

УДК 664.68

Поступила в редакцию 23.05.2024
Received 23.05.2024**С. Н. Вислоухова, С. Е. Томашевич, К. И. Жакова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ
СЫРЦОВЫХ ПРЯНИКОВ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ САХАРА
НА ОСНОВЕ ПОЛИОЛОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных исследований по разработке технологии сырцовых пряников на основе полиолов (мальтит, мальтитный сироп) с применением в качестве жирового компонента жидкого растительного масла.

Ключевые слова: сырцовые пряники, сахарный диабет, подсластители, мальтит, растительное масло, стабилизаторы.

S. N. Vislavukhava, S. E. Tamashevich, Ch. I. Zhakava*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus***SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF THE COMPOSITION AND
TECHNOLOGY OF GINGERBREAD WITHOUT ADDED SUGAR
BASED ON NEW GENERATION POLYOLS**

Annotation. The article presents the results of experimental studies on the development of technology for raw gingerbread based on polyols (maltitol, maltitol syrup) using liquid vegetable oil as a fatty component.

Keywords: raw gingerbread, diabetes mellitus, sweeteners, maltitol, vegetable oil, stabilizers.

Введение. Одной из ключевых тенденций развития кондитерской отрасли является усиление тренда здорового питания, расширение ассортимента специализированных кондитерских изделий, в связи с чем внедряется в производство пищевая продукция без добавления и со сниженным содержанием сахаров, которая востребована отдельными группами населения в связи с наличием определенных заболеваний, с целью поддержания нормального веса, а также по причине привлекательности вкусовых характеристик продукции на основе объемных подсластителей — веществ, альтернативных сахарозе и другим легкоусвояемым углеводам.

Проблема ежегодного увеличения заболеваемости сахарным диабетом остро стоит и во всем мире, и в Беларуси (за последние 20 лет количество людей с сахарным диабетом в нашей стране увеличилось в 3 раза, ежегодный прирост пациентов составляет 5–8% со смещением развития заболевания в более юный возраст [1, с. 13]). Кроме того, растет число лиц с избыточным весом и ожирением. Данные заболевания вызваны в первую очередь нарушением структуры питания (регулярное потребление избыточного количества легкоусвояемых углеводов и жиров, при дефиците жизненно необходимых макро- и микронутриентов — пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ) и малоподвижным образом жизни. В этой связи актуальными являются исследования по разработке продуктов питания, адаптированных по составу и пищевой ценности к потребностям организма людей, страдающих неинфекционными заболеваниями.

Цель исследования — разработка рецептурного состава и технологии производства пряников со сниженным содержанием легкоусвояемых углеводов, повышенным содержанием пищевых волокон, с применением в рецептуре полиола нового поколения — мальтита.

Пряники — это мучные кондитерские изделия с выпуклой поверхностью, чаще всего глазированной сахарной сиропом, отличающиеся, как правило, применением в рецептуре ярко выраженных вкусовых веществ — специй и пряностей, мяты, натурального меда. Пряничные кондитерские изделия пользуются стабильным спросом: ежегодно только кондитерскими предприятиями концерна «Белгоспищепром» изготавливается 0,8–1,2 тыс. тонн пряников.

Традиционно пряники изготавливают по двум технологиям — с завариванием муки горячим сиропом из сахара, патоки и/или меда (заварные пряники) и на основе эмульсии (сырцовые пряники). В работе в качестве объектов исследования были приняты сырцовые пряники, которые имеют более простую технологию и позволяют избежать дополнительного внесения сахаров из клейстеризованного крахмала заварки. Традиционное сырцовое пряничное тесто содержит значительное количество сахара (25–36% при 19–35% сахара у заварных пряников), сильно ограничивающего набухание белков, вследствие чего тесто обладает рыхлой, вязкой консистенцией и слегка расплывается при выпечке [2, с. 599, 602]. Согласно [3], в сырцовых пряниках в качестве углеводов используются сахар в комбинации с патокой или инвертным сиропом, сиропом с ароматом меда, медом натуральным. Источниками жира в пряниках традиционно являются маргарин, растительное масло, иногда используется масло из коровьего молока [3].

Жиры имеют важную роль в образовании кондитерского теста. Тесто с добавлением жира имеет более пластичную консистенцию, а готовые изделия — более пористую, рассыпчатую структуру. При этом большое значение имеет не только химический состав жира, но и его физическое состояние. Для изготовления мучных кондитерских изделий используют жиры в твердом виде (например, маргарин, кондитерский жир) либо в жидком виде (например, масло подсолнечное). При использовании твердых жиров предварительно проводят стадию их пластификации, что способствует образованию в тесте тончайших пленок, которые обволакивают и смазывают частицы муки. Это обеспечивает удержание воздуха внутри теста и получение более разрыхленной структуры готовых изделий. Жир в пластифицированном состоянии находится частично в твердом и частично в жидком состоянии, с определенным соотношением этих двух фаз, что обеспечивает получение полуфабрикатов с более стабильными характеристиками. Жидкие жиры (масла) распределяются в тесте в виде мелких капель, в меньшей степени удерживаются внутри структурного каркаса теста и могут выделяться из продукции в процессе хранения. При этом в настоящее время потребители в наибольшей степени отдают предпочтение продукции с жидкими жирами (растительными маслами) по причине высокого содержания в них полиненасыщенных жирных кислот. В этой связи интерес представляло сравнительное исследование процессов образования эмульсий и теста для пряников без добавления сахара на основе маргарина и подсолнечного масла.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись полуфабрикаты (эмульсия и тесто) и готовые кондитерские изделия (сырцовые пряники) изготовленные с использованием подсластителя мальтита взамен сахара и патоки. Стойкость эмульсии определяли по методу Козина [4, с. 47] в центрифуге ЦОК-1. Реологические характеристики теста и готовых изделий (пластическая и адгезионная прочность теста, предел прочности пряников) определяли на анализаторе текстуры «Brookfield СТЗ» по методикам, представленным в [5; с. 427–429; 6, с. 143–144; 7, с. 152]. Органолептические, физико-химические показатели качества пряников определяли методами контроля, изложенными в СТБ 2265 [8]. Намокаемость пряников определяли по ГОСТ 10114 [9] (в соответствии с условиями испытаний, установленными для сдобного печенья).

Результаты исследований и их обсуждение. В работе в качестве компонентов, альтернативных сахарозе и патоке, были использованы мальтит и мальтитный сироп. Данные объемные подсластители получают путем каталитического гидрогенизирования гидролизатов крахмала [10, с. 286]. Мальтит по химической структуре является полиолом. По органолептическим показателям он представляет собой белый кристаллический порошок, без запаха, со сладким вкусом, близким к сахарозе по профилю, без металлического привкуса и привкуса горечи, без сильного охлаждающего эффекта. По технологическим свойствам мальтит близок к сахарозе — обладает низкой вязкостью в растворе, его растворимость при температуре 25°C составляет 60% [10, с. 211] при 67% у сахарозы, степень сладости — 90% от сладости сахарозы. Мальтитные сиропы обычно изготавливаются с содержанием сухих веществ 67–85% [10, с. 289]. Мальтит характеризуется рядом положительных физиологических свойств — низкая калорийность (2,4 ккал/г) и низкий гликемический индекс (45 г-экв глюкозы/100 г) [10, с. 28].

На основании анализа рецептов пряников, включенных в унифицированный сборник [3], разработана базовая рецептура неглазированных пряников на основе мальтита со следующим

соотношением компонентов: мальтит — 37,1%, мука: пшеничная 2 сорта — 36,0% и ржаная обдирная — 15,4%, яйцо куриное — 6,9%, жировой продукт — 4,1%, разрыхлители: углеаммонийная соль — 0,4% и сода пищевая (натрий двууглекислый) — 0,1%, соль поваренная пищевая йодированная — 0,01%. В экспериментальных исследованиях мальтит использовали в сухом виде и в виде сиропа; соотношение мальтит : мальтитный сироп варьировали в процентном соотношении от 100:0 до 70:30 по сухим веществам с шагом 5%. Мука в рецептуре использовалась невысоких сортов, поскольку такая мука содержит больше пищевых волокон и минеральных (зольных) веществ [2, с. 79]. В качестве жирового продукта использовали маргарин и подсолнечное масло.

Пряничное тесто изготавливали по следующей схеме. Воду и все сырье по рецептуре, за исключением муки и разрыхлителей, перемешивали в течение 1-2 минут для растворения мальтита и равномерного распределения ингредиентов в массе. Затем добавляли разрыхлители, растворенные в воде, и перемешивали до получения эмульсии гомогенной консистенции. Вода для приготовления эмульсии использовалась в количестве, обеспечивающем получение теста с расчетной влажностью 24,5%. Далее вносили пшеничную и ржаную муку и проводили замес теста в течение 5-7 минут до получения теста однородной, вязкой и нестянутой консистенции. Температура готового теста составляла (20-21) °С.

С целью изучения влияния подсластителей и различных видов жиров на процессы изготовления и качество полуфабрикатов для пряников в лабораторных условиях изготавливались эмульсии, образцы пряничного теста и готовых изделий и оценивались их показатели качества (устойчивость эмульсий, реологические характеристики теста и пряников).

Эмульсия представляет собой структурированную систему, качество которой зависит от рецептурного состава и оценивается по устойчивости к расслаиванию. Для характеристики устойчивости используется показатель «стойкость эмульсии». Анализ стойкости эмульсии проводили по методу Козина [4, с. 47] следующим образом: эмульсию выдерживали при температуре 21 °С в течение 20 минут, помещали в стандартные пробирки объемом (10±0,1) см³ и центрифугировали в течение 5 минут при скорости вращения 1500 об/мин., а затем выдерживали в течение 20 минут. В качестве значения «стойкости эмульсии» принимали процент неразрушенной эмульсии (определяли расчетным способом).

На первом этапе проведены исследования влияния соотношения мальтита и мальтитного сиропа на стойкость эмульсии, изготовленной на основе маргарина. Результаты представлены на рис. 1.

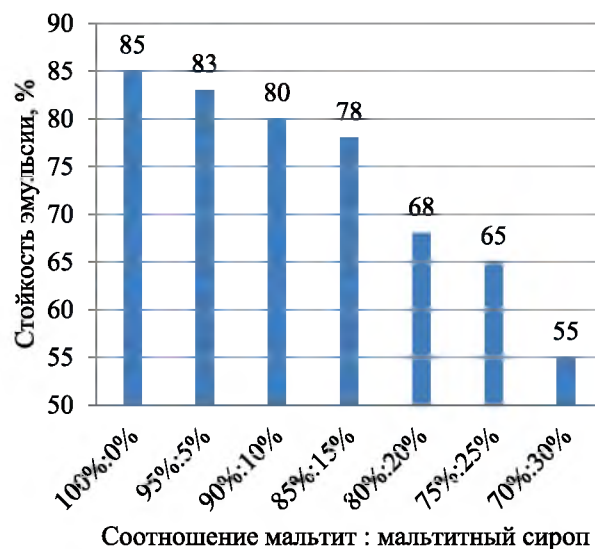


Рис. 1. Стойкость эмульсии для пряников на маргарине при различном соотношении мальтита и мальтитного сиропа

Fig. 1. Stability of gingerbread emulsion with margarine at different ratios of maltitol and maltitol syrup

Анализ полученных данных показал, что с увеличением доли мальтитного сиропа стойкость эмульсий для пряников, изготовленных на основе маргарина, снижается; наибольшее влияние отмечено при дозировке мальтитного сиропа 20% и более (стойкость эмульсии снижается в 1,3-1,5 раза). Полученные результаты коррелируют с органолептической оценкой эмульсий.

Установлено, что введение мальтитного сиропа в дозировке выше 15% (от массы мальтита) приводит к получению неоднородной эмульсии с видимым выделением жидкой фазы.

Таким образом, оптимальным соотношением мальтита и мальтитного сиропа является максимум 85%:15%; такой состав обеспечивает получение устойчивой к расслаиванию эмульсии.

На следующем этапе произвели замену маргарина на масло подсолнечное с пересчетом по сухим веществам и изготовили эмульсии вышеописанным способом. Установлено, что при аналогичном соотношении мальтита и мальтитного сиропа, стойкость эмульсии образцов с растительным маслом ниже на 10-15% (в относительном выражении) по сравнению с образцами с добавлением маргарина. В источнике [11] аналогично сообщается, что введение жидких растительных масел в состав мучных кондитерских изделий приводит к дестабилизации пищевых систем и отрицательно сказывается как на свойствах полуфабрикатов, так и на качестве готовой продукции.

В этой связи для повышения устойчивости эмульсии к расслаиванию были применены компоненты стабилизирующего действия. В качестве загустителей были использованы гуммиарабик, а также пищевые волокна (пшеничные отруби) — в количестве 0,5-2,5% с шагом 0,5%, в качестве стабилизатора, влагоудерживающего вещества — сорбитовый сироп в количестве 1,0-5,0% с шагом 1,0%. Проведена оценка влияния данных компонентов на устойчивость эмульсий, изготовленных на подсолнечном масле с соотношением мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% (по сухим веществам). Полученные результаты представлены на рисунках 2-4.

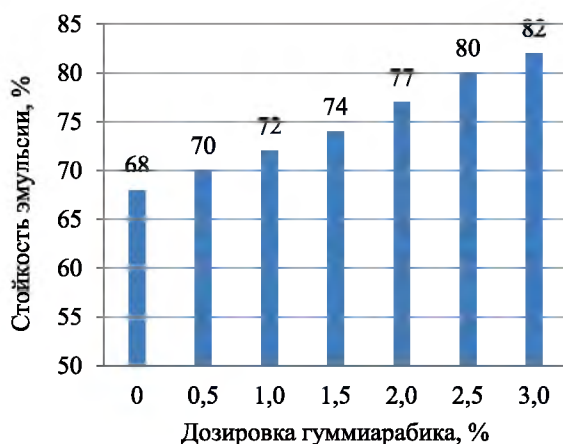


Рис. 2. Стойкость эмульсии для пряников на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением гуммиарабика

Fig. 2. Resistance of gingerbread emulsion based on sunflower oil at a ratio of maltitol to maltitol syrup of 85%:15% with addition of gum arabic

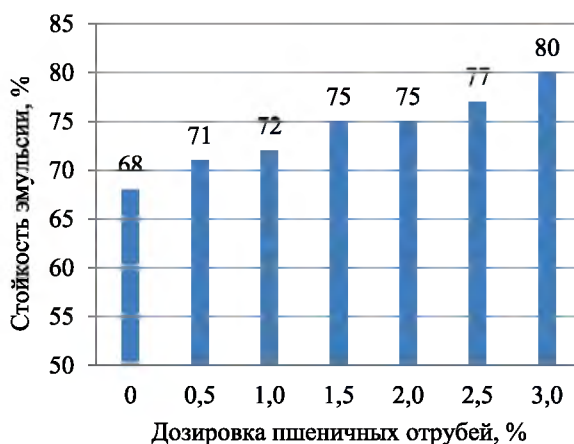


Рис. 3. Стойкость эмульсии для пряников на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением пшеничных отрубей

Fig. 3. Resistance of gingerbread emulsion based on sunflower oil at a ratio of maltitol to maltitol syrup of 85%:15% with addition of wheat bran

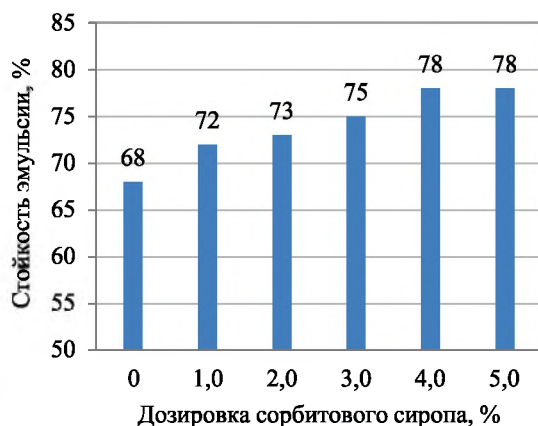


Рис. 4. Стойкость пряничной эмульсии на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением сорбитового сиропа

Fig. 4. Resistance of gingerbread emulsion based on sunflower oil at a ratio of maltitol to maltitol syrup of 85%:15% with addition of sorbitol syrup

Установлено, что добавление гуммиарабика, пищевых волокон (пшеничных отрубей), сорбитового сиропа обеспечивает повышение устойчивости эмульсии, изготовленной на основе мальтита, мальтитного сиропа и подсолнечного масла. Так, в системе с гуммиарабиком стойкость эмульсии повышается в относительном выражении на 3-21%, с пшеничными отрубями — на 4-18%, с сорбитовым сиропом — на 6-15% (в исследуемом диапазоне дозировок добавок).

Проведены исследования реологических характеристик пряничного теста с добавлением подсластителей, изготовленного на маргарине и подсолнечном масле. Пластическая прочность теста с различными видами масложировой продукции в диапазоне дозировок мальтита и мальтитного сиропа представлена на рисунке 5, адгезионная прочность, характеризующая липкость теста — на рисунке 6.

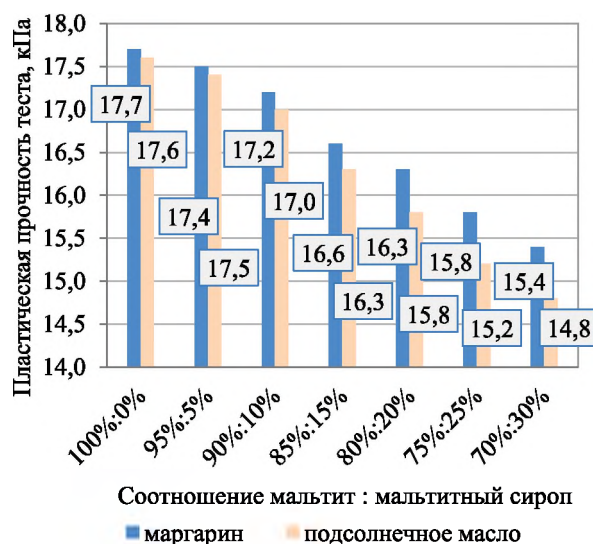


Рис. 5. Пластическая прочность пряничного теста при различных соотношениях мальтита и мальтитного сиропа

Fig. 5. The plastic strength of gingerbread dough at different ratios of maltitol and maltitol syrup

Анализ результатов, представленных на рисунке 5, показывает, что с увеличением доли мальтитного сиропа в исследуемом диапазоне дозировок пластическая прочность пряничного теста снижается в относительном выражении на 1-13% — в образцах с маргарином и на 2-16% — в образцах с маслом подсолнечным. В наибольшей степени значение анализируемого показателя снижается при добавлении мальтитного сиропа в количестве 15% от массы мальтита и более.

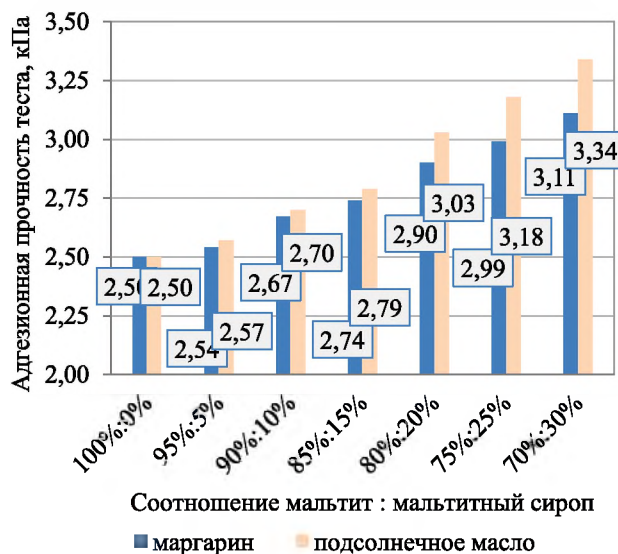


Рис. 6. Адгезионная прочность пряничного теста при различных соотношениях мальтита и мальтитного сиропа

Fig. 6. Adhesive strength of gingerbread dough at different ratios of maltitol and maltitol syrup

На основании анализа результатов, представленных на рисунке 6, установлено, что увеличение доли мальтитного сиропа по отношению к мальтиту приводит к повышению адгезионной прочности теста: на 2-24% — в образцах с маргарином и на 3-34% — в образцах с маслом подсолнечным.

Необходимо отметить, что образцы теста с добавлением мальтита и мальтитного сиропа в процентном соотношении от 100:0 до 90:10 имеют наиболее близкие значения с традиционным пряничным тестом, приготовленным с добавлением сахаросодержащего сырья, значение пластической прочности для которого составляет 17,8 кПа, адгезионной прочности — 2,52 кПа. На основании данных результатов можно предположить, что использование подсластителей в данном соотношении будет обеспечивать получение теста, обладающего оптимальными свойствами, позволяющими производить его обработку и формование на производственной линии.

Кроме этого, сравнительная оценка полученных результатов показывает, что при использовании масла подсолнечного значения анализируемых реологических показателей теста для пряников незначительно отличаются по сравнению с показателями теста на маргарине: пластическая прочность ниже на 1-4%, адгезионная прочность — выше на 1-7%.

Органолептическая оценка также подтвердила, что при добавлении масла подсолнечного тесто имеет более слабую, вязкую и липкую консистенцию по сравнению с образцами с добавлением маргарина, что может в дальнейшем затруднять его технологическую обработку и в частности процесс формования (при отсадке тесто может быть подвержено залипанию на формирующей машине). Интерес представляет исследование влияния ингредиентов стабилизирующего действия на реологические свойства пряничного теста, изготовленного на основе подсластителей и подсолнечного масла. В качестве основа была принята рецептура с соотношением мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% (по сухим веществам). Стабилизаторы вносились на стадии приготовления эмульсии. На рисунке 7 представлена пластическая прочность пряничного теста с различными стабилизирующими ингредиентами, на рисунке 8 — адгезионная прочность теста. Горизонтальной линией на рисунках обозначены значения анализируемых показателей для контроля — пряничного теста, изготовленного на масле подсолнечном с соотношением мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% без добавления стабилизаторов.

На основании анализа результатов, представленных на рисунке 7, установлено, что добавление гуммиарабика и пшеничных отрубей приводит к повышению пластической прочности пряничного теста на 1-2 % и 1-5 % соответственно, добавление сорбитового сиропа — к незначительному снижению анализируемого показателя (до 1%). Исходя из данных рисунка 8 видно, что добавление гуммиарабика и пшеничных отрубей снижает адгезионную прочность теста на 1-3 % и 2-6 % соответственно, добавление сорбитового сиропа — незначительно повышает показатель (на 1-3%). С учетом комплексного анализа результатов наиболее це-

лесообразным является добавление пшеничных волокон (пшеничных отрубей) и гуммиарабика в дозировке 2-3% для повышения пластической прочности и снижения адгезионной прочности пряничного теста, изготовленного на основе подсластителей (мальтита и мальтитного сиропа) и масла подсолнечного. Добавление пшеничных отрубей оказывает влияние на реологические свойства теста в наибольшей степени, что обусловлено их высокой водосвязывающей способностью. В результате тесто получается более прочным и менее липким. Использование сорбитового сиропа в дозировке 1-3% не оказывает значимого влияния на реологические свойства теста, но эффективность его использования обусловлена его свойствами как влагоудерживающего агента, который будет способствовать замедлению процессов черствения пряников.

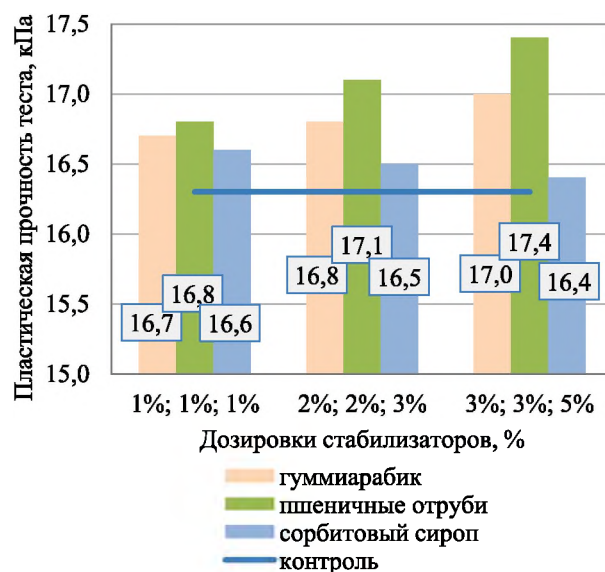


Рис. 7. Пластическая прочность пряничного теста на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов

Fig. 7. The plastic strength of gingerbread dough on sunflower oil at a ratio of maltitol and maltitol syrup 85%:15% with addition of stabilizers

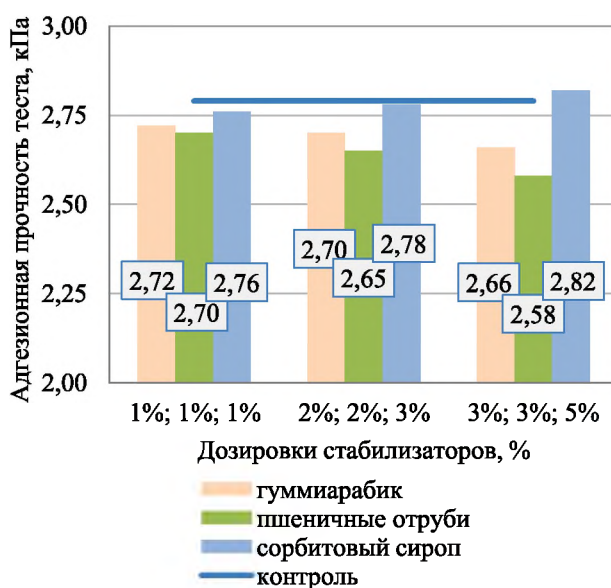


Рис. 8. Адгезионная прочность пряничного теста на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов

Fig. 8. Adhesive strength of gingerbread dough on sunflower oil at a ratio of maltitol and maltitol syrup 85%:15% with addition of stabilizers

На следующем этапе проводились исследования по изучению влияния полиолов нового поколения (мальтита и мальтитного сиропа) на показатели качества и реологические характеристики пряников. Пряники изготавливались в соответствии с вышеописанной рецептурой, с варьированием соотношения мальтита и мальтитного сиропа (%) от 100:0 до 70:30 с шагом 5% и различными видами масложировой продукции (маргарин и масло подсолнечное). Формование тестовых заготовок осуществлялось из пласта теста толщиной 8 мм, их выпечка — при температуре 215°C в течение 6-7 минут. После охлаждения пряники глазировали — покрывали сиропом, приготовленным путем растворения мальтита в воде и уваривания смеси до содержания сухих веществ 78%.

Оценка влияния подсластителей на органолептические показатели качества пряников показала, что увеличение дозировки мальтитного сиропа приводит к получению изделий с незначительно расплывчатой формой, более плотной структурой и менее развитой пористостью. Пряники на подсолнечном масле по сравнению с образцами на маргарине при одинаковых дозировках подсластителей имеют более шероховатую верхнюю поверхность, с трещинами, и нижнюю — с небольшими раковинами. В наибольшей степени пряники с добавлением подсластителей отличаются от традиционных, изготовленных на сахаре, по показателю «цвет» — опытные образцы имеют менее насыщенный и интенсивный цвет по сравнению с традиционной продукцией. Это обусловлено тем, что при использовании подсластителей (мальтита и мальтитного сиропа) в процессе выпечки не образуются меланоидины — темноокрашенные вещества, обуславливающие потемнение готовых изделий, получающиеся в результате реакции редуцирующих сахаров с аминокислотами, содержащихся в белках пшеничной муки.

Исследованы физико-химические показатели качества изготовленных образцов пряников с добавлением подсластителей — массовая доля влаги, щелочность, намокаемость и плотность. Показатели намокаемости и плотности не являются нормативными, но косвенным образом характеризуют структуру продукции.

На основании результатов проведенных исследований установлено, что дозировка подсластителей не оказывает значимого влияния на показатели массовой доли влаги и щелочность исследуемых пряников. Значения массовой доли влаги пряников на маргарине составили (11,0-11,5)%; на масле подсолнечном — (11,2-11,6)%. Полученные результаты являются близкими к расчетным значениям данного показателя. Щелочность всех образцов составляла (0,8-1,0) град. Результаты исследования влияния подсластителей на намокаемость, плотность, а также предел прочности пряников, изготовленных на маргарине, представлены на рис. 9-11. Предел прочности определяли путем измерения предельного усилия нагружения подвижного инструмента в виде пластины, обеспечивающего разрушение (излом) пряника, помещенного на уголки опоры.

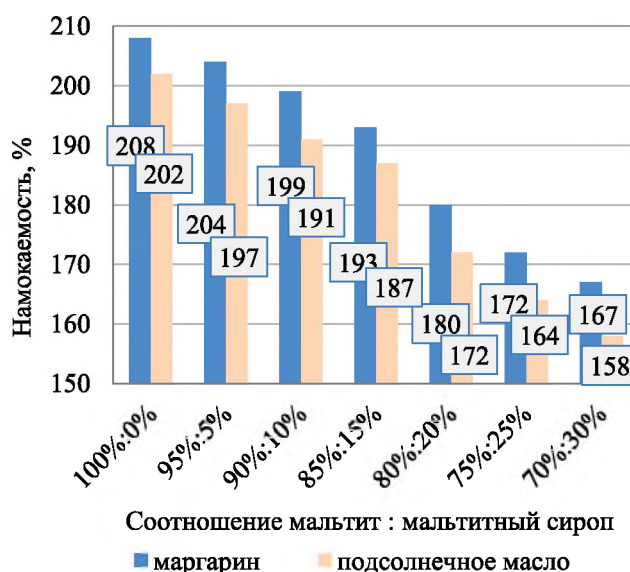


Рис. 9. Намокаемость пряников на маргарине и масле подсолнечном при различном соотношении мальтита и мальтитного сиропа

Fig. 9. The wetness of gingerbread on margarine and sunflower oil with different ratio of maltitol and maltitol syrup



Рис. 10. Плотность пряников на маргарине и масле подсолнечном при различном соотношении мальтита и мальтитного сиропа
 Fig. 10. The density of gingerbread on margarine and sunflower oil with different ratio of maltitol and maltitol syrup

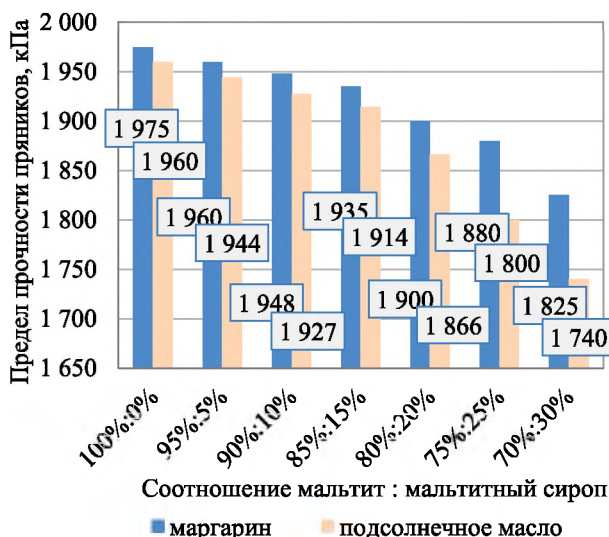


Рис. 11. Предел прочности пряников на маргарине и масле подсолнечном при различном соотношении мальтита и мальтитного сиропа
 Fig. 11. The strength distribution of gingerbread on margarine and sunflower oil with different ratio of maltitol and maltitol syrup

Установлено, что с увеличением доли мальтитного сиропа намокаемость пряников снижается: на маргарине — на 2-20% в относительном выражении, на масле подсолнечном — на 5-24%. Плотность пряников повышается при увеличении дозировки мальтитного сиропа независимо от применяемого жирового продукта (до 11% в относительном выражении). В наибольшей степени влияние установлено при добавлении мальтитного сиропа в дозировке 15% и более. Предел прочности пряников с увеличением доли мальтитного сиропа снижается максимально до 8-11%.

Необходимо отметить, что полученные результаты исследований намокаемости и плотности коррелируют с результатами органолептической оценки образцов: при увеличении дозировки мальтитного сиропа пряники характеризуются менее развитой пористостью, что свидетельствует о снижении качественных характеристик готовой продукции. Максимальную дозировку мальтитного сиропа, как и по результатам предыдущих исследований, можно рекомендовать 15% (по отношению к массе сухих веществ мальтита).

Помимо этого, пряники с использованием жирового продукта в жидком виде (масла подсолнечного) по сравнению с пряниками с использованием жирового продукта в твердом виде (маргарин) также имеют более низкое качество. Это обусловлено тем, что при использовании жидких масел происходит дестабилизация пищевой системы. В связи с этим изучено влияние ингредиентов стабилизирующего действия, обладающих свойствами загустителя, стабилизатора, влагоудерживающего вещества (аналогично предыдущим этапам работы), на показатели качества пряников. Результаты исследований образцов пряников на основе масла подсолнечного при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% (по сухим веществам) представлены на рис. 12-14. Горизонтальной линией на рисунках обозначены значения анализируемых показателей для контроля — пряничного теста, изготовленного на масле подсолнечном с соотношением мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% без добавления стабилизаторов.

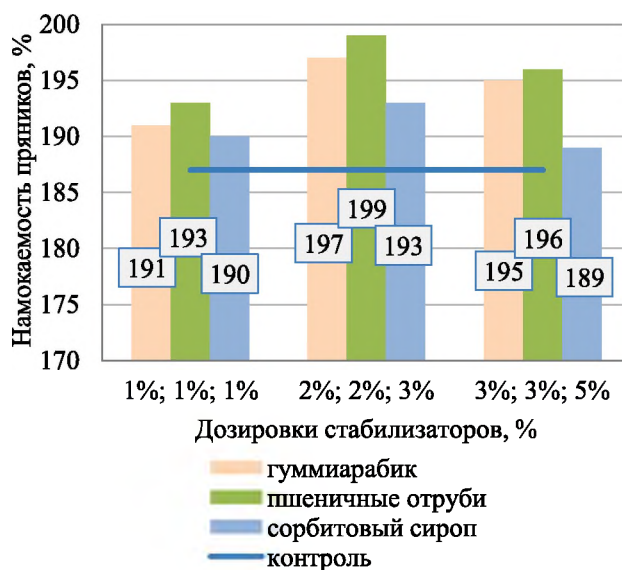


Рис. 12. Намокаемость пряников на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов
 Fig. 12. The wetness of gingerbread in sunflower oil with a ratio of maltitol and maltitol syrup of 85%:15% with addition of stabilizers

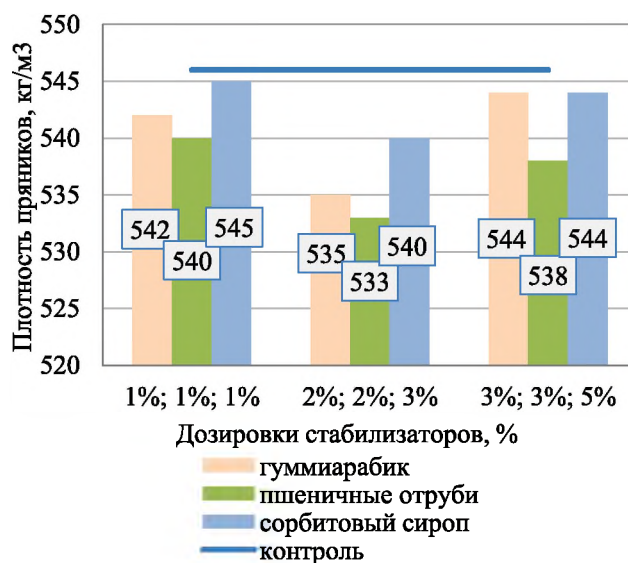


Рис. 13. Плотность пряников на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов
 Fig. 13. The density of gingerbread in sunflower oil with a ratio of maltitol and maltitol syrup of 85%:15% with addition of stabilizers

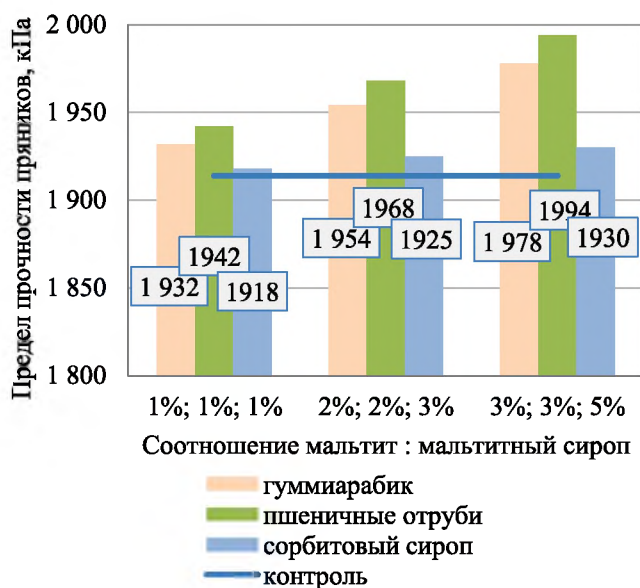


Рис. 14. Предел прочности пряников на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов

Fig. 14. The strength distribution of gingerbread in sunflower oil at a ratio of maltitol and maltitol syrup of 85%:15% with the addition of stabilizers

Установлено, что намокаемость пряников при добавлении гуммиарабика повышается на 2-5%, пищевых волокон — на 3-6%, сорбитового сиропа — на 1-3%. Введение этих же стабилизаторов способствует снижению плотности пряников, однако данный показатель повышается при добавлении более 2% гуммиарабика и пшеничных отрубей и более 3% сорбитового сиропа. Предел прочности пряников на основе подсластителей при добавлении гуммиарабика повышается на 1-3%, пищевых волокон — на 2-4%, добавление сорбитового сиропа приводит к незначительному повышению показателя.

На основании комплексного анализа результатов, представленных на рисунках 12-14, установлено, что обоснованным для повышения намокаемости и снижения плотности и получения оптимальной прочности пряников с добавлением подсластителей (мальтита и мальтитного сиропа), изготовленных на подсолнечной масле, является добавление гуммиарабика и пшеничных отрубей в дозировке 1-2%, сорбитового сиропа — в количестве 1-3%. Увеличение дозировок данных компонентов нецелесообразно, так как происходит снижение качественных характеристик готовой продукции.

Проведены исследования органолептических и физико-химических показателей качества и структурно-механических характеристик лабораторных образцов пряников, изготовленных с использованием мальтита и мальтитного сиропа, в процессе хранения. Опыты были проведены в двух сериях: с образцами пряников, изготовленных на маргарине и масле подсолнечном при различных соотношениях мальтита и мальтитного сиропа, а также с образцами пряников, изготовленных на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов. Пряники были изготовлены глазированными сиропом на основе мальтита. Образцы хранили упакованными в полиэтиленовые пакеты при температуре $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(49 \pm 1)\%$ в течение 30-40 суток.

Органолептическую оценку образцов проводили по показателям качества, установленным в СТБ 2265 [6]. Установлено, что в процессе хранения такие показатели качества пряников как форма, поверхность, цвет, вкус и запах не изменяются в значимой степени. При этом отмечено, что по показателю вид в изломе образцы на маргарине визуально имеют незначительно менее пористую структуру по сравнению с образцами на масле подсолнечном.

Оценку физико-химических показателей качества пряников проводили по показателям массовой доли влаги и щелочности (установлены в [6]), а также намокаемости и плотности, структурно-механические характеристики — по показателю предела прочности. Показатели массовой доли влаги, намокаемости, плотности и предела прочности количественно характеризуют изменения, протекающие в процессе хранения пряников, а именно — процессы

высыхания и черствения, которые являются следствием потери влаги в результате ретроградации крахмала.

Изменение массовой доли влаги пряников на маргарине и масле подсолнечном при различном соотношении мальтита и мальтитного сиропа через 30 суток хранения представлено в табл. 1, пряников на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов — в табл. 2.

Таблица 1. Потеря влаги в пряниках на маргарине и масле подсолнечном при различном соотношении мальтита и мальтитного сиропа через 30 сут. хранения
Table 1. Loss of moisture by gingerbread on margarine and sunflower oil with different ratio of maltitol and maltitol syrup after 30 days of storage

Соотношение мальтита : мальтитный сироп	Массовая доля влаги, %					
	пряники на маргарине			пряники на масле подсолнечном		
	после изготовления	через 30 суток хранения	потеря влаги, %	после изготовления	через 30 суток хранения	потеря влаги, %
100%:0%	11,0	10,2	-0,8	11,2	10,5	-0,7
95%:5%	11,2	10,4	-0,8	11,2	10,5	-0,7
90%:10%	11,2	10,5	-0,7	11,3	10,7	-0,6
85%:15%	11,3	10,5	-0,8	11,4	10,8	-0,6
80%:20%	11,3	10,7	-0,6	11,4	10,8	-0,6
75%:25%	11,4	10,8	-0,6	11,5	10,9	-0,6
70%:30%	11,5	11,0	-0,5	11,6	11,1	-0,5

Таблица 2. Потеря влаги в пряниках на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов через 40 сут. хранения
Table 2. Loss of moisture by gingerbread with sunflower oil at ratio of maltitol and maltitol syrup 85%:15% with addition of stabilizers after 40 days of storage

Показатель	Массовая доля влаги, %									
	контроль*	пряники с гуммиарабиком			пряники с пшеничными отрубями			пряники с сорбитовым сиропом		
		1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	3%	5%
После изготовления	11,4	11,4	11,3	11,3	11,3	11,2	11,1	11,4	11,3	11,3
Через 30 суток хранения	10,8	11,1	11,0	11,0	11,0	10,9	10,8	11,0	11,0	11,0
Потеря влаги, %	-0,6	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3

* пряники без добавления стабилизаторов, изготовленные на масле подсолнечном с соотношением мальтита и мальтитного сиропа 85%:15%

Установлено, что в процессе хранения пряников массовая доля влаги всех образцов снижается. Снижение анализируемого показателя (в относительных величинах) в пряниках на маргарине за 30 суток хранения составляет 4,3-7,3%, на масле подсолнечном — 4,3-6,3% (табл. 1). Чуть более замедленная десорбция в образцах на жидком растительном масле обусловлена тем, что данный жир распределяется между рецептурными компонентами изделия в виде пленок и препятствует испарению влаги. Отмечено, что в наибольшей степени массовая доля влаги снижается в образцах с более высоким содержанием мальтита — от 100 до 85% (в смеси с мальтитным сиропом). В течение 40 суток хранения образцов с добавками стабилизирующего действия (табл. 2) массовая доля влаги в пряниках снижается (в относительных величинах) на 2-3%, что обусловлено способностью данных ингредиентов удерживать воду в связанном состоянии и уменьшать ее потерю при хранении, обеспечивая таким образом сохранение свежести пряников в течение более длительного времени.

Результаты исследования динамики щелочности пряников показали, что значение показателя для всех образцов в процессе хранения не изменяются и составляет 0,9-1,0 град.

Изменение физико-химических показателей качества и структурно-механических характеристик пряников на маргарине и масле подсолнечном при различном соотношении мальтита и мальтитного сиропа через 30 суток хранения представлено в табл. 3, пряников на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов — в табл. 4.

Таблица 3. Динамика физико-химических показателей качества и структурно-механических характеристик пряников на маргарине и масле подсолнечном при различном соотношении мальтита и мальтитного сиропа через 30 сут. хранения

Table 3. Dynamics of physical and chemical quality indicators and structural and mechanical characteristics of gingerbread on margarine and sunflower oil with different ratio of maltitol and maltitol syrup after 30 days of storage

Соотношение мальтит : мальтитный сироп	Пряники на маргарине			Пряники на масле подсолнечном		
	после изготовления	через 30 суток хранения	изменение показателя	после изготовления	через 30 суток хранения	изменение показателя
Намокаемость, %						
100%:0%	208	202	-6	202	196	-6
95%:5%	204	200	-4	197	193	-4
90%:10%	199	195	-4	191	187	-4
85%:15%	193	190	-3	187	183	-4
80%:20%	180	176	-4	172	168	-4
75%:25%	172	166	-6	164	157	-7
70%:30%	167	160	-7	158	150	-8
Плотность, кг/м ³						
100%:0%	516	533	+17	522	541	+19
95%:5%	521	532	+11	530	543	+13
90%:10%	528	538	+10	538	550	+12
85%:15%	537	545	+8	546	557	+11
80%:20%	548	557	+9	559	572	+13
75%:25%	556	572	+16	568	590	+22
70%:30%	568	592	+24	574	600	+26
Предел прочности, кПа						
100%:0%	1975	2058	+83	1960	2034	+74
95%:5%	1960	2034	+74	1944	2012	+68
90%:10%	1948	2018	+70	1927	1992	+65
85%:15%	1935	1997	+62	1914	1973	+59
80%:20%	1900	1965	+65	1866	1918	+52
75%:25%	1880	1947	+67	1800	1854	+54
70%:30%	1825	1898	+73	1740	1792	+52

Установлено, что в процессе хранения намокаемость пряников снижается (в образцах на маргарине — на 1-4%, в образцах на масле подсолнечном — на 2-5%), плотность — повышается (в образцах на маргарине — на 2-4%, в образцах на масле подсолнечном — на 2-5%), предел прочности — повышается (на 3-4%), что свидетельствует о незначительном повышении твердости мякиша пряников после 30 суток хранения (таблица 3). Полученные данные по снижению намокаемости, повышению плотности и предела прочности пряников в процессе хранения коррелируют с динамикой снижения массовой доли влаги образцов продукции за аналогичный период.

В пряниках на масле подсолнечном с добавлением ингредиентов стабилизирующего действия через 40 суток хранения намокаемость снижается (при добавлении гуммиарабика — на 2-4%, пшеничных отрубей — на 1-6%, сорбитового сиропа — на 0,5-1,1%), плотность — повышается (при добавлении гуммиарабика — на 2-3%, пшеничных отрубей — на 1-4%, сорбитового сиропа — на 1-2%), предел прочности — повышается (при добавлении гуммиарабика — на 0,4-2,0%, пшеничных отрубей — на 1,0-1,7%, сорбитового сиропа — на 1,1-2,3%) после 40 суток хранения (табл. 4). Таким образом, при добавлении ингредиентов стабилизирующего действия пряники сохраняют стабильные показатели качества в течение более

длительного срока хранения (срок годности может быть пролонгирован на 25–33%). Обоснованным при этом является добавление гуммиарабика и пшеничных волокон в дозировке по 1–2%, сорбитового сиропа — 3–5%.

Таблица 4. Динамика физико-химических показателей качества и структурно-механических характеристик пряников на масле подсолнечном при соотношении мальтита и мальтитного сиропа 85%:15% с добавлением стабилизаторов через 40 сут. хранения

Table 4. Dynamics of physical and chemical quality indicators and structural and mechanical characteristics of gingerbread with sunflower oil at ratio of maltitol and maltitol syrup 85%:15% with addition of stabilizers after 40 days of storage

Показатель	Образец пряников									
	контроль*	пряники с гуммиарабиком			пряники с пшеничными отрубями			пряники с сорбитовым сиропом		
		1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	3%	5%
Намокаемость, %										
После изготовления	187	191	197	195	193	199	196	190	193	189
Через 40 суток хранения	183	187	192	186	188	192	184	188	192	188
Изменение показателя	-4	-4	-5	-9	-5	-7	-12	-2	-1	-1
Плотность, кг/м ³										
После изготовления	546	542	535	544	540	533	538	545	540	544
Через 40 суток хранения	557	550	545	560	544	541	557	554	548	548
Изменение показателя	+11	+8	+10	+16	+4	+8	+19	+9	+8	+4
Предел прочности, кПа										
После изготовления	1914	1932	1954	1978	1942	1968	1994	1918	1925	1930
Через 40 суток хранения	1973	1970	1964	1985	1962	1992	2028	1963	1950	1952
Изменение показателя	+59	+38	+10	+7	+20	+24	+34	+45	+25	+22

* пряники без добавления стабилизаторов, изготовленные на масле подсолнечном с соотношением мальтита и мальтитного сиропа 85%:15%

Заключение. На основании результатов проведенных исследований разработана научно обоснованная рецептура и технология сырцовых пряников без добавления сахара с использованием полиолов нового поколения — мальтита и мальтитного сиропа. В состав пряников включена мука пшеничная второго сорта и мука ржаная обдирная (источники пищевых волокон), масло подсолнечное, яичный меланж, разрыхлители (углеаммонийная соль и сода пищевая), соль; поверхность пряников предложено глазировать уваренным сиропом из мальтита. Оптимальное соотношение мальтита и мальтитового сиропа в составе теста — 85%:15% (по сухим веществам). С целью стабилизации структуры пряничного теста на жидком растительном масле рекомендовано внесение в эмульсию комбинации стабилизаторов: сорбитового сиропа (3%), гуммиарабика (2%) и пшеничных отрубей (2%), являющихся источником клетчатки. В качестве вкусо-ароматических компонентов предложено использование корицы и какао-порошка.

Расчетное содержание общего сахара (в пересчете на сахарозу) в 100 г разработанных пряников составляет 1,0 г. По данному показателю новый вид пряников соответствует современным нормативным требованиям, установленным для продукции диетического профилактического диабетического питания в [6, 12, 13] — не более 5 г сахаров (моно- и дисахаридов) в 100 г продукта.

Список использованных источников

1. Салко, О. Б. Итоги работы эндокринологической службы Республики Беларусь в 2021 году. — Минск: Республиканский центр медицинской реабилитации и бальнеолечения, 2022. — 85 с.
2. Технология и оборудование для производства мучных кондитерских изделий: пособие / В.А. Шаршунов [и др.]. — Минск: Мисанта, 2015. — 991 с.
3. Рецептуры на пряники / ГОСАГРОПРОМ СССР, Отдел пищевой промышленности, ВНИИКП. — М.: 1986. — 210 с.

4. *Хачатрян, В. М.* Исследование технологии производства эмульсии для сахарных сортов печенья с целью оптимизации процесса и улучшения качества печенья: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / В.М. Хачатрян. — М., 1974. — 175 с.
5. *Олейникова, А. Я.* Практикум по технологии кондитерских изделий / А.Я. Олейникова, Г.О. Магомедов, Т.Н. Мирошникова. — СПб.: ГИОРД, 2005. — 480 с.
6. *Максимов, А. С.* Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум / А.С. Максимов, В.Я. Черных. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 176 с.
7. *Матц, С. А.* Структура и консистенция пищевых продуктов // С.А. Матц, пер с англ. яз. под ред. к.т.н. А.Ф. Наместникова. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 240 с.
8. Изделия мучные кондитерские диетические и обогащенные. Общие технические условия: СТБ 2265-2014. — Введ. 01.09.2014. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. — 48 с.
9. Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости: ГОСТ 10114-80. — Введ. 01.07.81. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 2 с.
10. *Митчелл, Х.* Подсластители и сахарозаменители. — Пер. с англ. — СПб.: Профессия, 2010. — 512 с.
11. *Рензьева, Т.В.* Сырцовые пряники с жидким растительным маслом / Т.В. Рензьева, Е.В. Дмитриева // Техника и технология пищевых производств. — 2010. — №4 (19). — С. 99-103.
12. О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания: ТР ТС 027/2012. — Введ. 01.07.2013. — Принят решением Комиссии Таможенного союза от 15.06.2012 г. №34 — 18 с.
13. Санитарные нормы и правила «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов»: утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г., №52 [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Республики Беларусь. — Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. — Дата доступа: 15.06.2018.

Информация об авторах

Вислоухова Светлана Николаевна, научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: candy@belproduct.com

Томашевич Светлана Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: npc-candy@tut.by

Жакова Кристина Ивановна, кандидат технических наук, ученый секретарь РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: zhakova@belproduct.com

Information about authors

Vislavukhava Sviatlana Nikolaevna, researcher of the department of technology confectionery and fat-and-oil products of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 22037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: candy@belproduct.com

Tomashevich Svetlana Evgenievna, PhD (Technical), Associate Professor, senior researcher of the department of technology confectionery and fat-and-oil products of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 22037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: npc-candy@tut.by

Zhakava Christina Ivanovna, PhD (Technical), scientific secretary of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 22037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: zhakova@belproduct.com