

Проектирование и моделирование новых продуктов питания Engineering and modeling new food products

Научная статья
УДК 664.681
DOI: 10.14529/food220304

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ

С.П. Меренкова, merenkovasp@susu.ru
К.В. Щевьева, kseniyash812@gmail.com

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Применение композиций многокомпонентных сухих смесей в производстве безглютеновых мучных кондитерских изделий позволяет расширить ассортимент продукции для населения с диагнозом целиакия. При подборе видов и соотношения компонентов в составе сухих смесей важно учитывать нутрицевтические задачи, сбалансированность биохимического состава, технологические свойства сырья, а также привлекательность для потребителей получаемых изделий. Целью данной научно-исследовательской работы являлось обоснование технологии и состава многокомпонентных мучных смесей для производства безглютеновых вафельного полуфабриката. Объектами исследования являлись безглютеновые многокомпонентные мучные смеси (БММС) на основе рисовой, льняной и конопляной муки, подобранные в разных соотношениях. Установлено, что значительная концентрация гидроколлоидных и растворимых высокомолекулярных соединений в составе смеси обуславливает повышение стабильности эмульсии теста, а высокое содержание антиоксидантов способствуют ингибированию окислительных процессов в период хранения. В экспериментальных образцах БММС значение перекисного числа при хранении в условиях повышенных температур в течение 1,5 месяцев увеличивается в 2,5–2,8 раз, наименьшие изменения наблюдали в образцах, содержащих 30–40 % муки из масличных культур. Исследование динамики кислотного числа в процессе хранения подтвердило, что процессы гидролиза липидов в наименьшей степени протекают в БММС, изготовленных с применением конопляной и льняной муки; массовая доля влаги для всех образцов мучных смесей снижается на 4,9–13,2 %. При анализе технологических свойств мучных смесей отмечена прямая зависимость водопоглотительной способности (ВПС) образцов БММС от концентрации муки из масличных семян, с возрастанием ВПС смеси вязкость эмульсии на основе БММС увеличивается до 3,28 Pa*s. Была предложена технологическая схема непрерывного способа производства вафельного полуфабриката на основе БММС. Экспериментально установлено, что образцы безглютенового вафельного полуфабриката, получаемого на основе разработанных БММС, соответствовали требованиям ГОСТ 14031 по комплексу показателей.

Ключевые слова: безглютеновые мучные смеси, конопляная мука, льняная мука, стабилизация эмульсий, технологические свойства, кислотное и перекисное число, вафельный полуфабрикат

Для цитирования: Меренкова С.П., Щевьева К.В. Технологические аспекты применения безглютеновых многокомпонентных мучных смесей // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2022. Т. 10, № 3. С. 35–45. DOI: 10.14529/food220304

Original article
DOI: 10.14529/food220304

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF APPLICATION OF GLUTEN-FREE MULTI-COMPONENT FLOUR MIXTURES

S.P. Merenkova, *merenkovasp@susu.ru*
K.V. Shcheveva, *ksenyash812@gmail.com*
South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The use of compositions of multicomponent dry mixtures in the production of gluten-free flour confectionery products makes it possible to expand the range of products for the population diagnosed with celiac disease. When selecting the types and ratio of components in the composition of dry mixtures, it is important to take into account nutraceutical issues, the balance of the biochemical composition, the technological properties of raw materials, as well as the attractiveness for consumers of the resulting products. The purpose of this research work was to substantiate the technology and composition of multicomponent flour mixtures for the production of gluten-free wafer semi-finished product. The objects of the study were gluten-free multicomponent flour mixtures (GFMM) based on rice, flax and hemp flour, selected in different proportions. It has been established that a significant concentration of hydrocolloids and soluble biopolymers in the composition causes an increase in the stability of the dough emulsion, and a high content of antioxidants contributes to the inhibition of oxidative processes during storage. In experimental samples of GFMM, the value of the peroxide number during storage at elevated temperatures for 1.5 months increases by 2.5–2.8 times, the smallest changes were observed in samples containing 30–40 % flour from oilseeds. The study of the dynamics of the acid number during storage confirmed that the processes of lipid hydrolysis proceed to the least extent in GFMM made using hemp and flax flour; the mass fraction of moisture for all samples is reduced by 4.9–13.2 %. When analyzing the technological properties of flour mixtures, a direct dependence of the water absorption capacity (WAC) of GFMM samples on the concentration of flour from oilseeds was noted, with an increase in the WAC of the mixture, the viscosity of the emulsion based on GFMM increases to 3.28 Pa*s. The technological scheme for the continuous production of a wafer semi-finished product based on the developed GFMM was proposed. It was experimentally established that the samples of gluten-free wafer semi-finished product obtained on the basis of the GFMM consistent with the requirements of GOST 14031 on a complex of indicators.

Keywords: gluten-free flour mixtures, hemp flour, flax flour, stabilization of emulsions, technological properties, acid and peroxide numbers, wafer semi-finished products

For citation: Merenkova S.P., Shcheveva K.V. Technological aspects of application of gluten-free multi-component flour mixtures. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2022, vol. 10, no. 3, pp. 35–45. (In Russ.) DOI: 10.14529/food220304

Введение

На протяжении последних пяти лет мировой рынок мучных кондитерских изделий имел положительную динамику со среднегодовым темпом роста 2,6 % и достиг уровня 75,4 млн тонн продукции к 2020 году. По прогнозам BusinesStat, в 2021–2025 гг. совокупные продажи вафельных изделий в России будут увеличиваться на 3,5 % в год и к 2025 г. они достигнут 245 тыс. т, что на 11,9 % выше уровня 2020 г. [1].

В числе крупнейших российских производителей вафель можно выделить предприятия, имеющие многопрофильную структуру производства с широким ассортиментом вы-

пускаемых изделий: ООО «КДВ Яшкино», АО «Акконд», ОАО «Хлебпром», ООО «Чипита Санкт-Петербург», ОАО «Сладонез», АО «КФ «Белогорье» [1].

Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р «О стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г.» потребительский рынок продуктов питания нуждается в комплексном и системном развитии. Главной целью стратегии являются обеспечение качества продуктов питания и стимулирование роста предложения на качественные продукты.

Заболевание целиакия является хроническим воспалительным расстройством тонкого отдела кишечника, возникающее у восприимчивых людей в результате употребления продуктов, содержащих глютен. Мерой профилактики развития и прогрессирования данного заболевания является строгая безглютеновая диета [2, 3].

Производство и реализация безглютеновых продуктов регламентируется ТР ТС 027/2012, согласно которому специализированные безглютеновые продукты должны быть изготовлены из ингредиентов, не содержащих пшеницу, рожь, ячмень, овес или их гибриды, а также должны содержать не более 20 мг/кг глютена. При производстве безглютеновых продуктов внимание уделяют исключению примесей глютенодержающих злаков в готовых изделиях [4].

Разработки в области производства безглютеновых мучных кондитерских изделий многообразны и ориентированы на составление рецептов с альтернативными вариантами замены пшеничной муки. Наиболее часто используемым ингредиентом безглютеновых изделий является рисовая мука с высоким гликемическим индексом. Кроме того, в научных исследованиях изучено применение в составе специализированных изделий амарантовой, кунжутной, кукурузной, льняной и гречневой муки [5–10], муки квиноа [11], плодово-ягодных порошков и шротов [12, 13]; в результате в конечном продукте улучшаются показатели качества, пищевая ценность, увеличивается содержание витаминов, полноценного белка. Кроме того, при использовании в составе безглютеновых изделий льняной, соевой и подсолнечной муки установлено повышение водопоглощающей способности смеси, стабильности эмульсии теста [14, 15].

Современной пищевой промышленностью выпускаются мучные смеси в широком ассортименте – для выпечки блинов, оладий, кексов, бисквитов, пиццы и других кондитерских изделий. Мучные смеси относятся к группе пищевых концентратов, обязательным ингредиентом которого является мука, а также разрыхлители, стабилизаторы, вкусовые добавки. Применение композиций многокомпонентных смесей в производстве безглютеновых вафель позволяет расширить ассортимент продукции для населения с диагнозом целиакия [16, 17]. Важно при подборе видов и

соотношения компонентов в составе сухих смесей учитывать нутрицевтические задачи, сбалансированность биохимического состава, привлекательность для потребителей получаемых вафельных изделий.

Анализируя пищевую ценность растительного сырья, можно заключить, что такие виды масличных культур, как льняная и конопляная мука, характеризуются значительным содержанием белка, заменимых и незаменимых аминокислот, высокой концентрацией эссенциальных микронутриентов [18–20]. В результате применения данных видов муки в составе многокомпонентной смеси можно получить вафельный полуфабрикат с высокой пищевой ценностью, оптимальными потребительскими свойствами, рекомендованный в качестве компонента в производстве вафельных изделий, тортов, конфет, мороженого.

Целью данной научно-исследовательской работы являлось обоснование технологии и состава многокомпонентных мучных смесей для производства безглютенового вафельного полуфабриката.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись безглютеновые многокомпонентные мучные смеси (БММС) на основе следующих видов муки: рисовая, льняная и конопляная, подобранных в различных соотношениях. При этом применяли следующие виды сырья:

– Рисовая мука «С. Пудовъ», СТО 53548590-019-2013, ООО «Хлебзернопродукт». Пищевая ценность на 100 г: белки – 7,0 г, жиры – 1,0 г, углеводы – 79,0 г, ЭЦ – 330 ккал.

– Мука льняная (полуобезжиренная) «С. Пудовъ», СТО 52548590-020-2013, ООО «Хлебзернопродукт». Пищевая ценность на 100 г: белки – 25,0 г, жиры – 5,0 г, углеводы – 20,0 г, ЭЦ – 220 ккал.

– Мука конопляная (полуобезжиренная) «Солнечный дар» ТУ 10.41.41-033-0149457162-2021, ИП Сулейманов Р.С. Пищевая ценность на 100 г: белки – 30,0 г, жиры – 7,9 г, углеводы – 24,7 г, ЭЦ – 290 ккал.

– Ксантановая камедь (Е 415). Изготовитель Watt Nutrition.

Объектами исследования являлся вафельный полуфабрикат на основе рецептов вафель «Ананасовые». Было изготовлено 3 образца вафельных полуфабрикатов в зависимости от соотношения разных видов муки (табл. 1).

Соотношение видов муки в БММС

Наименование	Соотношение видов муки, %		
	Образец № 1 АН-100	Образец № 2 АН-60/20/20	Образец № 3 АН-70/20/10
Рисовая мука	100	60	70
Льняная мука	–	20	20
Конопляная мука	–	20	10

Свойства БММС оценивали по совокупности физико-химических показателей в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50366-92 «Концентраты пищевые». Мучные смеси исследовали сразу после изготовления и по окончании установленного срока хранения.

Хранимоспособность мучных смесей определяли по методу ускоренного тестирования срока хранения – ASLT (accelerated shelf life testing). Принцип метода заключается во взаимосвязи между скоростью протекания биохимической реакции при изменении температуры хранения на заданную величину (10 °С). Это соотношение показывает, насколько быстрее протекает реакция при повышении температуры на каждые 10 °С. Экспериментальные образцы хранили в агрессивных условиях – при температуре 40 °С в течение 1,5 месяцев. Что соответствует срокам хранения, установленным ГОСТ 24508 – 4 месяца при температуре 20 °С [21].

Массовую долю влаги определяли согласно ГОСТ 15113.4. Водопоглотительную способность смеси устанавливали по количеству добавляемой воды к установленной массе муки до получения при замесе теста нужной консистенции. Вязкость водного раствора мучных смесей (при соотношении 1 : 1,5) определяли на вибрационном вискозиметре AND SV-100 А. Измерение проводили в течение 60,0 с при (24,0 ± 2,0) °С.

Определение кислотного числа проводили согласно ГОСТ 31700-2012 «Межгосударственный стандарт. Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира». Определение перекисного числа согласно ГОСТ 31485-2012 «Межгосударственный стандарт. Комбикорма, белково-витаминно-минеральные концентраты. Метод определения перекисного числа (гидропероксидов и пероксидов)».

Качество вафельного полуфабриката оценивали в соответствии с ГОСТ 14031 по совокупности органолептических и физико-химических показателей (намокаемость, влажность, кислотность) согласно стандартным методикам.

Результаты исследования и их обсуждение

При подборе отдельных компонентов безглютеновых мучных многокомпонентных смесей (БММС) учитывались их функциональные свойства. Вафельное тесто является слабоструктурированной дисперсной системой, в водной среде которой тонко диспергированы капли масла, пузырьки газа, гранулы крахмала. Агрегативная устойчивость эмульсий определяется стабильностью размеров частиц дисперсной фазы за определённый период времени. Для стабилизации эмульсионных пищевых систем применяют вещества различной природы – неорганические электролиты; коллоидные поверхностно-активные вещества (ПАВ); содержащие функциональные группы с гидрофильными и липофильными свойствами; высокомолекулярные соединения (ВМС).

В составе рецептуры вафельного теста включены ингредиенты (растительное масло, яичные желтки), содержащие вещества с выраженной поверхностной активностью, – фосфатиды, лецитин, глицериды жирных кислот. Стабилизация эмульсий ионогенными ПАВ связана с адсорбцией и определенной ориентацией молекул ПАВ на поверхности капель масла.

Использование гидроколлоидов в качестве стабилизаторов позволяет увеличить вязкость жидкой фазы, сформировать пищевую матрицу, в которой равномерно распределены нерастворимые фракции белка, жира, пузырьки газа [22, 23]. Эффективным коммерческим

гидроколлоидом является ксантановая камедь, а введение рисовой муки с высоким содержанием крахмала (до 70 %) оказывает стабилизирующее действие на эмульсию.

Высокая устойчивость эмульсий достигается при использовании ВМС: протеинов, растворимых полисахаридов. Белки и полисахариды льняной муки обладают эмульгирующими и водопоглощающими свойствами. Водорастворимые пентозаны легко набухают в воде при низких концентрациях и температурах, способны адсорбироваться на поверхности нерастворимой фазы, формируя вязкоупругий слой, препятствующий слиянию капель [20, 24].

Семена конопли содержат водо- и солерастворимые белки – 11S глобулин (эдестин), 2S альбумин и 7S вицилиноподобный белок. Благодаря частичной растворимости, третичная структура белка при контакте с водой и диспергировании легко разворачивается, молекулы адсорбируются на поверхности капель масла, образуя структурированную адсорбционно-сольватную оболочку, уменьшают поверхностное натяжение на границе фаз, делают систему устойчивой (рис. 1) [25, 26].

При производстве концентратов сухих смесей требуется установить гарантирован-

ный срок хранения без существенных изменений состава и свойств нутриентов. В частности, содержащаяся в составе льняной и конопляной муки липидная фракция подвержена процессам гидролиза и перекисного окисления. Установлено, что значительная концентрация антиоксидантов в муке из масличных культур: полифенолов, токоферолов, омега-3 жирных кислот и лигнанов, способствует ингибированию нежелательных биохимических процессов в период хранения [18, 27].

Для обоснования применения БММС в рецептурах мучных кондитерских изделий были исследованы технологические и физико-химические свойства образцов, а также устойчивость смесей в период хранения 1,5 месяца по методу ASLT (табл. 2).

Показатели окислительной стабильности позволяют прогнозировать биохимические изменения нутриентов в процессе хранения. Липиды – лабильные компоненты муки, окислительные и гидролитические изменения липидов приводят к накоплению перекисных и карбонильных соединений, свободных жирных кислот, которые ухудшают свойства продукта.

Установлено, что в экспериментальных образцах БММС значение перекисного числа

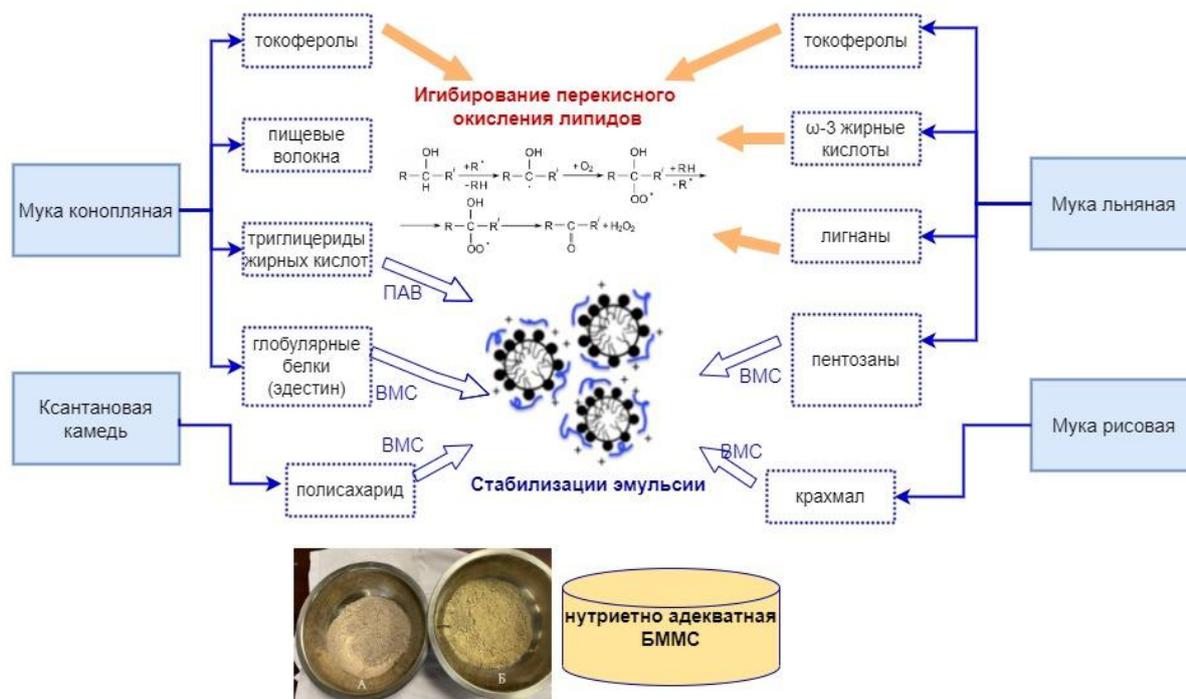


Рис. 1. Обоснование технологических свойств компонентов безглютеновой смеси (БММС)

Таблица 2

Динамика физико-химических показателей для образцов БММС в период хранения

Наименование	Результаты исследования для образцов		
	Образец № 1 АН-100	Образец № 2 АН-60/20/20	Образец № 3 АН-70/20/10
Результаты в начальный период хранения			
Кислотное число, КОН на 1 г жира	12,02 ± 0,65	15,30 ± 0,55	4,71 ± 0,40
Перекисное число, 1/2 O ммоль/кг	3,33 ± 0,45	2,08 ± 0,20	2,59 ± 0,25
Кислотность, град.	0,88 ± 0,30	2,60 ± 0,45	2,44 ± 0,50
М.д., влаги, %	10,13 ± 0,76	8,20 ± 0,65	9,45 ± 0,60
Результаты через 1,5 месяца хранения в условиях ASLT			
Кислотное число, КОН на 1 г жира	14,03 ± 0,75	13,51 ± 0,65	6,23 ± 0,50
Перекисное число, 1/2 O ммоль/кг	8,70 ± 0,45	5,63 ± 0,35	6,42 ± 0,30
Кислотность, град	1,60 ± 0,25	3,60 ± 0,35	2,56 ± 0,30
М.д., влаги, %	8,79 ± 0,60	7,77 ± 0,55	7,15 ± 0,55

жиров при хранении увеличивается в 2,5–2,8 раз, наименьшие изменения наблюдали в образцах, содержащих 30–40 % муки из масличных культур, что обусловлено высокой концентрацией компонентов с антиоксидантной активностью. Исследование динамики кислотного числа в процессе хранения подтвердило, что процессы гидролиза липидов в наименьшей степени протекают в БММС, изготовленных с применением конопляной и льняной муки.

В соответствии с ГОСТ Р 50366 массовая доля влаги в концентратах мучных смесей не должна превышать 11 %. Таким образом, за период хранения содержание влаги уменьшилось на 4,9–13,2 %, все образцы соответствовали нормативным требованиям в течение 1,5 месяцев хранения.

При анализе технологических свойств мучных смесей отмечена прямая зависимость водопоглотительной способности (ВПС) образцов БММС от концентрации муки из масличных семян. Пищевые волокна и пентзоаны конопляной и льняной муки способны интенсивно набухать, связывая значительное количество воды, поэтому установлено, что с возрастом ВПС смеси вязкость эмульсии на основе экспериментальных БММС также увеличивается до 2,52–3,28 Pa*s (рис. 2).

Была предложена схема непрерывного способа производства вафельного полуфабриката на основе разработанных БММС, включающая следующие этапы (рис. 3):

– приготовление концентрированной эмульсии в диспергаторе из рецептурных компонентов с добавлением воды в количестве 5–10 % и мучной смеси в количестве 10 % от рассчитанного объема;

– гомогенизация профильтрованной разбавленной эмульсии (влажность 97 %) с добавлением остального объема воды при 700 об/мин;

– добавление оставшейся мучной смеси в два-три приема и взбивание при 280 об/мин до образования однородного жидкого маловязкого теста влажностью 60–65 % и температурой 18–20 °С;

– дозирование теста на поверхность нижней плиты формы и выпечка в течение 2–3 мин при температуре поверхности плит 170–180 °С.

Образцы безглютенового вафельного полуфабриката исследовали по комплексу показателей согласно требованиям ГОСТ 14031. Установлено, что экспериментальные образцы по физико-химическим показателям соответствуют нормативным требованиям. Так, влажность образцов варьировалась в пределах

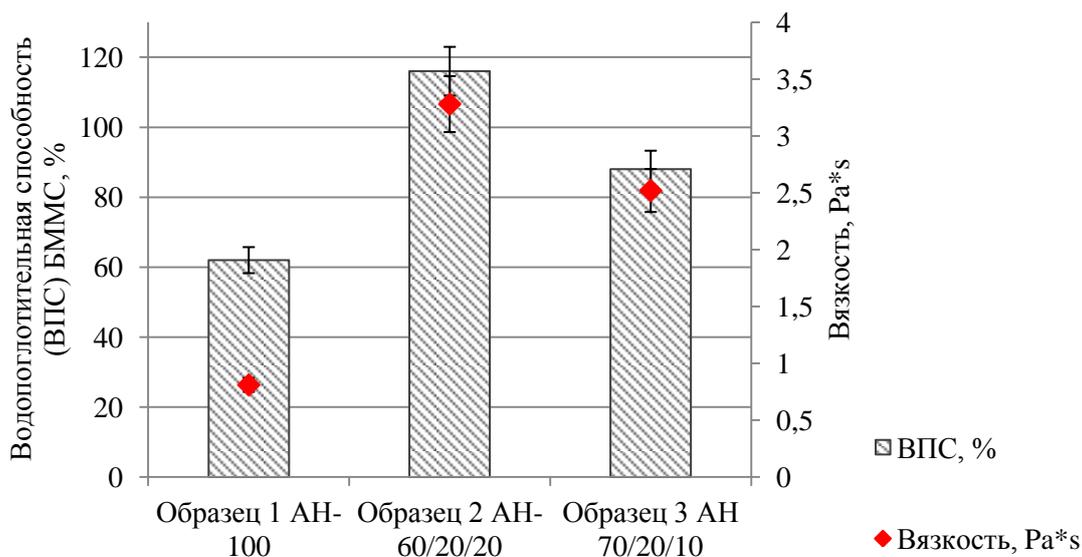


Рис. 2. Технологические свойства образцов БММС

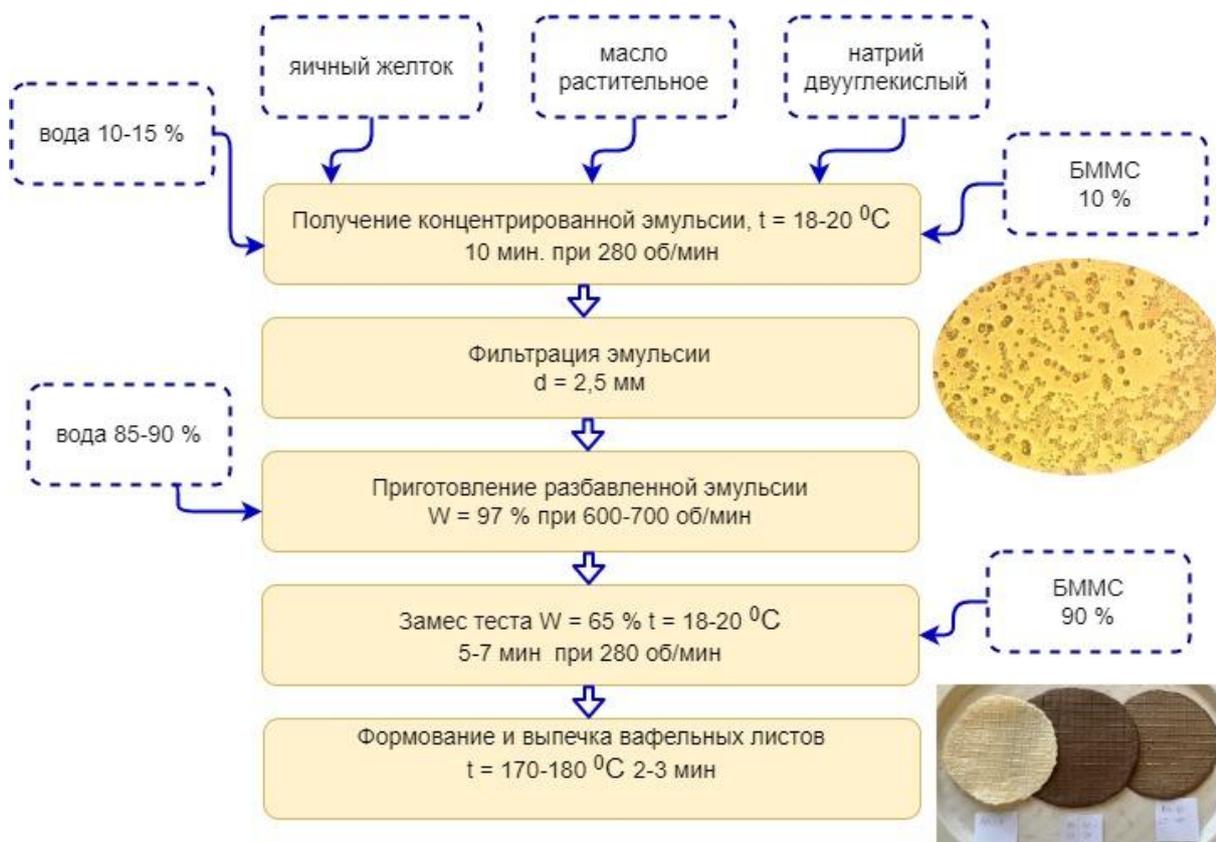


Рис. 3. Технологические этапы производства вафельного полуфабриката

4,2–4,6 %, намокаемость – 135–160 %; щелочность – 0,65–0,8 град. Отмечено, что при добавлении льняной и конопляной муки в БММС наблюдается снижение влажности вафельных изделий с одновременным увеличением их намокаемости, что обусловлено высокой ВПС смеси. Органолептические исследования готовых изделий проводили по показателям: состояние поверхности, форма, вкус, цвет и вид в изломе. Установлено, что образцы вафельного полуфабриката равномерно пропечены, характеризуются однородным цветом и сбалансированным вкусом и являются привлекательными для потребителя.

Заключение

Разработка и апробация технологий безглютеновых многокомпонентных мучных смесей позволит рационализировать технологический процесс на предприятиях кондитерской отрасли, расширить ассортимент безглютеновой продукции на отечественном рынке. Благодаря применению льняной и конопляной муки в составе мучной смеси получаемый вафельный полуфабрикат характеризуется высокой пищевой ценностью, оп-

тимальными потребительскими свойствами, рекомендуется для применения в составе вафельных изделий, тортов, конфет, мороженого.

Установлено, что значительная концентрация гидроколлоидных и растворимых биополимеров в составе БММС обуславливает увеличение водопоглотительной способности смеси, повышение стабильности эмульсии, увеличение вязкости теста; а высокое содержание антиоксидантов способствуют ингибированию окислительных процессов в период хранения. За установленный период хранения (4 месяца) в образцах мучной смеси, содержащей 30–40 % муки из масличных культур, наблюдали снижение динамики накопления перекисей и продуктов гидролиза липидов.

Была предложена технологическая схема непрерывного способа производства вафельного полуфабриката на основе разработанных БММС. Экспериментально установлено, что образцы безглютенового вафельного полуфабриката, получаемого на основе мучных смесей, соответствовали требованиям ГОСТ 14031 по комплексу показателей.

Список литературы

1. Состояние мирового рынка вафель. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/4ec/4ec3bbfcc1876bd52d602c7559be15ab.pdf> (режим доступа 12.07.2022)
2. Celiac Disease Facts and Figures. URL: https://www.cureceliacdisease.org/wpcontent/uploads/341_CDCFactSheets8_FactsFigures.pdf. Access 15.02.2022.
3. Parzanese I., Qehajaj D., Patrinoicola F. et al. Celiac disease: From pathophysiology to treatment // *World Journal of Gastrointest Pathophysiol.* 2017. 8(2). P. 27–38.
4. ТР ТС 027/2012 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания». Принят Решением Совета ЕЭК от 15.06.2012.
5. Егорова Е.Ю., Резниченко И.Ю. Разработка пищевого концентрата – полуфабриката безглютеновых кексов с амарантовой мукой // *Техника и технология пищевых производств.* 2018. № 2. С. 36–45.
6. Журавко Е.В., Будаева В.А. Научные аспекты применения амаранта // *Инновационные технологии в пищевой промышленности: сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, СГТУ, Самара, 2016.* С. 3–5.
7. Разработка рецептур листовых вафель функционального назначения с использованием цельносомлотой муки из семян амаранта / А.А. Минеева, И.М. Кучерявенко, Т.И. Тимофеевко [и др.] // *Известия вузов. Пищевая технология.* 2014. № 4. С. 55–58.
8. Мягкие вафли на основе безглютеновой муки / Г.О. Магомедов, Т.А. Шевякова, А.А. Журавлев [и др.] // *Здоровье человека и экологически чистые продукты питания: сб. статей.* Воронеж, 2014. С. 201–205.
9. Разработка технологии мучных кондитерских изделий для больных целиакией / Е.Г. Меркулова, Е.В. Извекова, О.Л. Ладнова, А.И. Меркулов // *Вестник ОрелГИЭТ.* 2017. № 3. С. 129–138.
10. Чернов М.В., Слепченкова С.В. Разработка рецептуры безглютеновых вафель на основе рисовой муки // *Управление качеством на этапах жизненного цикла технических и технологических систем: сб. науч. тр. конф. Юго-Западный гос. ун-т, Курск, 2021.* С. 438–441.

11. Щеколдина Т.В. Технология смешивания композиций безглютеновых мучных смесей на основе квиноа // Ползуновский вестник. 2019. № 3. С. 19–24.
12. Патент № 2759338 С1 Российская Федерация, МПК А21D 13/066. Безглютеновая сухая смесь с использованием кукурузной и амарантовой муки и плодовоовощных и ягодных порошков и способ производства безглютенового печенья: опубл. 12.11.2021 / С.А. Урубков, С.С. Хованская, С.О. Смирнов [и др.]; заявитель ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи».
13. Дергунова Н.В., Кольман О.Я. Разработка нового вида вафель с добавлением шрота калины обыкновенной // Инновационные технологии пищевых производств: сборник тезисов докладов II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Севастополь, 2020. С. 154–155.
14. Кох Д.А., Кох Ж.А. Вафли функционального назначения // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции. Красноярск, 2017. С. 93–95.
15. Бочкарева З.А. Совершенствование технологии вафельных изделий с использованием порошка тыквы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 74–79.
16. Присухина Н.В., Ермош Л.Г. Разработка мучных безглютеновых смесей для производства кондитерских изделий // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Красноярск, 2020. С. 191–186.
17. Тиунов В.М., Чугунова О.В., Заворохина Н.В. Обоснование рецептурного состава и технологических особенностей производства сухих смесей для производства безглютеновых мучных кулинарных изделий // Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018. Т. 6. № 1. С. 23–31. DOI: 10.14529/food180103
18. Farinon B., Molinari R., Costantini L., Merendino N. The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa L.*): nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition // *Nutrients*. (2020) 12:1935. DOI: 10.3390/nu12071935
19. Russo R, Reggiani R. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hempseed meal from dioecious and monoecious varieties // *American Journal of Plant Sciences* (2015) 6:14–22. DOI: 10.4236/ajps.2015.61003
20. Влияние льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба / С.И. Конева, Е.Ю. Егорова, Л.А. Козубаева, И.Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых производств. 2019. № 1. С. 85–96.
21. Матвеева Н.А., Хасанов А.Р. Прогнозирование срока годности методом ускоренного тестирования в технологии напитков функционального назначения // Научный журнал ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2016. № 4. С. 75–82.
22. Gunasekara D., Bulathgama A., Wickramasinghe I. Comparison of different hydrocolloids on the novel development of muffins from “purple yam” (*dioscorea alata*) flour in sensory, textural, and nutritional aspects // *International Journal of Food Science*. Article ID 99702912021. 2021.
23. Shahzad A., Hussain S., Mohamed A.A. et al. Gluten-free cookies from sorghum and turkish beans; effect of some non-conventional and commercial hydrocolloids on their technological and sensory attributes // *Food Science and Technology*. 2021. 41 (1). P. 15–24.
24. Цыганова Т.Б., Миневич И.Э., Осипова Л.Л. Полисахариды семян льна: практическое применение // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 2. С. 24–36.
25. Malomo S.A., He R., Aluko R.E. Structural and functional properties of hemp seed protein products // *Journal of Food Science* (2014) 79:C1512–21. DOI: 10.1111/1750-3841.12537
26. Sun X., Sun Y., Li Y., Wu Q., Wang L. Identification and Characterization of the Seed Storage Proteins and Related Genes of *Cannabis sativa L.* // *Frontiers in Nutrition* (2021) 8:678421. DOI: 10.3389/fnut.2021.678421
27. Łopusiewicz Ł., Drożłowska E., Siedlecka P., Mężyńska M., Bartkowiak A. Preparation and characterization of novel flaxseedoil cake yogurt-like plant milk fortified with inulin // *Journal of Food and Nutrition Research*, 2020. 59. P. 61–70.

References

1. *Sostoyanie mirovogo rynka vafel'* [The state of the world waffle market]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/4ec/4ec3bbfcc1876bd52d602c7559be15a6.pdf> (Accessed 12.07.2022)
2. *Celiac Disease Facts and Figures*. URL: https://www.cureceliacdisease.org/wpcontent/uploads/341_CDCFactSheets8_FactsFigures.pdf. Access 15.02.2022.
3. Parzanese I., Qehajaj D., Patrnicola F. et al. Celiac disease: From pathophysiology to treatment. *World Journal of Gastrointest Pathophysiol.* 2017. 8(2). P. 27–38.
4. *TR TS 027/2012 Tekhnicheskiiy reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti ot del'nykh vidov spetsializirovannoy pishchevoy produktsii, v tom chisle dieticheskogo lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya»* [TR CU 027/2012 Technical Regulations of the Customs Union “On the safety of certain types of specialized food products, including dietary therapeutic and dietary preventive nutrition”]. Adopted by the Decision of the EEC Council on 15.06.2012.
5. Egorova E.Yu., Reznichenko I.Yu. Development of a food concentrate – semi-finished gluten-free cupcakes with amaranth flour. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production], 2018, no. 2, pp. 36–45. (In Russ.)
6. Zhuravko E.V., Budaeva V.A. Scientific aspects of the use of amaranth. *Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti* [Innovative technologies in the food industry: Collection of articles of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation]. Samara, 2016, pp. 3–5. (In Russ.)
7. Mineeva A.A., Kucheryavenko I.M., Timofeenko T.I., et al. Development of recipes for functional wafers with the use of whole-ground flour from amaranth seeds. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [Izvestiya vuzov. Food technology], 2014, no. 4, pp. 55–58. (In Russ.)
8. Magomedov G.O., Shevyakova T.A., Zhuravlev A.A., et al. Soft waffles based on gluten-free flour. *Zdorov'e cheloveka i ekologicheski chistye produkty pitaniya* [Human health and environmentally friendly food: collection of articles]. Voronezh, 2014, pp. 201–205. (In Russ.)
9. Merkulova E.G., Izvekova E.V., Ladnova O.L., Merkulov A.I. Development of the technology of flour confectionery products for patients with celiac disease. *Vestnik OrelGIET* [Bulletin of OrelGIET], 2017, no. 3, pp. 129–138. (In Russ.)
10. Chernov M.V., Slepchenkova S.V. Development of a recipe for gluten-free wafers based on rice flour. *Upravlenie kachestvom na etapakh zhiznennogo tsikla tekhnicheskikh i tekhnologicheskikh sistem* [Quality management at the stages of the life cycle of technical and technological systems: Collection of scientific papers of the conference]. Kursk, 2021, pp. 438–441. (In Russ.)
11. Shchekoldina T.V. Technology of mixing compositions of gluten-free flour mixtures based on quinoa. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Bulletin], 2019, no. 3, pp. 19–24. (In Russ.)
12. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Smirnov S.O. et al. *Patent № 2759338 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A21D 13/066. Bezglyutenovaya sukhaya smes' s ispol'zovaniem kukuruznoy i amarantovoy muki i plodovoovoshchnykh i yagodnykh poroshkov i sposob proizvodstva bezglyutenovogo pechen'ya* [Patent No. 2759338 C1 Russian Federation, IPC A21D 13/066. Gluten-free dry mixture using corn and amaranth flour and fruit and vegetable and berry powders and method of production of gluten-free cookies]. Publ. 12.11.2021; applicant FSBI “Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety”.
13. Dergunova N.V., Kolman O.Ya. Development of a new type of waffles with the addition of viburnum meal. *Innovatsionnye tekhnologii pishchevykh proizvodstv* [Innovative technologies of food production: collection of abstracts of the II All-Russian Scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists]. Sevastopol, 2020, pp. 154–155. (In Russ.)
14. Koch D.A., Koch J.A. Functional wafers. *Nauka i obrazovanie: opyt, problemy, perspektivy razvitiya* [Science and education: experience, problems, prospects of development: materials of the international scientific and practical conference]. Krasnoyarsk, 2017, pp. 93–95. (In Russ.)
15. Bochkareva Z.A., Improving the technology of waffle products using pumpkin powder. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Proceedings of the Samara State Agricultural Academy], 2014, no. 4, pp. 74–79. (In Russ.)
16. Priskhina N.V., Ermosh L.G. Development of gluten-free flour mixtures for the production of confectionery. *Nauka i obrazovanie: opyt, problemy, perspektivy razvitiya* [Science and education: experience, problems, development prospects]. Krasnoyarsk, 2020, pp. 191–186. (In Russ.)

17. Tiunov V.M., Chugunova O.V., Zavorokhina N.V. Feasibility of the Recipe Composition and Technological Features of Dry Mixtures Production for Gluten-Free Flour Culinary Products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 23–31. (in Russ.) DOI: 10.14529/food180103
18. Farinon B., Molinari R., Costantini L., Merendino N. The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa L.*): nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition. *Nutrients*. (2020) 12:1935. DOI: 10.3390/nu12071935
19. Russo R., Reggiani R. Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hempseed meal from dioecious and monoecious varieties. *American Journal of Plant Sciences* (2015) 6:14–22. DOI: 10.4236/ajps.2015.61003
20. Koneva S.I., Egorova E.Y., Kozubaeva L.A., Reznichenko I.Y. The influence of flax flour on the rheological properties of dough from a mixture of wheat and flax flour and the quality of bread. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production], 2019, no. 1, pp. 85–96. (In Russ.)
21. Matveeva N.A., Khasanov A.R. Forecasting the shelf life by the accelerated testing method in the technology of functional beverages. *Nauchnyy zhurnal ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»* [ITMO Scientific Journal. Series “Processes and apparatus of food production”], 2016, no. 4, pp. 75–82. (In Russ.)
22. Gunasekara D., Bulathgama A., Wickramasinghe I. Comparison of different hydrocolloids on the novel development of muffins from “purple yam” (*dioscorea alata*) flour in sensory, textural, and nutritional aspects. *International Journal of Food Science*. Article ID 99702912021. 2021.
23. Shahzad A., Hussain S., Mohamed A.A. et al. Gluten-free cookies from sorghum and turkish beans; effect of some non-conventional and commercial hydrocolloids on their technological and sensory attributes. *Food Science and Technology*. 2021. 41 (1). P. 15–24.
24. Tsyganova T.B., Minevich I.E., Osipova L.L. Polysaccharides of flax seeds: practical application. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 2019, no. 2, pp. 24–36. (In Russ.)
25. Malomo S.A., He R., Aluko R.E. Structural and functional properties of hemp seed protein products. *Journal of Food Science* (2014) 79:C1512–21. DOI: 10.1111/1750-3841.12537
26. Sun X., Sun Y., Li Y., Wu Q., Wang L. Identification and Characterization of the Seed Storage Proteins and Related Genes of *Cannabis sativa L.* *Frontiers in Nutrition* (2021) 8:678421. DOI: 10.3389/fnut.2021.678421
27. Łopusiewicz Ł., Drozłowska E., Siedlecka P., Mężyńska M., Bartkowiak A. Preparation and characterization of novel flaxseedoil cake yogurt-like plant milk fortified with inulin. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2020, vol. 59, pp. 61–70.

Информация об авторах

Меренкова Светлана Павловна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, merenkovasp@susu.ru

Щевьева Ксения Викторовна, студент, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, kseniyash812@gmail.com

Information about the authors

Svetlana P. Merenkova, candidate of Veterinary Sciences, associate Professor of Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, merenkovasp@susu.ru

Ksenia V. Shcheveva, student, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, kseniyash812@gmail.com

Статья поступила в редакцию 14.05.2022

The article was submitted 14.05.2022