы хранились при температуре 2–5 °С в стеклянных банках цилиндрической формы объемом 250 см³ с металлической крышкой «твист-офф». Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли в соответствии с ГОСТ 10444.15-94, количество бактерий группы кишечной палочки (БГКП), колиформы – ГОСТ 31747-2012, количество дрожжей и плесневых грибов – ГОСТ 10444.12-2013.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлены изменяемые факторы, их предельные значения и интервалы варьирования при оптимизации рецептуры эмульсионного соуса.

Таблица 1. Изменяемые факторы, их интервалы и предельные значения
Table 1. Variable factors, their intervals and limit values

Факторы	Уровни			Интервал варьирования
	–1	0	+1	
$\omega_{\text{чс}}$ – массовая доля пюре из черной смородины, %	10	15	20	5
$\omega_{\text{мп}}$ – массовая доля морковного пюре, %	5	10	15	5

Реализация эксперимента позволила получить значения обобщенных параметров оптимизации, объединяющих частные отклики, значения которых представлены в табл. 2.

Таблица 2. План эксперимента по моделированию и оптимизации рецептуры эмульсионного соуса

Table 2. Experimental plan for modeling and optimizing the formulation of emulsion sauce

№	Условия опытов				Результаты реализации		Обобщенный параметр оптимизации
	$\omega_{\text{чс}}$		$\omega_{\text{мп}}$		О, балл	В, сПз	
	Код.	Нат., %	Код.	Нат., %			
1	1	20	1	15	42,0	12700	0,068
2	−1	10	1	15	42,0	9100	0,211
3	1	20	−1	5	43,1	22400	0,179
4	−1	10	−1	5	43,6	21800	0,148
5	1	20	0	10	44,3	18500	0,037
6	−1	10	0	10	42,1	11200	0,115
7	0	15	1	15	42,4	14100	0,037
8	0	15	−1	5	43,7	17100	0,021
9	0	15	0	10	42,4	14600	0,031

Преобразование представленных в табл. 2 значений согласно алгоритму ОЦКП позволило получить модель рецептуры эмульсионного соуса в кодированном, а затем в натуральном выражении (1, 2).

$$y = 0,05 \cdot x_1^2 + 0,1 \cdot x_2^2 - 0,043 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,032 \cdot x_1 - 0,005 \cdot x_2 - 0,024 \quad (1)$$

$$y = 0,002 \cdot M_1^2 + 0,004 \cdot M_2^2 - 0,002 \cdot M_1 \cdot M_2 - 0,05 \cdot M_1 - 0,053 \cdot M_2 + 0,66, \quad (2)$$

где: y – обобщенный параметр оптимизации;

M_1 – массовая доля пюре из черной смородины в соусе, %;

M_2 – массовая доля морковного пюре в соусе, %.

Расчетные оптимальные значения дозировок составили 16,7 % для пюре из черной смородины и 10,4 % для морковного пюре. Графическая интерпретация

модели рецептуры эмульсионного соуса, наглядно демонстрирующая оптимальные значения факторов, представлена на рис. 1.

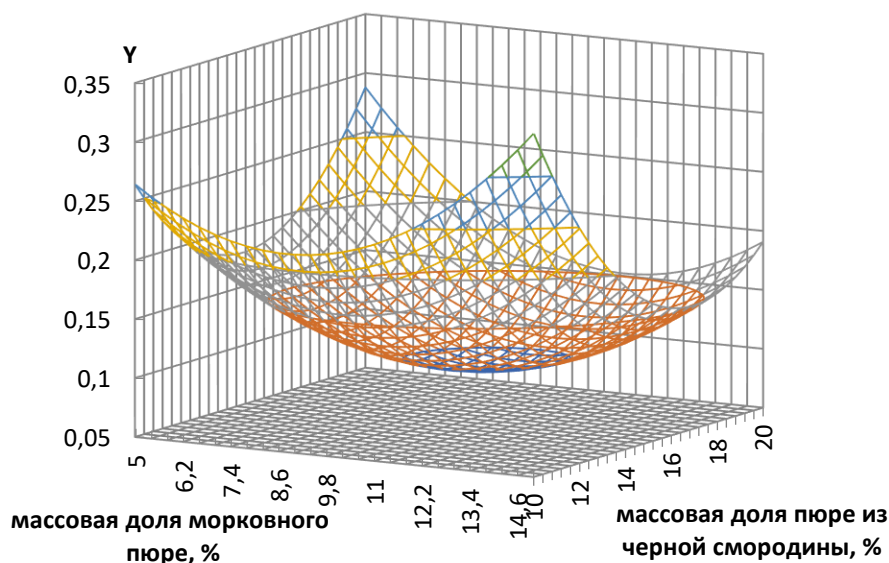


Рис. 1. Графическая интерпретация модели рецептуры эмульсионного соуса
Fig. 1. Graphical interpretation of the emulsion sauce formulation model

Готовый соус представляет собой однородный сметанообразный продукт фиолетового цвета, с отчетливыми рыбным и ягодно-овощным вкусом и запахом. Органолептические характеристики соуса показаны в табл. 3, профиль вкуса – на рис. 2.

Таблица 3. Органолептические характеристики эмульсионного соуса
Table 3. Organoleptic characteristics of the emulsion sauce

Наименование показателя	Характеристика продукта
Внешний вид, консистенция	Однородный сметанообразный продукт; допускаются единичные пузырьки воздуха, слегка тянущаяся и желеобразная консистенция, наличие включений в случае внесения измельченных вкусо-ароматических добавок, в том числе натуральных, в соответствии с техническим документом на эмульсионный продукт конкретного наименования
Вкус и запах	Вкус кисловатый, с запахом и вкусом, свойственным сырью, ощутимый запах рыбного сырья и гвоздики, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	От фиолетового до ярко-розового, насыщенный, однородный по всей массе, допускается менее насыщенный цвет, но однородный по всей массе

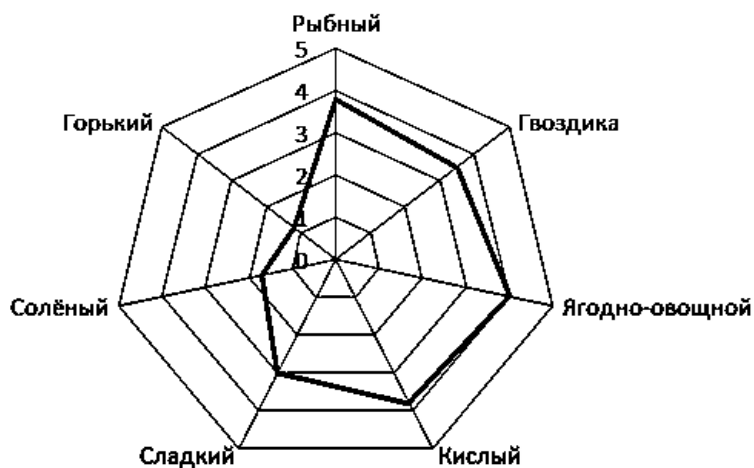


Рис. 2. Профиль вкуса эмульсионного соуса
Fig. 2. The flavor profile of the emulsion sauce

Во вкусовом профиле эмульсионного соуса доминируют ягодно-овощные и кислые ноты, что обусловлено включением черной смородины и моркови в состав. Выраженный рыбный вкус формируется благодаря использованию лососевого жира и гидролизата, что придает соусу характерные рыбные оттенки. Вкусовая нота гвоздики обусловлена применением CO_2 -экстракта, который способствует раскрытию и усилению аромата, добавляя сложность и глубину вкусовому восприятию продукта. Благодаря сбалансированному кисло-сладкому вкусу с ярким рыбным оттенком соус может использоваться как дополнение к рыбным блюдам, а также как заправка к нейтральным по вкусу блюдам, например, овощным салатам.

Общий химический состав и физико-химические показатели качества продукта представлены в табл. 4. В классической рецептуре майонеза была снижена массовая доля жира, при этом часть подсолнечного масла заменена на лососевый жир. За счет внесения пюре из черной смородины получена стабильная при испытании по стандартной методике эмульсия.

Таблица 4. Общий химический состав и физико-химические показатели качества эмульсионного соуса, %

Table 4. General chemical composition and physico-chemical quality indicators of emulsion sauce, %

Показатель	Значение
Массовая доля жира	43,72±2,2
Массовая доля влаги	34,79±1,7
Массовая доля белка	13,05±0,3
Массовая доля золы	0,78±0,04
Массовая доля углеводов*	7,66
Кислотность, % в пересчете на уксусную кислоту, не более	0,38±0,02
Стойкость эмульсии, процент неразрушенной эмульсии, не менее	99

Примечание*: Значение получено расчетным путем

При изучении хранимостпособности образцов эмульсионного соуса было установлено, что образцы не сохраняют стабильность на протяжении ориентировочного срока хранения 90 суток. В первых двух образцах наблюдалось расслоение эмульсии по прошествии 22-х суток хранения, в третьем – по прошествии 30 суток, в связи с чем испытания были остановлены. Такая нестабильность продукции связана прежде всего с техническими особенностями процесса изготовления соуса в лабораторных условиях. Микробиологические показатели образцов соусов представлены в табл. 5.

Таблица 5. Микробиологические показатели образцов соусов в процессе хранения
Table 5. Microbiological parameters of sauce samples during storage

Образец	Контрольные точки испытаний	Микробиологические показатели			
		КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП	Плесени, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г
№ 1	0 (фон)	$4,0 \cdot 10^2$	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	Менее 5
	14 суток	Менее 15	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	Менее 5
	22 сутки	Менее 15	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	Менее 5
№ 2	0 (фон)	$2,0 \cdot 10^3$	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	Менее 5
	14 суток	$2,0 \cdot 10^2$	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	$3,5 \cdot 10^2$
	22 сутки	$5,0 \cdot 10^2$	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	Менее 5
№ 3	0 (фон)	Менее 15	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	Менее 5
	14 сутки	Менее 15	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	Менее 5
	22 сутки	Менее 15	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	Менее 5
	30 сутки	Менее 15	Отсутствие в 0,1 г	Менее 5	Менее 5

Как видно из табл. 5, во всех образцах в процессе хранения не отмечалось роста содержания БГКП и плесеней, практически не наблюдалось роста количества дрожжей, за исключением одной точки (14 суток хранения образца № 2). Стоит отметить более высокую микробиологическую обсемененность образца эмульсионного соуса № 2 в сравнении с контрольным образцом № 1, связанную с использованием обогащающих добавок.

Динамика роста КМАФАнМ в течение 22-х суток хранения представлена на рис. 3.

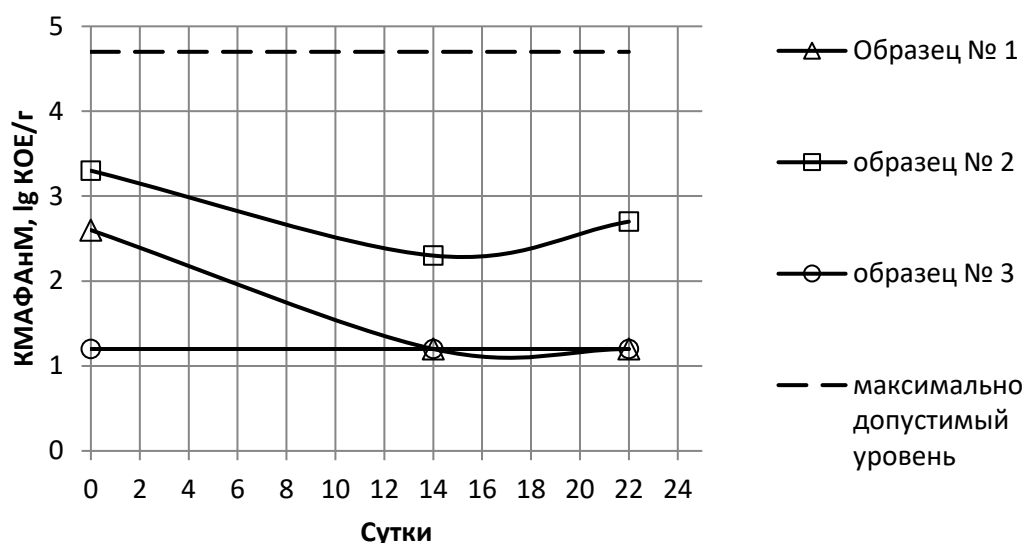


Рис. 3. Динамика роста КМАФАнМ (lg КОЕ/г) образцов эмульсионного соуса в процессе хранения

Fig. 3. Growth dynamics of QMAFAnM (lg CFU/g) of emulsion sauce samples during storage

Было установлено, что внесение пюре из черной смородины (образец № 3) снижает общую микробиологическую обсемененность эмульсионного соуса, которая увеличивается при использовании других обогащающих добавок. Это связано с высоким содержанием в черной смородине природных антимикробных веществ, к которым относятся органические кислоты, флавоноиды, антоцианы. Кроме этого, внесение пюре из черной смородины за счет высокого содержания пектиновых веществ обеспечивает стабилизацию эмульсионной системы на более длительный срок в сравнении с другими образцами.

Исходя из данных, полученных в ходе микробиологических испытаний, установлен рекомендуемый срок хранения эмульсионного соуса в течение 30 суток при температуре 2–5 °С.

Расчетным путем установлено, что в одной порции эмульсионного соуса (40 г) содержится в среднем 240 мг суммы ЭПК и ДГК, что приближается практически к 100 % суточной потребности взрослого человека в этих жирных кислотах (250 мг в соответствии с МР 2.3.1.0253-21). Содержание лецитина находится на уровне 3,2 г, что составляет 45 % от его суточной потребности. Таким образом, по содержанию ЭПК и ДГК, соевого лецитина продукт относится к функциональным продуктам в соответствии с ГОСТ Р 54059-2010. Продукт также является источником витаминов, антиоксидантов, пищевых волокон за счет вносимого растительного сырья.

ВЫВОДЫ

Разработана рецептура эмульсионного соуса на основе подсолнечного масла, обогащенного лососевым жиром, гидролизатом рыбного белка и растительными компонентами (морковным пюре, пюре из черной смородины, соевым леци-

тином). Установлены оптимальные дозировки морковное пюре и черной смородины на уровне 10,4 и 16,7 % от массы готового продукта соответственно.

Готовый соус представляет собой однородный сметанообразный продукт фиолетового цвета, с отчетливыми рыбным и ягодно-овощным вкусом и запахом. Содержание жира в соусе (43,72 %) соответствует жирности продуктов категории майонезных соусов. Рекомендуемый срок хранения соуса составляет 30 суток при температуре 2–5 °С.

Разработанный эмульсионный соус может быть рекомендован для регулярного употребления детям дошкольного и школьного возраста, студентам, а также всем категориям взрослого населения в качестве натурального источника полезных жиров, витаминов и фосфолипидов. Данный продукт представляет особую ценность для лиц, находящихся в группе риска по развитию сердечно-сосудистых патологий.

Список источников

1. Omega-3-Enriched and Oxidative Stable Mayonnaise Formulated with Spray-Dried Microcapsules of Chia and Fish Oil Blends / M. A. Rahim, M. Imran, F. A. Khan [et al.]. – DOI: 10.1021/acsomega.3c08807 // ACS Omega. – 2024. – Vol. 9. – P. 8221–8228.
2. Анализ рынка майонеза и майонезных соусов в России в 2019–2023 гг., прогноз на 2024–2028 гг. – Текст: электронный // BuisnesStat: сайт. – URL: <https://businessstat.ru/catalog/id7838/> (дата обращения: 01.02.2025).
3. Российский рынок майонезов в 2023 году. – Текст: электронный // BuisnesStat: сайт. – URL: <https://businessstat.ru/news/mayonnaise/> (дата обращения: 24.02.2025).
4. Global Functional Food Market Analysis 2023. – Текст: электронный // FoodTech Analytics: сайт. – URL: <https://foodtech-analytics.com/reports> (дата обращения: 01.02.2025).
5. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ). – Текст: электронный // Всемирная организация здравоохранения: сайт. – URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (дата обращения: 10.11.2025).
6. A novel mayonnaise-type dressing added with avocado pulp and oil as health ingredients processed with ultrasound / R. I. Guzmán-Gerónimo, R. Mendoza-López, Y. Cocotle-Ronzón [et al.]. – DOI: 10.1080/19476337.2022.2051606 // Journal of Food. – 2022. – Vol. 20 (1). – P. 60–65.
7. Development of Fish Oil-Loaded Microcapsules Containing Whey Protein Hydrolysate as Film-Forming Material for Fortification of Low-Fat Mayonnaise / N. E. Rahmani-Manglano, I. González-Sánchez, P. J. García-Moreno [et al.]. – DOI: 10.3390/foods9050545 // Foods. – 2020. – Vol. 9 (5). – P. 545.
8. Advances in Therapeutic Applications of Fish Oil: A review / P. Das, A. Dutta, T. Panchali [et al.]. – DOI: 10.1016/j.meafoo.2024.100142 // Measurement Food. – 2024. – Vol. 13. – P. 100–142.
9. Evaluation of the balance of oils from fish by-products / S. V. Agafonova, O. Y. Mezenova, V. V. Volkov, A. I. Rykov. – DOI: 10.1088/1755-1315/689/1/ 012027 //

IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Kaliningrad, 2020. – Kaliningrad. – 2021. – P. 12–27.

10. Lecithin and cardiovascular health: a comprehensive review / M. O. Onaolapo, O. D. Alabi, O. P. Akano [et al.]. – DOI: 10.1186/s43044-024-00523-0 // Egypt Heart J. – 2024. – Vol. 76 (1). – P. 92.

11. Ghosh, B. A Review On Phytosterol (Ps) Enriched Mayonnaise / B. Ghosh, I. Bhowmik, S. Dey. – DOI: 10.53555/jaz.v44iS5.3295 // Journal of Advanced Zoology. – 2023. – Vol. 44 (S5). – P. 2624–2629.

12. Возможности применения двойных эмульсий в пищевой промышленности. Часть 2: Формирование пищевых систем нового формата / У. Багале, И. В. Калинин, Н. В. Науменко [и др.] – DOI: 10.14529/food230103 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2023. – № 1. – С. 27–34.

13. Меренкова, С. П. Анализ реологических свойств овощных и майонезных соусов, выработанных с применением функциональных растительных добавок / С. П. Меренкова, А. А. Лукин // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 4. – С. 96–105.

14. Агафонова, С. В. Антиоксидантная активность СО₂-экстрактов некоторых растений и перспективы их использования в технологии пищевых рыбных жиров / С. В. Агафонова, Л. С. Байдалинова // Вестник Международной академии холода. – 2015. – № 2. – С. 13–17.

15. Kumar, Y. Ultrasonication of mayonnaise formulated with xanthan and guar gums: Rheological modeling, effects on optical properties and emulsion stability / Y. Kumar. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111632 // LWT – Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 149. – Article 111632.

16. Миленький, А. В. Получение гидролизата из вторичного сырья семги методами ферментативного и термического гидролиза / А. В. Миленький, С. В. Агафонова, Е. А. Агафонов // Материалы XII Международного Балтийского морского форума (Калининград, 30 сентября – 04 октября 2024 г.) / Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2024. – С. 147–153.

17. Миленький, А. В. Исследования по технологии эмульсионного соуса повышенной биологической ценности / А. В. Миленький, С. В. Агафонова. – DOI: 10.46845/2541-8254-2023-3(40)-51-51 // Вестник молодежной науки. – 2023. – № 3 (40). – С. 14.

18. Synergistic Effects of Natural Product Combinations in Protecting the Endothelium Against Cardiovascular Risk Factors / M. Yousaf, V. Razmovski-Naumovski, M. Zubair [et al.]. – DOI: 10.1177/2515690X221113327 // Journal of Evidence-Based Integrative Medicine. – 2022. – Vol. 27. – P. 328–347.

19. Bioactive Compounds and Health Benefits of Carrot / N. Rafiq, N. Gupta, S. Gupta, D. P. Kour // Indian Farmer. – 2022. – Vol. 9 (11). – P. 506–510.

20. Polyphenol-rich extract from blackcurrant pomace attenuates the intestinal tract and serum lipid changes induced by a high-fat diet in rabbits / A. Jurgoński, J. Juśkiewicz, Z. Zduńczyk [et al.]. – DOI: 10.1007/s00394-014-0665-4 // Eur. J. Nutr. – 2014. – Vol. 53 (8). – P. 1603–1613.

References

1. Omega-3-Enriched and Oxidative Stable Mayonnaise Formulated with Spray-Dried Microcapsules of Chia and Fish Oil Blends / M. A. Rahim, M. Imran, F. A. Khan [et al.]. – DOI: 10.1021/acsomega.3c08807 // ACS Omega. – 2024. – Vol. 9. – P. 8221–8228.
2. Market analysis of mayonnaise and mayonnaise sauces in Russia in 2019–2023, forecast for 2024–2028. – Text: electronic // BuisnesStat: site. – URL: <https://businesstat.ru/catalog/id7838/> (date of treatment: 01.02.2025).
3. The Russian mayonnaise market in 2023. – Text: electronic // BuisnesStat: site. – URL: <https://businesstat.ru/news/mayonnaise/> (date of treatment: 24.02.2025).
4. Global Functional Food Market Analysis 2023. – Text: electronic // FoodTech Analytics: site. – URL: <https://foodtech-analytics.com/reports> (date of treatment: 01.02.2025).
5. Cardiovascular diseases (CVD). – Text: electronic // World Health Organization: site. – URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (date of treatment: 10.11.2025).
6. A novel mayonnaise-type dressing added with avocado pulp and oil as health ingredients processed with ultrasound / R. I. Guzmán-Gerónimo, R. Mendoza-López, Y. Cocotle-Ronzón [et al.]. – DOI: 10.1080/19476337.2022.2051606 // Journal of Food. – 2022. – Vol. 20 (1). – P. 60–65.
7. Development of Fish Oil-Loaded Microcapsules Containing Whey Protein Hydrolysate as Film-Forming Material for Fortification of Low-Fat Mayonnaise / N. E. Rahmani-Manglano, I. González-Sánchez, P. J. García-Moreno [et al.]. – DOI: 10.3390/foods9050545 // Foods. – 2020. – Vol. 9 (5). – P. 545.
8. Advances in Therapeutic Applications of Fish Oil: A review / P. Das, A. Dutta, T. Panchali [et al.]. – DOI: 10.1016/j.meafoo.2024.100142 // Measurement Food. – 2024. – Vol. 13. – P. 100–142.
9. Evaluation of the balance of oils from fish by-products / S. V. Agafonova, O. Y. Mezenova, V. V. Volkov, A. I. Rykov. – DOI: 10.1088/1755-1315/689/1/012027 // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Kaliningrad, 2020. – Kaliningrad. – 2021. – P. 12–27.
10. Lecithin and cardiovascular health: a comprehensive review / M. O. Onaolapo, O. D. Alabi, O. P. Akano [et al.]. – DOI: 10.1186/s43044-024-00523-0 // Egypt Heart J. – 2024. – Vol. 76 (1). – P. 92.
11. Ghosh, B. A Review On Phytosterol (Ps) Enriched Mayonnaise / B. Ghosh, I. Bhowmik, S. Dey. – DOI: 10.53555/jaz.v44iS5.3295 // Journal of Advanced Zoology. – 2023. – Vol. 44 (S5). – P. 2624–2629.
12. The possibilities of using double emulsions in the food industry: in 2 part. Part 2: Formation of new format food systems / U. Bagale, I. V. Kalinina, N. V. Naumenko [et al.]. – DOI: 10.14529/food230103 // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. – 2023. – № 1. – P. 27–34.
13. Merenkova, S. P. Analysis of rheological properties of vegetable and mayonnaise sauces developed using functional vegetable additives / S. P. Merenkova, A. A. Lukin // Scientific journal of the ITMO University. Series: Food production processes and apparatuses. – 2015. – № 4. – P. 96–105.

14. Agafonova, S. V. Antioxidant activity of CO₂ extracts of some plants and prospects for their use in fish oil technology / S. V. Agafonova, L. S. Baydalinova // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. – 2015. – № 2. – P. 13–17.
15. Kumar, Y. Ultrasonication of mayonnaise formulated with xanthan and guar gums: Rheological modeling, effects on optical properties and emulsion stability / Y. Kumar. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111632 // LWT – Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 149. – Article 111632.
16. Milen'kiy, A. V. Obtaining hydrolysate from recycled salmon by enzymatic and thermal hydrolysis / A. V. Milen'kiy, S. V. Agafonova, E. A. Agafonov // Proceedings of the XII International Baltic Sea Forum (Kaliningrad, September 30 – October 04 2024) / Kaliningrad State Technical University. – Kaliningrad: Publishing house of Baltic Fishing Fleet State Academy, 2024. – P. 147–153.
17. Milen'kiy, A. V. Research on the technology of emulsion sauce of increased biological value / A. V. Milen'kiy, S. V. Agafonova. – DOI: 10.46845/2541-8254-2023-3(40)-51-51 // Bulletin of Youth Science. – 2023. – № 3 (40). – P. 14.
18. Synergistic Effects of Natural Product Combinations in Protecting the Endothelium Against Cardiovascular Risk Factors / M. Yousaf, V. Razmovski-Naumovski, M. Zubair [et al.]. – DOI: 10.1177/2515690X221113327 // Journal of Evidence-Based Integrative Medicine. – 2022. – Vol. 27. – P. 328–347.
19. Bioactive Compounds and Health Benefits of Carrot / N. Rafiq, N. Gupta, S. Gupta, D. P. Kour // Indian Farmer. – 2022. – Vol. 9 (11). – P. 506–510.
20. Polyphenol-rich extract from blackcurrant pomace attenuates the intestinal tract and serum lipid changes induced by a high-fat diet in rabbits / A. Jurgoński, J. Juśkiewicz, Z. Zduńczyk [et al.]. – DOI: 10.1007/s00394-014-0665-4 // Eur. J. Nutr. – 2014. – Vol. 53 (8). – P. 1603–161.

Информация об авторах

А. В. Миленский – магистрант кафедры пищевой биотехнологии

С. В. Агафонова – кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии

Information about the authors

A. V. Milenkiy – Master's student of the Department of Food Biotechnology

S. V. Agafonova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Biotechnology

Вклад авторов

А. В. Миленский – идея, сбор материала, обработка материала

С. В. Агафонова – научное руководство, написание статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

A. V. Milenkiy – idea, collection of material, processing of material

S. V. Agafonova – scientific guidance, writing an article

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 11.07.2025; одобрена после рецензирования 23.07.2025; принята к публикации 15.10.2025.

The article was submitted 11.07.2025; approved after reviewing 23.07.2025; accepted for publication 15.10.2025.