

## ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГА СПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

### PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

УДК 664.667.022.3(470)  
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-2-243-254>

Поступила в редакцию 10.03.2021  
Received 10.03.2021

**В. А. Васькина<sup>1</sup>, Р. Х. Кандроков<sup>1</sup>, Л. Н. Хайдар-Заде<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», Москва, Россия

<sup>2</sup>Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМАРАНТОВОЙ МУКИ И СТЕНОВОГО МАТЕРИАЛА ИНКАПСУЛИРОВАННОГО ОРЕХОВОГО МАСЛА НА КАЧЕСТВО СЫРЦОВЫХ ПРЯНИКОВ

**Аннотация:** В последние годы развитие кондитерской промышленности направлено на создание изделий повышенной пищевой ценности, обогащенных макро- и микронутриентами, диетического и профилактического назначения. Одними из наиболее распространенных мучных кондитерских изделий в России являются сырцовые пряники. Цель работы – исследование влияния амарантовой муки и стенового материала инкапсулированного растительного масла на качество сырцового пряника, разработка технологии и рецептуры сырцовых пряников. Установлено оптимальное соотношение смеси крахмала и амарантовой муки – 70 и 30 % соответственно. Показано, что введение амарантовой муки снижает плотность сырцового пряника до 732 кг/м<sup>3</sup>, а влажность увеличивается до 14,1 % для пряников с БПС на ИСБ, а для пряников на БПС с сывороткой – 743 кг/м<sup>3</sup> и 14,9 % соответственно. При этом органолептические показатели и структура мякиша кардинально отличаются от присущих пряничным изделиям: пористая структура мякиша, хрупкость, неправильная форма, неоднородный цвет, надрывы на поверхности пряника. Выявлено прямое влияние белкового структурного компонента оболочек в эмульсии орехового масла на органолептические показатели качества пряников (вкус, цвет, запах, внешний вид, форма, поверхность и др.). Установлено, что влажность пряников, приготовленных по разработанной рецептуре, на 1,0–2,0 % больше, они имеют более длительный срок хранения по сравнению с традиционными изделиями. Разработаны рецептуры с высоким и низким содержанием жировой фракции и технология производства сырцовых пряников с инкапсулированным ореховым маслом. На разработанную технологию получен патент РФ №2 734 620 «Пряник на растительных маслах и молочной сыворотке», что свидетельствует не только о научной, но и о практической ее значимости.

**Ключевые слова:** кондитерские изделия, сырцовый пряник, смесь белковых полисахаридов, изолят соевого белка, состав, сухая молочная сыворотка, мука амарантовая, крахмал, инкапсулированное ореховое масло

**Для цитирования:** Васькина, В. А. Исследование влияния амарантовой муки и стенового материала инкапсулированного орехового масла на качество сырцовых пряников / В. А. Васькина, Р. Х. Кандроков, Л. Н. Хайдар-Заде // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, №2. – С. 243–254. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-2-243-254>

**Valentine A. Vaskina<sup>1</sup>, Roman Kh. Kandrov<sup>1</sup>, Lolita N. Haydar-Zade<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>FGBOU VO “Moscow State University of Food Production”, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Bukhara Engineering Technological Institute, Bukhara, Uzbekistan

### STUDY OF IMPACT OF AMARANTH FLOUR AND WALL MATERIAL OF ENCLOSED NUT OIL ON QUALITY OF RAW GUMMY GINGERBREAD

**Abstract:** In recent years, development of confectionery industry is aimed at creating products of increased nutritional value, enriched with macro- and micronutrients, for dietary and prophylactic purposes. One of the most common flour confectionery products in Russia is raw gummy gingerbread. The aim of the research is to study the impact of amaranth flour and encapsulated vegetable oil wall material on the quality of raw gummy gingerbread, development of technology and formulations for raw gingerbread. The optimal ratio of the mixture of starch and amaranth flour has been determined, amounting to

70 and 30 %, respectively. Amaranth flour showed to reduce the density of raw gingerbread to 732 kg/m<sup>3</sup>, and moisture content increases to 14.1 % for gingerbread with BPS on IBS, and for gingerbread on BPS with whey - 743 kg/m<sup>3</sup>, and humidity increases to 14.9 %. At the same time, organoleptic characteristics and structure of the crumb are fundamentally different from those inherent in gingerbread products: porous structure of the crumb, fragility, irregular shape, uneven color, tears on the surface of gingerbread. Direct impact of protein structural component of encapsulation in the nut oil emulsion on organoleptic indicators of the gingerbread quality (taste, color, smell, appearance, shape, surface, and others) has been revealed. It has been determined that moisture content in gingerbread cooked according to the developed formulation was 1.0-2.0 % higher and they have longer shelf life compared to traditional gingerbread. Formulations with high and low fat content and technology for production of raw gingerbread with encapsulated nut butter have been developed. The developed technology received a patent of the Russian Federation No. 2 734 620 “Gingerbread with vegetable oils and milk whey”, which testifies not only to its scientific, but also practical significance.

**Keywords:** confectionery, raw gingerbread, protein polysaccharide mixture, soy protein isolate, composition, whey powder, amaranth flour, starch, encapsulated nut butter

**For citation:** Vaskina V. A., Kandrov R. Kh., Haydar-Zade L. N. Study of impact of amaranth flour and wall material of enclosed nut oil on quality of raw gummy gingerbread. *Vesti Natsyyanal'nyay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2021, vol. 59, no 2, pp. 243-254 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-2-243-254>

**Введение.** Кондитерская промышленность относится к быстроразвивающейся пищевой отрасли, где широко используются новые виды сырья, современные технологии и оборудование для производства сладкой продукции. Применение новых технологий в производстве кондитерских изделий связано со многими факторами: повышением качества изделий, увеличением их выхода и сроков годности, снижением себестоимости и производственных потерь, а также расширением ассортимента выпускаемой продукции [1–2].

В последние годы развитие отрасли направлено на создание кондитерских изделий повышенной пищевой ценности, обогащенных макро- и микронутриентами, диетического и профилактического назначения. Такое направление объединено с общей политикой пищевой промышленности по разработке продуктов, способных выровнять состав и полноценность питания для всего населения страны. Выполнение этой задачи осуществляется с помощью применения новых нетрадиционных видов сырья, обладающих необходимыми характеристиками для производства кондитерских изделий [2–6]. Все эти факторы формируют основу для разработки новейших технологий и рецептур изделий, а в будущем и создание модернизированных технологических линий.

Среди мучных изделий особой популярностью пользуются сырцовые пряники, которые относятся к высококалорийным продуктам питания [7]. В них содержится много сахара и жира, которые формируют реологические свойства теста, а также структуру и вкус готового изделия. Основным недостатком в производстве пряников является использование твердых жиров (маргарина, кондитерского жира, сливочного масла), в составе которых содержатся насыщенные и транс-изомеры жирных кислот. Эти кислоты вырабатываются естественным образом в процессе биогидрирования в организме жвачных животных (сливочное масло) или в результате гидрирования жидких растительных масел (маргарина, кондитерского жира). Присутствие транс-изомеров жирных кислот в пряниках оказывает отрицательное влияние на организм. Такие изделия запрещены больным сахарным диабетом для употребления. Также не рекомендуется употребление мучных кондитерских изделий и для лиц, страдающих болезнью целиакией.

Снижение количества насыщенных жирных кислот и транс-изомеров жирных кислот в рационе человека – это общемировая проблема, которая в разных странах разрешается своими способами. Многие зарубежные ученые практикуют разнообразные технологии введения жидких растительных масел в продукты питания. Исследования канадских ученых по использованию структурированных пищевых масел (олеогели) признаны наиболее перспективными и универсальными при замене твердых жиров в пищевых продуктах [8]. Данная разработка позволяет структурировать растительные масла и получать олеогели с уникальными свойствами, аналогичными твердым жирам в изделии, что отвечает разнообразным физическим свойствам, включая термическое поведение, механическую прочность и реологию [9, 10]. Вследствие этого олеогели производятся со свойствами, подобными жиру, замена которого производится в продукте питания. Помимо замещения твердых жиров концепция олеогелирования позволяет разрешить проблемы миграции масла в продуктах, а также защиты и доставки гидрофобных молекул [11, 12].

Другое направление разработано американскими учеными – инкапсуляция жидких растительных масел в стеновой материал (оболочки) из белок-полисахаридных смесей (БПС), которая имеет определенные преимущества в технологии, связанные с экологически чистыми ингредиентами, простотой процесса эмульгирования, образованием более мелких капель масла и мягким гелеобразованием в сплошной среде [13]. В эмульсионных гелях на основе БПС, в качестве белка наиболее часто применяется изолят белка молочной сыворотки (ИБМ) или изолят соевого белка (ИСБ). Кроме того, данная технология позволяет использовать различные белки и полисахариды в качестве эмульгаторов для повышения эффективности инкапсуляции жидких растительных масел [14, 15].

Различные по природе белки и их свойства (растворимость, амфотерность) оказывают влияние на их взаимодействие с полисахаридами [16]. Изолят белка молочной сыворотки является наиболее широко используемым эмульгатором в эмульсионных гелях, а изолят белка сои только начинает пробуждать все больший интерес по причине его хороших эмульгирующих и гелеобразующих свойств. Так, ИБМ содержит больше положительно заряженных аминокислот, чем ИСБ при pH, равной 7,0, однако ИСБ включает больше полярных аминокислот, чем ИБМ [17–20]. Кроме того, ИБМ обладает более высокой растворимостью и гидрофобностью поверхности, чем ИСБ [21]. Растворимость белка влияет на взаимодействия белок–вода, а гидрофобность поверхности влияет на взаимодействия белок–масло на поверхности капель [22]. Тем не менее использование в БПС различных по природе белков, таких как изолят соевого белка и изолят белка молочной сыворотки, по-разному воздействует на свойства эмульсионных гелей и качество конечного изделия, что редко изучалось [23].

Жидкие растительные масла и вегетарианские белки имеют высокую коммерческую стоимость для кондитерской отрасли при создании изделий для здорового питания [25, 26]. Замена твердых жиров растительными маслами в технологии сырцовых пряников является чрезвычайно сложной задачей. Поведение твердых жиров и жидких масел в тесте для мучных изделий значительно различается. Так, в процессе замеса теста частицы животного жира сначала разделяются на мельчайшие капельки, способствуя образованию пленок. Затем тончайшие пленки жира концентрируются на поверхности частичек муки, как бы обволакивая и смазывая их. При замесе теста для мучных изделий капли жидкого растительного масла локализуются в виде крупных шариков, которые не окутывают частички муки и не удерживаются в тесте, а при хранении выделяются из готовых изделий [17]. По этой причине жидкие растительные масла используются в технологии пряников ограниченно или в малых количествах, их предварительно смешивают с маргарином в жировую смесь. Как правило, это количество масла незначительное – 5–7 % от массы основного твердого жирового компонента [7].

Существует проблема полной замены твердых жиров в рецептуре пряников жидкими растительными маслами (подсолнечное, ореховое, кунжутное, рапсовое, льняное), сложность которой заключается в потенциальной механической и химической несовместимости добавки и матрицы. Кроме того, растительные масла крайне чувствительны к высокой температуре, кислороду, свету и имеют температуру кристаллизации при отрицательных значениях от –2 до –20 °С [26, 27], что ограничивает их применение в производстве мучных изделий. При этом сложно сохранить традиционную структуру пряника и избежать процессов деградации полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), содержащихся в растительных маслах. Несовместимость проявляется в вытекании растительного масла из теста и готовых пряников даже при малой их концентрации в изделии, если не приняты дополнительные меры по связыванию и/или предотвращению непосредственного взаимодействия веществ матрицы и добавки.

В данной работе изучена возможность полной замены маргарина ореховым маслом в производстве сырцовых пряников. Инкапсуляцию орехового масла проводили в стеновой материал на основе БПС. Проведено сравнительное исследование влияния белков сои и молочной сыворотки в составе стенового материала на свойства эмульсионных гелей и на качество пряников. Ранее авторами проводились исследования по влиянию белок-полисахаридных смесей на инкапсуляцию жидких растительных масел для получения таких кондитерских изделий, как кремы для тортов и пирожных, мягкая карамель, мягкий грильяж [28–30].

Цель работы – проведение сравнительного исследования влияния амарантовой муки и природы белка в стеновом материале инкапсулированного орехового масла на качество сырцовых пряников с последующей разработкой новой технологии и рецептуры изделия.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводили на кафедре зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств и на кафедре «Пищевая технология» Бухарского инженерно-технологического института в 2020 г. На кафедре зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий исследовали влияние добавок амарантовой муки и инкапсулированного орехового масла на качество сырцовых пряников, приготовленных по разработанной технологии и влияние амарантовой муки и стенового материала капсулированного орехового масла на органолептические показатели качества пряников (вкус, цвет, запах, внешний вид, форма, поверхность и др.). На кафедре «Пищевая технология» провели исследования по определению пищевой и энергетической ценности традиционных сырцовых пряников и пряников на соевом и сывороточном БПС по разработанной рецептуре.

При проведении исследований использовали следующие сырье и материалы: вода питьевая, мука пшеничная высшего сорта, сахар белый, патока, маргарин, химические разрыхлители. Сырье, используемое для проведения исследований, соответствует требованиям нормативно-технической документации, представленной в табл. 1.

При проведении исследований использовали следующие методы: метод определения влаги (определение массовой доли сухих веществ пряников производили на влагомере ПИВИ); метод определения плотности, основанный на измерении объема индикатора, вытесненного погруженным в него лабораторной пробой; метод определения кислотности, основанный на титровании исследуемого раствора гидроксидом натрия (гидроксид калия) или кислоты в концентрации с NaOH, KOH,  $1/2 H_2SO_4$  и с HCl = 0,1 моль/дм<sup>3</sup> в присутствии двух электродов (индикаторного и электрода сравнения).

Т а б л и ц а 1. Перечень нормативно-технической документации для оценки качества сырья и материалов, используемых при проведении исследований

Table 1. List of regulatory and technical documentation for assessing the quality of raw materials and materials used in research

Вид сырья	Нормативная документация	Вид сырья	Нормативная документация
Мука пшеничная, высший сорт	ГОСТ 26574–2017	Масло ореховое	ГОСТ 30306–95
Мука амарантовая	ГОСТ 28636–90	Альгинат натрия	ГОСТ 33310–2015
Сахар белый	ГОСТ 33222–2015	КМЦ	ГОСТ 33310–2015
Патока	ГОСТ 33917–2016	Пектин	ГОСТ 29186–91
Крахмал кукурузный	ГОСТ 32159–2013	Сыворотка молочная сухая	ГОСТ 33958–2016
Крахмал картофельный	ГОСТ Р 53876–2010	Изолят соевого белка	ГОСТ Р 53861–2010
Маргарин	ГОСТ 32188–2013	Химические разрыхлители	ГОСТ 2156–76

Для уменьшения погрешности измерений проводили два параллельных опыта, результаты вычисляли до второго десятичного знака и округляли до первого. Окончательным результатом принимали среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, расхождения между которыми должно быть меньше 0,2 градуса. Предел допускаемых значений погрешности измерения – 0,1 градуса ( $P = 0,95$ ).

**Результаты и их обсуждение.** На первом этапе исследовали влияние добавок амарантовой муки и инкапсулированного грецкого орехового масла на качество сырцовых пряников, приготовленных по разработанной технологии. В качестве стенового материала для капсулирования орехового масла использовали белок-полисахаридные смеси (БПС), в которых белком служили изолят белка сои (ИБС) или сухая молочная сыворотка (СМС), а полисахаридами – смесь из альгината натрия, пектина, натрий карбоксиметилцеллюлозы.

В рецептуру опытных пряников взамен пшеничной муки вводили безглютеновую смесь, состоящую из амарантовой муки и крахмала. В безглютеновой смеси доля амарантовой муки составляла в количестве 30, 40, 50 %, остальное крахмал. В качестве контроля служил пряник,

приготовленный по традиционной рецептуре на пшеничной муке. Полученные экспериментальные данные по плотности пряника в зависимости от доли введенной амарантовой муки и вида белка в стеновом материале капсулированного орехового масла представлены на рис. 1.

На рис. 1 видно, что плотность контрольного пряника, приготовленного с применением пшеничной муки по традиционной технологии, составляет 788 кг/м<sup>3</sup>. Наибольшее снижение плотности пряника до 732 кг/м<sup>3</sup> наблюдается при введении безглютеновой смеси, в которой доля амарантовой муки составляет 30 %, а в стеновом материале в качестве белка используется изолят белка сои (ИБС). Замена белка в стеновом материале на сухую молочную сыворотку (СМС) позволяет незначительно повысить плотность пряника до 743 кг/м<sup>3</sup>. Увеличение доли амарантовой муки до 40 % позволяет повысить плотность сырцовых пряников до 753 кг/м<sup>3</sup> при применении в стеновом материале ИСБ, и до 805 кг/м<sup>3</sup> при применении СМС. Дальнейшее повышение доли амарантовой муки до 50 % обеспечивает рост плотности пряника до 845 кг/м<sup>3</sup> при употреблении в стеновом материале СМС и до 987 кг/м<sup>3</sup> – ИСБ. Следовательно, введение амарантовой муки в количестве 30–40 % не оказывает большого воздействия на плотность пряника, значения которых находятся близко к контролю. Это напрямую подтверждает предположение о полном замещении клейковины пшеничной муки белками амарантовой муки и протеинами стенового материала, независимо от природы белка. Повышение доли амарантовой муки до 50 % обнаруживает большее влияние на плотность пряника белков ИСБ, чем СМС.

Влажность контрольного пряника, приготовленного по традиционной технологии, составляет 13,9 % (рис. 2). Наибольшее повышение влажности пряника до 14,9 % наблюдается при введении безглютеновой смеси, в которой доля амарантовой муки составляет 30 %, а в стеновом материале в качестве белка используется ИБС. Применение СМС взамен ИБС приводит к снижению влажности пряника до 14,1 %. Увеличение доли амарантовой муки до 50 % приводит к снижению влажности пряника до 14,2 % при употреблении в стеновом материале ИСБ, а СМС обеспечивает повышение влажности до 16,7 %. Таким образом, амарантовая мука в количестве 30–40 % не оказывает значительного влияния на влажность пряника, значения которых близки с контролем. Повышение доли амарантовой муки до 50 % обнаруживает большее влияние СМС на влажность пряника, чем ИСБ. Таким образом, сравнение ИСБ и СМС как важнейших белковых компонентов стенового материала и оценка их влияния на плотность и влажность пряников, то однозначно подтверждает, что белки молочной сыворотки более эффективны, чем соевый белок.

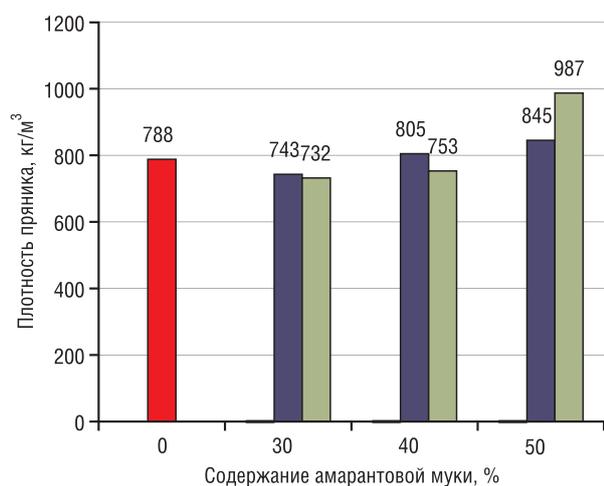


Рис. 1. Зависимость плотности пряника от содержания амарантовой муки и вида стенового материала капсулированного орехового масла на основе молочной сыворотки (синий цвет) и изолята соевого белка (зеленый цвет), приготовленных по новой технологии

Fig. 1. Correlation of the density of gummy gingerbread with amaranth flour additives and wall material type of encapsulated nut butter based on milk whey (blue) and soy protein isolate (green) prepared according to new technology

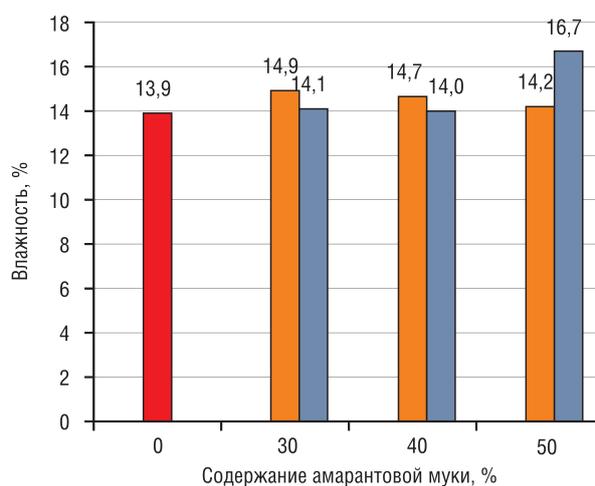


Рис. 2. Влияние содержания амарантовой муки на влажность пряника, приготовленного по новой технологии с использованием орехового масла в оболочках из БПС на основе изолята соевого белка (оранжевый цвет) и молочной сыворотки (синий цвет)

Fig. 2. Impact of amaranth flour on moisture content in gummy gingerbread prepared according to new technology using nut butter encapsulated in BPS based on soy protein isolate (orange) and milk whey (blue)

Таблица 2. Органолептическая оценка пряников «Новые» по разработанной рецептуре

Table 2. Organoleptic evaluation of “New” gummy gingerbreads according to the developed recipe

Показатели качества изделия	Коэффициент значимости показателя	Число степеней качества	Оценка, баллы
Форма	1	1–3	1–3
Цвет и внешний вид	2	1–3	2–6
Структура и консистенция	3	1–3	3–9
Вкус и аромат	4	1–3	4–12
Суммарная оценка			Σ 10–30

балльной шкале. Результаты органолептической оценки пряников представлены в табл. 2.

Анализ табл. 2 показал, что пряники, приготовленные по новой рецептуре с добавлением амарантовой муки в количестве 50 %, инкапсулированного растительного масла и БПС, получили высокую оценку по органолептическим показателям потенциальными потребителями. Внешний вид опытных образцов и контрольного образца сырцовых пряников представлен на рис. 4.

На дегустацию были предложены опытные образцы пряников, приготовленные по новой технологии, с различным содержанием жира – 4,8 и 11,7 %. Большое содержание жира оказывает влияние на все технологические стадии, начиная с инкапсуляции орехового масла белок-полисахаридной смесью, затем на приготовление эмульсии и теста, продолжительность выпечки, качество готового продукта и органолептические свойства. Внешний вид опытных образцов сырцовых пряников представлен на рис. 3.



Рис. 3. Внешний вид сырцовых пряников, приготовленных с БПС, по разработанной рецептуре с пониженным содержанием жира 4,8 % (1–3) и с повышенным содержанием жира 11,7 % (4–6)

Fig. 3. Appearance of raw gummy gingerbread cooked with BPS, according to the developed formulation with reduced fat content of 4.8 % (1–3) and with increased fat level 11.7 % (4–6)

Данные табл. 2 показывают, что пряники, изготовленные по новой технологии с использованием амарантовой муки и капсулированного растительного масла, получили высокую оценку по органолептическим показателям потенциальными потребителями. Пряники с более высоким содержанием жира отличались более темной окраской поверхности, выраженным вкусом и ароматом, а также гладкой, слегка шероховатой поверхностью. Такие изменения органолептических свойств можно объяснить более интенсивным протеканием реакции Майяра, которая началась в процессе капсулирования растительного масла в горячий сахаро-белок-полисахаридный сироп, затем продолжилась при выпечке готового изделия.

На втором этапе исследовали влияние амарантовой муки и стенового материала капсулированного орехового масла на органолептические показатели качества пряников (вкус, цвет, запах, внешний вид, форма, поверхность и др.).

Для органолептической оценки были приготовлены два вида пряников по новой технологии, которые различались натурой белковой составляющей БПС (ИСБ и СМС) для капсулирования орехового масла. Приготовленные опытные образцы были предложены потенциальным потребителям для дегустации и оценки органолептических показателей по пяти-

Таким образом, введение амарантовой муки и инкапсулированного орехового масла с оболочкой на основе различных источников белка оказывает положительное влияние на органолептические свойства сырцовых пряников, улучшая их цвет, запах и вкус.

На третьем этапе (заключительном) разработаны рецептура и технология производства сырцовых пряников с инкапсулированным ореховым маслом и амарантовой мукой. С целью успешного обогащения рецептуры сырцовых пряников амарантовой мукой и ореховым маслом были необходимы изменения в существующую технологию производства. Принципиальные изменения касались начальных этапов приготовления пряников (приготовление БПС, сиропа и эмульсии).

Наиболее значимое отличие – это уменьшение насыщенных жирных кислот и увеличение содержания поли- и мононенасыщенных жирных кислот. В 100 г маргарина может содержаться до 40 г насыщенных жирных кислот, в том числе лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, лигноцериновая и стеариновая.

Для приготовления БПС вначале взвешивали каждый из трех полисахаридов и белки (ИСБ или СМС), затем отмеряли воду, согласно рецептуре, и загружали компоненты в расходную емкость. Смесь набухала в течение 30–60 мин при температуре 60–80 °С. После этого набухший БПС использовали.

Затем готовили сироп из сахара, патоки и набухшего раствора БПС. Рецептурную смесь сиропа нагревали до 100–105 °С и уваривали в течение 2–3 мин. В полученный сироп при постоянном нагревании и перемешивании вводится тонкой струей ореховое масло для получения стойкой и не расслаивающейся эмульсии. Затем эмульсию охлаждали до температуры 30–40 °С и добавляли предварительно растворенные в воде химические разрыхлители, эссенцию и другие добавки. В последнюю очередь для получения теста загружали амарантовую муку со смесью крахмалов в соотношении 30 : 70. Замес теста проводили в течение 7–10 мин до достижения однородной, упругой структуры теста. Полученное тесто направляли в формующую машину для формования тестовых заготовок пряников. Затем отформованные тестовые заготовки пряников отправляли на выпечку.

Пряники выпекали в течение 10–15 мин при температуре 200–220 °С. После выпечки их охлаждали до температуры 50–55 °С в течение 20–22 мин. Затем пряники глазировали горячим сахарным сиропом с температурой 90–95 °С, уваренным до содержания сухих веществ 77–78 %. Глазированные пряники выдерживали в сушильной камере при температуре 60 °С в течение 6–8 мин. На конечном этапе пряники фасовали в коробки или пачки из коробочного картона.

Технологическая схема производства пряников по разработанной технологии с использованием амарантовой муки и капсулированного орехового масла в оболочках из БПС представлена на рис. 4.

Опытные сырцовые пряники являются продуктом функциональным и с повышенной пищевой ценностью. Это достигается введением в рецептуру амарантовой муки, растительного масла и БПС. Был проведен подсчет пищевой и энергетической ценности опытных пряников по сравнению с традиционными для доказательства их потенциального функционального, профилактического

**Таблица 3. Пищевая и энергетическая ценность традиционных сырцовых пряников и пряников на соевом и сывороточном БПС по разработанной рецептуре**

**Table 3. Nutritional and energy value of traditional raw gummy gingerbreads and gingerbreads based on soy and whey BPS according to the developed formulation**

Показатель	Содержание в 100 г продукта		
	контроль	соевый БПС	сывороточный БПС
Белки, %	7,0	13,4	10,6
Жиры, %	12,8	13,1	13,1
Углеводы, %	65,9	73,3	73,3
Минеральные вещества, мг/100 г:			
кальций	15,0	38,0	38,0
медь	112,9	125,7	125,7
магний	27,6	59,40	59,40
марганец	0,690	0,832	0,832
фосфор	72,1	133,4	133,4
калий	53,3	123,51	123,51
железо	1,3	1,90	1,90
Витамины, мкг:			
В1	0,150	0,270	0,270
холин	47,7	32,8	32,8
В5	0,310	0,35	0,35
В6	0,130	0,157	0,157
В9	22,27	19,73	19,73
Е	3,57	10,9	10,9
Полиненасыщенные жирные кислоты, г/100 г:			
омега-6	3,25;	6,41;	6,41;
омега-3	0,00	1,46	1,46
Клетчатка, г	2,4	8,7	8,7
Энергетическая ценность, ккал	390,4	446,4	435,2

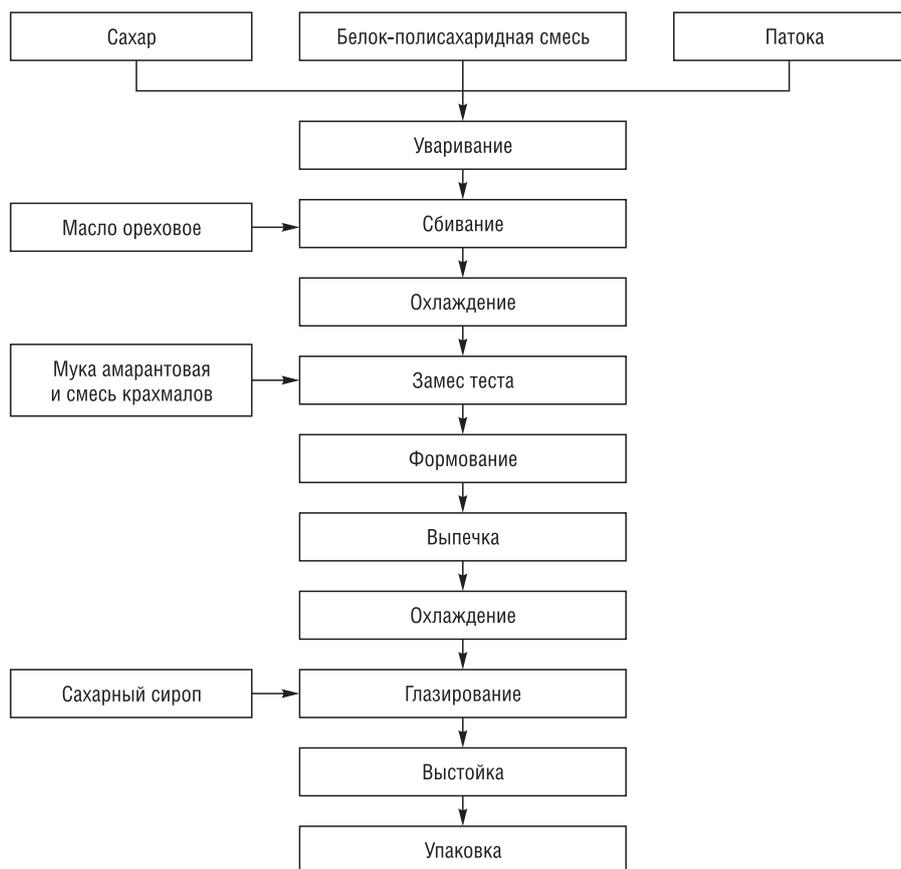


Рис. 4. Технологическая схема приготовления сырцовых пряников с использованием БПС, амарантовой муки и жидкого орехового масла

Fig. 4. Technological layout for preparation of raw gummy gingerbread using BPS, amaranth flour and liquid nut butter

действия. Сравнение проводили для пряников, приготовленных по двум рецептурам с использованием ИСБ и СМС в составе оболочек инкапсулированного орехового масла. Калорийность обоих опытных образцов увеличилась в среднем на 15–25 ккал за счет увеличения содержания белка в сырцовых пряниках на 70 % при использовании ИСБ и на 35 % при использовании БПС.

Опытные образцы пряников на БПС значительно превосходили традиционные по содержанию белка, минеральных веществ и клетчатки. Этому способствовало введение в рецептуру амарантовой муки, отличающейся высоким содержанием белка и минеральных веществ. Однако дополнительный белок вносили с БПС. Повышенное содержание белка сказывается на калорийности пряников, которая возрастает по сравнению с традиционными без БПС.

Аминокислотный состав белков пряника улучшился преимущественно за счет внесения белков амаранта, отличающегося от пшеничных белков по содержанию незаменимых аминокислот. Сравнение аминокислотного состава белков пшеничной и амарантовой муки представлено в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Содержание незаменимых аминокислот в пшеничной и амарантовой муке, г в 100 г муки

Table 4. Level of essential amino acids in wheat and amaranth flour, g per 100 g flour

Аминокислота	Мука		Аминокислота	Мука	
	амарантовая	пшеничная		амарантовая	пшеничная
Аргинин	1,060	0,474	Лизин	0,747	0,270
Валин	0,679	0,477	Метионин	0,226	0,163
Гистидин	0,389	0,223	Треонин	0,558	0,296
Изолейцин	0,582	0,388	Триптофан	0,181	0,130
Лейцин	0,879	0,737	Фенилаланин	0,542	0,506

За счет введения амарантовой муки и белков в составе БПС (изолята соевого белка и молочной сыворотки) в пряниках увеличилось содержание незаменимых аминокислот, так как эти белки являются полноценными. Большая доля всех белков приходится на белки амаранта.

Наиболее значимое отличие – это уменьшение насыщенных жирных кислот и увеличение содержания полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот. В 100 г маргарина может содержаться до 40 г насыщенных жирных кислот, в том числе лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, лигноцериновая и стеариновая.

В эксперименте в качестве замены маргарина применялось рафинированное ореховое масло. В 100 г орехового масла содержится до 11 г насыщенных жирных кислот, что значительно ниже, чем в маргарине. При этом, если использовать нерафинированное растительное масло других маслических или ореховых культур, то этот показатель можно снизить и увеличить количество ненасыщенных жирных кислот.

Витаминный состав изменяется не столь значительно по сравнению с другими показателями. Вместе с тем наблюдается увеличение содержания витаминов группы В и значительное увеличение содержания витамина Е. Кроме того, происходит увеличение содержания других жирорастворимых витаминов А, D, К, но для данного вида масла это количество незначительно. Однако при использовании иного вида нерафинированного масла содержание этих витаминов будет значительно выше.

### Выводы

1. В результате проведенных исследований получены новые научные данные, имеющие прикладное значение и промышленную применимость о пищевой и энергетической ценности сырцовых пряников, выработанных с использованием инкапсулированного орехового масла в оболочках из белок-полисахаридных смесей (БПС), в которых белком служили изолят белка сои (ИБС) или сухая молочная сыворотка (СМС).

2. Установлено взаимодействие амарантовой муки и стенового материала инкапсулированного растительного масла в тесте и их влияние на качество сырцовых пряников. Выявлено, что пшеничную муку можно полностью заменить амарантовой мукой и смесью крахмалов при их соотношении 30 : 70 при замесе теста для сырцовых пряников, что обеспечивает получение безглютенового продукта.

3. Исследования по влиянию инкапсулированного растительного масла на качество сырцовых пряников показали, что 100 % замена пшеничной муки на смесь кукурузного и картофельного крахмала существенно снижает плотность ( $529 \text{ кг/м}^3$ ) и влажность (8,9 %) готовых пряников.

4. Выяснено влияние природы белка в составе стенового материала для инкапсуляции орехового масла на показатели качества пряника. Наличие ИСБ в составе стенового материала приводит к существенному снижению плотности пряника ( $732 \text{ кг/м}^3$ ) при влажности (14,1 %), а присутствие СМС в составе БПС – к повышению влажности пряника (14,9 %) при плотности ( $743 \text{ кг/м}^3$ ). Белки СМС проявляют лучшую растворимость в воде и более сильные взаимодействия с полисахаридами, чем ИСБ, что обеспечивает лучшие влагоудерживающую способность продукта.

5. Обнаружено прямое влияние природы белка в составе стенового материала оболочек орехового масла на органолептические показатели качества сырцовых пряников (вкус, цвет, запах, внешний вид, форма, поверхность и др.). Вероятно, наличие в составе СМС дополнительно лактозы обеспечивает улучшение вкуса, цвета и запаха пряников.

6. Разработаны рецептуры и технология производства сырцовых пряников с высоким и низким содержанием жировой фракции. На разработанную технологию получен патент РФ №2734620 «Пряник на растительных маслах и молочной сыворотке», что свидетельствует не только о научной, но и о практической ее значимости.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность генеральному директору ООО «Русская Олива» к.б.н., доценту Л. А. Мирошниченко за предоставленные образцы амарантовой муки.

## Список использованных источников

1. Тенденция развития технологии кондитерских изделий / З. А. Канарская [и др.] // Вестн. Воронеж. гос. ун-та инженер. технологий. – 2016. – № 3 (69). – С. 195–204. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-195-204>
2. Новые сорта хлебобулочных и мучных кондитерских изделий диабетического назначения / Ю. Ф. Росляков [и др.] // Науч. тр. КубГТУ. – 2015. – № 2. – С. 226–231.
3. Санжаровская, Н. С. Использование нетрадиционного сырья в технологии сырцовых пряников / Н. С. Санжаровская, Н. В. Сокол, О. П. Храпко // Вестн. КрасГАУ. – 2018. – № 1. – С. 147–153.
4. Фахретдинова, Д. Р. Использование амарантовой муки и молочной сыворотки для обогащения мучных кондитерских изделий / Д. Р. Фахретдинова, А. А. Нигматьянов, И. В. Миронова // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 4 (66). – С. 260–262.
5. Natural sweeteners: health benefits of stevia / S. Gandhi [et al.] // Foods a. Raw Materials. – 2018. – Vol. 6, N 2. – P. 392–402. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-392-402>.
6. Лазарева, Т. Н. Оценка качества пряников, выработанных с применением лекарственно-технического сырья / Т. Н. Лазарева, С. Я. Корячкина // Хлебопродукты. – 2016. – № 5. – С. 54–56.
7. Мошканова, И. А. Современное производство пряников / И. А. Мошканова, Е. С. Новожилова, В. А. Васькина // Кондитер. и хлебопекар. пр-во. – 2017. – № 1–2 (169). – С. 44–47.
8. Gravelle, A. J. Ethylcellulose oleogels: structure, functionality, and food applications / A. J. Gravelle, A. G. Marangoni // Advances in Food a. Nutrition Research. – 2018. – Vol. 84. – P. 1–56. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.01.002>
9. Kouzounis, D. Partial replacement of animal fat by oleogels structured with monoglycerides and phytosterols in frankfurter sausages / D. Kouzounis, A. Lazarido, E. Katsanidis // Meat Science. – 2017. – Vol. 130. – P. 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.004>
10. Tanti, R. Hydroxypropyl methylcellulose and methylcellulose structured oil as a replacement for shortening in sandwich cookie creams / R. Tanti, S. Barbut, A. G. Marangoni // Food Hydrocolloids. – 2016. – Vol. 61. – P. 329–337. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.05.032>
11. Mattice, K. D. Oleogels in food / K. D. Mattice, A. G. Marangoni // Encyclopedia of food chemistry / ed.: L. Melton, F. Shahidi, P. Varelis. – Amsterdam, 2019. – Vol. 2. – P. 255–260. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21662-4>
12. O'Sullivan, C. M. Edible oleogels for the oral delivery of lipid soluble molecules: Composition and structural design considerations / C. M. O'Sullivan, S. Barbut, A. G. Marangoni // Trends in Food Science & Technology. – 2016. – Vol. 57. – P. 59–73. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.018>
13. Design principles of oil-in-water emulsions with functionalized interfaces: Mixed, multilayer, and covalent complex structures / M. Li [et al.] // Comprehensive Rev. in Food Science a. Food Safety. – 2020. – Vol. 19, N 6. – P. 3159–3190. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12622>.
14. Preparation and characterization of emulsion-filled gel beads for the encapsulation and protection of resveratrol and  $\alpha$ -tocopherol / W. Feng [et al.] // Food Research Intern. – 2018. – Vol. 108. – P. 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.035>
15. Highly efficient encapsulation of linseed oil into alginate/lupin protein beads: Optimization of the emulsion formulation / J. A. Piornos [et al.] // Food Hydrocolloids. – 2016. – Vol. 63. – P. 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.08.031>
16. Interactions of vegetable proteins with other polymers: Structure-function relationships and applications in the food industry / D. Lin [et al.] // Trends in Food Science & Technology. – 2017. – Vol. 68. – P. 130–144. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.006>
17. Tang, C.-H. Emulsifying properties of soy proteins: A critical review with emphasis on the role of conformational flexibility / C.-H. Tang // Crit. Rev. in Food Science a. Nutrition. – 2017. – Vol. 57, N 12. – P. 2636–2679. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1067594>
18. Molecular mechanism for improving emulsification efficiency of soy glycinin by glycation with soy soluble polysaccharide / X.-Q. Peng [et al.] // J. of Agr. a. Food Chemistry. – 2018. – Vol. 66, № 46. – P. 12316–12326. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b03398>
19. Relationship between molecular flexibility and emulsifying properties of soy protein isolate-glucose conjugates / R. Li [et al.] // J. of Agr. a. Food Chemistry. – 2019. – Vol. 67, N 14. – P. 4089–4097. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06713>
20. A study of structural change during in vitro digestion of heated soy protein isolates / T. Tian [et al.] // Foods. – 2019. – Vol. 8, № 12. – Art. 594. <https://doi.org/10.3390/foods8120594>
21. Voutsinas, L. P. Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins / L. P. Voutsinas, E. Cheung, S. Nakai // J. of Food Science. – 1983. – Vol. 48, N 1. – P. 26–32. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb14781.x>
22. Pelegrine, D. H. G. Whey proteins solubility as function of temperature and pH / D. H. G. Pelegrine, C. A. Gasparetto // LWT-Food Science a. Technology. – 2005. – Vol. 38, N 1. – P. 77–80. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.03.013>
23. Properties of microparticles from a whey protein isolate/alginate emulsion gel / A. M. Leon [et al.] // Food Science a. Technology Intern. – 2018. – Vol. 24, N 5. – P. 414–423. <https://doi.org/10.1177/1082013218762210>
24. Li, D. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security / D. Li // Trends in Food Science & Technology. – 2013. – Vol. 32, N 1. – P. 25–42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>
25. Ghazani, M. S. Healthy fats and oils / M. S. Ghazani, A. G. Marangoni // Encyclopedia of food grains / ed.: C. Wrigley [et al.]. – 2nd ed. – Oxford, 2016. – P. 257–267. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00100-1>
26. Effect of different antioxidants on lycopene degradation in oil-in-water emulsion / R. Bou [et al.] // Europ. J. of Lipid Science a. Technology. – 2011. – Vol. 113, N 6. – P. 724–729. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000524>

27. Effect of heating and exposure to light on the stability of lycopene in tomato purée / Shi J. [et al.] // *Food Control*. – 2008. – Vol. 19, N 5. – P. 514–520. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.06.002>
28. Васькина, В. А. Использование молочной сыворотки для создания в креме эмульсионно-пенной структуры / В. А. Васькина, А. А. Двоглазова // *Пищевая индустрия*. – 2019. – №2 (40). – С. 26–29.
29. Монастырский, В. Е. Использование инкапсулированного растительного масла в производстве молочных конфет / В. Е. Монастырский, В. А. Васькина // *Кондитер. и хлебопекар. пр-во*. – 2018. – №9–10 (178). – С. 62–64.
30. Васькина, В. А. Увеличение срока годности и качества конфет с фруктово-грильяжным корпусом / В. А. Васькина, С. В. Бабарыкина, Ю. Ю. Панченко // *Кондитер. и хлебопекар. пр-во*. – 2018. – №3–4 (175). – С. 20–22.

## References

- Kanarskaya Z. A., Khuzin F. K., Ivleva A. R., Gematdinova V. M. Trends in the development of confectionery technology. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2016, no. 3 (69), pp. 195-204 (in Russian). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-195-204>
- Roslyakov Yu. F., Kochetov V. K., Vershinina O. L., Gonchar V. V. Use of crop topinambur powder in technology bakers products. *Nauchnye trudy KubGTU = Scientific works of KubSTU*, 2015, no. 2, pp. 226-231 (in Russian).
- Sanzharovskaya N. S., Sokol N. V., Khrapko O. P. The use of non-traditional raw materials in raw gingerbread technology. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasSAU*, 2018, no. 1 (136), pp. 147-154 (in Russian).
- Fakhretdinova D. R., Nigmat'yanov A. A., Mironova I. V. The use of amaranth flour and whey to enrich floury confectionery products. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2017, no. 4 (66), pp. 260-262 (in Russian).
- Gandhi S., Gat Y., Arya S., Kumar V., Panghal A., Kumar A. Natural sweeteners: health benefits of stevia. *Foods and Raw Materials*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 392-402. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-392-402>
- Lazareva T. N., Koryachkina S. Ya. Assessment of the quality of gingerbread made with the use of medicinal and technical raw materials. *Khleboprodukty = Khleboprodukt*, 2016, no. 5, pp. 54-56 (in Russian).
- Moshkanova I. A., Novozhilova E. S., Vas'kina V. A. Modern production of gingerbread. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo [Confectionery and Bakery Production]*, 2017, no. 1-2 (169), pp. 44-47 (in Russian).
- Gravelle A. J., Marangoni A. G. Ethylcellulose oleogels: structure, functionality, and food applications. *Advances in Food and Nutrition Research*, 2018, vol. 84, pp. 1-56. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.01.002>
- Kouzounis D., Lazaridou A., Katsanidis E. Partial replacement of animal fat by oleogels structured with mono-glycerides and phytosterols in frankfurter sausages. *Meat Science*, 2017, vol. 130, pp. 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.004>
- Tanti R., Barbut S., Marangoni A. G. Hydroxypropyl methylcellulose and methylcellulose structured oil as a replacement for shortening in sandwich cookie creams. *Food Hydrocolloids*, 2016, vol. 61, pp. 329-337. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.05.032>
- Mattice K. D., Marangoni A. G. Oleogels in food. *Encyclopedia of food chemistry. Vol. 2*. Amsterdam, 2019, pp. 255-260. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21662-4>
- O'Sullivan C. M., Barbut S., Marangoni A. G. Edible oleogels for the oral delivery of lipid soluble molecules: Composition and structural design considerations. *Trends in Food Science & Technology*, 2016, vol. 57, pp. 59-73. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.018>
- Li M., McClements D. J., Liu X., Liu F. Design principles of oil-in-water emulsions with functionalized interfaces: Mixed, multilayer, and covalent complex structures. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2020, vol. 19, no. 6, pp. 3159-3190. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12622>
- Feng W., Yue C., Wusigale Ni Y., Liang L. Preparation and characterization of emulsion-filled gel beads for the encapsulation and protection of resveratrol and  $\alpha$ -tocopherol. *Food Research International*, 2018, vol. 108, pp. 161-171. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.035>
- Piornos J. A., Burgos-Díaz C., Morales E., Rubilar M., Acevedo F. Highly efficient encapsulation of linseed oil into alginate/lupin protein beads: Optimization of the emulsion formulation. *Food Hydrocolloids*, 2016, vol. 63, pp. 139-148. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.08.031>
- Lin D., Lu W., Kelly A. L., Zhang L., Zheng B., Miao S. Interactions of vegetable proteins with other polymers: Structure-function relationships and applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 2017, vol. 68, pp. 130-144. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.006>
- Tang Ch.-H. Emulsifying properties of soy proteins: A critical review with emphasis on the role of conformational flexibility. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2017, vol. 57, no. 12, pp. 2636-2679. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1067594>
- Peng X.-Q., Xu Y.-T., Liu T.-X., Tang C.-H. Molecular mechanism for improving emulsification efficiency of soy glycinin by glycation with soy soluble polysaccharide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2018, vol. 66, no. 46, pp. 12316-12326. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b03398>
- Li R., Wang X., Liu J., Cui Q., Wang X., Chen S., Jiang L. Relationship between molecular flexibility and emulsifying properties of soy protein isolate-glucose conjugates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2019, vol. 67, no. 14, pp. 4089-4097. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06713>

20. Tian T., Teng F., Zhang S., Qi B., Wu C., Zhou Y., Li L., Wang Z., Li Y. A study of structural change during in vitro digestion of heated soy protein isolates. *Foods*, 2019, vol. 8, no. 12, art. 594. <https://doi.org/10.3390/foods8120594>
21. Voutsinas L. P., Cheung E., Nakai S. Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. *Journal of Food Science*, 1983, vol. 48, no. 1, pp. 26-32. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb14781.x>
22. Pelegrine D.H. G., Gasparetto C.A. Whey proteins solubility as function of temperature and pH. *LWT-Food Science and Technology*, 2005, vol. 38, no. 1, pp. 77-80. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.03.013>
23. Leon A. M., Aguilera J. M., Medina W. T., Park D.J. Properties of microparticles from a whey protein isolate/alginate emulsion gel. *Food Science and Technology International*, 2018, vol. 24, no. 5, pp. 414-423. <https://doi.org/10.1177/1082013218762210>
24. Li D. Proteins from land plants - Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 2013, vol. 32, no. 1, pp. 25-42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>
25. Ghazani M. S., Marangoni A. G. Healthy fats and oils. *Encyclopedia of food grains*. 2nd ed. Oxford, 2016, pp. 257-267. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00100-1>
26. Bou R., Boon C., Kweku A., Hidalgo D., Decker E.A. Effect of different antioxidants on lycopene degradation in oil-in-water emulsion. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2011, vol. 113, no. 6, pp. 724-729. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000524>
27. Shi J., Dai Y., Kakuda Y., Mittal G., Xue S. J. Effect of heating and exposure to light on the stability of lycopene in tomato purée. *Food Control*, 2008, vol. 19, no. 5, pp. 514-520. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.06.002>
28. Vas'kina V. A., Dvoeglazova A.A. The use of whey to create an emulsion-foam structure in cream. *Pishchevaya industriya* [Food Industry], 2019, no. 2 (40), pp. 26-29 (in Russian).
29. Monastyrskii V. E., Vas'kina V.A. The use of encapsulated vegetable oil in the production of milk candies. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionery and Bakery Production], 2018, no. 9-10 (178), pp. 62-64 (in Russian).
30. Vas'kina V. A., Babarykina S. V., Panchenko Yu. Yu. Increasing the shelf life and quality of sweets with fruit and brittle inside. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionery and Bakery Production], 2018, no. 3-4 (175), pp. 20-22 (in Russian).

### Информация об авторах

*Васькина Валентина Андреевна* – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (Волоколамское шоссе, 11, 125080 Москва, Россия). E-mail: v.a.vaskina@inbox.ru

*Кандроков Роман Хажсетович* – кандидат технических наук, доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (Волоколамское шоссе, 11, 125080 Москва, Россия). E-mail: nart132007@mail.ru

*Хайдар-Заде Лолита Нигматовна* – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Пищевая технология», Бухарский инженерно-технологического институт (ул. К. Муртазаева, 15, 200117 Бухара, Узбекистан). E-mail: haydarzade08@mail.ru

### Information about authors

*Valentina A. Vaskina* - D. Sc. (Engineering), Professor. Moscow State University of Food Production (11, Volokolamskoe highway, Moscow 125080, Russia). E-mail: v.a.vaskina@inbox.ru

*Roman Kh. Kandrov* - Ph.D. (Engineering). Bakery and Confectionery Technologies, Moscow State University of Food Production. (11, Volokolamskoe highway, Moscow 125080, Russia). E-mail: nart132007@mail.ru

*Lolita N. Haydar-Zade* - Ph.D. (Engineering), Associate Professor. Bukhara Engineering and Technological Institute, (K. Murtazoev Str., 15, Bukhara 200117, Uzbekistan). E-mail: haydarzade08@mail.ru