

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ЭМУЛЬСИОННОГО СОУСА ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

А. В. Миленький, студент,
e-mail: flame_007@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

С. В. Агафонова, канд. техн. наук,
доцент кафедры пищевой биотехнологии
e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Проведены маркетинговые исследования по обоснованию актуальности проектирования нового вида эмульсионного соуса для профилактики заболеваний, связанных с сердечно-сосудистой системой, обогащенного рыбным жиром, извлеченным из лососевых рыб, соевым лецитином и морковным пюре. Исследовано влияние морковного пюре и рыбного жира на органолептические и структурно-механические свойства эмульсионного соуса, проведено математическое моделирование с целью оптимизации рецептуры по вводимым ингредиентам – рыбному жиру и морковному пюре. В лабораторных исследованиях установлен химический состав готового соуса, его физико-химические и органолептические показатели качества.

Ключевые слова: эмульсионный соус, соевый лецитин, рыбный жир, морковное пюре, функциональный продукт

ВВЕДЕНИЕ

Эмульсионные соусы представляют собой продукцию с высоким содержанием жира и являются традиционным дополнением ко многим блюдам. В России потребляется большое количество такой продукции, при этом наибольшее количество приходится на майонез. Актуальным направлением развития ассортимента такой продукции является разработка обогащенных видов соуса. Польза для человека продуктов с высоким содержанием жира зависит прежде всего от баланса в них омега-3 и омега-6 жирных кислот. С целью достижения сбалансированности по этому показателю перспективным источником для обогащения эмульсионных соусов выступает рыбный жир. Рыбный жир богат омега-3 жирными кислотами, которые могут снижать уровень холестерина в крови и уменьшают риск сердечно-сосудистых заболеваний. Омега-3 жирные кислоты необходимы для здоровья и нормальной работы организма. Они помогают улучшить сердечно-сосудистую функцию, уменьшить воспаление и снизить риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, инсульта и даже рака. Омега-3 также улучшает функцию мозга, помогает снизить уровень тревожности и депрессии. Указанные жирные кислоты играют важную роль в развитии ребенка, улучшают зрение и когнитивные функции [1, 2].

В профилактике многих заболеваний может иметь значение добавление в рацион соевого лецитина. Соевый лецитин содержит фосфатидилхолин, который является одной из основных форм холина, играющего важную роль в функционировании печени, движении мышц, обмене веществ, функционировании нервной системы и правильном развитии мозга. Исследователи из университета Уэльса в Суонси обнаружили, что добавки с фосфатидилхолином поддерживают здоровый уровень холестерина, функцию печени и

мозга. Многие из потенциальных преимуществ добавок соевого лецитина связаны с содержанием холина. Фосфатидилхолин является важным компонентом клеточных мембран и может улучшить функционирование сердечно-сосудистой системы [3]. Кроме того, соевый лецитин поможет лучшему усвоению кальция, он нормализует уровень холестерина за счет снижения липопротеинов высокой плотности и синтеза липопротеинов низкой плотности в печени, что также немаловажно в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний [4].

Соевый лецитин действует как антирезорбтивный и укрепляющий кости агент в предотвращении остеопороза. Это связано с наличием изофлавонов, особенно гликозидов [4]. Исследователи утверждают, что продукты на основе сои могут «потенциально снизить скорость потери костной массы и снизить риск переломов». Это может быть связано с эстрогенными эффектами сои, поскольку было показано, что дефицит эстрогена, вызванный менопаузой, ускоряет потерю костной массы у пожилых женщин. Это также может быть связано со свойствами сои (особенно гликозидов), которые обладают антиоксидантным, антипролиферативным, эстрогенным и иммуномодулирующим действием [5].

Овощное сырье обладает благоприятными органолептическими свойствами, содержит большое количество витаминов, макро- и микроэлементов. Поэтому в качестве еще одной обогащающей добавки для эмульсионного соуса было выбрано морковное пюре. Морковное пюре служит богатым источником бета-каротина, который является антиоксидантом и может защищать клетки от повреждений, что также важно для здоровья сердца и сосудов [6]. Таким образом, добавление этих продуктов в рацион может помочь сохранить здоровье сердца и сосудов на долгие годы.

Кроме того, стоит отметить, что польза этих продуктов не ограничивается профилактикой сердечно-сосудистых заболеваний. Например, было показано, что соевый лецитин обладает потенциальными преимуществами для когнитивной функции и здоровья печени [4, 7]. Известно, что рыбный жир имеет противовоспалительные свойства, которые могут быть полезны при различных состояниях здоровья, а бета-каротин, содержащийся в моркови, также может улучшать зрение и укрепить иммунную функцию.

В целом, сбалансированная диета, включающая разнообразные питательные продукты, такие как соевый лецитин, рыбий жир и морковь, может оказать положительное влияние на общее состояние здоровья и самочувствие [8, 9]. Внесение в рецептуру майонеза морковного пюре, соевого лецитина и рыбного жира расширяет ассортимент эмульсионных соусов для обеспечения потребностей и предпочтений большего количества потребителей.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являлись образцы эмульсионного соуса, изготовленные по стандартной рецептуре майонеза «Провансаль», включающей масло подсолнечное рафинированное дезодорированное, яичный порошок в качестве эмульгатора, воду, а также такие вкусо-ароматические ингредиенты, как сахар-песок, соль поваренная, горчичный порошок, уксусная кислота и СО₂-экстракт корня имбиря. Последний, помимо улучшения вкусо-ароматических свойств продукта, выполняет функцию антиоксиданта и предотвращает окисление ненасыщенных жирных кислот соуса.

В качестве обогащающих компонентов в рецептуру эмульсионного соуса были внесены рыбный лососевый жир, соевый лецитин и морковное пюре.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования явилась разработка технологии производства эмульсионного соуса, обогащенного лососевым жиром и соевым лецитином, предназначенного для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: обоснование важности разработки нового продукта, который удовлетворял бы потребности населения

Калининградской области; оптимизация рецептуры эмульсионного соуса с использованием математического моделирования; изучение характеристик продукта, включая его органолептические и физико-химические свойства. Экспериментальные исследования были проведены в лаборатории кафедры пищевой биотехнологии при Калининградском государственном техническом университете.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лососевый жир для обогащения эмульсионного соуса получали методом влажного прессования из лососевых голов; вытапливание проводилось при температуре 90 °С в течение 20 минут, после чего полученная масса направлялась на центрифугирование и последующее отделение жировой фракции декантацией.

Для проведения моделирования и оптимизации рецептуры эмульсионного соуса было использовано ортогональное планирование второго порядка, которое позволяет определять влияние каждого из двух факторов (содержание компонентов рецептуры) на конечный результат – качество готового продукта.

Таблица 1 содержит информацию о диапазоне значений факторов, которые должны быть оптимизированы. Такими факторами были выбраны массовая доля рыбного жира и массовая доля морковного пюре ($\omega_{рж}$ и $\omega_{мп}$ соответственно), как оказывающие наибольшее влияние на органолептические свойства и реологические свойства (вязкость) готового продукта. В таблице представлены также предельные значения этих факторов.

Таблица 1 – Изменяемые факторы, их интервалы и предельные значения

Факторы	Уровни			Интервал варьирования, ΔX
	Нижний -1	Основной 0	Верхний +1	
$\omega_{рж}$ – массовая доля рыбного жира (%) к общей массе жировой фракции майонеза	5	10	15	5
$\omega_{мп}$ – массовая доля морковного пюре в готовом продукте (%)	5	10	15	5

Частным параметром оптимизации математической модели был выбран безразмерный обобщенный параметр оптимизации u , объединяющий два частных отклика: органолептическая оценка (O , балл) и вязкость продукта (B , сПз). Совокупность данных частных откликов позволяет получить наиболее гармоничную композицию разрабатываемого продукта. В качестве «идеального» значения вязкости соуса было принято значение вязкости майонеза «Махеев Провансаль» жирностью 67 %.

Для оценки качества образцов эмульсионного соуса использовалась разработанная специально 25-балльная шкала, основанная на органолептической оценке. Органолептические свойства эмульсионного соуса оценивались по внешнему виду, вкусу, запаху, цвету и консистенции. Определение вязкости проводилось при помощи ротационного вискозиметра Брукфильда.

Кислотность майонеза определяли методом титрования едким натром; количество белка определяли методом Кьельдаля; массовую долю жира определяли методом Сокслета; стойкость эмульсии определяли методом центрифугирования по ГОСТ 31762-2012 «Майонезы и соусы майонезные. Правила приемки и методы испытаний». Содержание влаги определяли гравиметрическим методом при высушивании навески продукта в сушильном шкафу до постоянной массы. Общее количество каротиноидов определяли путем сравнения оптической плотности раствора опытного образца в петролейном эфире со стандартным раствором бихромата калия по ГОСТ ISO 6558-2-2019 «Фрукты, овощи и продукты их переработки. Определение содержания каротина спектрофотометрическим методом».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Маркетинговые исследования. Было проведено анкетирование с целью определения осведомленности различных возрастных групп о профилактическом влиянии различных веществ на сердечно-сосудистую систему. Применяли структурированный опрос, т. е. все опрашиваемые отвечали на одни и те же вопросы. В ходе анкетирования было опрошено 36 человек: 20 женщин и 16 мужчин в возрастной группе от 20 до 69 лет.

9 % опрошенных употребляют майонез каждый день, 22 % – несколько раз в неделю, 46 % – несколько раз в месяц, 22 % – не употребляют вовсе (рисунок 1).

Из общего числа респондентов 15,4 % имеют заболевания, связанные с сердечно-сосудистой системой.

Пятый и шестой вопросы дают понять, что половина всех опрошенных знают о профилактическом действии продуктов на сердечно-сосудистую систему, таких как морепродукты, бобовые, орехи, курага, бананы, картофель, рыба и рыбный жир, льняное масло.

73,1 % респондентов осведомлены о профилактическом действии рыбного жира на сердечно-сосудистую систему. В то же время 53,8 % опрошенных употребляют добавки в пищу, содержащие рыбный жир; 59,4 % опрошенных хотели бы попробовать майонез, в составе которого был бы рыбный жир.

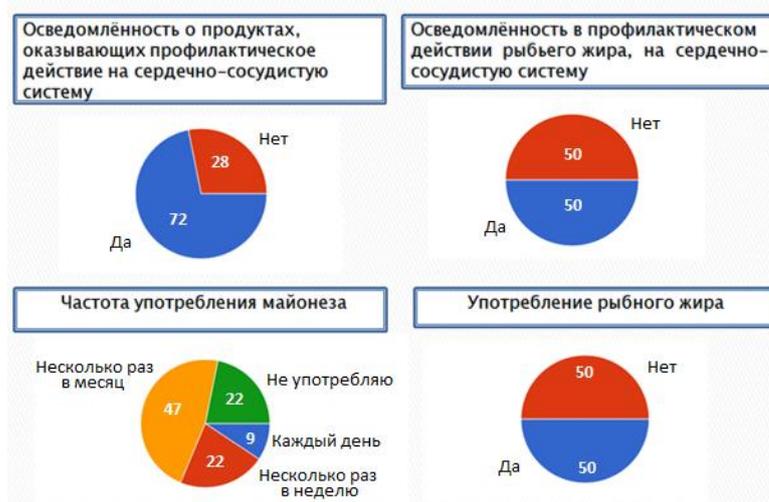


Рисунок 1 – Результаты маркетинговых исследований

Оптимизация рецептуры эмульсионного соуса. План эксперимента, а также матрица ортогонального планирования при оптимизации рецептуры соуса приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица ортогонального планирования при моделировании рецептуры эмульсионного соуса

№ опыта	Условия опытов				Результаты реализации		Обобщенный параметр оптимизации
	Ω _{рж}		Ω _{мп}		О, балл	В, сПз	
	Код.	Нат., %	Код.	Нат., %			
1	+1	15	+1	15	18,56	10000	0,47857
2	-1	5	+1	15	22,94	10000	0,4190
3	+1	15	-1	5	21,54	6900	0,03684
4	-1	5	-1	5	18,9	10000	0,47175
5	+1	15	0	10	19,87	4500	0,11027
6	-1	5	0	10	19,56	7100	0,07485
7	0	10	+1	15	22,25	6900	0,02979
8	0	10	-1	5	21,78	5400	0,02943
9	0	10	0	10	23,49	6500	0,00818

Продукт с наилучшим качеством по совокупности выбранных факторов возможно получить при внесении рыбного жира в количестве 10 % к массе жировой фракции и морковного пюре в количестве 10 % к массе готового продукта (опыт 9). Условия экспериментов 7 и 8 также показали близкие к оптимальным результаты, что подтверждается низкой величиной обобщенного параметра оптимизации. В результате вычисления коэффициентов математической регрессии была получена кодированная математическая модель рецептуры эмульсионного соуса:

$$Y = -0,09736 - 0,056653 * x_1 + 0,06494 * x_2 + 0,1236 * x_1 * x_2 + 0,242 * x_1^2 + 0,1798 * x_2^2$$

Преобразование и аппроксимация натуральных значений факторов рецептуры эмульсионного соуса в математическую модель позволяют более точно и надежно предсказывать качество готового продукта:

$$Y = 2,2005 - 0,2549306 * \omega_{рж} - 0,18029 * \omega_{мп} + 0,004944 * \omega_{рж} * \omega_{мп} + 0,0097 * \omega_{рж}^2 + 0,00719 * \omega_{мп}^2,$$

где: Y – обобщенный параметр оптимизации; $\omega_{рж}$ – массовая доля рыбьего жира в соусе по отношению к общей жировой фракции, %; $\omega_{мп}$ – массовая доля морковного пюре в соусе, %.

Расчетные оптимальные значения дозировок: массовая доля рыбного жира – 10,9 %; массовая доля морковного пюре – 8,8 %.

В результате обработки экспериментальных данных была построена геометрическая модель рецептуры эмульсионного соуса (рисунок 2).

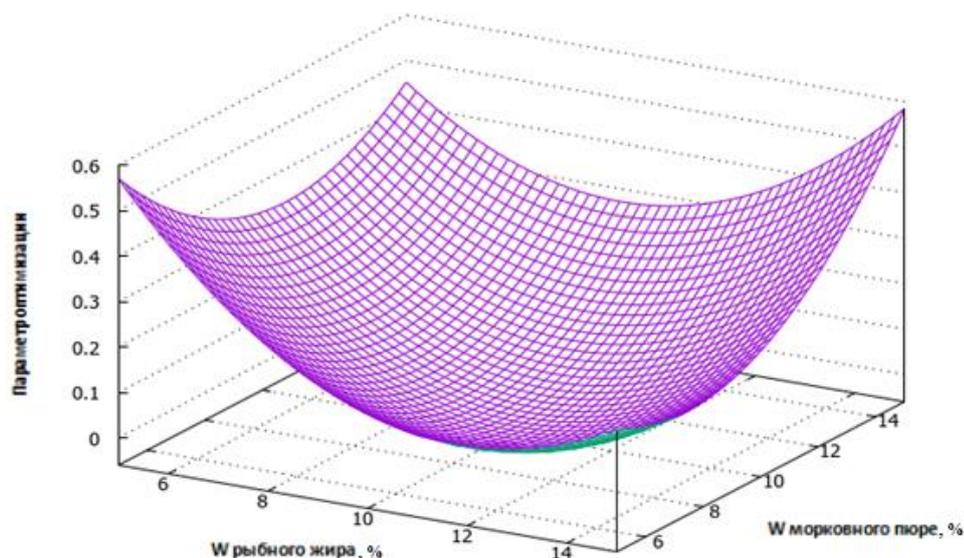


Рисунок 2 – Графическая интерпретация модели рецептуры эмульсионного соуса

После проведения органолептической оценки, анкетирования и математического моделирования на основе стандартной рецептуры майонеза была разработана рецептура эмульсионного соуса, обогащенного соевым лецитином и рыбным жиром (таблица 3).

Исследование характеристик готового продукта. Эмульсионный соус, обогащенный лососевым жиром и соевым лецитином, является продуктом, богатым биологически активными компонентами и жирными кислотами, что придает ему высокую биологическую ценность. Благодаря добавлению этих компонентов, соус может рассматриваться как функциональный продукт, поскольку его ежедневная доза позволяет удовлетворять суточную потребность организма в витаминах и минеральных веществах более, чем на 15 % от суточной потребности (ГОСТ Р 54059-2010).

Таблица 3 – Стандартная рецептура майонеза «Провансаль» и рецептура обогащенного эмульсионного соуса

Компонент	Количество, кг на 100 кг готового продукта	
	стандартная рецептура майонеза «Провансаль»	обогащенный эмульсионный соус
Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное	65,4	58,28
Жир лососевый	-	7,12
Соевый лецитин	-	10
Вода	25	15
Морковное пюре	-	8,79
Яичный порошок	5	5
Кислота уксусная	3,5	3,5
Специи	2,0	2,0
Сахар-песок	1,5	1,5
Соль поваренная	1,0	1,0
Горчичный порошок	0,75	0,75
СО ₂ -экстракт корня имбиря	-	0,01

По органолептическим и физико-химическим показателям эмульсионный соус, обогащенный лососевым жиром и соевым лецитином, должен соответствовать требованиям разработанных Технических условий (проект) и ГОСТ 31761-2012 «Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия», указанным в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Органолептические показатели эмульсионного соуса, обогащенного рыбным жиром и соевым лецитином

Наименование показателя	Характеристика продукта
Внешний вид, консистенция	Однородный сметанообразный продукт; допускаются единичные пузырьки воздуха. Допускается более жидкая сметанообразная, слегка тянущаяся и желеобразная консистенция. Допускается наличие включений в случае внесения измельченных вкусоароматических добавок, в том числе натуральных, в соответствии с техническим документом на эмульсионный продукт конкретного наименования
Вкус и запах	Вкус слегка острый, кисловатый, с запахом и привкусом рыбы, соответствующий используемому сырью
Цвет	От желто-оранжевого до коричневатого-бежевого, однородный по всей массе или обусловленный внесенными добавками в соответствии с техническим документом на эмульсионный продукт конкретного наименования

Таблица 5 – Химический состав и показатели качества готовой продукции

Наименование показателя	Значения, полученные для готового эмульсионного соуса	Нормативные значения
Массовая доля влаги, %	21,62	не нормируется
Массовая доля белка, %	3,30	не нормируется
Массовая доля жира, %	70,07	не менее 50
Массовая доля углеводов*, %	4,18	не нормируется
Массовая доля бета-каротина, мг%	0,28	не нормируется
Калорийность*, ккал	736,00	не нормируется
Кислотность, %	0,19	не более 1,0
Стойкость эмульсии, %	99,00	не менее 98

*данные получены расчетным путем

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученный продукт рекомендуется к употреблению всем категориям взрослого населения в качестве источника омега-3 жирных кислот, витаминов, и минеральных веществ для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Рекомендуемая доза потребления составляет 20 г в день. Употребив эмульсионный соус в количестве 20 г, можно удовлетворить суточную потребность организма в омега-3 жирных кислотах на 41,77 %, в витамине Е – на 35,28 %, в лецитине – на 18,75 %, в бета-каротине – на 5,6 %.

В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Жители Калининградской области заинтересованы в разработке эмульсионного соуса, обогащенного рыбным жиром и соевым лецитином. Такой продукт имеет перспективу для производства.

2. Определены оптимальные дозировки рыбного жира (10,9 % от общей жировой фракции) и морковного пюре (8,8 % к массе готового продукта) в составе эмульсионного соуса, а также изучено их влияние на органолептические характеристики и вязкость готового продукта.

3. Органолептические и физико-химические показатели качества эмульсионного соуса соответствуют ГОСТ31761-2012 «Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия», а также Техническим условиям, разработанным в рамках данного проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Keller, H. Takotsubo as Initial Manifestation of Non-Myopathic Cardiomyopathy Due to the Titin Variant c. 1489G > T / H. Keller, U. Neuhold, F. Weidinger, E. Gatterer, C. Stöllberger, K. Huber, J. Finsterer // *Medicines (Basel)*. – 2018, Jul 30. – 5 (3). – 80. doi: 10.3390/medicines5030080. PMID: 30061524; PMCID: PMC6164847.

2. Lavie, C. J. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases / C. J. Lavie, R. V. Milani, M. R. Mehra, H. O. Ventura // *J Am Coll Cardiol*. – 2009, Aug 11. – 54 (7). – 585-94. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.084. PMID: 19660687.

3. Calder, P. C. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and inflammatory processes: nutrition or pharmacology? / P. C. Calder // *Br J Clin Pharmacol*. – 2013, Mar. – 75 (3). – P. 645-62. doi: 10.1111/j.1365-2125.2012.04374.x. PMID: 22765297; PMCID: PMC3575932.

4. Щепанкевич, Л. А. Роль антиоксидантов в профилактике и лечении пациентов с высоким риском сердечно-сосудистых осложнений. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия / Л. А. Щепанкевич, М. М. Танащян, Ю. А. Николаев, В. Я. Поляков, М. А. Первунинская, К. В. Антонова. – 2018. – 11 (4). – P. 31–35.

5. Zheng, X. Soy Isoflavones and Osteoporotic Bone Loss: A Review with an Emphasis on Modulation of Bone Remodeling / X. Zheng, S. K. Lee, O. K. Chun // *J Med Food*. – 2016, Jan. – 19 (1). – 1–14. doi: 10.1089/jmf.2015.0045. Epub 2015 Dec 15. PMID: 26670451; PMCID: PMC4717511.

6. Hellhammer, J. Effects of soy lecithin phosphatidic acid and phosphatidylserine complex (PAS) on the endocrine and psychological responses to mental stress / J. Hellhammer, E. Fries, C. Buss, V. Engert, A. Tuch, D. Rutenberg, D. Hellhammer // *Stress*. – 2004, Jun. – 7 (2). – 119-26. doi: 10.1080/10253890410001728379. PMID: 15512856.

7. Moré, M. I. Positive effects of soy lecithin-derived phosphatidylserine plus phosphatidic acid on memory, cognition, daily functioning, and mood in elderly patients with Alzheimer's disease and dementia / M. I. Moré, U. Freitas, D. Rutenberg // *Adv Ther*. – 2014, Dec. – 31 (12). – 1247-62. doi: 10.1007/s12325-014-0165-1. Epub 2014 Nov 21. PMID: 25414047; PMCID: PMC4271139.

8. Mori, T. A. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: epidemiology and effects on cardiometabolic risk factors / T. A. Mori // *Food Funct*. – 2014, Sep. – 5 (9). – P. 2004-19. doi: 10.1039/c4fo00393d. PMID: 25062404.

9. Mourad, A. M. Influence of soy lecithin administration on hypercholesterolemia / A. M. Mourad, E. de Carvalho Pincinato, P. G. Mazzola, M. Sabha, P. Moriel / Cholesterol. – 2010; 2010: 824813. doi: 10.1155/2010/824813. Epub 2009 Dec 28. PMID: 21490917; PMCID: PMC3065734.

RESEARCH ON TECHNOLOGY OF INCREASED BIOLOGICAL VALUE NEMULSION SAUCE

A.V. Milenkiy, 4th student,
email: flame_007@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

S. V. Agafonova, PhD, Associate Professor of Food Biotechnology
e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

Marketing research has been conducted to substantiate the relevance of designing a new type of emulsion sauce for the prevention of cardiovascular diseases, enriched with fish oil extracted from salmon fish, soy lecithin and carrot puree. The influence of carrot puree and fish oil on organoleptic and structural-mechanical properties of the emulsion sauce has been studied. Mathematical modelling has been carried out in order to optimise the recipe according to the input ingredients (8.79 kg and 7.12 kg per 100 kg of ready-made product correspondingly).

The chemical composition of the finished sauce, its physico-chemical and organoleptic quality indicators were established in laboratory studies.

Keywords: *Emulsion sauce, soy lecithin, fish oil, carrot puree, functional product.*