

Кексы с инулином для здорового питания

Рубан Наталья Викторовна

ФГОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11

E-mail: rubannv@mgupr.ru

Туманова Алла Евгеньевна

ФГОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11

E-mail: TumanovaAE@mgupr.ru

Рысева Лариса Ивановна

ФГОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11

E-mail: rysevali@mail.ru

Цель исследования – разработка рецептурного состава кекса с нетрадиционным сырьем для здорового питания. Работа выполнена в Московском государственном университете пищевых производств на кафедре кондитерских, сахаристых, субтропических и пищевкусных технологий. Перспективными сырьевыми источниками для мучных кондитерских изделий являются пищевые волокна, натуральные заменители сахарозы, в частности инулин. Определяли органолептически внешний вид, вкус, цвет, запах, форму, поверхность, вид в изломе изделий, массовую долю сухих веществ (СВ) в сырье, полуфабрикатах и изделиях высушиванием при температуре 130 °С в сушильном шкафу в течение 40 мин; щелочность, плотность. Проведено снижение сахара белого в рецептуре (на 5, 10, 15% и 20%). Инулин вносили дополнительно в количестве 4, 8, 12 и 16% к СВ муки. Рациональной признана рецептура кекса с содержанием сахара 85% от его начального количества и добавлением 12% инулина от массы муки на сухое вещество. По органолептическим показателям разработанные изделия отличаются более выраженным вкусом и ароматом, ровной поверхностью, с небольшими разрывами на верхней корке, правильной формой, развитая равномерная пористость и нежность мякиша при одновременном увеличении удельного объема изделий. Расширен ассортимент мучных кондитерских изделий для здорового питания.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, кексы, инулин, пищевые волокна, здоровое питание

Введение

Питание является одним из основных факторов, определяющих здоровье населения (Иванова, Могильный, & Шленская, 2014). Структура питания в России характеризуется низким потреблением биологически ценных ингредиентов, отмечается дефицит полноценных белков, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон при чрезмерном употреблении продуктов богатых углеводами (Бабенко, 2008).

Для изменения структуры в направлении здорового питания необходимо расширять ассортимент изделий, химический состав которых максимально приближен к требованиям нутрициологии

(Боташева, Лукина, & Пономарева, 2015), гарантированно обогащенных функциональными нутриентами, с обязательным сохранением высоких органолептических показателей и потребительских свойств (Тутельян и др., 2010).

В нашей стране, традиционно большим спросом у населения пользуются мучные кондитерские изделия (МКИ). Анализ рынка России свидетельствует о том, что люди разных возрастных групп употребляют большое количество МКИ (Григорьева, 2015).

Кексы, рулеты, занимают особое место в огромном ассортименте МКИ. Кексы представляют собой высокосахароёмкие, высококалорийные продукты, с небольшим количеством балластных веществ и не

отвечают требованиям теории сбалансированного питания (Корячкина, 2006).

В настоящее время сформулированы научные принципы создания технологий производства кондитерских изделий повышенной пищевой ценности функциональной направленности (Савенкова, 2007). В соответствие с научными принципами установлены требования, которым должны соответствовать МКИ нового поколения (Матвеева & Корячкина, 2016). Разработку МКИ для здорового питания целесообразно вести в направлении снижения калорийности и сахароемкости изделий обогащая их функциональными ингредиентами (Magomedov, Zhuravlev, Lobosova, & Zhurakhova, 2018).

Перспективным является сокращение в рецептуре МКИ высокоэнергетического сырья – жира, сахара, пшеничной муки и частичной заменой его нетрадиционным сырьем, содержащим пищевые волокна и природные заменители сахара (Лобосова, Малютина, Магомедов, & Барсукова, 2013).

Разработка продуктов питания, с природными подсластителями и сахароснижающими добавками растительного происхождения является актуальным и перспективным направлением технологии производства продукции (Резниченко & Щеглов, 2020).

Коррекция состава МКИ достигается путем замены муки пшеничной на сырье с более богатым составом, содержащим пищевые волокна, например тритикалиевой (Тертычная, 2010), полбовой (Магомедов, Лобосова, Малютина, & Рожков, 2020), ржаной (Кузнецова & Сурмач, 2014), гречневой (Шумилова, Анисимова, & Гаватских, 2018) мукой.

Разработаны кексы повышенной пищевой ценности функционального назначения с добавлением плодово-ягодного сырья (Корячкина, 2006), овощного сырья: измельченной мякоти тыквы (Пономарева, Лукина, & Скворцова, 2017), порошка из капусты брокколи и плодов боярышника (Мажулина, Тертычная, Андрианов, & Кривцова, 2017).

Для производства МКИ с пониженным содержанием сахара производители используют различные подсластители: мальтит, изомальт, маннит, лактулозу, стевियोид. Стевиозид – подсластитель, выделенный из листьев растения стевии, не токсичен и не вызывает побочных эффектов в организме человека, обладает уникальными лечебными свойствами, слаще сахара в 300–400 раз (Пономарева, Алехина, & Бакаева, 2016). Известно применение

стевियोидита в производстве МКИ (Харченко & Могильный, 2021).

Особый интерес вызывает использование различных пребиотиков – инулин, пектин, камеди, олигофруктоза (Ревенко, 2015; Milner, Kerry, O'Sullivan, & Gallagher, 2019; Amorim et al., 2021). Предлагается рецептура кексов с пониженным содержанием жира и добавлением яблочного пектина (Рубан, Графчикова, Ботянова, & Горбова, 2020). Научно подтверждена возможность сокращения сахара на 50% в рецептуре кексов с включением пектина в количестве 10% к массе муки.

Известно применение инулинсодержащего сырья – продуктов переработки топинамбура. Установлено, что при внесении в рецептуру кекса клетчатки из топинамбура, взамен изюма, удельный объем изделий увеличивался по сравнению с контролем на 5,4–11% (Поснова, Семенкина, Никитин, & Труфанова, 2017).

Установлена возможность использования инулина и стевии для производства изделий из пряничного, бисквитного и кексового теста. Наилучшим по органолептическим и реологическим свойствам соответствовал образец пряничного теста с дозировкой инулина в количестве 4% к массе муки (Ладнова & Меркулова, 2008).

Способность инулина образовывать гель при взаимодействии с жидкостью, имитирующий жир, позволяют использовать данное вещество как заменитель жировых компонентов в составе продуктов питания (Труфанова & Вострикова, 2017). Применение инулина в производстве кексов при одновременном сокращении жира в рецептуре приводит к повышению влажности и плотности изделий (Денисенко, Замышляева, & Пожар, 2020; Ansari, Pourjafar, & Pimentel, 2021). Инулин и гидроксипропилметилцеллюлоза в концентрации 0,2 и 8% были оценены как заменители жира в кексах (Ren, Song, & Kim, 2020).

Инулин – натуральный полисахарид растительного происхождения, природный полимер D-фруктозы ($C_6H_{10}O_5$)_n, относящийся к пребиотикам. представляет собой растворимое пищевое волокно, выделяется из состава растений в виде нейтрального или сладковатого на вкус порошка или кристаллов. Природными источниками инулина являются: цикорий (корни – более 30%), лопух большой (сухие корни – 37–45%), топинамбур или земляная груша (корни – до 35%), одуванчик лекарственный (корень – 40%), девясил высокий (корень – 44%). Получают инулин в основном из цикория. Калорийность инулина не большая,

всего 152 ккал (Сербяева, Якунова, & Магасумова, 2020).

Инулин, после выделения и переработки полностью сохраняет присущую ему биологическую активность и может служить эффективной и функциональной добавкой к пище (Титова & Алексанян, 2016).

Благодаря своим гепатопротекторным и иммуномодулирующим свойствам, инулин способствует снижению риска возникновения онкозаболеваний. Инулин показан к применению для профилактических целей и в составе комплексного лечения при: сахарном диабете 1 и 2 типа; гипертонии; ожирении; аллергических реакций; холециститах, гепатитах, холангитах и др. его производные выводят из организма соли тяжелых металлов, яды, радионуклиды (Архипов, 2014).

Целью исследования является разработка технологии и рецептуры кексов для здорового питания с добавлением пребиотического волокна и подсластителя - инулина и сниженным содержанием сахара.

В соответствии с целью решались следующие задачи:

- обоснование выбора инулина и определение влияния его различных дозировок, в условиях сниженного содержания сахара в рецептуре на качество кексов;
- разработка технологии и рецептуры кексов с использованием инулина.

Материалы и методы исследования

Материалы

Объектами исследования в работе служили: мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017¹); сахар белый (ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия»²); сливочное масло (ГОСТ

32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия»³); инулин (ТУ 9164-030-00493534-07 «Инулин пищевой. Технические условия»⁴); меланж (ГОСТ 30363-2013 «Продукты яичные жидкие и сухие пищевые»⁵); соль (ГОСТ 13830-97 «Соль поваренная пищевая. Общие технические условия»⁶); разрыхлитель - аммоний углекислый (ГОСТ Р 55580-2013 «Добавки пищевые. Общие технические условия»⁷); эссенция нильная (ГОСТ 32049-2013 «Ароматизаторы пищевые. Общие технические условия»⁸).

Для исследований были изготовлены 16 экспериментальных образцов кексов, полученных с добавлением инулина в количестве 4, 8, 12, и 16% к рецептурной массе муки на сухое вещество, по четыре образца с одинаковой долей инулина. В каждом из четырех образцов снижена доля сахара на 5, 10, 15 и 20%.

Контролем служил образец кекса не содержащий инулина, без снижения сахара в рецептуре.

Оборудование

Тесто для кексов замешивали в миксере KitchenAid марки 5KSM7591XEER, кексы выпекали в конвекционной печи марки UNOX XB 693.

Методы исследования

В работе использовали общепринятые органолептические, физико-химические методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

В изделиях определяли вкус, цвет, запах, форму, поверхность, вид в изломе изделий в соответствии с (ГОСТ 15052-2019⁹) определяли органолептически (ГОСТ 90¹⁰-5897), массовую долю сухих веществ в сырье, полуфабрикатах и изделиях – высушиванием при температуре 130 °С, в сушильном шкафу в течение 40 мин (ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ»¹¹, ГОСТ 9404-88 Мука и отруби.

¹ ГОСТ 26574-2017. (2018). Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. М.: Стандартинформ.

² ГОСТ 33222-2015. (2019). Сахар белый. Технические условия. М.: Стандартинформ.

³ ГОСТ 32261-2013. (2019). Масло сливочное. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁴ ТУ 9164-030-00493534-07. (2009). Фрукты и ягоды сушеные резангие. URL: <https://docs.cntd.ru/document/471895014> (дата обращения: 12.03.2021).

⁵ ГОСТ 30363-2013. (2014). Продукты яичные жидкие и сухие пищевые. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁶ ГОСТ 13830-97. (1997). Соль поваренная пищевая. Общие технические условия. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации.

⁷ ГОСТ Р 55580-2013. (2014). Добавки пищевые. Аммония карбонаты Е503. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

⁸ ГОСТ 32049-2013. (2014). Ароматизаторы пищевые. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

⁹ ГОСТ 15052-2019. (2019). Кексы. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

¹⁰ ГОСТ 5897-90. (2012). Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. М.: Стандартинформ.

¹¹ ГОСТ 5900-2014. (2019). Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. М.: Стандартинформ.

Метод определения влажности¹²); щелочность – согласно ГОСТ 5898-87¹³, плотность по ГОСТ 15810-2014¹⁴, объем изделий по ГОСТ 27669-88¹⁵. Пищевую и энергетическую ценность изделий определяли расчетным путем.

Процедура исследований

В качестве обогатителя для придания кексам функциональной направленности выбран инулин, как источник пищевых волокон и натуральный подсластитель (Труфанова & Вострикова, 2017).

Основные технологические параметры при производстве кексов, такие как продолжительность замеса, температура и продолжительность выпечки оставались постоянными.

Изучено влияние различных дозировок инулина на качество кексов, в условиях сниженного содержания сахара в рецептуре.

Критерием оценки качества служили органолептические показатели (определяли визуально), массовая доля влаги, щелочность, плотность и удельный объем готовых изделий.

Результаты и их обсуждение

Инулин представлял собой белый порошок, без запаха, имеющий сладковатый вкус, без посторонних привкусов и послевкусия. Сладость используемого продукта составляет 10% от сладости сахара; Содержание сухих веществ (СВ) инулина 95%. Состав порошка на СВ: 92% -инулин, 8% -сахара.

В качестве базовой, выбрана рецептура кекса «Студенческий» (Лапшина, Фонарева, Ахиба, 2000). Кексы изготавливали из следующего сырья: мука пшеничная высшего сорта, сахар белый, меланж, масло сливочное, разрыхлитель – аммоний углекислый, соль поваренная пищевая, эссенция ванильная.

Тесто для кексов в соответствие с базовой рецептурой готовили следующим образом: пластифицированное сливочное масло сбивали с сахаром в месильной машине 7-10 мин, затем постепенно добавляли меланж, и продолжали сбивать еще

5-7 мин. Отдельно просеивали пшеничную муку высшего сорта с разрыхлителем и добавляли в масляно-яичную смесь, тщательно перемешивали 5-8 мин до образования однородной массы. Влажность готового теста составляла 18 + 2%. Тесто массой 50 г раскладывали в силиконовые формы для выпечки. Кексы выпекали в пекарной камере в течение – 20 мин, при температуре 180°C¹⁶.

Изготовление кексов с пищевой добавкой проводили аналогично, инулин вносили вместе с мукой. Выпеченные изделия хранили при комнатной температуре. Показатели качества изделий определяли через 24 ч после выпечки. Определяли влияние различных дозировок инулина на качество изделий. Долю инулина варьировали от 4% до 16% к массе муки в рецептуре на СВ.

Дегустационная оценка образцов показала улучшение органолептических показателей качества с увеличением доли добавки, что подтверждается другими авторами (Пономарева, Лукина, & Скворцова, 2017).

Дегустаторы отмечали более выраженный вкус и аромат, ровную поверхность, на верхней корке небольшие разрывы, правильную форму, развитую равномерную пористость и нежность мякиша при одновременном увеличении удельного объема изделий на 1,5-3,5 %. При внесении инулинсодержащего сырья в рецептуру кексов также наблюдается увеличение объема изделий (Поснова, Семенкина, Никитин, & Труфанова, 2017).

Наивысшую оценку, по совокупности показателей, получили образцы с добавлением 8% и 12% инулина.

Исследование массовой доли влаги в процессе хранения кексов позволили отметить замедление процесса черствения изделий с инулином по сравнению с контрольным образцом. Массовая доля влаги в изделиях с 12% инулина, через 24 ч и через 7 дней после выпечки снижалась на 1,8 %, тогда как в образце кекса без инулина массовая доля влаги снижалась быстрее и составила 3,3%.

С целью снижения калорийности и сахароемкости и одновременным наполнением кексов пищевыми волокнами изготовили изделия со сниженным содержанием сахара и добавлением инулина. Со-

¹² ГОСТ 9404-88. (2007). Мука и отруби. Метод определения влажности. М.: Стандартинформ.

¹³ ГОСТ 5898-87. (2012). Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. М.: Стандартинформ.

¹⁴ ГОСТ 15810-2014. (2019). Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

¹⁵ ГОСТ 27669-88. (2007). Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба. М.: Стандартинформ.

¹⁶ Технологические инструкции по производству мучных кондитерских изделий (1992). М.: ВНИИХП.

держание сахара составляло, 95, 90, 85 и 80% от его рецептурного значения, инулин добавляли в количестве 4, 8, 12 и 16% к СВ муки в рецептуре.

В результате исследования образцов (Таблица 1), полученных с добавлением инулина, в количестве 4% к массе муки и снижением доли сахара в рецептуре на 5 - 20% (образец № 1,2,3,4) установлено: образец №1 по физико-химическим характеристикам приближен к контрольному образцу, при незначительном росте влажности изделия; в образцах № 2,3,4 заметно нарастает влажность (18,2 – 22,0%), увеличивается плотность (0,43-0,55%) и на 6,6% снижается удельный объем изделий. Снижение доли сахара в рецептуре кекса приводит к снижению потребительских достоинств изделий.

Исследование образцов (Таблица 2) с содержанием сахара 85% от рецептурного и разной долей инулина (образец № 5,6,7,8) показало, что увеличение количества инулина приводит к снижению влажности (19,7 – 18,5%), плотности (0,52 – 0,40%) и росту удельного объема изделий на 6,2%. В данном случае, снижение сахара в рецептуре кексов компенсируется добавлением пребиотических волокон и уже при доли инулина 12% (образец №7) все физико-химические показатели изделий приближаются к контролю.

Исследования по применению инулина в производстве кексов при одновременном сокращении жира в рецептуре приводят к повышению влажности и плотности изделий (Денисенко, Замышляева, & Пожар, 2020).

Наиболее рациональной признана рецептура кекса с содержанием сахара 85% от рецептурного значения и добавлением 12% инулина от массы муки на СВ.

Аналогичные исследования других авторов по изучению влияния инулина на качество пряников выявили наилучшие характеристики у образца с дозировкой инулина в количестве 4% к массе муки (Ладнова & Меркулова, 2008).

Калорийность разработанного изделия снизилась на 13,4% и составила 389,5 ккал, по сравнению с 441,6 ккал кекса произведенного по традиционной рецептуре. Содержание пищевых волокон в новом изделии выросло в 3,5 раза по сравнению с контрольным образцом (0,9г) и составило 3,2 г на 100 г продукта.

В результате разработана рецептура кекса, содержащая пребиотические волокна - инулин, с пониженным содержанием сахара.

Таблица 1

Влияние дозировки сахара на физико-химические показатели кексов (инулин внесен в количестве 4% к массе муки на СВ)

Наименование показателя	Содержание сахара,% к его рецептурному значению, № образца				
	контроль	95, №1	90, №2	85, №3	80, №4
Массовая доля влаги,%	18,2	18,7	19,3	19,7	21,1
Щелочность,%	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
Плотность, %	0,43	0,44	0,47	0,52	0,55
Удельный объем, см ³ /г	2,53	2,51	2,46	2,40	2,37

Таблица 2

Влияние дозировки инулина на физико-химические показатели кексов (сахар снижен на 15%)

Наименование показателя	Содержание инулина в рецептуре к массе муки на СВ, %				
	контроль	4, № 5	8, № 6	12, № 7	16, № 8
Массовая доля влаги,%	18,2	19,7	19,3	18,6	18,5
Щелочность,%	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4
Плотность, %	0,43	0,52	0,47	0,42	0,40
Удельный объем, см ³ /г	2,53	2,40	2,45	2,52	2,55

Выводы

В результате проведенных исследований изучена возможность применения инулина как обогащающего ингредиента в производстве мучных кондитерских изделий, а именно кексов.

Исследованы органолептические и физико-химические показатели качества кексов с использованием инулина в различных дозировках при условии снижения доли сахара в рецептуре.

Установлена рациональная дозировка инулина (12%) в рецептуре кекса, позволяющая сохранить высокие потребительские достоинства готовых изделий при сокращении в них доли сахара.

Установлен возможный диапазон содержания сахара в рецептуре при использовании рациональной дозировки инулина (99-85% от рецептурного значения).

Разработана рецептура кекса на основе применения инулина, с повышенным содержанием пищевых волокон, сниженным содержанием сахара и сокращенной калорийностью.

Показано, что инулин может быть использован в качестве обогащающего ингредиента в производстве мучных кондитерских изделий.

Разработанная рецептура может быть рекомендована для здорового питания.

Литература

- Архипов, В. Ю. (2014). Инулин и олигофруктоза: Эффективность в качестве пребиотического волокна для кондитерской промышленности. *Фундаментальные исследования*, 9(6), 1216-1219.
- Бабенко, О. А. (2008). Качество товаров и услуг. *Качество и жизнь*, 12, 14-15.
- Боташева, Х. Ю., Лукина, С. И., & Пономарева, Е. И. (2015). Повышение биотехнологического потенциала мучных кондитерских изделий. *Фундаментальные исследования*, 5(1), 32-36.
- Григорьева, В. Е. (2015). Анализ рынка кондитерских изделий. *Сельскохозяйственные науки*, 33(1), 14-18.
- Денисенко, Т. А., Замышляева, В. В., & Пожар, А. Н. (2020). Разработка технологии обогащенных кексов с использованием растворимых пищевых волокон. *Молодой ученый*, 22, 107-110.
- Иванова, В. Н., Могильный, М. П., & Шленская, Т. В. (2014). Пропаганда принципов здорового питания. *Вопросы питания*, 83(S3), 18.
- Корячкина, С. Я. (2006). Новые виды мучных и кондитерских изделий: Научные основы, технологии, рецептуры (3-е изд.). Орел: Изд-во «Труд».
- Кузнецова, Л. И., & Сурмач, Э. М. (2014). Совершенствование технологии кексов на основе ржаной муки. *Научный журнал НИУ ИТМО. Процессы и аппараты пищевых производств*, 2, 51-55.
- Ладнова, О. Л., & Меркулова, Е. Г. (2008). Применение инулина и стевии при разработке рецептур продуктов нового поколения. *Успехи современного естествознания*, 2, 46-47.
- Лапшина, В. Т., Фонарева, Г. С., & Ахиба, С. Л. (2000). Сборник рецептур на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия (ч. 3). М.: Хлебпродинформ.
- Лобосова, Л. А., Малютин, Т. Н., Магомедов, М. Г., & Барсукова, И. Г. (2013). Функциональные кондитерские изделия с нетрадиционным сырьем. *Современная наука: Актуальные проблемы и пути их решения*, 3, 25-26.
- Магомедов, Г. О., Лобосова, Л. А., Милютин, Т. Н., & Рожков, С. А. (2020). Кексы с полбяной мукой для питания детей младшего школьного возраста. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2, 112-122. <https://doi.org/10.36107/spfr.2020.249>
- Мажулина, И. В., Тертычная, Т. Н., Андрианов, Е. А., & Кривцова, С. Н. (2017). Разработка рецептуры кекса функционального назначения с шиповником и брокколи. *Хлебпродукты*, 6, 40-42.
- Матвеева, Т. В., & Корячкина, С. Я. (2016). Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры. СПб.: ГИОРД.
- Пономарева, Е. И., Алехина, Н. Н., & Бакаева, И. Л. (2016). Новые пищевые продукты: технологии, составы, эффективность. *Вопросы питания*, 2, 116-121.
- Пономарева, Е. И., Лукина, С. И., & Скворцова, О. Б. (2017). Разработка новой рецептуры кексов повышенной пищевой ценности. *Вестник ВГУИТ*, 79(4), 114-119. <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-114-118>
- Поснова, Г. Н., Семенкина, Н. Г., Никитин, И. А., & Труфанова, Ю. Н. (2017). Разработка технологии кекса функциональной направленности на основе продуктов переработки топинамбура. *Вестник ВГУИТ*, 79(1), 152-157. <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-152-157>
- Ревенко, Л. С. (2015). Мировые товарные рынки: Тенденции XXI века. *Вестник Санкт-*

- Петербургского университета. Экономика, 3, 27-45.
- Резниченко, И. В., & Щеглов, М. С. (2020). Сахарозаменители и подсластители в технологии кондитерских изделий. *Техника и технология пищевых производств*, 50(4), 576-587. <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587>
- Рубан, Н. В., Графчикова, А. В., Ботянова, А. В., & Горбова, М. В. (2020). Разработка рецептуры мучного кондитерского изделия с пониженным содержанием жира для здорового питания. *Молодой ученый*, 22, 142.
- Савенкова, Т. В. (2007). Научные принципы создания технологий производства функциональных кондитерских изделий. *Кондитерское производство*, 6, 28.
- Сербаяева, Э. Р., Якунова, А. Б., & Магасумова, Ю. Р. (2020). Инулин: Природные источники, особенности метаболизма в растениях и практическое применение. *Биомика*, 12(1), 57-79. <http://doi.org/10.31301/2221-6197.bmcs.2020-5>
- Тертычная, Т. Н. (2010). Теоретические и практические аспекты использования тритикале в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности [Докторская диссертация, ФГОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. К. Д. Глинки». М., Россия.
- Титова, Л. М., & Алексанян, И. Ю. (2016). Технология инулина: основные тенденции развития отрасли и спорные вопросы. *Пищевая промышленность*, 1, 46-51.
- Труфанова, Ю. Н., & Вострикова, Е. М. (2017). Инулин как сырье для производства мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности. В *Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых «Молодежь и наука: Шаг к успеху»* (т. 2, с. 329-331). Воронеж: ВГУИТ.
- Тутельян, В. А., Разумов, А. Н., Вялков, А. И., Михайлов, В. И., Москаленко, К. А., Одинец, А. Г., Сбежнева, В. Г., & Сергеев, В. Н. (2010). Научные основы здорового питания. М.: Панорама.
- Харченко, В. Ю., & Могильный, М. П. (2021). Стевия в мучных кондитерских изделиях. *Кондитерское и хлебопекарное производство*. URL: <https://www.breadbranch.com/publ/view/285.html> (дата обращения: 12.04.2021).
- Шуმიлова, И. Ш., Анисимова, К. В., & Гаватских, Н. Г. (2018). Изучение влияния добавок гречневой муки на показатели качества кексов. *Хлебопечение России*, 4, 44-47.
- Amorim, C., Cardoso, B. B., Silvério, S. C., Silva, J. C., Alves, J. I., Pereira, M. A., Moreira, R., & Rodrigues, L. R. (2021). Designing a functional rice muffin formulated with prebiotic oligosaccharides and sugar reduction. *Food Science*, 40, 100858. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100858>
- Ansari, F., Pourjafar, H., & Pimentel, T. C. (2021). Effect of Inulin, Polydextrose, or Resistant Starch on the Quality Parameters of Prebiotic Bread. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(6), 14889-14897. <https://doi.org/10.33263/BRIAC116.1488914897>
- Magomedov, G. O., Zhuravlev, A. A., Lobosova, L. A., & Zhurakhova, S. N. (2018). Optimization of prescription composition of jelly masses using the scheffe's simplex plan. *Foods and Raw Materials*, 6(1), 71-78.
- Milner, L., Kerry, J. P., O'Sullivan, M. G., & Gallagher, E. (2019). Physical, textural and sensory characteristics of reduced sucrose cakes, incorporated with clean-label sugar replacing alternative ingredients. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 59, 102235. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102235>
- Ren, Y., Song, K-Y., & Kim, Y. (2020). Physicochemical and retrogradation properties of low-fat muffins with inulin and hydroxypropyl methylcellulose as fat replacers. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10), e14816. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14816>

Cupcakes With Inulin for a Healthy Diet

Natalia V. Ruban

Moscow State University of Food Production
11, Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: rubannv@mgupp.ru

Alla E. Tumanova

Moscow State University of Food Production
11, Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: TumanovaAE@mgupp.ru

Larisa I. Ryseva

Moscow State University of Food Production
11, Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: rysevali@mail.ru

The purpose of the study is to develop a recipe composition of a cake with non-traditional raw materials for a healthy diet. The work was performed at the Moscow State University of Food Production at the Department of Confectionery, Sugar, Subtropical and Food-flavoring Technologies. Promising raw materials for flour confectionery products are dietary fiber, natural substitutes for sucrose, in particular inulin. We determined organoleptically the appearance, taste, color, smell, shape, surface, appearance in the fracture of products, the mass fraction of dry substances (CB) in raw materials, semi-finished products and products by drying at a temperature of 130 °C in a drying cabinet for 40 minutes; alkalinity, density. The reduction of white sugar in the recipe was carried out (by 5, 10, 15% and 20%). Inulin was added in an additional amount of 4, 8, 12 and 16% to the flour mixture. The recipe of a cake with a sugar content of 85% of its initial amount and the addition of 12% inulin from the mass of flour to the dry substance is considered rational. According to organoleptic characteristics, the developed products are distinguished by a more pronounced taste and aroma, a flat surface, with small gaps on the upper crust, a regular shape, a developed uniform porosity and tenderness of the crumb, while increasing the specific volume of the products. The range of flour confectionery products for healthy food has been expanded.

Keywords: flour confectionery, cupcakes, inulin, dietary fiber, healthy food

References

- Arkhipov, V. Yu. (2014). Inulin i oligofruktoza: Effektivnost' v kachestve prebioticheskogo volokna dlya konditerskoi promyshlennosti [Inulin and oligofructose: effectiveness as a prebiotic fiber for the confectionery industry]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 9(6), 1216-1219.
- Babenko, O. A. (2008). Kachestvo tovarov i uslug [Quality of goods and services]. *Kachestvo i zhizn'* [Quality and Life], 12, 14-15.
- Botasheva, Kh. Yu., Lukina, S. I., & Ponomareva, E. I. (2015). Povyshenie biotekhnologicheskogo potentsiala muchnykh konditerskikh izdelii [Increasing thebiotechnological potential of flour confectionery products]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Study], 5(1), 32-36.
- Denisenko, T. A., Zamyshlyaeva, V. V., & Pozhar, A. N. (2020). Razrabotka tekhnologii obogashchennykh keksov s ispol'zovaniem rastvorimyykh pishchevykh volokon [Development of technology for enriched cupcakes using soluble food fibers]. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist], 22, 107-110.
- Grigor'eva, V. E. (2015). Analiz rynka konditerskikh izdelii [Analysis of the confectionery market]. *Sel'skokhozyaistvennye nauki* [Agricultural Sciences], 33(1), 14-18.
- Ivanova, V.N, Mogil'nyi, M. P, & Shlenskaya, T. V. (2014). Propaganda printsipov zdorovogo pitaniya [Promotion of healthy nutrition principles]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 83(S3), 18.
- Kharchenko, V. Yu., & Mogil'nyi, M. P. (2021). Steviya v muchnykh konditerskikh izdeliyakh [Stevia in flour confectionery products]. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionery and Bakery Production]. URL: <https://www.breadbranch.com/publ/view/285.html> (accessed: 12.04.2021).

- Koryachkina, S. Ya. (2006). *Novye vidy muchnykh i konditerskikh izdelii: Nauchnye osnovy, tekhnologii, retseptury* [New types of flour and confectionery products: Scientific bases, technologies, recipes] (3rd ed.). Orel: Trud.
- Kuznetsova, L. I., & Surmach, E. M. (2014). Sovershenstvovanie tekhnologii keksov na osnove rzhanoi muki [Improving the technology of cakes based on rye flour]. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv* [Scientific Journal of the National Research University ITMO. Processes and Devices of Food Production], 2, 51-55.
- Ladnova, O. L., & Merkulova, E. G. (2008). Primenenie inulina i stevii pri razrabotke retseptur produktov novogo pokoleniya [The use of inulin and stevia in the development of recipes for new generation products]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of Modern Natural Science], 2, 46-47.
- Lapshina, V. T., Fonareva, G. S., & Akhiba, S. L. (2000). *Sbornik retseptur na torty, pirozhnye, keksy, rulety, pechen'ya, pryaniki, kovrizhki i sdobnye bulohnye izdeliya* [Collection of recipes for cakes, pastries, cupcakes, rolls, cookies, gingerbread, gingerbread and pastry products] (vol. 3). Moscow: Khlebprouinform.
- Lobosova, L. A., Malyutina, T. N., Magomedov, M. G., & Barsukova, I. G. (2013). Funktsional'nye konditerskie izdeliya s netraditsionnym syr'em [Functional confectionery products with non-traditional raw materials]. *Sovremennaya nauka: Aktual'nye problemy i puti ikh resheniya* [Modern Science: Current Problems and ways to Solve them], 3, 25-26.
- Magomedov, G. O., Lobosova, L. A., Milyutina, T. N., & Rozhkov, S. A. (2020). Keksy s polbyanoi mukoi dlya pitaniya detei mladshego shkol'nogo vozrasta [Cupcakes with spelt flour for feeding children of primary school age]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of Farm Products], 2, 112-122. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.249>
- Matveeva, T. V., & Koryachkina, S. Ya. (2016). *Muchnye konditerskie izdeliya funktsional'nogo naznacheniya. Nauchnye osnovy, tekhnologii, retseptury* [Flour confectionery products of functional purpose. Scientific bases, technologies, recipes]. S-Petersburg: GIOR.
- Mazhulina, I. V., Tertychnaya, T. N., Andrianov, E. A., & Krivtsova, S. N. (2017). Razrabotka retseptury kekso funktsional'nogo naznacheniya s shipovnikom i brokkoli [Development of a recipe for a functional purpose cupcake with rosehip and broccoli]. *Khlebobrodukty* [Bread Products], 6, 40-42.
- Ponomareva, E. I., Alekhina, N. N., & Bakaeva, I. L. (2016). Novye pishchevye produkty: tekhnologii, sostavy, effektivnost' [Development of a new recipe for cupcakes of increased nutritional value]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 2, 116-121.
- Ponomareva, E. I., Lukina, S. I., & Skvortsova, O. B. (2017). Razrabotka novoi retseptury keksov povyshennoi pishchevoi tsennosti [New food products: technologies, compositions, efficiency]. *Vestnik VGUIT* [Voronezh State University of Engineering Technologies Bulletin], 79(4), 114-119. <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-114-118>
- Posnova, G. N., Semenkina, N. G., Nikitin, I. A., & Trufanova, Yu. N. (2017). Razrabotka tekhnologii kekso funktsional'noi napravlenosti na osnove produktov pererabotki topinambura [Development of technology for functional cupcake based on Jerusalem artichoke processing products]. *Vestnik VGUIT* [Voronezh State University of Engineering Technologies Bulletin], 79(1), 152-157. <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-152-157>
- Revenko, L. S. (2015). Mirovye tovarnye rynki: Tendentsii KhKhI veka [World commodity markets: trends of the XXI century]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika* [Bulletin of the Saint Petersburg University], 3, 27-45.
- Reznichenko, I. V., & Shcheglov, M. S. (2020). Sakharozameniteli i podslastiteli v tekhnologii konditerskikh izdelii [Sugar substitutes and sweeteners in the technology of confectionery products]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production], 50(4), 576-587. <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587>
- Ruban, N. V., Grafchikova, A. V., Botyanova, A. V., & Gorbova, M. V. (2020). Razrabotka retseptury muchnogo konditerskogo izdeliya s ponizhennym soderzhanie zhira dlya zdorovogo pitaniya [Development of a recipe for flour confectionery with a reduced fat content for a healthy diet]. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist], 22, 142.
- Savenkova, T. V. (2007). Nauchnye printsipy sozdaniya tekhnologii proizvodstva funktsional'nykh konditerskikh izdelii [Scientific principles of the technology for the production of functional confectionery]. *Konditerskoe proizvodstvo* [Pastry production], 6, 28.
- Serbaeva, E. R., Yakunova, A. B., & Magasumova, Yu. R. (2020). Inulin: Prirodnye istochniki, osobennosti metabolizma v rasteniyakh i prakticheskoe primeneniye [Inulin: natural sources, especially metabolism in plants and the practical application]. *Biomika* [Biomeka], 12(1), 57-79. <http://doi.org/10.31301/2221-6197.bmcs.2020-5>
- Shumilova, I. Sh., Anisimova, K. V., & Gavatskikh, N. G. (2018). Izuchenie vliyaniya dobavok grechnevoi muki na pokazateli kachestva keksov [Study of the effect of buckwheat flour additives on the

- quality indicators of cupcakes]. *Khlebopechenie Rossii* [Bread Making in Russia], 4, 44-47.
- Tertychnaya, T. N. (2010). *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty ispol'zovaniya tritikale v proizvodstve khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdelii povyshennoi pishchevoi tsennosti* [Theoretical and practical aspects of the use of triticale in the production of bakery and flour confectionery products of increased nutritional value] [Doctoral Dissertation, FGOU VPO "Voronezhskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet im. K. D. Glinki"]. Moscow, Russia.
- Titova, L. M., & Aleksanyan, I. Yu. (2016). Tekhnologiya inulina: osnovnye tendentsii razvitiya otrasli i spornye voprosy [Inulin technology: the main trends in the development of the industry and controversial issues]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 1, 46-51.
- Trufanova, Yu. N., & Vostrikova, E. M. (2017). Inulin kak syr'e dlya proizvodstva muchnykh konditerskikh izdelii povyshennoi pishchevoi tsennosti [Inulin as a raw material for the production of flour confectionery products of increased food value]. In *Sbornik nauchnykh statei Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii perspektivnykh razrabotok molodykh uchenykh "Molodezh' i nauka: Shag k uspekh"* [Collection of scientific articles of the All-Russian scientific conference of promising developments of young scientists "Youth and Science: Step to Success"] (vol. 2, pp. 329-331). Voronezh: VGUIT.
- Tutel'yan, V. A., Razumov, A. N., Vyalkov, A. I., Mikhailov, V. I., Moskalenko, K. A., Odinets, A. G., Sbezheva, V. G., & Sergeev, V. N. (2010). *Nauchnye osnovy zdorovogo pitaniya* [Scientific bases of healthy nutrition]. Moscow: Panorama.
- Amorim, C., Cardoso, B. B., Silvério, S. C., Silva, J. C., Alves, J. I., Pereira, M. A., Moreira, R., & Rodrigues, L. R. (2021). Designing a functional rice muffin formulated with prebiotic oligosaccharides and sugar reduction. *Food Science*, 40, 100858. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100858>
- Ansari, F., Pourjafar, H., & Pimentel, T. C. (2021). Effect of Inulin, Polydextrose, or Resistant Starch on the Quality Parameters of Prebiotic Bread. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(6), 14889-14897. <https://doi.org/10.33263/BRIAC116.1488914897>
- Magomedov, G. O., Zhuravlev, A. A., Lobosova, L. A., & Zhurakhova, S. N. (2018). Optimization of prescription composition of jelly masses using the scheffe's simplex plan. *Foods and Raw Materials*, 6(1), 71-78.
- Milner, L., Kerry, J. P., O'Sullivan, M. G., & Gallagher, E. (2019). Physical, textural and sensory characteristics of reduced sucrose cakes, incorporated with clean-label sugar replacing alternative ingredients. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 59, 102235. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102235>
- Ren, Y., Song, K-Y., & Kim, Y. (2020). Physicochemical and retrogradation properties of low-fat muffins with inulin and hydroxypropyl methylcellulose as fat replacers. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10), e14816. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14816>