



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов плодовоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 637.146.3

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.002

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ПРОДУКТОВ С БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ

Сергей Алексеевич Письменный¹, Альбина Алексеевна Варивода²

^{1,2} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

¹ omelchenkos@list.ru

² albin2222@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5931-2119>

Аннотация. В статье исследована возможность использования белково-углеводной композиции для расширения ассортимента соусов эмульсионного типа с целью повышения их пищевой ценности.

Проанализированы тенденции рынка масложировых и соусных композиций и предложены эмульсионные продукты с оптимизированным составом при внесении в их рецептуру белково-углеводной композиции, содержащей порошок топинамбура и концентрат сывороточных белков.

Использование белково-углеводного полуфабриката в технологиях эмульсионных соусов позволит, во-первых, повысить их биологическую и пищевую ценность, обогатить продукт такими важными пищевыми нутриентами, как незаменимые аминокислоты, минеральные вещества, витамины группы В; во-вторых, обеспечить стабильность эмульсионной системы.

Проанализированы физико-химические показатели данной композиции, а также ее функционально-технологические свойства. Обоснована возможность применения белково-углеводной композиции в рецептуре эмульсионных продуктов за счет высоких стабилизирующих и эмульгирующих свойств.

Исследована зависимость стабильности систем на основе белково-углеводной композиции от рН среды и температуры эмульгирования. Установлено, что для максимальной реализации функционально-технологических свойств композиции активная кислотность среды должна находиться в пределах 4,5...6 ед, а рациональной температурой для получения стойкой эмульсии на основе композиции является температура 20...35 °С.

Обоснована возможность применения в технологии эмульсионных соусов белково-углеводного полуфабриката. Установлено, что белково-углеводный полуфабрикат имеет высокие стабилизирующие и эмульгирующие свойства.

Проведенные исследования дают возможность расширить ассортимент эмульсионной продукции, повысить ее пищевую и биологическую ценность, более полно использовать потенциал молочного и растительного сырья и позволит получить продукт с улучшенными органолептическими характеристиками и улучшенным качественным составом.

Ключевые слова: соус, белково-углеводная композиция, порошок топинамбура, эмульгирующая способность, концентрат сывороточных белков, стойкость эмульсии, молочное и растительное сырье.

Для цитирования: Письменный, С. А., Варивода, А. А. Разработка технологии эмульсионных продуктов с белково-углеводной композицией // Ползуновский вестник. 2022. № 1. С. 15–22. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.002.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF EMULSION PRODUCTS WITH PROTEIN AND CARBOHYDRATE COMPOSITION

Sergey A. Pismenny ¹, Albina A. Varivoda ²

^{1, 2} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

¹ omelchenkos@list.ru

² albin2222@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5931-2119>

Abstract. *The article explores the possibility of using a protein-carbohydrate composition to expand the range of emulsion-type sauces in order to increase their nutritional value.*

Market trends in fat-and-oil and sauce compositions are analyzed and emulsion products with an optimized composition are proposed when a protein-in-carbohydrate composition containing Jerusalem artichoke powder and whey protein concentrate is added to their formulation.

The use of a protein-carbohydrate semi-finished product in the technology of emulsion sauces will, firstly, increase their biological and nutritional value, enrich the product with such important food nutrients as essential amino acids, minerals, B vitamins; secondly, to ensure the stability of the emulsion system.

The physico-chemical parameters of this composition, as well as its functional and technological properties, are analyzed. The possibility of using a protein-carbohydrate composition in the formulation of emulsion products due to high stabilizing and emulsifying properties has been substantiated.

The dependence of the stability of systems based on a protein-carbohydrate composition on the pH of the medium and the emulsification temperature has been studied. It has been established that for the maximum realization of the functional and technological properties of the composition, the active acidity of the medium should be in the range of 4.5...6 units, and the rational temperature for obtaining stable emulsions based on the composition is 20...35 °C.

The possibility of using a protein-carbohydrate semi-finished product in the technology of emulsion sauces is substantiated. It has been established that the protein-carbohydrate semi-finished product has high stabilizing and emulsifying properties.

The conducted research makes it possible to expand the range of emulsion products, increase its nutritional and biological value, more fully use the potential of dairy and vegetable raw materials and will allow to obtain a product with improved organoleptic characteristics and improved quality composition.

Keywords: *sauce, protein-carbohydrate composition, Jerusalem artichoke powder, emulsifying ability, whey protein concentrate, emulsion stability, dairy and vegetable raw materials.*

For citation: Pismenny, S. A. & Varivoda, A. A. (2022). Development of technology of emulsion products with protein and carbohydrate composition. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 15-22. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.01.002.

ВВЕДЕНИЕ

Питание всегда было наиболее важным и устойчивым фактором внешней среды, влияющим на состояние здоровья человека. Ухудшение экологической ситуации во многих странах, среди которых и Россия, сопровождается загрязнением окружающей среды, воды и пищевых продуктов. При этом питание современного человека не в состоянии удовлетворить потребности нашего организма во многих биологически активных веществах.

Сам рацион с каждым годом становится более богатым по вкусовым свойствам, но менее сбалансированным по составу. Это предопределяет необходимость расширения ассортимента продуктов питания защитного действия, обогащенного полноценным белком, пищевыми волокнами, и веществами, которые лучше всего смогут обеспечить потребности организма [1].

Перспективными продуктами, на базе которых можно формировать функциональные свойства, являются соусы, эмульсионной

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ПРОДУКТОВ С БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ

структуры, являющимися высококалорийными продуктами ежедневного потребления, ассортимент которых в последнее время регулярно расширяется [2].

Анализ сложившейся ситуации на продовольственном рынке России свидетельствует, что ассортимент соусов эмульсионного типа крайне узок и преимущественно представлен соусом типа «Майонез» [2]. Производство традиционных соусов предполагает использование дорогих загустителей, эмульгаторов [1, 3].

Широкое распространение приобретают технологии эмульсионных соусов с использованием в качестве эмульгирующей и стабилизирующей составляющей растительного и вторичного молочного сырья [4]. В данной работе было предложено вносить в рецептуру белково-углеводную композицию, состоящую из порошка топинамбура и концентрата сывороточных белков в соотношении 1:1. Данная композиция, являющаяся источником многих важных пищевых веществ, может обеспечить структурообразование системы за счет содержания пектина и протопектина, а также повышение питательной ценности за счет содержания легкоусвояемых сахаров, витаминов, макро- и микроэлементов.

Молочные белки традиционно используются в качестве эмульгатора в производстве эмульсионных соусов, но казеиновый комплекс, составляющий около 80 % белков молока, применяется в эмульсионных соусах преимущественно в форме казеината натрия.

На эмульгирующую способность белков молока влияет рН среды, ионная сила раствора, предварительная технологическая обработка. Так, частичный гидролиз щелочными препаратами определенных концентраций приводит к увеличению эмульгирующих свойств молочных белков [5].

Для получения эмульсии с повышенной стойкостью, улучшенными реологическими свойствами в качестве эмульгатора и стабилизатора используют сухое обезжиренное молоко или сухую молочную сыворотку [6] и натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы соответственно; другая технология предполагает использование молочной сыворотки и пектина [5].

Известный способ получения диетического майонеза, в котором для стабилизации эмульсии используется комплекс молочных белков с карбоксиметилцеллюлозой в количестве 4...5 % [7].

Предложена технология низкокалорийного майонеза, где в качестве эмульгаторов использованы соевые и молочные белки [8].

Данные технологии, базирующиеся на комплексном использовании молочных белков и полисахаридов, обеспечивают улучшение консистенции готового продукта и его устойчивость к расслоению в процессе хранения.

Следует отметить, что общей чертой существующих технологий является использование для образования и стабилизации эмульсионной структуры таких пищевых добавок, как пектины, карбоксиметилцеллюлозы, крахмалы, альгинаты, камеди и т.д.

Целесообразность использования молочного сырья в технологиях эмульсионной продукции обусловлена способностью молочных белков поглощать и удерживать влагу и тем самым образовывать и стабилизировать эмульсии. При этом молочное сырье используется преимущественно после выделения или концентрирования белковых веществ в виде различных концентратов молочных белков.

Как правило, в технологическом процессе производства молочно-растительных пищевых систем с дисперсной структурой потенциал функциональных свойств сырья используется в неполной мере, что и вызывает необходимость применения пищевых добавок для стабилизации структуры.

Известна технология белково-углеводного полуфабриката на основе обезжиренного молока и ягодного пюре, позволяющая получить полуфабрикат с выраженными поверхностно-активными свойствами [9, 10]. Данный продукт за счет наличия поверхностно-активного казеината натрия и стабилизирующих свойств пектина может быть использован как полуфабрикат для получения широкого ассортимента структурированной продукции без дополнительного применения структурообразующих добавок.

Использование белково-углеводного полуфабриката в технологиях эмульсионных соусов позволит, во-первых, повысить их биологическую и пищевую ценность, обогатить продукт такими важными пищевыми нутриентами, как незаменимые аминокислоты, минеральные вещества, витамины группы В; во-вторых, обеспечить стабильность эмульсионной системы.

На сегодняшний день ассортимент эмульсионных соусов является недостаточно широким, а технологий эмульсионных соусов с использованием белково-углеводной композиции не существует. Поэтому было бы целесообразным в рыночных условиях для создания конкурентоспособных технологий в дальнейших исследованиях обосновать ра-

циональные режимы и параметры процесса производства эмульсионных соусов с использованием белково-углеводной композиции, при которых он проявляет высокие эмульгирующие и стабилизирующие свойства.

Продвижение на рынок новых соусов эмульсионного типа на основе белково-углеводной композиции сдерживается недостаточным уровнем прикладных исследований, связанных, главным образом, с процессами образования устойчивых эмульсионных систем на основе белково-углеводной композиции. Это вызывает необходимость проведения исследований, направленных на поиск путей реализации функционально-технологических свойств компонентов в рецептурах соусов на основе белково-углеводной композиции.

Поэтому научное обоснование и разработка технологий эмульсионных соусов на основе белково-углеводной композиции сегодня очень актуальны.

Таблица 1 – Характеристика физико-химического состава белково-углеводной композиции

Table 1 - Characteristics of the physicochemical composition of the protein-carbohydrate composition

Наименование показателя	Содержание, %
Массовая доля влаги, не более %	4
Массовая доля жира, не менее %	5
Кислотность, Т ⁰ , не более	33
Массовая доля белка, %, не менее	55

Учитывая необходимость создания продукции, обогащенной полноценными белками, простыми углеводами, витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами, можно сделать вывод, что технология эмульсионной продукции на основе белково-углеводной композиции актуальна. Исходя из этого, необходимым является определение функционально-технологических свойств белково-углеводной композиции и ее способности к образованию и стабилизации эмульсий.

В ходе экспериментальных исследований по методике, описанной выше, установлено, что при внесении 5 % белково-углеводной композиции в рецептуру эмульсионного соуса эмульгирующая способность

МЕТОДЫ

В процессе исследований использованы общепринятые стандартные методы.

Эмульгирование осуществляли на лабораторном эмульгаторе, для этого в химический стакан вместимостью 100 мл помещали исследуемый образец объемом 10 мл, а затем, добавляли масло со скоростью 78...80 капель/мин. для инверсии фаз. Тип эмульсии выявляли методом разбавления. Объем масла, который вылился из лейки, соответственно равен значению точки инверсии фаз. Устойчивость (стойкость) эмульсий определяли, фиксируя объемы фаз отделившихся после центрифугирования [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика физико-химических свойств белково-углеводной композиции представлена в таблице 1.

(ЭС) составляет 99 %, а стойкость эмульсии (СЭ), измеренная после центрифугирования в течение 300 с, составляет 100 %. При этом эмульсия на основе белково-углеводной композиции является стабильной и не расслаивается, поэтому, для придания эмульсии стабильности не требуется введения в состав рецептурной смеси добавки стабилизирующего характера.

Так как технология эмульсионных соусов предполагает внесение ингредиентов, имеющих кислую среду, целесообразным является исследование влияния активной кислотности на ЭС и СЭ системы на основе белково-углеводной композиции (рисунок 1).

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ПРОДУКТОВ
С БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ

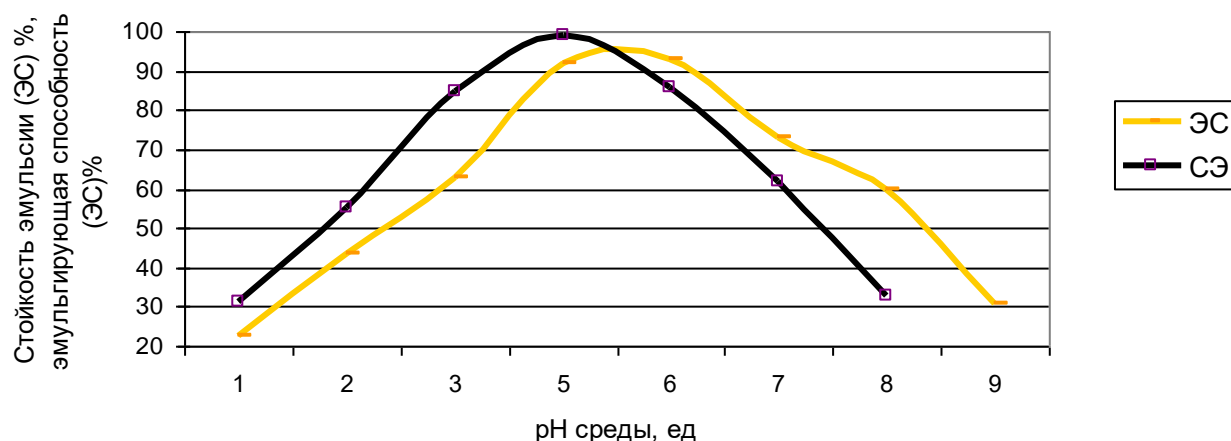


Рисунок 1 – Зависимость СЭ, ЭС системы на основе белково-углеводной композиции в зависимости от pH среды, ед.

Figure 1 - Dependence of the SE, ES systems based on the protein-carbohydrate composition depending on the pH of the medium, units.

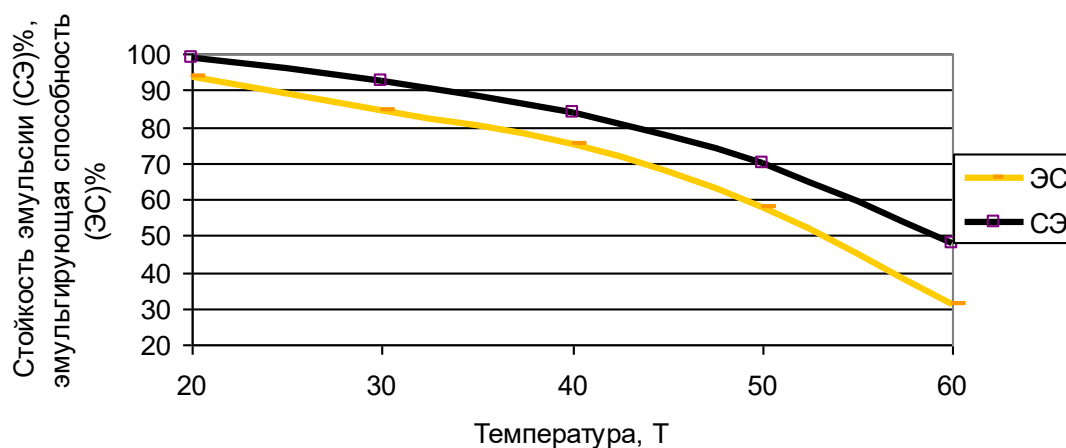


Рисунок 2 – Зависимость СЭ, ЭС системы на основе белково-углеводной композиции в зависимости от температуры, Т⁰

Figure 2 - Dependence of SE, ES systems based on protein-carbohydrate composition depending on temperature, T⁰

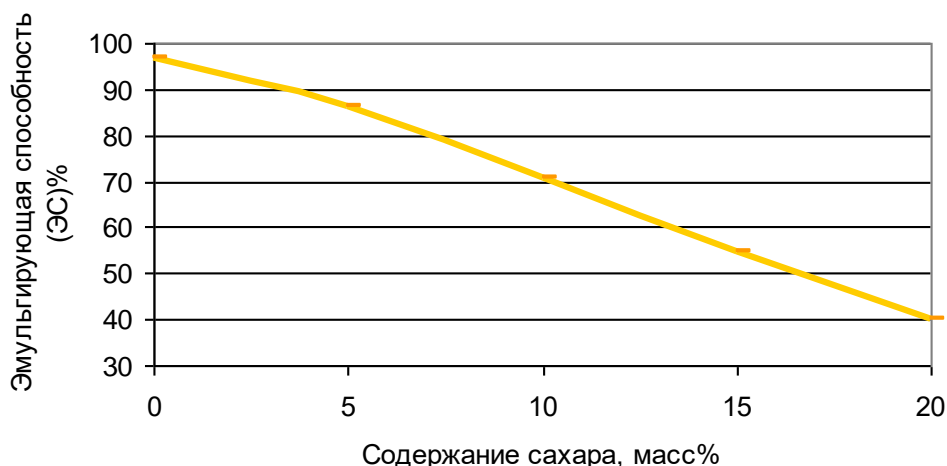


Рисунок 3 – Зависимость ЭС системы на основе белково-углеводной композиции в зависимости от содержания сахара, масс %

Figure 3 - Dependence of the ES system based on a protein-carbohydrate composition depending on the sugar content, wt %

На следующем этапе исследовали влияние температуры на эмульгирующую способность и стойкость эмульсии систем на основе белково-углеводной композиции.

Данные рисунка 2 отражают зависимость эмульгирующей способности и стойкости эмульсии систем на основе белково-углеводной композиции от температуры в интервале от 20 до 60 °С. Верхний предел тепловой обработки устанавливали температурой денатурации белков, входящих в состав белково-углеводной композиции.

Известно, что сахар способствует стабилизации дисперсных систем, поэтому на следующем этапе исследовали ЭС системы на основе белково-углеводной композиции от концентрации сахара (рисунок 3).

Учитывая особенности ингредиентного состава белково-углеводной композиции, можно предположить, что на его основе целесообразно также создавать технологии десертных эмульсионных соусов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено (рисунок 1) что, рН базовой эмульсии на основе белково-углеводной композиции составляет 5,8 ед. Отклонение рН от данного значения приводит к уменьшению структурно-механических характеристик. В кислой области рН среды, ниже 4,0, и в щелочной, при рН более 7,0, произошло ухудшение эмульгирующих и стабилизирующих

свойств белково-углеводной композиции, связанных с образованием белково-пектиновых комплексов. В щелочной области создаются условия для щелочного гидролиза веществ и денатурации белков.

Для максимальной реализации функционально-технологических свойств белково-углеводной композиции активная кислотность среды должна находиться в пределах 4,5...6 ед.

Способность системы к эмульгированию с ростом температуры остается на высоком уровне, но данные эмульсии менее устойчивы. Эмульгирующая способность остается на высоком уровне при температуре 20...35 °С, а стойкость эмульсии – при температуре 20...30 °С, поэтому рациональной температурой для получения стойкой эмульсии на основе белково-углеводной композиции является температура 20...35 °С.

Из рисунка 3 видно, что с увеличением массовой доли сахара ЭС постепенно снижается и при содержании сахара 20 % составляет 52,4 %. Это можно объяснить тем, что сахар повышает поверхностное натяжение, тем самым затрудняя процесс эмульгирования, а также дегидратирующим действием сахара, что приводит к синерезису с видимым выделением жидкости.

Также можно сделать вывод, что белково-углеводная композиция имеет высокое содержание белковых веществ и может быть использована для изготовления продукции

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ПРОДУКТОВ С БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ

высокой питательной ценности. В белке полуфабриката содержится 18 аминокислот, в том числе суммарное количество которых составляет 55,25 %. При этом соотношение незаменимых и заменимых аминокислот составляет 1,0:1,2, что позволяет характеризовать белково-углеводную композицию как продукт с высокой биологической ценностью. Следует отметить, что белково-углеводная композиция за счет растительной составляющей содержит 0,42 % водорастворимого пектина, который имеет высокие стабилизирующие свойства [5]. Также белково-углеводная композиция является хорошим источником водорастворимых витаминов и витамина А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснована возможность применения в технологии эмульсионных соусов белково-углеводного полуфабриката. Установлено, что белково-углеводный полуфабрикат имеет высокие стабилизирующие и эмульгирующие свойства.

Определено, что концентрация сахара должна быть не более 5 % для получения стабильной эмульсии с высокими эмульгирующими свойствами.

Исследована зависимость стабильности систем на основе белково-углеводной композиции от pH среды и температуры эмульгирования. Установлено, что для максимальной реализации функционально-технологических свойств композиции активная кислотность среды должна находиться в пределах 4,5...6 ед, а рациональной температурой для получения стойкой эмульсий на основе композиции является температура 20...35 °С.

На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований обоснована возможность разработки новых технологий эмульсионной продукции на основе белково-углеводной композиции, что дает возможность расширить ассортимент пищевой продукции, повысить ее пищевую и биологическую ценность, более полно использовать пищевой потенциал молочного и растительного сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щеколдина Т.В., Христенко А.Г., Черниховец Е.А. Обеспечение населения полноценным белком на пути решения вопросов продовольственной безопасности // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2015. № 4 (33). С. 117–123.
2. Бухтоярова З.Т., Куликов И.А., Бугаец Н.А.

Соус-майонез повышенной биологической ценности // *Известия ВУЗов. Пищевая технология*. 2003. №1. С. 84–85.

3. Технология эмульсионных продуктов питания специализированного назначения / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, Н.Л. Богданов и др. // *Пищевая промышленность*. 2014. № 7. С. 37–41.

4. Гаврилова Д. В. Разработка и товароведная оценка майонеза и майонезного соуса для здорового питания с пектином : дис ... канд. техн. наук : 05.18.15; [Место защиты : Моск. гос. ун-т пищевых пр-в]. Москва, 2014. 147 с. : ил.

5. Азнаурьянова Е.М. Разработка рецептурных составов и усовершенствованной технологии получения физиологически полноценных майонезов : дис ... канд. техн. наук : 05.18.06. Москва, 2001. 176 с. : ил.

6. Aludatt M, Rababah T. Preparation of mayonnaise from extracted plant protein isolates of chickpea, broad bean and lupin flour: chemical, nutritional and therapeutic properties. *J. Food Sci. Technol.* 2017. P. 1395–1405.

7. Mun S., Kim Y., Kang C. Development of reduced-fat mayonnaise using 4alphaGTase-modified rice starch and xanthan gum. *Int. J. Biol. Macromol.* 2009. Vol. 44. № 5. P. 400–407.

8. Jacobsen C, Timm M, Meyer AS. Oxidation in fish oil enriched mayonnaise: Ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration. *J. Agric. Food Chem.* 2001. Vol. 49. № 8. P. 3947–3956.

9. Raudsepp P., Brüggemann D.A. Oxidative stabilization of mixed mayonnaises made with linseed oil and saturated medium-chain triglyceride oil. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 152. P. 378–385.

10. Щеколдина Т.В. Технологии получения белоксодержащего сырья из продуктов переработки семян подсолнечника // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2015. № 109. С. 360–378.

Информация об авторах

С. А. Письменный – магистрант кафедры «Технология хранения и переработки растениеводческой продукции» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

А. А. Варивода – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки растениеводческой продукции» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

REFERENCES

1. Shhekoldina, T.V., Kristenko, A.G. & Chernixovecz, E.A. (2015). Obespechenie naseleniya polnocenny'm belkom na puti resheniya voprosov prodovol'stvennoj bezopasnosti. *Texnologiya i tovarovedenie innovacionny'x pishhevy'x produktov*, 4(33), 117-123. (In Russ.).
2. Buxtoyarova, Z.T., Kulikov, I.A. & Bugaecz, N.A. (2003). Sous-majonez povy'shennoj biologicheskoy cennosti. *Izvestiya VUZov. Pishhevaya texnologiya*, (1), 84-85. (In Russ.).
3. Docenko, S.M., Skripko, O.V. & Bogdanov, N.L. (2014). Texnologiya e'mul'sionny'x produktov pitaniya specializirovannogo naznacheniya. *Pishhevaya promy'shlennost'*, (7), 37-41. (In Russ.).
4. Gavrilova, D.V. (2014). Razrabotka i tovarovednaya ocenka majoneza i majoneznogo sousa dlya zdorovogo pitaniya s pektinom. *Candidate's thesis*. Moscow. (In Russ.).
5. Aznaur'yanova, E.M. (2001). Razrabotka recepturny'x sostavov i usovershenstvovannoy texnologii polucheniya fiziologicheskii polnocenny'x majonezov. *Candidate's thesis*. Moscow. (In Russ.).
6. Aludatt, M. & Rababah, T. (2017). Preparation of mayonnaise from extracted plant protein isolates of chickpea, broad bean and lupin flour: chemical, nutritional and therapeutic properties. *J. Food Sci. Technol.* P. 1395-1405.
7. Mun, S., Kim, Y. & Kang, C. (2009). Development of reduced fat mayonnaise using 4alphaGTase-modified rice starch and xanthan gum. *Int. J. Biol. Macromol*, 44(5), 400-407.

8. Jacobsen, C., Timm, M. & Meyer, AS. (2001). Oxidation in fish oil enriched mayonnaise: Ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration. *J. Agric. Food Chem*, 49(8), 3947-3956. (In Russ.).

9. Raudsepp, P. & Brüggemann, D.A. (2014). Oxidative stabilization of mixed mayonnaises made with linseed oil and saturated mediumchain triglyceride oil. *Food Chemistry*, (152), 378-385.

10. Shhekoldina, T.V. (2015). Texnologii polucheniya beloksoderzhashhego sy'r'ya iz produktov pererabotki semyan podsolnechnika. *Politematicheskij setevoj e'lektronny'j nauchny'j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, (109), 360-378. (In Russ.).

Information about the authors

S. A. Pismenny - master's student of the Department of «Technologies for storage and processing of crop products» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin.

A. A. Varivoda - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «Technologies for storage and processing of crop products» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 22.11.2021; одобрена после рецензирования 26.01.2022; принята к публикации 28.02.2022.

The article was received by the editorial board on 22 Nov 21; approved after reviewing on 26 Jan 22; accepted for publication on 28 Feb 22.