

УДК 664.149+664.68
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2\(52\)-46-59](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-2(52)-46-59)

Поступила в редакцию 26.04.2021
Received 26.04.2021

К. Н. Гершончик, В. Н. Бабодей, Т. В. Шугаева, С. Н. Вислоухова, С. Е. Томашевич

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ВИДОВ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ И НАПРАВЛЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация. В статье представлены основные результаты фундаментальных исследований, проводимых специалистами группы по кондитерской отрасли отдела технологий кондитерской и масложировой продукции в 2008–2020 гг. Изучен химический состав и технологические свойства растворимых пищевых волокон — инулина и олигофруктозы, а также источника инулина — топинамбура, определены оптимальные их дозировки при изготовлении зефира, позволяющие достичь технологических эффектов и обогатить готовую продукцию пищевыми волокнами. Изучен состав побочного продукта масложирового производства — льняного жмыха, а также его влияние на показатели качества печенья. Установлены оптимальные дозировки льняного жмыха, позволяющие улучшить пищевую и биологическую ценность печенья. Изучена возможность применения муки из твердых сортов пшеницы при изготовлении галет. Представлены результаты исследований процесса протеолиза белков кондитерского теста для растворимого печенья, позволяющие установить оптимальные дозировки ферментного препарата протеолитического действия, сахара и жира в рецептуре. На основании результатов исследований реологических свойств сиропов для батончиков-мюсли и структурно-механических свойств готовых изделий установлено соотношение мальтита и мальтитного сиропа в рецептуре батончиков-мюсли для диетического питания.

Ключевые слова: кондитерские изделия, зефир, печенье, батончики-мюсли, пищевые волокна, подсластители, льняной жмых, пищевая ценность, биологическая ценность.

K. N. Gershonchik, V. N. Babodey, T. V. Shugaeva, S. N. Vislouhova, S. E. Tomashevich

*RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus*

THEORETICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF NEW TYPES OF CONFECTIONERY PRODUCTS OF INCREASED NUTRITIONAL VALUE AND DIRECTED EFFICIENCY

Abstract. The article presents the main results of fundamental research carried out by specialists of the group for the confectionery industry of the technology confectionery and oil and fat products department in 2008–2020. The chemical composition and technological properties of soluble fibers — inulin and oligofructose, as well as the source of inulin — Jerusalem artichoke, have been studied, their optimal dosages in the manufacture of zephyr have been determined, allowing to achieve technological effects and enrich the finished product with food fibers. Studied the composition of the linen cake and its influence on the quality of biscuits. The optimal dosages of linen cake have been established to increase the nutritional and biological value of the biscuits. The possibility of using durum wheat flour in the manufacture of biscuits has been studied. Influence of proteolytic enzyme, sugar and fat on protein proteolysis in confectionary dough for production of soluble biscuits is studied. It is defined that sugar and fat reduce speed of protein proteolysis, at that sugar has more inactivate ability. Optimal quantity of proteolytic enzyme is 0,15 % to mass of wheat flour. The rheological properties of syrups based on sweeteners for muesli bars have been investigated. Established the ratio of maltitol and maltitol syrup in the recipe for muesli bars for diabetic nutrition.

Keywords: confectionery, zephyr, biscuit, muesli bars, food fibers, sweeteners, linen cake, nutritional value, biological value.

Введение. Усиление тренда здорового образа жизни и, соответственно, здорового питания обуславливает проведение научных разработок, направленных на повышение пищевой ценности продуктов питания и придание им специальных свойств.

Для реализации данных задач особая роль отводится разработке качественно новых видов пищевой продукции, обогащенной функциональными ингредиентами, специализированных продуктов питания, продуктов функционального назначения, в том числе для питания различных категорий населения. Эти же задачи входят в ряд приоритетных направлений развития кондитерской отрасли.

Основными видами сырья, используемыми в кондитерской отрасли, являются сахар, жиры, мука, какао-продукты, поэтому кондитерские изделия зачастую имеют высокую калорийность и низкую пищевую ценность. Однако ввиду вкусовых свойств они являются популярными среди населения.

При создании функциональных кондитерских изделий требуется целенаправленное изменение их химического состава, чтобы максимально приблизить его к требованиям теории сбалансированного питания, сохранив при этом традиционные органолептические показатели, свойства и структуру.

В связи с этим основными направлениями научных исследований в области технологий производства кондитерских изделий являются:

- ♦ изучение технологических и функциональных свойств сырьевых ингредиентов, обладающих потенциалом для повышения пищевой ценности кондитерских изделий или придания им заданных свойств путем частичной или полной замены традиционно используемых сырьевых ингредиентов; определение пищевой ценности новых видов кондитерских изделий;
- ♦ разработка кондитерской продукции, специально предназначенной для питания детей раннего, дошкольного и школьного возраста, которая по рецептурному составу, пищевой ценности, показателям качества и безопасности соответствует требованиям, установленным к продукции для детского питания, а также отвечает возрастным физиологическим возможностям детского организма;
- ♦ разработка кондитерской продукции, предназначенной для питания при сахарном диабете для коррекции углеводного обмена веществ, в которой снижено или полностью исключено содержание моно- и дисахаридов.

Цель работы — разработка научных основ производства кондитерских изделий повышенной пищевой ценности и направленной эффективности для питания различных категорий населения.

Методы исследований. Исследования проводили в отделе технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» в 2008–2020 гг.

Методы исследований: стандартные методы исследований массовой доли влаги, содержания белка, жира, аминокислотного, жирнокислотного, минерального состава, показателей безопасности пищевых продуктов.

Определение прочности студней агара и инулина, пластической прочности зефира и теста, предела прочности печенья осуществляли с использованием Структурометра СТ-1М и анализатора текстуры «Brookfield СТ3». Состав белковых фракций кондитерского теста изучали методом SDS-электрофореза в полиакриламидном геле. Микроструктурный анализ теста проводили на растровом электронном микроскопе JEOL JSM 6510 LV. Реологические свойства теста изучали на приборе альвеограф. Вязкость сиропов определяли на ротационном вискозиметре «Reolab QC». Формоустойчивость, адгезионную прочность и предел прочности батончиков-мюсли определяли на анализаторе текстуры «Brookfield СТ3» [1–3].

С целью реализации первого направления научных исследований — повышения пищевой ценности кондитерских изделий — проведены исследования по изучению влияния функциональных добавок и нетрадиционных сырьевых ингредиентов на показатели качества кондитерской продукции.

Одним из первых фундаментальных исследований было изучение влияния *растворимых пищевых* на процессы структурообразования сбивных кондитерских масс.

Растворимые пищевые волокна являются перспективными функциональными ингредиентами, которые выполняют в организме роль пребиотиков, предупреждают развитие либо устраняют дисбактериоз кишечника, корректируют метаболизм, укрепляют иммунитет. В качестве источников пищевых волокон применялось натуральное отечественное растительное сырье: порошок топинамбура, содержащий $50 \pm 1,0$ % инулина, а также пищевые волокна в виде инулина и олигофруктозы.

Анализ химического состава порошка топинамбура сорта «Находка», культивируемого и перерабатываемого в Беларуси в промышленных масштабах, показал, что по количеству инулина, клетчатки, минеральных веществ (калия, кальция, магния, железа), а также по величине аминокислотного сора исследуемый образец превосходит среднестатистические данные в 1,1–4,2 раза.

Из литературы известно, что инулин оказывает влияние на прочность студней гидроколлоидов. Поскольку процесс получения зефира связан с процессами структурообразования зефирной массы в результате студнеобразования агара, изучено влияние инулина на прочность агаровых студней. Результаты представлены на рис. 1.

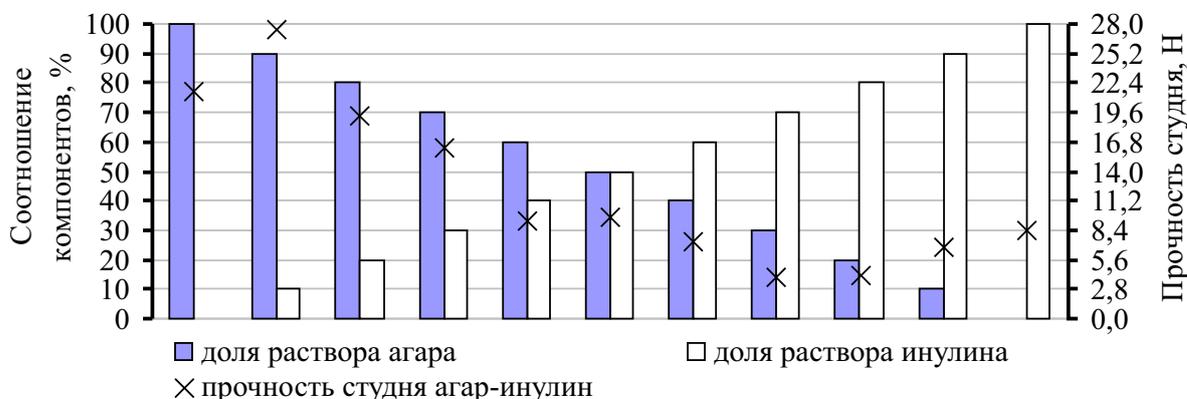


Рис. 1. Влияние инулина на прочность студня агара
 Fig. 1. Effect of inulin on agar jelly strength

Установлено, что при соотношении растворов агара и инулина 90:10 (или 1,0:1,8 по сухим веществам) наблюдается синергизм, выражающийся в увеличении прочности студня в 1,3 раза по сравнению с агаровым студнем. Полученные данные следует учитывать при составлении рецептур зефира с добавлением инулина и его источника — порошка топинамбура — с целью обеспечения требуемых реологических характеристик готовых изделий.

На следующем этапе работы изучено влияние растворимых пищевых волокон на процессы сбивания, структурообразования и сушки зефира. Установлено, что введение порошка топинамбура в дозировках более 25 % суточной нормы потребления (далее — СНП) инулина затрудняет процесс пенообразования и придает сбивным массам специфический аромат, в связи с чем данные образцы были исключены из дальнейших исследований. Введение порошка в дозировках, обеспечивающих 15, 20 и 25 % СНП инулина, приводит к снижению пенообразующей способности масс в 1,2–1,6 раза. Нивелирование данного эффекта было достигнуто увеличением дозировки яичного белка в рецептуре от 20 % до 35 % в зависимости от количества вносимой добавки. Оптимальной дозировкой порошка топинамбура, способствующей получению сбивных масс со свойствами, приближенными к контролю, является дозировка, обеспечивающая 15 % СНП инулина. Введение инулина не приводит к существенному изменению показателей качества сбивных масс, в то время как использование олигофруктозы существенно увеличивает их пенообразующую способность. Так, при внесении олигофруктозы в количестве 15, 25 и 50 % СНП пенообразующая способность масс увеличивается в 1,1–1,5 раза, что позволяет снизить расход яичного белка в рецептуре на 10 % и энергоёмкость процесса сбивания в 1,1–1,3 раза. Добавление олигофруктозы в дозировке 100 % СНП нецелесообразно, так как приводит к увеличению пенообразующей способности массы в 1,8 раза, резкому снижению стойкости пены и ухудшению качественных показателей зефира при хранении ввиду синергизиса. Введение в зефир смеси инулина и олигофруктозы увеличивает пенообразующую способность сбивных масс в 1,1–1,4 раза. Также было установлено, что введение в зефир порошка топинамбура (15, 20 и 25 % СНП инулина), инулина и его смеси с олигофруктозой (30, 50 и 100 % СНП) повышает стойкость пены в 1,1–1,4 раза и снижает коэффициент растекания в 1,1–1,2 раза, что объясняется стабилизирующим действием образующегося коллоидно-адсорбционного слоя на границе раздела фаз.

Процесс структурообразования зефирной массы основан на студнеобразовании агара и пектиновых веществ яблочного пюре и сопровождается увеличением пластической прочности зефира, что влияет на органолептические и реологические показатели качества изделий. Установлено, что независимо от вида обогащающей добавки продолжительность структурообразования зефира находится на уровне контрольного значения (2,0–2,5 ч). Введение добавок снижает пластическую прочность зефира на 8–20 % по сравнению с контрольным значением, что связано с влиянием олигофруктозы и инулина как в чистом виде, так и в составе порошка топинамбура, на студнеобразование агара. Исключением является порошок топинамбура в дозировке 25 % СНП инулина, обеспечивающий синергетическую комбинацию агара и инулина (1,0:1,8 по сухим веществам) и увеличивающий пластическую прочность зефира на 15 %.

После структурообразования зефир направляется на сушку, которую осуществляют в сушильных камерах с температурой воздуха 35–40 °С и относительной влажностью 50–60 %. Сушка является самым длительным этапом технологии производства зефира, поэтому целесообразно исследовать влияние растворимых пищевых волокон, обладающих влагоудерживающими свойствами, на кинетику данного процесса. Сушка зефира осуществлялась при температуре 40 °С и относительной влажности воздуха 50 %. Кривые сушки зефира (на примере образцов с порошком топинамбура) приведены на рис. 2.

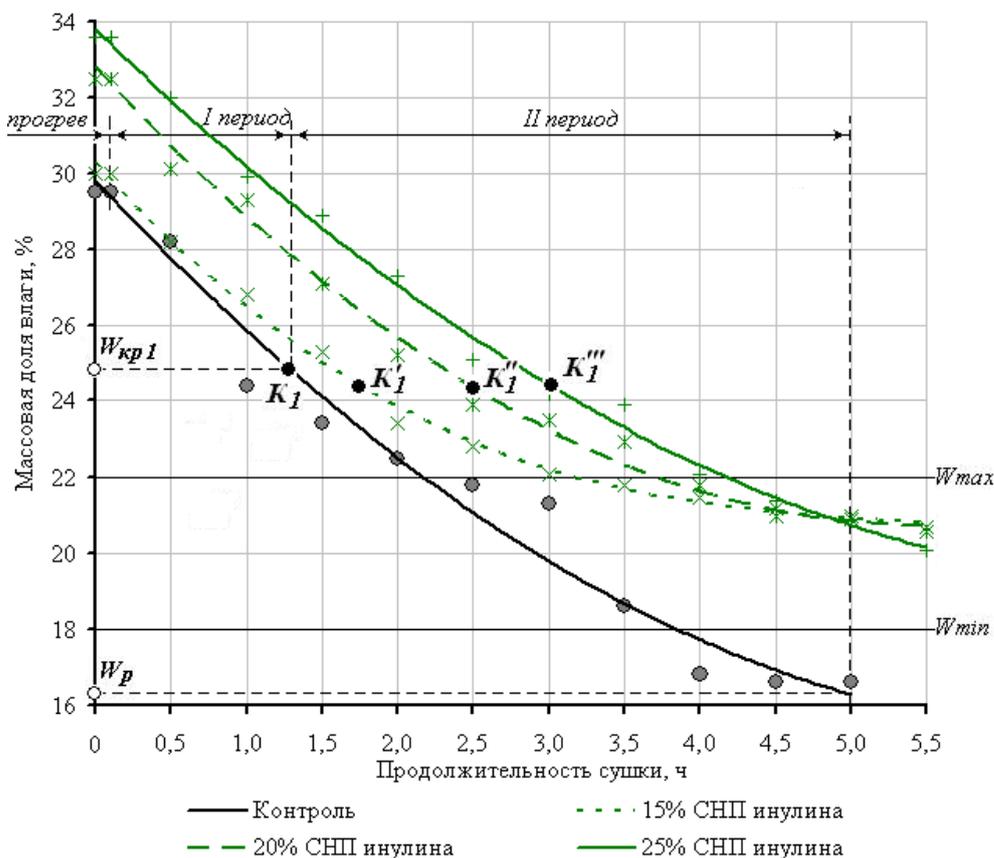


Рис. 2. Кривые сушки зефира с добавлением порошка топинамбура
Fig. 2. Drying curves of zephyr with the addition of Jerusalem artichoke powder

В зефире содержание влаги должно составлять 18,0–22,0 %. Установлено, что введение порошка топинамбура увеличивает продолжительность сушки зефира до влажности 22,0 % в 1,4–1,8 раза по сравнению с контролем (2,3 ч), что обусловлено более высоким значением динамической вязкости зефирной массы, а также влагоудерживающими свойствами гидрофильных коллоидов порошка топинамбура. Продолжительность сушки зефира с олигофруктозой существенно не отличается от контроля, зефира с инулином и его смесью с олигофруктозой — ниже контрольного значения на 10–20 % за счет более низкой вязкости зефирной массы при температуре 40 °С. Необходимо отметить, что у всех образцов зефира с добавлением растворимых пищевых волокон значение равновесной влажности W_p на 1,5–4,7 % выше контрольного значения (16,2 %), что позволяет прогнозировать замедление процесса их черствения [4, 5].

Таким образом, на основе проведенных исследований установлены оптимальные дозировки растворимых пищевых волокон в рецептуре зефира. В результате комплекса проведенных исследований разработана технология производства зефира, обогащенного растворимыми пищевыми волокнами, которая внедрена на ОАО «Конфа».

Перспективным сырьем для повышения пищевой и биологической ценности печенья является **льняной жмых**. В связи с тем, что льняной жмых представляет собой продукт переработки семян льна, изучена его пищевая и биологическая ценность, а также показатели безопасности. Для проведения исследований использовали льняной жмых производства ООО «Клуб «Фарм-эко» (РБ) и ООО «Лён» (РФ).

Семена льна содержат 34–39 % льняного масла, которое является источником полиненасыщенных жирных кислот: линоленовой $C_{18:3}$ (семейство ω -3 жирных кислот), линолевой $C_{18:2}$ (семейство ω -6 жирных кислот). Установлено, что в льняном жмыхе после отжима масла из семян содержание жира составляет 10–18 %. Определен жирнокислотный состав масла, содержащегося в льняном жмыхе (табл. 1).

Таблица 1. Жирнокислотный состав масла, содержащегося в льняном жмыхе
Table 1. Fatty acid composition of the linen cake oil

Наименование жирной кислоты	Содержание жирной кислоты, %		
	льняное масло		
	согласно [6]	жмых льняной (РБ)	жмых льняной (РФ)
Линоленовая $C_{18:3}$ (ω -3)	48,5–68,5	84,4	83,2
Олеиновая $C_{18:1}$	11,3–24,0	8,1	8,8
Линолевая $C_{18:2}$ (ω -6)	10,4–18,7	3,4	3,4
Пальмитиновая $C_{16:0}$	3,6–7,2	2,0	2,1
Стеариновая $C_{18:0}$	2,5–5,5	1,7	1,6
Арахидовая $C_{20:0}$	до 0,3	0,05	0,05
Эруковая $C_{22:1}$	–	–	0,04
Бегеновая $C_{22:0}$	–	0,03	0,03
Пальмитолеиновая $C_{16:1}$	до 0,2	0,07	0,08

Установлено, что льняной жмых имеет высокое содержание ω -3 жирных кислот: 83,2–84,4 %, содержание ω -6 жирных кислот значительно ниже и составляет 3,4 %. Добавление более 6 % жмыха в печенье позволяет наносить на продукцию маркировку «высокое содержание омега-3 жирных кислот» в соответствии с [7].

Лен и продукты его переработки являются источником белка, содержание которого в семенах льна составляет 24–26 %, в льняном жмыхе — 33–42 %. Одним из показателей биологической ценности белков является их аминокислотный скор, который характеризует содержание каждой аминокислоты в исследуемом белке по отношению к идеальному белку. Аминокислота, скор которой имеет наименьшее значение, называется лимитирующей и определяет степень усвояемости белка [8, 9]. Установлено, что для льняного жмыха (РБ) лимитирующей аминокислотой является валин (аминокислотный скор — 59 %).

Льняной жмых является источником клетчатки, содержание которой составляет 9,1 % (более 30 % от СНП в пищевых волокнах [7]).

Анализ минерального состава показал, что в 100 г льняного жмыха содержание магния в 1,4–1,5 раза превышает его СНП для взрослого человека, марганца — в 2,4–2,5 раза. Содержание железа составляет 86 % СНП, цинка — 56–57 %, кальция — 51–53 %, калия — 27–28 % [7].

В связи с тем, что льняной жмых представляет собой побочный продукт масложирового производства, важным этапом является изучение его показателей безопасности. Проведенные исследования показали, что по содержанию токсичных элементов и микробиологическим показателям льняной жмых соответствует требованиям, установленных к муке [10], что позволяет его использовать в качестве сырьевого ингредиента для изготовления мучных кондитерских изделий.

На следующем этапе исследований изучали влияние льняного жмыха на реологические свойства теста (пластическую прочность) и показатели качества готовых изделий (плотность, намакаемость, предел прочности). Льняной жмых предварительно измельчали и просеивали.

Для проведения исследований в сахарное печенье добавляли жмых в количестве 15, 20 и 25 % к массе муки двумя способами: взамен пшеничной муки и взамен пшеничной муки и маргарина с соответствующим пересчетом по жиру.

Влияние льняного жмыха на пластическую прочность теста, намакаемость, плотность и предел прочности готовых изделий представлено в табл. 2.

Из табл. 2 следует, что при добавлении льняного жмыха взамен муки пластическая прочность теста снижается на 39–54 % относительно контрольного образца. При добавлении жмыха взамен муки и маргарина значение пластической прочности теста превышает аналогичный показатель контрольного образца на 5–11 %, что обусловлено тем, что жир, содержащийся в жмыхе, находится в связанном состоянии и не придает пластичность тесту.

Анализ органолептических показателей качества показал, что печенье с льняным жмыхом имеет светло-коричневую окраску с вкраплениями частиц жмыха, при этом его добавление в количестве

до 20 % придает печенье легкий приятный вкус и аромат льняного семени, без постороннего привкуса и запаха. Печенье, содержащее 25 % жмыха, имеет твердую структуру, а также ярко выраженный вкус льняного жмыха.

Таблица 2. Влияние льняного жмыха на пластическую прочность теста и показатели качества сахарного печенья

Table 2. The influence of linen cake on the flow properties of dough and quality indexes of biscuits

Показатель	Контроль	Содержание льняного жмыха (взамен муки), %			Содержание льняного жмыха (взамен муки и жира), %		
		15	20	25	15	20	25
Пластическая прочность теста, кПа	45,5	27,8	21,0	26,1	51,2	51,1	48,1
Намокаемость, %	166	177	160	163	169	150	180
Плотность, г/см ³	0,58	0,57	0,60	0,61	0,51	0,53	0,56
Предел прочности, кПа	557	617	773	833	665	686	757

Анализ физико-химических показателей качества готовых изделий (табл. 2) позволяет сделать вывод, что добавление льняного жмыха не оказывает значительного влияния на намокаемость и плотность готовых изделий. При этом с увеличением дозировки льняного жмыха повышается предел прочности печенья на 11–50 %.

Анализ органолептических и физико-химических показателей качества печенья с льняным жмыхом позволяет сделать вывод, что дозировка льняного жмыха для изготовления сахарного печенья должна составлять не более 20 % к массе муки (взамен муки).

В результате исследований показателей качества и окислительной порчи печенья в процессе хранения установлено, что использование льняного жмыха не приводит к ускорению протекания окислительных процессов.

Таким образом, анализ результатов исследований позволил установить, что при изготовлении печенья оптимальная дозировка льняного жмыха составляет 20 % к массе муки, при этом замена пшеничной муки на льняной жмых позволяет обогатить печенье полиненасыщенными жирными кислотами, клетчаткой, минеральными веществами, а также повысить его биологическую ценность.

Изучено влияние *сухого картофельного пюре* на реологические характеристики полуфабрикатов и процессы структурообразования теста, показатели качества и структурно-механические характеристики сахарного печенья, в том числе в процессе хранения. По результатам исследований установлена оптимальная дозировка и способ введения сухого картофельного пюре в состав печенья, обеспечивающие получение полуфабрикатов с необходимыми технологическими свойствами и готовой продукции с показателями качества, соответствующими нормативным требованиям.

Одним из направлений научных исследований является изучение технологических свойств сырья с оценкой возможности его применения в кондитерской отрасли. В связи с этим были изучены реологические свойства теста из *муки мягких и твёрдых сортов пшеницы отечественной селекции*. Мягкие сорта пшеницы Рассвет (Р-I — сорт первого года районирования), Виза (Р-II — сорт второго года районирования), Любава и Ласка (РННС — размножение нового нерайонированного сорта) были предоставлены для исследований РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» (г. Жодино). Твёрдые сорта пшеницы «итальянской» селекции Меридиано и Маэстрале (не районированы в РБ) предоставлены для исследований ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений».

При изготовлении мучных кондитерских изделий со слоистой структурой особые требования предъявляются не только к физико-химическим показателям муки, но и к реологическим характеристикам теста, обуславливающих поведение теста при сильных механических нагрузках, которым оно подвергается при замесе и ламинировании.

Оценку качества муки по реологическим свойствам теста проводили по альвеограмме, при этом изучали показатели, характеризующие упругие Р, пластичные и эластичные L свойства теста, а также хлебопекарную способность муки W. Отношение упругости теста к растяжимости Р/L характеризуется как коэффициент эластичности. Для обеспечения высокого качества мучных кондитерских изделий со слоистой структурой необходимо получить тесто с заданными упруго-эластичными свойствами. При этом оптимальные реологические свойства теста характеризуются высокими значениями показателей Р и W и невысоким — L. Результаты испытаний образцов муки 1 сорта, полученной из мягких и твёрдых сортов пшеницы, представлены на рис. 3.

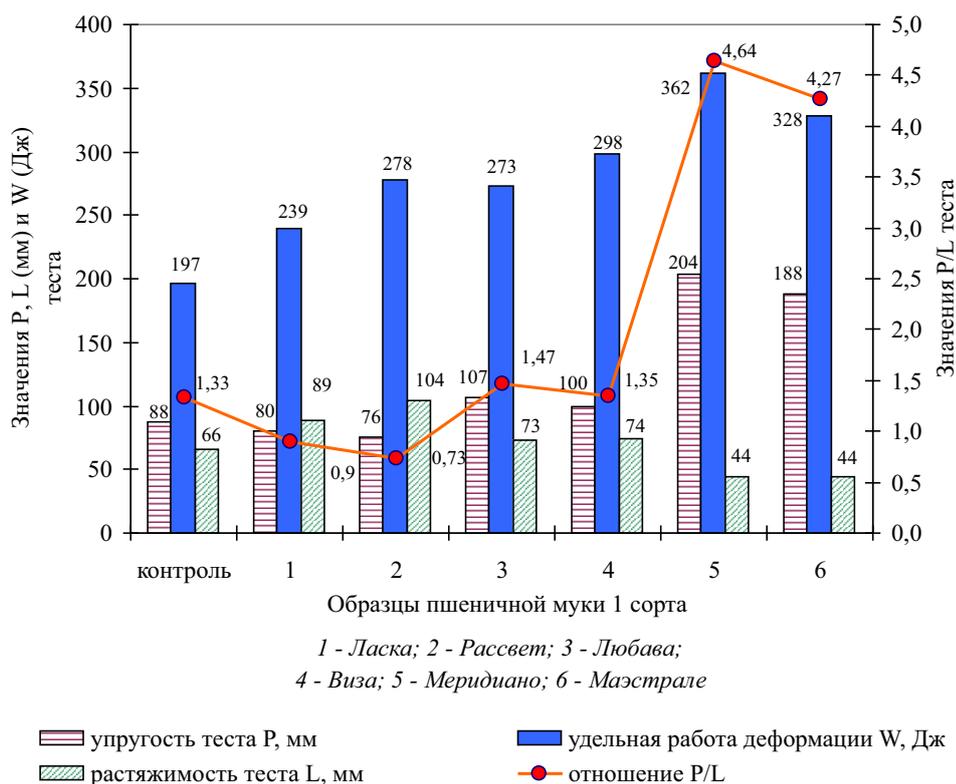


Рис. 3. Значения показателей реологических свойств теста из муки 1 сорта из мягких и твёрдых сортов пшеницы

Fig. 3. Rheological properties of dough from soft and durum wheat flour

Установлено, что тесто из муки твёрдых сортов пшеницы обладает наиболее упругими и менее растяжимыми свойствами по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и муки марки М 36–30. Так, значения показателя упругости теста P из муки Меридиано и Маэстрале выше на 43–63 % по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и на 53–57 % контрольного образца муки. Это объясняется высоким содержанием сырой клейковины в муке твёрдых сортов пшеницы, набухание которой и приводит к получению теста с более упругими свойствами. Значение показателя растяжимости L теста из твёрдых сортов пшеницы ниже на 40–58 % по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и на 33 % по сравнению с тестом из контрольного образца муки. Максимальное значение показателя растяжимости имеет тесто из мягкой пшеницы Рассвет. Это связано с тем, что данная мука имеет сырую клейковину, длинную по растяжимости (24 см), в отличие от других образцов муки, которые имеют сырую клейковину, среднюю по растяжимости (13–18 см).

Показатель удельной работы деформации теста (усилие, необходимое для прокатки тестовой ленты) из муки Меридиано и Маэстрале на 9–34 % выше по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и на 40–46 % по сравнению с тестом из контрольного образца муки. Это связано с более высоким содержанием сырой клейковины в муке из твёрдых сортов пшеницы по сравнению с мукой из мягких сортов пшеницы и контрольным образцом (содержание сырой клейковины в котором составляет 29,2 %). Коэффициент эластичности (отношение P/L) характеризует тесто из муки Любава, Виза, Меридиано и Маэстрале, контроля как упруго-эластичное (значение показателя свидетельствует о том, что упругие свойства теста преобладают над эластичными). При этом тесто из муки Меридиано и Маэстрале имеет более высокое значение данного показателя: на 66–71 % выше по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы и на 69–71 % по сравнению с контролем. Эти значения свидетельствуют о значительных внутренних напряжениях теста, поэтому для получения качественных тестовых заготовок требуется применение технологических средств, обеспечивающих корректировку свойств муки.

Изучение пластической прочности теста исследуемых видов муки позволило установить, что ее значение для теста из твёрдых сортов пшеницы на 61–62 % выше контрольного образца, а из мягких сортов пшеницы — на 7–28 %.

Таким образом, полученные результаты показывают возможность использования муки из пшеницы твёрдых сортов Меридиано и Маэстрале и пшеницы мягких сортов Любава и Виза при изготов-

лении галет. Установлено, что тесто из твёрдых сортов пшеницы обладает более упругими свойствами, вследствие чего для его обработки (ламинирования, прокатки) и формования тестовых заготовок требуется большее усилие по сравнению с тестом из мягких сортов пшеницы. С целью получения теста с заданными реологическими свойствами (упругость, растяжимость, эластичность), а готовых изделий — с необходимой слоистостью и равномерной пористостью, необходима корректировка технологических характеристик муки путём модификации качественных свойств клейковины.

Второе направление научных исследований заключается в разработке кондитерской продукции специализированного назначения для детского питания.

С 2012 г. в Республике Беларусь на ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч» освоен выпуск растворимого печенья, предназначенного для детского питания. В основу данной технологии легли результаты научных исследований по изучению влияния протеолитических ферментов и рецептурных компонентов на процесс образования теста при изготовлении растворимого печенья.

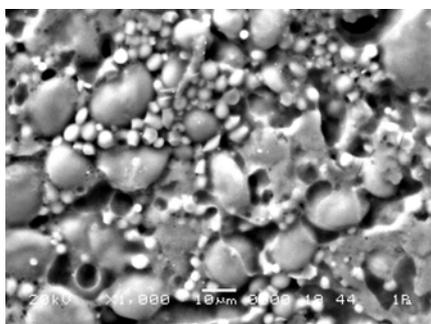
Установлено, что для достижения требуемых структурно-механических свойств теста и показателей качества растворимого печенья необходимо проводить ферментацию теста с добавлением ферментного препарата протеолитического действия. Для проведения исследований использовали ферментативный препарат (далее — ФП) Нейтраза 1,5 MG («Novozymes A/S», Дания), разрешенный для изготовления продуктов детского питания [11].

С целью определения оптимальных параметров ферментации теста изучено влияние дозировки ФП, продолжительности ферментации и дозировки сахара и жира на пластическую прочность теста, которая является одной из определяющих характеристик его структурно-механических свойств. Установлено, что с увеличением как дозировки ФП (0,03–0,30 % к массе муки), так и продолжительности ферментации (30–120 мин) происходит снижение пластической прочности теста. При этом необходимо отметить, что в течение первых 30 мин скорость изменения пластической прочности теста составляет 0,29–0,42 кПа/мин, а затем резко снижается (в 2,4–4,8 раза) и после 60 мин ферментации практически не изменяется, в связи с чем ферментацию теста целесообразно осуществлять в течение 30 мин. Оптимальная дозировка ФП составила 0,15 %, так как при этом обеспечивается качественный процесс формования тестовых заготовок. Снижение дозировки ФП увеличивает продолжительность ферментации теста и тем самым снижает мощность производственной линии, а увеличение его дозировки ухудшает процесс формования тестовых заготовок (тесто становится липким).

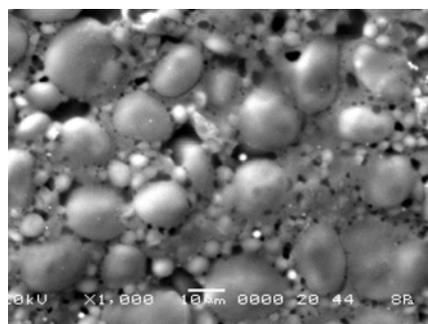
При производстве растворимого печенья обязательными рецептурными ингредиентами являются сахар и жир, которые оказывают влияние как на структурно-механические свойства теста и показатели качества готовых изделий, так и на активность фермента [12, 13].

Введение сахара и жира (масла из коровьего молока и подсолнечного масла, которые разрешены для изготовления продуктов детского питания) оказывает существенное влияние на пластическую прочность теста и позволяет снизить ее значение с 67,8 до 7,9–26,1 кПа (в 2,6–8,6 раза). При добавлении ферментного препарата пластическая прочность теста снижается еще более существенно — до 4,4–10,6 кПа. При этом с увеличением дозировки сахара и жира происходит снижение активности ферментного препарата, о чем свидетельствует незначительное уменьшение пластической прочности теста по сравнению с образцами без его добавления.

Микроструктурный анализ теста показал (рис. 4), что при добавлении ФП клейковина имеет менее плотную структуру, что обусловлено изменением состава белкового комплекса кондитерского теста в процессе его ферментации.



а) без добавления ФП



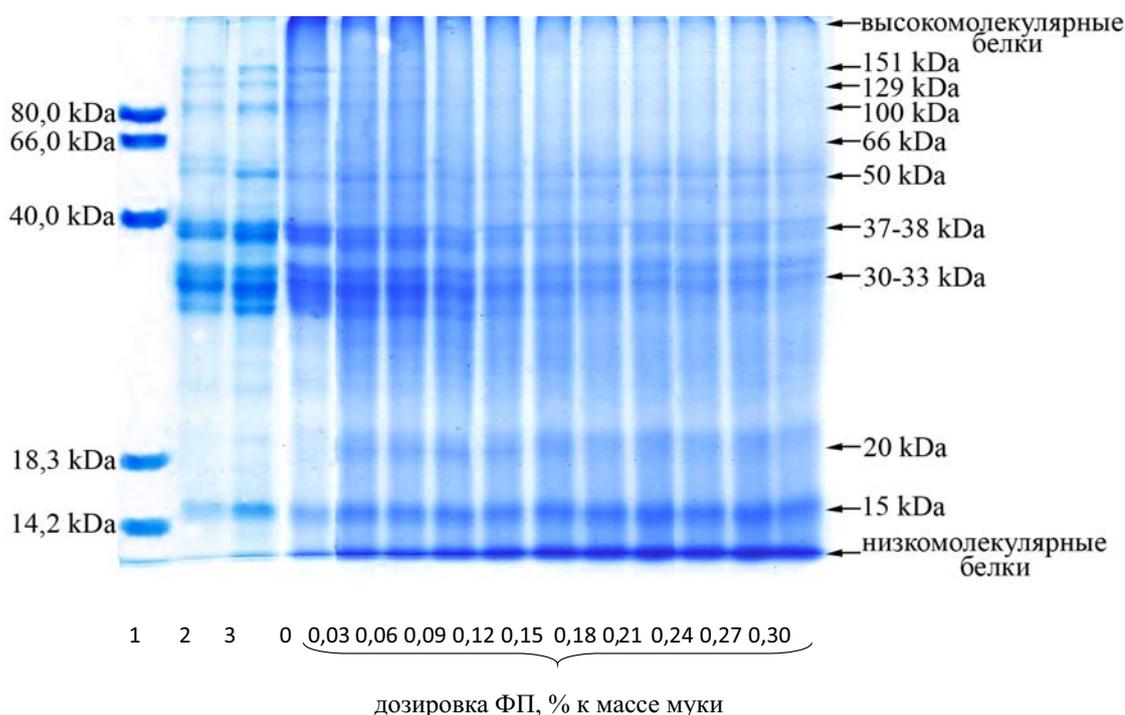
а) 0,15 % ФП

Рис. 4. Влияние фермента протеолитического действия на микроструктуру теста (увеличение в 1000 раз)

Fig. 4. Proteolytic enzymes influence on microstructure of the dough (increase 1000 times)

В связи с этим впервые изучен процесс протеолиза белков кондитерского теста для растворимого печенья с применением метода электрофореза, что представляет значительный научный интерес. Установлено, что основными белковыми фракциями пшеничной муки и кондитерского теста являются белки с молекулярными массами (далее по тексту — M_r) 15, 20, 30–33, 37–38, 50, 66, 100, 129, 151 kDa, а также низко- и высокомолекулярные (нерастворимые) белки.

Анализ фракционного состава белков теста, изготовленного с добавлением ФП в количестве от 0,03 до 0,30 % к массе муки (рис. 5), позволил установить, что наиболее эффективно протеолиз происходит при дозировке ФП в количестве 0,15 % к массе муки: содержание белков с M_r 100, 129, 151 kDa и высокомолекулярных белков снижается в 2,3–2,7 раза, белков с M_r 30–33, 37–38, 50 и 66 kDa — в 1,4–1,7 раза, при этом количество низкомолекулярных продуктов протеолиза и белков с M_r 15 и 20 kDa возрастает в 2,0–3,3 раза. Увеличение дозировки ФП более 0,15 % не приводит к существенному изменению состава белковых фракций.



1. Стандарты молекулярных масс;
2. Пшеничная клейковина;
3. Мука пшеничная с содержанием клейковины 25 %

Рис. 5. Электрофореграмма белков кондитерского теста, изготовленного с различной дозировкой ферментного препарата

Fig. 5. Electrophoregram of the confectionary dough protein, made with different enzyme dosages

Установлено, что введение сахара в рецептуру растворимого печенья оказывает существенное влияние на протеолиз белков кондитерского теста. При добавлении сахара в количестве до 28 % протеолиз белков с M_r от 30 до 66 kDa снижается в 1,1–10,0 раз, а при его дозировке более 33 % — практически не происходит. В то же время протеолиз белков с M_r более 100 kDa замедляется в 1,3–4,0 раза, но инактивации ФП при этом не происходит, так как даже при максимальной дозировке сахара данные фракции гидролизуются на 14–22 %.

Добавление жировых ингредиентов также оказывает влияние на активность ФП, однако в меньшей степени, чем сахар. Так, эффективность протеолиза белков при добавлении подсолнечного масла снижается на 4–34 %. В то же время масло из коровьего молока замедляет протеолиз белков с M_r от 30 до 38 kDa и от 100 до 151 kDa на 7–40 %, а на фракционный состав белков с M_r 50, 66 kDa и высокомолекулярных белков не оказывает влияния [14–16].

Результаты исследований позволили научно обосновать дозировки ингредиентов в рецептуре растворимого печенья и технологические параметры процесса его производства, которые обеспечивают

структурно-механические свойства кондитерского теста, позволяют управлять процессом протеолиза белков в процессе его ферментации, повышают усвояемость готовых изделий за счет снижения количества белков с высокой молекулярной массой [17-19], а также позволяют получить готовые изделия с требуемыми показателями качества.

Третье направление научных исследований посвящено разработке диабетической кондитерской продукции.

На СП ОАО «Спартак» освоен выпуск батончиков-мюсли без добавления сахара. В основу данной технологии легли результаты научных исследований по изучению влияния углеводных компонентов сиропа на процесс формирования батончиков-мюсли и качество готовых изделий.

В качестве альтернативы сахару использовали подсластитель мальтит (полиол, многоатомный спирт), который имеет ряд положительных физиологических и технологических характеристик — низкую калорийность и низкий гликемический индекс, степень сладости составляет 80 %, профиль сладости близок к сахарозе, охлаждающий эффект отсутствует. Однако отличительной особенностью мальтита является низкая вязкость его растворов, что может неблагоприятно сказаться на процессе формирования (формоустойчивости) кондитерских изделий.

С целью определения оптимальных параметров формирования батончиков-мюсли изучено влияние соотношения углеводных компонентов сиропа для батончиков-мюсли (мальтит, мальтитный сироп (далее — МС)) на вязкость. В качестве контроля использовали сахаро-паточно-инвертный сироп.

Установлено (рис. 6), что при температуре 90 °С (температура формирования батончиков-мюсли) наиболее близкое значение вязкости к контролю (0,69 Па·с) имеет образец сиропа 1 с максимальным содержанием МС 0,47 Па·с, с уменьшением содержания МС (образцы сиропов 2–4) вязкость снижается. Так, при уменьшении МС на 30 % вязкость снизилась в 2 раза и составила 0,24 Па·с. Можно предположить, что формоустойчивость образцов батончиков-мюсли будет лучше при их изготовлении на сиропе с максимальным содержанием МС.

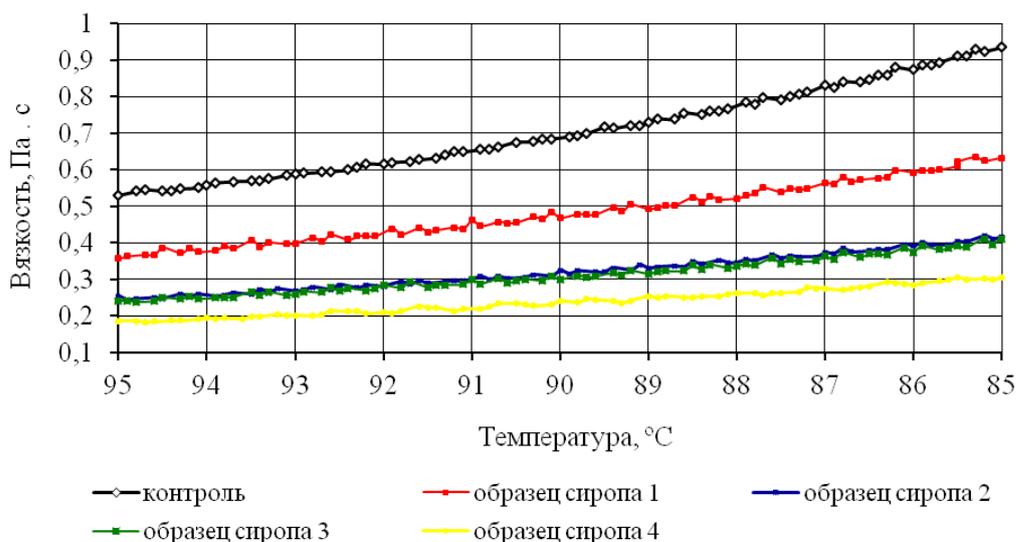


Рис. 6. Кривые зависимости вязкости от температуры сиропов для батончиков-мюсли
Fig. 6. The dependence of viscosity on temperature in the syrup for muesli bars

С учетом того, что вязкость сиропа с максимальным содержанием МС ниже контроля на 32 %, можно предположить, что батончики-мюсли на МС будут иметь более мягкую консистенцию.

В связи с этим проведены исследования по определению структурно-механических свойств батончиков-мюсли: формоустойчивости, адгезионной прочности и предела прочности. Адгезионную прочность, характеризующую состояние поверхности готовых изделий, определяли путем измерения усилия отрыва цилиндрического индентора диаметром 12,5 мм от поверхности исследуемых батончиков-мюсли. Формоустойчивость, косвенно характеризующую когезионную прочность готовых изделий, определяли путем измерения прироста диаметра после приложенной нагрузки к его исходному значению и выражали в процентах. Для проведения исследований образцы батончиков-мюсли формовали в виде цилиндров одинакового размера. Предел прочности, косвенно характеризующий органолептический показатель «Твердость укуса», определяли по наибольшему (предельному) статическому напряжению сдвига, по достижении которого нарушалась целостность образца (происходил излом).

Батончики-мюсли готовили из сиропов и смеси сухих компонентов в соотношении 1:1. Результаты определения структурно-механических свойств лабораторных образцов батончиков-мюсли приведены в табл. 3.

Таблица 3. Структурно-механические свойства батончиков-мюсли
Table 3. Structural and mechanical properties of muesli bars

Вид сиропа	Вязкость при 90 °С, Па·С	Формоустойчивость, %	Предел прочности, кПа	Адгезионная прочность, кПа
Образец сиропа 1	0,47	96,9	10,5	0,48
Образец сиропа 2	0,32	92,8	4,2	0,50
Образец сиропа 3	0,30	91,7	4,2	0,54
Образец сиропа 4	0,24	90,1	3,5	0,52

Из табл. 3 следует, что чем выше вязкость сиропа, тем лучше формоустойчивость изделий. Наибольшая формоустойчивость образцов наблюдается у батончиков-мюсли, изготовленных на образце сиропа 1, 96,9 %, при этом предел прочности также имеет высокое значение и составляет 10,5 кПа. Установлено, что увеличение вязкости сиропа для батончиков-мюсли в 2 раза приводит к значительному повышению их предела прочности (в 3 раза) и формоустойчивости (на 7,5 %). Кроме того, с увеличением вязкости сиропа снижается адгезионная прочность, что является положительным фактором в технологическом процессе при формировании изделий.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что использование мальтита снижает вязкость сиропов для батончиков-мюсли, а МС — повышает. С увеличением дозировки МС и, соответственно, вязкости сиропа повышается формоустойчивость, предел прочности и адгезионная прочность батончиков-мюсли, что позволяет снизить адгезию при их формировании, нарезке и завертке, а также получить готовые изделия с хорошими органолептическими свойствами.

В качестве альтернативы сахару в составе пряников изучена возможность использования подсластителей (мальтит и мальтитный сироп) и растворимого пищевого волокна (полидекстроза). По результатам исследований получены аналитические зависимости влияния исследуемых ингредиентов на реологические характеристики и показатели качества полуфабрикатов и готовой продукции и установлено оптимальное соотношение (при совместном использовании) мальтита и мальтитного сиропа, мальтита и полидекстрозы в составе пряников без добавления сахара.

Заключение. В результате проведенных исследований изучены технологические свойства растворимых пищевых волокон и режимы их введения в рецептуру зефира. Установлены оптимальные дозировки растворимых пищевых волокон: порошок топинамбура — 15 % СНП инулина; инулин — 30 % СНП; олигофруктоза — 25 % СНП; смесь инулина с олигофруктозой — 50 % СНП, при этом добавление порошка топинамбура и инулина позволило повысить стойкость сбивной массы в 1,1 раза и снизить коэффициент растекания в 1,1–1,2 раза, олигофруктозы, смеси олигофруктозы и инулина — увеличить пенообразующую способность и снизить энергоёмкость сбивания в 1,2 раза, введение олигофруктозы также позволило снизить дозировку пенообразователя в рецептуре зефира на 10 %. Использование растворимых пищевых волокон позволяет повысить пищевую и биологическую ценность зефира [4, 5].

Установлено, что льняной жмых является источником полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой), незаменимых аминокислот, клетчатки (30 % СНП), минеральных веществ магния, марганца, железа, цинка, калия, кальция (27–245 % СНП), поэтому его целесообразно использовать для повышения пищевой и биологической ценности печенья. Анализ органолептических и физико-химических показателей качества сахарного печенья показал, что оптимальная дозировка льняного жмыха составляет 20 % к массе муки. Анализ показателей безопасности льняного жмыха подтвердил возможность его применения в кондитерской отрасли.

Получены результаты исследований влияния муки из пшеницы твёрдых сортов Меридиано и Маэстрале и пшеницы мягких сортов Любава и Виза на реологические свойства теста для изготовления галет. Тесто из твёрдых сортов пшеницы обладает более упругими свойствами, что подтверждается значениями упругости, эластичности и растяжимости теста. Для обеспечения процесса формирования тестовых заготовок и качества галет при использовании муки из твердых сортов пшеницы необходимы технологические мероприятия, позволяющие изменить реологические свойства клейковины и теста.

Впервые изучен процесс протеолиза белков кондитерского теста для растворимого печенья с применением метода электрофореза. Установлено, что при добавлении ФП в количестве 0,15 % содержание белков с Мг 100, 129, 151 kDa и высокомолекулярных белков снижается в 2,3–2,7 раза, белков

с Mr 30–33, 37–38, 50 и 66 kDa — в 1,4–1,7 раза, при этом количество низкомолекулярных продуктов протеолиза и белков с Mr 15 и 20 kDa возрастает в 2,0–3,3 раза. Сахар и жир снижают скорость протеолиза белка, при этом наибольшей инактивирующей способностью обладает сахар. При изготовлении растворимого печенья дозировка сахара не должна превышать 28 % к массе муки, оптимальная дозировка жирового ингредиента составляет 8–17 % к массе муки [6-8].

Изучено влияние мальтита и мальтитного сиропа на реологические свойства сиропов для батончиков-мюсли и показатели качества готовых изделий. Установлено, что использование мальтита снижает вязкость сиропов для батончиков-мюсли, а мальтитного сиропа — повышает. Полученные зависимости позволили установить оптимальное соотношение мальтита и мальтитного сиропа в рецептуре батончиков-мюсли, обеспечивающее технологические параметры массы при формовании, нарезке и завертке, а также требуемые органолептические показатели готовых изделий. Разработанные батончики-мюсли подходят для диабетического питания, а также для питания всех категорий населения.

Проведены исследования по изучению влияния мальтита, мальтитного сиропа и полидекстрозы на качество пряников, установлены оптимальные дозировки данных ингредиентов, обеспечивающие требуемые свойства теста и показатели качества пряников без добавления сахара.

Список использованных источников

1. *Лурье, И. С.* Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: Справочник / И.С. Лурье, Л.Е. Скокан, А.П. Цитович. — М.: КолосС, 2003. — 416 с.
2. *Максимов, А. С.* Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум / А.С. Максимов, В.Я. Черных. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 176 с.
3. *Дэвени, Т.* Аминокислоты, пептиды и белки / Т. Дэвени, Я. Гергей. — М.: Мир, 1976. — 364 с.
4. *Томашевич С. Е.* Технология производства зефира, обогащенного растворимыми пищевыми волокнами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / С.Е. Томашевич ; Могилев. гос. ун-т продовольствия. — Могилев, 2013. — 28 с.
5. *Кондратова, И. И.* Оптимизация технологических режимов изготовления сбивных кондитерских масс / И.И. Кондратова, С.Е. Томашевич // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2010. — № 1(7). — С. 38–45.
6. *Масла растительные и продукты со смешанным составом жировой фазы. Метод обнаружения фальсификации: ГОСТ 30623-2018.* — Введ. 01.01.20. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2019. — 16 с.
7. *Пищевая продукция в части ее маркировки. Технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 022/2011.* — Введ. 01.07.13. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 18 с.
8. *Пищевая химия / А.П. Нечаев и [др.]; под общ. ред. А.П. Нечаева.* — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2001. — 592 с.
9. *Химический состав пищевых продуктов : в 2 кн. / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева.* — 2-е изд. — М.: Агропромиздат, 1987. — Кн. 2 : Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. — 360 с.
10. *О безопасности пищевой продукции. Технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 021/2011.* — Введ. 01.07.13. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 196 с.
11. *Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств. Технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 029/2012.* — Введ. 01.07.13. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 308 с.
12. *Матвеева, И. В.* Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий: учеб. пособие / И.В. Матвеева, И.Г. Белявская. — М.: Синергия, 2001. — 114 с.
13. *Мэнли, Д.* Мучные кондитерские изделия / Д. Мэнли; под науч. ред. И.В. Матвеевой. — СПб.: Профессия, 2008. — 558 с.
14. *Гершончик К. Н.* Технология производства растворимого печенья для питания детей раннего возраста : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / К.Н. Гершончик ; Могилев. гос. ун-т продовольствия. — Могилев, 2013. — 28 с.
15. *Кондратова, И. И.* Исследование влияния протеолитического фермента и вида пшеничной муки на процесс протеолиза кондитерского теста при изготовлении растворимого печенья для детского питания / И.И. Кондратова, К.Н. Гершончик, В.П. Курченко, Н.В. Гавриленко // Вес. Нац. акад. наук Бе-ларусі. Сер. аграр. навук. — 2012. — № 2. — С. 111–118.

16. Ловкис, З. В. Влияние сахара и жира на процесс протеолиза белков в кондитерском тесте для растворимого печенья / З.В. Ловкис, И.И. Кондратова, К.Н. Гершончик, Н.В. Гавриленко, В.П. Курченко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. — 2013. — № 2. — С. 117–122.
17. Руководство по детскому питанию / О.В. Георгиева и [др.]; под ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коля. — М.: Медицинское информационное агентство, 2004. — 662 с.
18. Alexander, D.D. Partially hydrolyzed 100 % whey protein infant formula and reduced risk of atopic dermatitis: a meta-analysis / D.D. Alexander, M.D. Cabana // J Pediatr Gastroenterol Nutr. — 2010. — № 4 (50). — P. 422–430.
19. Greer, F.R. Effects of early nutritional interventions on the development of atopic disease in infants and children: the role of maternal dietary restriction, breastfeeding, timing of complementary food, and hydrolyzed formulas / F.R. Greer, S.H. Sicherer, A.W. Burks // Pediatrics. — 2008. — Vol. 121, № 1. — P. 183–191.

References

1. Lur'e I.S., Skokan L.E., Tsitovich A.P. Tekhnohimicheskij i mikrobiologicheskij kontrol' v konditerskom proizvodstve [*Technochemical and microbiological control in the confectionery industry*]. Moscow, KolosS, 2003, 416 p. (in Russian).
2. Maximov A.S. Reologiya pishchevyh produktov [*Food rheology*]. St. Petersburg, GIOR, 2006, 176 p. (in Russian).
3. Deveni, T., Gergej YA. Aminokisloty, peptidy i belki [*Amino acids, peptides and proteins*]. Moscow, Mir, 1976, 364 p. (in Russian).
4. Tomashevich S.E. Tekhnologiya proizvodstva zefira, obogashchennogo rastvorimymi pishchevymi voloknami. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [*Technology of zephyr enriched with soluble food fibers. Abstr. dis. PhD of techn. sci.*]. Mogilev, 2013. 28 p. (in Russian).
5. Kondratova I.I., Tomashevich S.E. Optimizaciya tekhnologicheskix rezhimov izgotovleniya sbivnyh konditerskix mass [*Optimization of technological modes for the manufacture of aerated zephyr masses*]. Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii = Food industry: science and technology, 2010, no.1(7), pp. 38-45. (in Russian).
6. GOST 30623-2018. Masla rastitel'nye i produkty so smeshannym sostavom zhirovoy fazy. Metod obnaruzheniya fal'sifikacii [*State Standard 30623-2018. Vegetable oils and blended fat products. Falsification detection method*]. Minsk, Gosstandart: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2019. 16 p. (in Russian).
7. TR TS 022/2011. Pishchevaya produkcija v chasti ee markirovki. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [*TR CU 022/2011. Food Products in Terms of Their Marking. Technical Regulations of the Customs Union*]. Minsk, Gosstandart: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2012. 18 p. (in Russian).
8. Nechaev A.P. i [dr.]. Pod obshch. red. Nechaeva A.P. Pishchevaya himiya [*Food chemistry*]. St. Petersburg, GIOR, 2001, 592 p. (in Russian).
9. Skurihin I. M., Volgarev M. N. Himicheskij sostav pishchevyh produktov: v 2 kn. Kn. 2: Spravochnye tablicy sodержaniya aminokislot, zhirnyh kislot, vitaminov, makro- i mikroelementov, organicheskix kislot i uglevodov [*Chemical composition of food: in 2 bk. Bk 2: Reference tables of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and microelements, organic acids and carbohydrates*]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 360 p. (in Russian).
10. TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishchevoj produkcii. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [*TR CU 021/2011. On Safety of Food Products. Technical Regulations of the Customs Union*]. Minsk, Gosstandart: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2012. 196 p. (in Russian).
11. TR TS 029/2012. Trebovaniya bezopasnosti pishchevyh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskix vspomogatel'nyh sredstv. Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza [*TR CU 029/2012. Safety Requirements for Food Additives, Flavorings and Technological Processing Aids. Technical Regulations of the Customs Union*]. Minsk, Gosstandart: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2012. 308 p. (in Russian).
12. Matveeva I.V., Belyavskaya I.G. Pishchevye dobavki i hlebopekarnye uluchshiteli v proizvodstve muchnyh izdelij: ucheb. posobie [*Food additives and bakery improvers in the production of flour products: study guide*]. Moscow, Sinergiya, 2001, 114 p. (in Russian).
13. Menli D. Muchnye konditerskie izdeliya [*Flour confectionery products*]. St. Petersburg, Professiya, 2008, 558 p. (in Russian).
14. Gershonchik K.N. Tekhnologiya proizvodstva rastvorimogo pechen'ya dlya pitaniya detej rannego vozrasta. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [*Technology of production of soluble biscuits for baby feeding. Abstr. dis. PhD of techn. sci.*]. Mogilev, 2013. 28 p. (in Russian).
15. Kondratova I.I., Gershonchik K.N., Kurchenko V.P., Gavrilenko N.V.. Issledovanie vliyaniya proteoliticheskogo fermenta i vida pshenichnoj muki na process proteoliza konditerskogo testa pri

- izgotovlenii rastvorimogo pechen'ya dlya detskogo pitaniya [*Research of proteolytic enzyme's and wheat flour's influence on proteolysis of confectionary dough for production of soluble biscuits for baby feeding*]. Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series, 2012, no.2, pp.111-118. (in Russian).
16. Loukis Z.V., Kondratova I.I., Gershonchik K.N., Gavrilenko N.V., Kurchenko V.P. Vliyanie sahara i zhira na process proteoliza belkov v konditerskom teste dlya rastvorimo-go pechen'ya [*Sugar's and fat's influence on protein proteolysis of confectionary dough for production of soluble biscuits*]. Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series, 2013, no.2, pp.117-122. (in Russian).
 17. Georgieva O.V. i [dr.]. Pod red. Tutel'yana V.A., Konya I.YA. Rukovodstvo po detskomu pitaniyu [*Baby Food Guide*]. Moscow, Medicinskoe informacionnoe agentstvo, 2004, 662 p. (in Russian).
 18. Alexander D.D., Cabana M.D. Partially hydrolyzed 100 % whey protein infant formula and reduced risk of atopic dermatitis: a meta-analysis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.*, 2010, no. № 4 (50), pp. 422–430.
 19. Greer F.R., Sicherer S.H., Burks Greer A.W. Effects of early nutritional interventions on the development of atopic disease in infants and children: the role of maternal dietary restriction, breastfeeding, timing of complementary food, and hydrolyzed formulas. *Pediatrics*, 2008, Vol. 121, № 1, pp. 183–191.

Информация об авторах

Гершончик Ксения Николаевна — кандидат технических наук, 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: candy@belproduct.com

Бабодей Валентина Николаевна — начальник 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: info@belproduct.com

Шугаева Татьяна Вячеславовна — ведущий инженер-технолог 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

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: candy@belproduct.com

Information about authors

Gershonchik Ksenia Nikolaevna — Ph.D. (Technical), Senior Researcher of the Department of Technologies for Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com

Babodey Valentina Nikolaevna — Head of the Department of Technologies for Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Shugaeva Tatsiana Vyacheslavovna — Leading Process Engineer of the Department of Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com

Vislouhova Svetlana Nikolaevna — Researcher of the Department of Technologies for Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com

Tomashevich Svetlana Evgenievna — Ph.D. (Technical), Associate Professor, Senior Researcher of the Department of Technologies for Confectionery and Fat and Oil Products RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: candy@belproduct.com