

Константин Алексеевич Фадеев^{1✉}, Лариса Георгиевна Ермош²

^{1,2}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹Konstantin.fadeev97@mail.ru

²2921220@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯГОДНО-ОВОЩНЫХ ВЫЖИМОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ В СВЧ-АППАРАТЕ

Цель исследования – изучить влияние ягодно-овощных выжимок как влагоудерживающих наполнителей на качество кексов СВЧ-выпечки. Объекты исследования – разработанные рецептуры безглютеновых кексов на основе кукурузной муки. В отдельные образцы вводили композиции выжимок «Рябина-Топинамбур» в соотношении 60 : 40 %. Данная композиция содержит максимально высокое количество пищевых волокон. Подготовленное тесто для кексов раскладывали по формам и выпекали в СВЧ-печи при максимальной мощности 600 Вт. Готовность кексов определяли экспериментально – по достижению температуры в мякише 60–65 °С. Введение в состав кексового теста композиции выжимок «Рябина-топинамбур» приводит к повышению пластической деформации готовых изделий на 27,2 %, упругой деформации – на 39,8 % по сравнению с контрольным образцом (кексами без выжимок), что свидетельствует о более качественной текстуре. По мере хранения кексов плотность повышается, значения всех видов деформаций снижаются, однако после 24 ч хранения значение пластической деформации кексов с выжимками было выше на 20,7 %, упругой деформации – на 34,7 % по сравнению с контролем. А снижение массовой доли влаги после 24 ч хранения составило у исследуемых изделий 1,2 %, у контрольного образца – на 5,5 %, что подтверждает их менее активное черствение. Помимо положительного влияния на реологические параметры готового продукта, эти продукты также содержат функциональные ингредиенты, такие как пищевые волокна, инулин, каротиноиды и железо, которые повышают питательную ценность кекса.

Ключевые слова: безглютеновые кексы, ягодно-овощные выжимки, влагоудерживающие компоненты, СВЧ-выпечка, реологические показатели

Для цитирования: Фадеев К.А., Ермош Л.Г. Использование ягодно-овощных выжимок при производстве мучных кондитерских изделий в СВЧ-аппарате // Вестник КрасГАУ. 2025. № 2. С. 181–193. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-2-181-193.

Konstantin Alekseevich Fadeev^{1✉}, Larisa Georgievna Ermosh²

^{1,2}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹Konstantin.fadeev97@mail.ru

²2921220@mail.ru

USING BERRY AND VEGETABLE POMACE IN THE MEALY CONFECTIONERY PRODUCTS IN A MICROWAVE DEVICE

The aim of the study is to investigate the effect of berry and vegetable pomace as moisture-retaining fillers on the quality of microwave-baked muffins. The objects of the study were the developed recipes for gluten-free muffins based on corn flour. In some samples, the compositions of the pomace Rowan-Jerusalem artichoke were introduced in a ratio of 6 : 40 %. This composition contains the highest possible

amount of dietary fiber. The prepared muffin dough was laid out in molds and baked in a microwave oven at a maximum power of 600 W. The readiness of the muffins was determined experimentally – by reaching a crumb temperature of 60–65 °C. The introduction of the Rowan-Jerusalem artichoke pomace composition into the muffin dough results in an increase in the plastic deformation of finished products by 27.2 %, elastic deformation by 39.8 % compared to the control sample (muffins without pomace), which indicates a higher-quality texture. As the muffins are stored, the density increases, the values of all types of deformation decrease, but after 24 hours of storage, the plastic deformation value of the muffins with pomace was 20.7 % higher, elastic deformation by 34.7 % compared to the control. And the decrease in the mass fraction of moisture after 24 hours of storage was 1.2 % for the studied products, and 5.5 % for the control sample, which confirms their less active staling. In addition to the positive effect on the rheological parameters of the finished product, these products also contain functional ingredients such as dietary fiber, inulin, carotenoids and iron, which increase the nutritional value of the muffin.

Keywords: *gluten-free muffins, berry and vegetable pomace, moisture-retaining components, microwave baking, rheological properties*

For citation: Fadeev KA, Ermosh LG. Using berry and vegetable pomace in the mealy confectionery products in a microwave device. *Bulliten of KSAU. 2025;(2):181-193. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-2-181-193.*

Введение. Первостепенной, и безусловно, важнейшей характеристикой, определяющей здоровье и общее самочувствие человека, является питание, что подробно отражено в основах государственной политики, касающейся области питания на территории Российской Федерации. Основной целью, которую ставит перед собой данная политика, является улучшение рациона питания населения, что осуществляется за счет увеличения доли производства разнообразных продуктов массового потребления, обладающих функциональными свойствами и полезными преимуществами. Одним из ключевых направлений развития пищевой промышленности является разработка новых видов продуктов питания, которые будут основаны на природных источниках, в частности местных сырьевых ресурсах края и продуктах их переработки, что позволит значительно расширить ассортимент и повысить качество предлагаемой продукции [1].

Такие подходы отражают стремление отрасли к инновациям и повышению качества продукции, а также позволяют экономить на основном сырье, тем самым повышая экономическую эффективность и конкурентоспособность выпускаемой продукции.

В настоящее время, в условиях стремительного и ускоренного темпа жизни, у людей не остается времени на полноценное и качественное питание. Это подталкивает их к покупке различных продуктов для быстрого перекуса, что позволяет им сэкономить время. К таким популярным и широкодоступным продуктам относится разнообразная снековая продукция, включаю-

щая в себя чипсы, крекеры, галеты, а также мучные изделия (пирожки, булочки) и мучные кондитерские изделия (закусочные кексы, бисквиты). Однако важная проблема заключается в том, что такие продукты, несмотря на их удобство и привлекательность, не имеют полноценного состава пищевых ингредиентов, а частое и неумеренное их потребление может отрицательно сказываться на здоровье человека, что вызывает серьезные опасения среди специалистов в области питания и медицины.

Из проведенных ранее собственных многоплановых и всесторонних исследований было выявлено, что выжимки овощей, плодов и ягод в достаточно большом и существенном количестве образуются в процессе сокового производства. За счет высокого остаточного химического состава они являются дополнительным источником биологически активных веществ и могут быть активно использованы для создания новых и разнообразных видов обогащенных пищевых продуктов [2–4], что подтверждается научными исследованиями различных специалистов из разных стран.

В Красноярском крае активно развивается сельское хозяйство, что позволяет выращивать собственное высококачественное растительное сырье для плодоовощной перерабатывающей отрасли и не зависеть от импорта. Для переработки в основном используется местное плодово-ягодное и овощное сырье. Так, для производства соков самыми популярными и востребованными являются тыква и морковь, в т. ч. в различных композициях с ягодными компонентами. Интерес в данном случае представляют

ягоды аронии (черноплодной рябины) и красной рябины, которые привлекают внимание своим выраженным вкусом и питательной ценностью. Собственные исследования химического состава выжимок данных видов сырья показали их высокий биологически-активный потенциал.

В 100 г ягодных выжимок красной и черноплодной рябины первичного отжима содержатся необходимые человеку пищевые волокна, такие как пектиновые вещества, которые занимают лидирующее место среди полисахаридов со значением 5,07–5,81 % от массовой доли сухого вещества и клетчатка – 4,22 и 3,45 % соответственно. Массовая доля усвояемых углеводов составляет 13,64 и 17,33 % соответственно, в числе которых сахароза (11,93 и 4,99 % соответственно). Установлено, что основной группой витаминов являются витамины группы В, также присутствует витамин С, а в выжимках красной рябины – фолиевая кислота и каротин [2].

Овощные выжимки так же, как и ягодные, в достаточном количестве содержат пищевые волокна. В 100 г выжимок моркови содержится: 0,85 % белка, 0,13 % жира, 7,32 % усвояемых углеводов и 5,69 % пищевых волокон от массовой доли сухого вещества, в то время как выжимки тыквы содержат в себе 1,7 % белка, 0,15 % жира, 10,1 % усвояемых углеводов и 5,71 % пищевых волокон. Также в 100 г выжимок моркови и тыквы содержится калий (314,4 и 98,4 мг), фосфор (50,0 и 27,6 мг), витамины группы В и С (0,63 и 0,92 мг) и каротин (8,14 и 6,82 мг) [3].

Традиционно повышенный интерес в пищевой промышленности проявляется к такому ценному сырью, как топинамбур. В промышленных масштабах, как это наблюдается в европейской части Российской Федерации, в Красноярском крае топинамбур не выращивается. Однако эта культура пользуется все большим спросом у малых перерабатывающих предприятий, что говорит о ее ценности. Клубни топинамбура используются для производства глюкозно-фруктозного сиропа, в результате чего получается достаточно большое количество выжимок, содержащих полезные вещества. В то же время продукты его переработки широко используются для обогащения различных видов продуктов питания, что делает их важным компонентом в производственном процессе [4].

Определение химического состава выжимок топинамбура подтверждает их значимость как функциональных компонентов.

Собственные исследования показали, что выжимки топинамбура являются ценным сырьем для пищевой промышленности за счет богатого элементного состава: 21,2 г общих углеводов, из которых 17,5 г выпадает на долю полисахарида инулина и 2,06 г – на долю растворимых и нерастворимых пищевых волокон, 2,65 г белка и большое количество других ценных биологически активных веществ.

Мучные кондитерские изделия, такие как кексы, пользуются большим спросом, в т. ч. и как продукт перекуса, поскольку обладают приятным вкусовым оформлением и замечательным ароматом, который привлекает людей. Однако их главным и явным недостатком является избыток легкоусвояемых углеводов и жиров, а также содержание в них небольшого количества микро- и макроэлементов, что делает их менее полезными для полноценного рациона [5].

Качество кексов тесно связано с выбором подходящего и качественного сырья. Одним из ключевых факторов, влияющих на конечный продукт, является тип используемой муки. В настоящий момент, в условиях современной жизни, из-за различных видов и форм пищевой непереносимости на продукты-аллергены безглютеновые кексы пользуются большой и востребованной популярностью, что стало ключевым моментом при выборе муки.

Работы таких ученых, как Т.Н. Малютина, Э.М. Сурмач, А.Ю. Туркова, Т.В. Пилипенко, М.М. Canwell и др., посвящены разработке кондитерских мучных изделий с повышенной пищевой ценностью, совершенствованию многогранных рецептур и расширению их ассортимента, что отражает современные тенденции в гастрономии и удовлетворяет потребности широкой аудитории.

В современных исследованиях кулинарной науки наблюдается заметный тренд на улучшение питательных свойств выпечки путем введения альтернативных вариантов муки и функциональных ингредиентов. Ученые из различных университетов России продемонстрировали, что замена пшеничной муки на более богатые по своему составу варианты, такие как гречневая, миндальная или мука из гранатовых и абрикосовых косточек, существенно повышает пищевую ценность кексов и других мучных кондитерских изделий [6].

В исследованиях, проведенных в ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс» и ФГБОУ

ВО «Юго-Западный государственный университет», акцентируется внимание на разработке новых рецептур мучных кондитерских изделий с использованием натуральных компонентов. В первом случае применение порошка из выжимок тыквы и мандарина позволяет улучшить пищевую ценность кексов и исключить вредные трансизомеры жирных кислот. Во втором случае использование муки из свекловичного жома способствует обогащению мучных изделий, повышая их питательную ценность и снижая калорийность [7, 8]. Эти исследования подчеркивают важность инновационных подходов в производстве кондитерских изделий для улучшения их качества и здоровья потребителей.

Одним из ключевых аспектов таких экспериментов является изучение воздействия новых ингредиентов на эффективность процессов замеса и выпечки. Ученые исследуют оптимальные соотношения альтернативной муки и традиционных компонентов, чтобы достичь максимально качественного результата.

Эти инновационные рецепты не только способствуют улучшению органолептических показателей, но и отвечают потребностям современных потребителей, стремящихся к более здоровому питанию. Внедрение таких компонентов, как клетчатка, обогащающие порошки и натуральные масла, подтверждает движение в производстве продуктов с учетом здоровья и качества.

Таким образом, продолжающиеся исследования в области пищевых технологий открывают новые горизонты для создания вкусных и полезных продуктов, способствуя планомерному совершенствованию традиционных рецептур с учетом современных требований к рациону, что подтверждает актуальность проведения данных исследований.

Кукурузная мука не содержит глютена, что приводит к значительным изменениям в текстуре выпеченных изделий и позволяет формировать новые вкусовые показатели кексов, придавая им уникальную легкость и воздушность, а также влияя на их пищевую ценность, делая их более подходящими для людей с глютеновой непереносимостью [9].

В настоящее время СВЧ-выпечка, являющаяся крайне энергоэффективным методом нагрева, широко используется в пищевой промышленности. Этот метод не только сокращает время приготовления, но и позволяет сохранить

больше питательных веществ в продуктах, что подчеркивает современные тенденции в приготовлении пищи и делает ее особенно привлекательной для современных потребителей, стремящихся к здоровому образу жизни.

Учеными из Удмуртского государственного университета и Южно-Уральского государственного университета был проанализирован накопленный годами опыт использования микроволнового излучения в пищевой промышленности, а также его влияние на качество и свойства пищевой продукции [10].

В итоге проведенных учеными исследований были выявлены явные преимущества микроволнового излучения перед традиционными методами нагрева. В частности использование СВЧ-энергии положительно влияет на качество и физико-химические свойства растительного сырья, что открывает новые возможности в применении нетрадиционных ингредиентов в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий.

В результате проведения собственных экспериментальных исследований было показано, что кексы возможно выпекать в СВЧ-аппарате. При этом наблюдается значительное сокращение продолжительности тепловой обработки – в 4 раза, что способствует максимальной сохранности исходного рецептурного состава и пищевой ценности изделий. Данный факт является положительным показателем эффективности СВЧ-выпечки, открывающим новые горизонты в области кулинарии и производственных технологий [11].

Выпеченные в пекарном шкафу кексы демонстрировали высокие органолептические показатели: они имели привлекательную золотистую корочку, желтый, нежный и рассыпчатый мякиш, сладкий вкус и хороший подъем. Не менее положительными оказались и кексы, выпеченные в СВЧ-аппарате, которые также отмечались высокими органолептическими характеристиками – они сохраняли яркий желтый цвет, пористую текстуру, насыщенный сладкий вкус и достойный подъем. Тем не менее нужно отметить, что кексы, приготовленные с использованием микроволнового излучения, отличались от кексов, приготовленных традиционным способом, отсутствием колера на поверхности. Однако данная проблема может быть решена путем внесения в рецептурный состав таких ингредиентов, как какао, или других натуральных кра-

сителей, что откроет дополнительные возможности для улучшения визуальных и вкусовых качеств изделий [11].

У выпеченных в СВЧ-аппарате кексов имеется существенный недостаток – интенсивное черствение, проявляющееся через 60–120 мин, что за счет текстуры и свежести кексов является важным аспектом в их потребительских свойствах. Одной из причин такого быстрого «черствения» кексов можно назвать изменение массовой доли влаги в процессе выпечки. В СВЧ-аппарате испарение свободной влаги происходит гораздо интенсивнее, чем при традиционной выпечке, что связано с характером воздействия лучей сверхвысокой частоты на продукт. Нами установлено, что влажность полученных традиционных кексов варьируется от 12,0 до 14,0 %, а у кексов, выпеченных в СВЧ-аппарате, ее значение ниже в 2–2,5 раза, что влияет на показатели деформационных характеристик [11].

В ходе проведения исследований предположили, что внесение в тесто каких-либо влагоудерживающих ингредиентов поможет решить данную проблему и повысить качество готового продукта. Таким ингредиентом может быть растительная добавка с наличием пищевых волокон, способных удерживать влагу и способствовать сохранению свежести кексов на более длительный срок. В качестве наполнителей были выбраны ягодные и овощные выжимки, которые не только обогатят вкус, но и повысят питательную ценность готовых изделий.

Научная новизна – в исследовании влияния ягодно-овощных выжимок на структурно-механические, органолептические, физико-химические показатели кексов при использовании СВЧ-выпечки.

Цель исследования – изучить влияние ягодно-овощных выжимок как влагоудерживающих наполнителей на качество кексов СВЧ-выпечки.

Задачи: исследовать и провести сравнительный анализ влияния СВЧ-выпечки на органолептические и реологические показатели безглютеновых кексов и безглютеновых кексов с добавлением ягодно-овощных выжимок; провести сравнительный анализ пищевой ценности безглютеновых кексов и безглютеновых кексов с добавлением ягодно-овощных выжимок.

Объекты и методы. Объектами исследования служили разработанные рецептуры безглютеновых кексов на основе кукурузной муки. В отдельные образцы вводили композиции выжимок «Рябина-Топинамбур» в соотношении 40 : 60 %, так как данная композиция содержит максимально высокое количество пищевых волокон.

Экспериментальным путем был определен рецептурный состав безглютеновых кексов с выжимками «Рябина-Топинамбур».

В таблице 1 представлен рецептурный состав кексов.

Таблица 1

Рецептурный состав безглютеновых кексов
The recipe of gluten-free cupcakes

Компонент, %	Кекс безглютеновый (контрольный образец)	Кекс безглютеновый с выжимками
Мука кукурузная	46,4	31,4
Выжимки «Рябина-Топинамбур»	–	15,0
Сахар-песок	23,1	23,1
Меланж	23,1	23,1
Масло растительное	6,2	6,2
Соль	0,3	0,3
Разрыхлитель	0,3	0,3
Ванилин	0,3	0,3
Корица	0,3	0,3

В качестве СВЧ-аппарата использовалась профессиональная микроволновая печь для общепита – печь СВЧ MenuMaster RFS518TS.

Подготовленное тесто для кексов раскладывали по формам и выпекали в СВЧ-печи при мощности 600 Вт. Готовность кексов определяли экспериментально – по достижению температуры в мякише 60–65 °С.

Определение органолептических показателей готовых кексов проводили согласно ГОСТ 5897-90. Для определения основных показателей качества кексов использовали стандартные методы в соответствии с требованиями ГОСТ для данных видов исследований: ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ», ГОСТ 5903-89 «Изделия кондитерские. Методы определения сахара», ГОСТ 31902-2012 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира», ГОСТ 5898-2022 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности».

Реологические (деформационные) характеристики, формирующие текстуру изделий, определяли на приборе анализатор текстуры «Структурометр СТ-2»: общая деформация ($H_{общ}$), пластическая деформация ($H_{пл}$), упругая деформация ($H_{упр}$) (по методике «Определение деформационных характеристик мякиша»). Ис-

следования реологических показателей проводили через 60 мин (после полного остывания), далее через 90; 120 мин, а также через 24 ч после выпечки.

Пищевую ценность определяли расчетным путем, степень удовлетворения потребности человека определяли на основе методических рекомендаций МР 2.3.1.0253-21. Математическую обработку проводили с помощью пакетов программ MS Excel и Statistica. Разницу при сравнении средних значений считали достоверной при 95 % уровне значимости ($p < 0,05$).

Результаты и их обсуждение. В ранее проведенных исследованиях нами было установлено, что исследуемые ягодные и овощные выжимки относятся к нетрадиционному сырью и имеют богатый химический состав, интерес к которому проявляется в первую очередь из-за наличия растительных волокон, дефицит которых в настоящий момент наблюдается почти у каждого потребителя [2–4].

С целью повышения количественного состава пищевых волокон были предложены различные композиции ягодных и овощных выжимок, представленных в таблице 2. Исследования проводились на примере композиции «Рябина-Топинамбур».

Таблица 2

**Композиции различных видов выжимок
Compositions of various types of pomace**

Образец	Ягодные выжимки, %	Овощные выжимки, %
№ 1	70	30
№ 2	60	40
№ 3	50	50
№ 4	40	60
№ 5	30	70

Массовая доля влаги у каждого из исследуемых образцов варьируется от 67 до 72 %. В таблице 3 представлены данные по содержанию наиболее значимых биологически активных веществ в исследуемых образцах.

За основные показатели качества композиции были приняты органолептические показатели и биологически активные компоненты, опре-

деляющие их пищевую ценность, полученные экспериментальным способом. Для оценки потребительских свойств композиции органолептические показатели являлись определяющими. Общая органолептическая оценка качества, проведенная экспертами по 5-балльной системе, представлена на рисунке 1.

Содержание биологически активных веществ в композиции «Рябина-Топинамбур»
The content of biologically active substances in the composition "Rowan-Jerusalem Artichoke"

Образец	Соотношение ягода : овощ	ПВ, г	Инулин, г	Витамин С, мг	Каротин, мг	Калий, мг	Магний, мг
№ 1	70 : 30	8,20	5,24	0,97	5,2	418,5	13,22
№ 2	60 : 40	9,82	6,99	0,99	4,53	436,3	13,24
№ 3	50 : 50	11,44	8,74	1,0	3,86	454,2	13,27
№ 4	40 : 60	13,06	10,48	1,01	3,19	472,0	13,29
№ 5	30 : 70	14,68	12,23	1,03	2,52	489,8	13,31

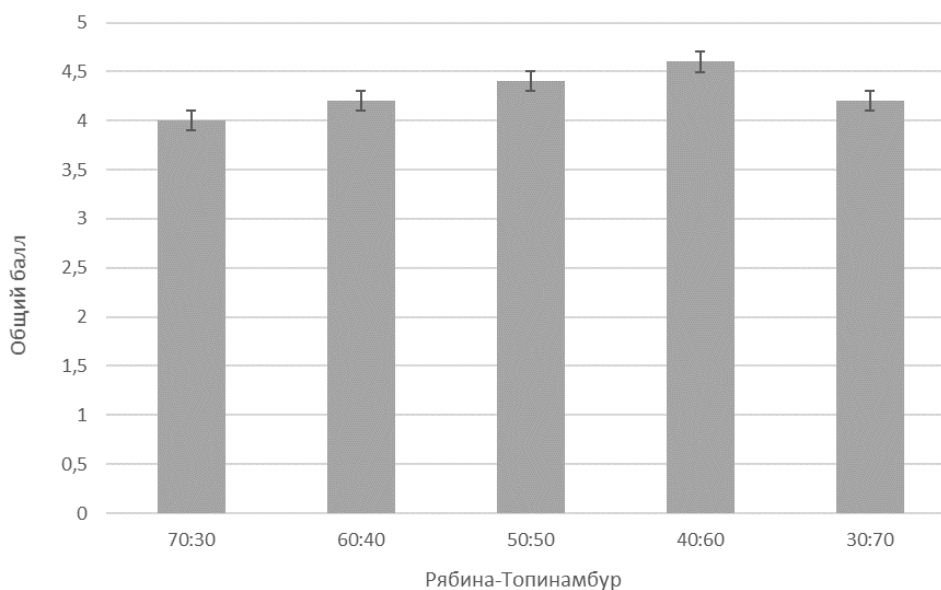


Рис. 1. Общий балл композиции «Рябина-Топинамбур»

The total score of the composition "Rowan-Jerusalem Artichoke"

Из данного графика видно, что максимально высокую органолептическую оценку – 4,4 и 4,6 баллов получили образцы № 3 (50 : 50) и № 4 (40 : 60) соответственно. Остальные образцы,

получившие оценку ниже 4,4, были исключены. Органолептические показатели композиций представлены в таблице 4.

Таблица 4

Органолептические показатели композиций
Organoleptic characteristics of the compositions

Ягодные выжимки, %	Овощные выжимки, %	Органолептические показатели
50	50	Неоднородная масса с небольшим содержанием семян рябины, оранжевый цвет, сладко-кислый вкус с горьковатым послевкусием, приятный аромат рябины
40	60	Неоднородная масса светло-оранжевого цвета, сладковатый вкус с небольшой кислинкой и горьковатым послевкусием, приятный аромат топинамбура

Из представленных выше данных (табл. 3), видно, что образец № 5 (30 : 70) по содержанию пищевых волокон, на которые делается акцент в данной работе, превосходит остальные, но согласно органолептической оценке (рис. 1) он был исключен за отсутствием нужного количества баллов. Поэтому для дальнейших исследований по выпечке кондитерских изделий была использована композиция «Рябина-Топинамбур» в соотношении 40 : 60 с массовым содержанием влаги 70 %.

Далее проводилась работа по выпечке безглютеновых кексов с использованием СВЧ-аппарата. Подготовленное тесто для кексов раскладывали по формам и выпекали в СВЧ-аппарате при максимальной мощности 600 Вт. Готовность кексов определяли экспериментально – по достижению температуры в мякише 65 °С. Экспериментально установлено, что продолжительность выпечки опытной партии (10 шт.) составила 5 мин.

По итогам дегустации контрольный образец имел в меру сладкий вкус с приятным сдобным

привкусом. Образец с выжимками также обладал приятным, в меру сладким вкусом со слабой горчинкой и выраженным ароматом ягоды рябины красной.

Цвет контрольного образца – бледно-желтый. Поверхность корочки – коричневая. Образец с выжимками имел более насыщенный, приятный оранжевый цвет.

Оба вида образцов обладали правильной формой с выраженными гранями боковых поверхностей, без наличия пустот, разрывов и подгорелостей. Поверхность кексов – средне-выпуклая, без трещин.

Контрольный образец имел мягкую, хорошо разрыхленную и равномерно пористую текстуру, без пустот с небольшим уплотнением в центре мякиша, в то время как у образца с выжимками данное уплотнение отсутствовало.

На рисунке 2 представлены профилограммы дегустационной оценки готовых кексов через два часа после выпечки (окончательного остывания).

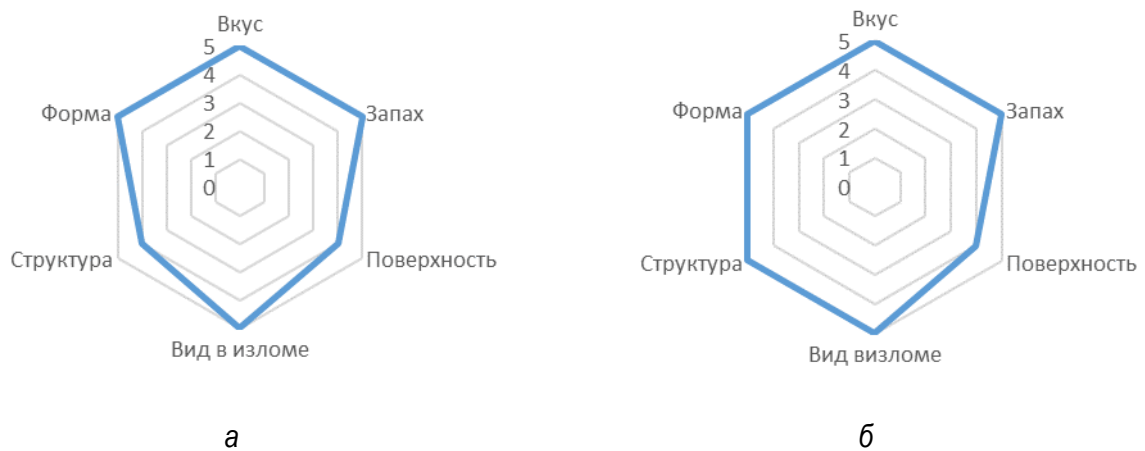


Рис. 2. Органолептические показатели качества выпеченных кексов: а – кексы безглютеновые (контроль); б – кексы безглютеновые с выжимками

Organoleptic quality indicators of baked cupcakes: a – gluten-free cupcakes (control); b – gluten-free cupcakes with pomace

Как видно из представленных выше профилограмм, контрольный образец уступает образцу с выжимками по такому параметру, как структура.

Контроль качества кексов проводится по физико-химическим показателям, таким как массо-

вая доля влаги, сахара, жира, щелочность. Данные экспериментальных исследований физико-химических показателей кексов представлены в таблице 2.

Физико-химические показатели разработанных видов кексов
Physico-chemical parameters of the developed types of cupcakes

Вид кексов	Массовая доля, %			Щелочность, град.
	влаги	сахара	жира	
Кекс безглютеновый (контроль)	6,8	23,1	9,5	1,95
Кекс безглютеновый с выжимками	15,3	23,1	9,3	1,48

Анализ данных показал: такие показатели контрольного образца (кекса безглютенового), как массовая доля сахара, жира, щелочности, соответствовали требованиям нормативно-технической документации, однако значение массовой доли влаги было значительно ниже нормируемой и составило 6,8 %, при норме 12–24 %, что указывает на интенсивное испарение влаги. Такое активное испарение влаги связано с СВЧ-способом выпечки и последующим остыванием. Исследования показали, что содержание массовой доли влаги у кекса безглютенового с выжимками намного выше, чем контрольного (15,3 %) и соответствует требованиям НТД.

С целью обоснования сроков хранения кексов проводили анализ процесса черствения, для чего определяли реологические показатели готовых изделий через 60 мин (после полного остывания), далее через 90, 120 мин, а также через 24 ч после выпечки: общую деформацию ($H_{общ}$), пластическую деформацию ($H_{пл}$) и упругую деформацию ($H_{упр}$).

На рисунках 2–4 приведены результаты определения деформационных характеристик образцов кексов.

Из представленных данных следует вывод: кексы с выжимками имеют более высокие показатели деформационных характеристик по сравнению с контрольным образцом. После остывания значение пластической деформации у них выше на 27,2 %, упругой деформации – на 39,8 %.

По мере хранения кексов значения всех видов деформаций снижаются, что свидетельствует о повышении плотности, однако даже после 24 ч хранения значение пластической деформации кексов с выжимками остается выше на 20,7 %, упругой деформации – на 34,7 % по сравнению с контрольным образцом.

Снижение массовой доли влаги после 24 ч хранения у контрольного образца (кекса безглютенового) произошло на 5,5 %, у кексов с выжимками – всего на 1,2 %, что также подтверждает менее активное их черствение.

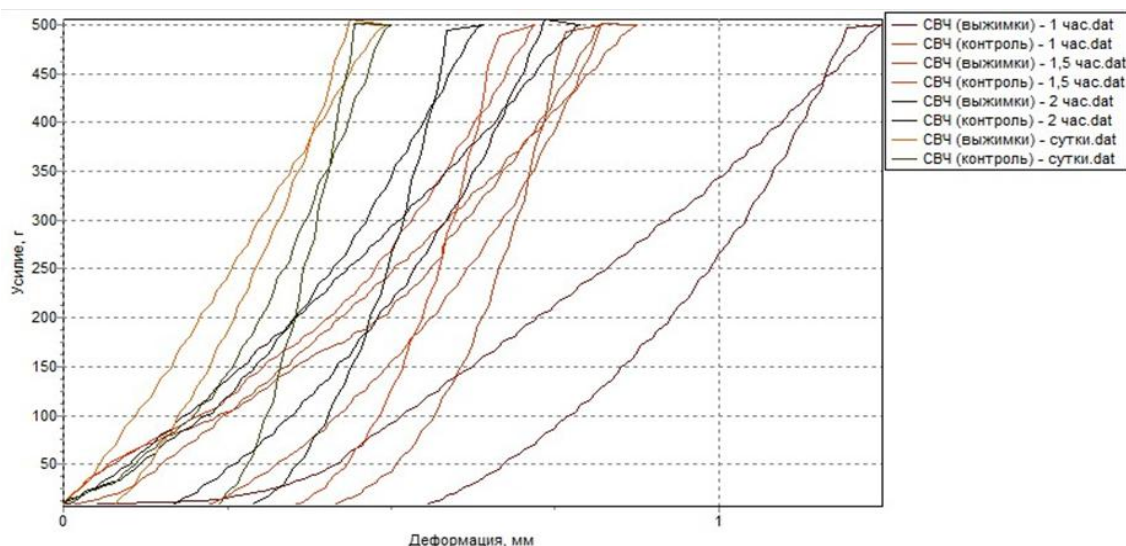


Рис. 2. Реологические показатели выпеченных кексов

Rheological parameters of baked cupcakes

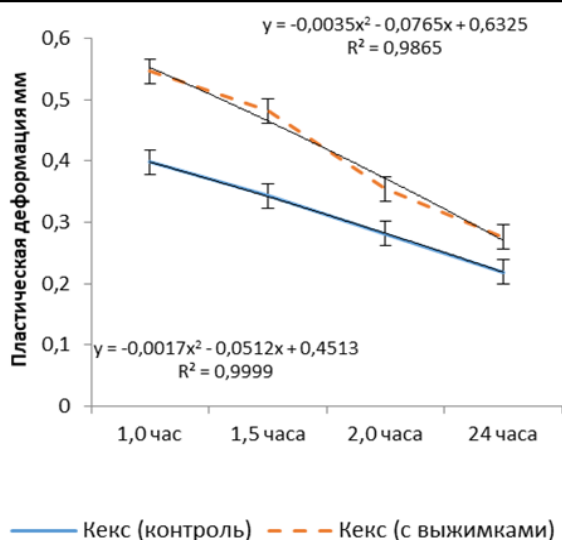


Рис. 3. Изменение пластической деформации выпеченных кексов

Changing the plastic deformation of baked cupcakes

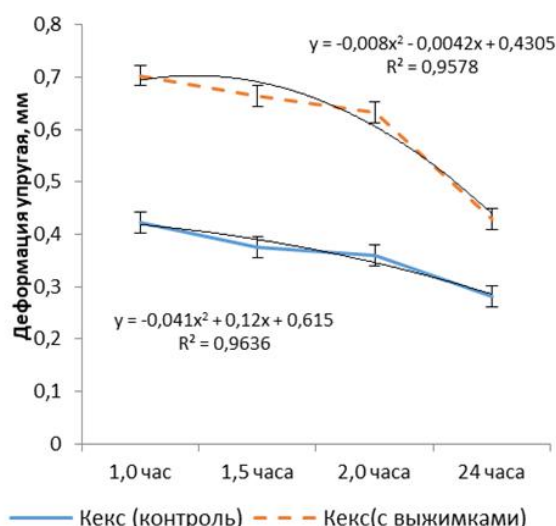


Рис. 4. Изменение упругой деформации выпеченных кексов

Changing the elastic deformation of baked cupcakes

Исходя из полученных экспериментальных данных, можно сделать вывод о положительном влиянии влагоудерживающих компонентов выжимок «Рябина-топинамбур», которыми являются в первую очередь пищевые волокна (клетчат-

ка, пектин), а также белки, на замедление процесса черствения.

Далее исследовали влияние ягодно-овощных выжимок на пищевую ценность кексов. В таблице 3 представлена сравнительная оценка пищевой ценности разработанных видов кексов.

Таблица 3

Сравнительная оценка пищевой ценности кексов
Comparative assessment of the nutritional value of cupcakes

Показатель	Норма, г/100 г	Кекс безглютеновый (контроль)		Кекс безглютеновый с выжимками «Рябина-Топинамбур»	
		Содержание, г/100 г	Степень удовлетворенности, %	Содержание, г/100 г	Степень удовлетворенности, %
1	2	3	4	5	6
Белок	75	6,0	8,0	5,4	7,2
Жир	83	9,1	10,9	8,9	10,7
Углеводы общие	365	47,4	13,0	40,6	11,1
Пищевые волокна	25	2,2	8,8	3,4	13,6
В т. ч. инулин	7	–	–	1,5	21,4
Минеральные вещества, мг					
Калий	3500	102,5	2,9	147,7	4,2
Фосфор	700	95,5	13,6	97,0	13,9
Магний	400	16,9	4,2	14,6	3,6
Кальций	1000	26,9	2,7	25,2	2,5
Железо	10	2,0	19,7	1,6	16,0

1	2	3	4	5	6
Витаминный состав, мг					
Витамин В ₁	1,5	0,134	8,9	0,131	8,7
Витамин В ₂	1,8	0,13	7,2	0,119	6,6
Витамин В ₅	5,0	0,170	3,4	0,148	3,0
Витамин В ₆	2,0	0,093	4,6	0,075	3,7
Витамин РР	20,0	1,78	8,9	1,64	8,2
Витамин С	100,0	0,02	0,02	0,12	0,12
β-каротин	5,0	0,08	1,7	0,46	9,2
Энергетическая ценность					
ккал	2500	182	7,3	179	7,2
кДж	10460	761	7,3	750	7,2

Исходя из представленных в таблице 3 данных, можно сделать вывод: повышение пищевой ценности кексов за счет выжимок «Рябина-Топинамбур» можно связать с введением в состав пищевых волокон (клетчатки, пектиновых веществ и инулина), количество которых увеличивается на 54,5 %. Введение выжимок повышает минеральный состав, обогащает каротиноидами (на 475,0 %) и инулином (в 1,5 раза), которые практически отсутствуют в контрольном образце. Количество общих углеводов в кексах снижается на 14,3 %, что приводит к снижению энергетической ценности кексов с выжимками на 1,4 % по сравнению с контрольным образцом.

Заключение. Введение композиции ягодно-овощных выжимок «Рябина-Топинамбур» в рецептурный состав кексов, в данном случае безглютеновых, положительно сказывается как на органолептических показателях – придает им более яркий цвет, дает оригинальный привкус рябины, мелкую пористость, так и на физико-химических показателях – нормируется массовая доля влаги и снижается массовая доля жира, что соответствует ГОСТ 15052-2014.

Наличие повышенного количества пищевых волокон в составе кексов, способных удерживать влагу, формирует структурно-механические по-

казатели, подходящие для выпечки данных видов кексов в СВЧ-аппарате, при этом наблюдается сокращение продолжительности выпечки в 2 раза по сравнению с традиционным способом – в пекарном шкафу. Это дает преимущество при производстве кексов малыми партиями. В течение 24 ч после выпечки кексы с выжимками практически не черствеют, а уменьшение влаги происходит всего на 1,2 %.

Добавление выжимок в рецептуру кексов позволяет повысить их пищевую ценность: обогатить пищевыми волокнами – на 45,5 %, инулином, каротиноидами, отсутствующими в традиционных видах, повысить минеральный состав, снизить калорийность, сделать более полезными продуктами перекуса.

Разработанные виды кексов обладают приятным вкусом и ароматом, имеют повышенную пищевую ценность по сравнению с традиционными. СВЧ-выпечка значительно сокращает время их приготовления. Результаты данных исследований планируется внедрять на предприятиях общественного питания и малых предприятиях-пекарнях, что позволит выпекать изделия небольшими партиями, всегда иметь в наличии свежий продукт и расширить ассортимент кексов.

Список источников

1. Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания: доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. 89 с.
2. Фадеев К.А., Ермош Л.Г. Ягодные выжимки – дополнительные ресурсы повышения пищевой ценности продуктов питания // Научно-практические аспекты развития АПК: мат-лы нац. науч. конф., Красноярск, 18 ноября 2022 г. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2023. С. 252–256. EDN: ERWFCV.

3. Ермош Л.Г., Фадеев К.А. Овощные выжимки как источник биологически активных веществ // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч. конф., Красноярск, 15 октября 2022 г. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2022. С. 233–237. EDN: EVRZAA.
4. Ermosh LG. Use of powder *Helianthus tuberosus* L. in the production of frozen bread // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. Volgograd; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. P. 82020. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082020. EDN: RWZJIR.
5. Сурмач Э.М. Разработка технологий и ассортимента кексов повышенной пищевой ценности из ржаной муки: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07. СПб., 2014. 16 с. EDN: ZPJGGN.
6. Лобосова Л.А., Малютина Т.Н., Нестерова И.Ю., и др. Кексы функциональной направленности // Пищевая индустрия. 2020. № 2 (44). С. 30–31. EDN RLQMGL.
7. Румянцева В.В., Туркова А.Ю. Нетрадиционное сырье в производстве кексов на жидких растительных маслах // Кондитерское производство. 2014. № 5. С. 10–12. EDN: ТКРКЕВ.
8. Хворостова А.А., Заикина М.А. Разработка рецептуры обогащенных кексов // Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров: сб. ст. 6-й Междунар. конф. в области товароведения и экспертизы товаров, Курск, 29 ноября 2018 г. / Юго-Западный гос. ун-т. Курск: Университетская книга, 2018. С. 403–407. EDN: YTQBYD.
9. Вавилова Н.В., Мартынова М.Ю. Использование кукурузной муки в технологии производства изделий из песочного теста // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России: мат-лы 73-й Междунар. науч.-практ. конф., Рязань, 21 апреля 2022 г. Рязань: Рязан. гос. агротехнол. ун-т им. П.А. Костычева, 2022. С. 15–19. EDN: ATCBWW.
10. Рущиц А.А., Щербакова Е.И. Применение СВЧ-нагрева в пищевой промышленности и общественном питании // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. «Пищевые и биотехнологии». 2014. Т. 2, № 1. С. 9–15. EDN: RZCMIZ.
11. Ермош Л.Г., Фадеев К.А. Исследование возможности применения СВЧ-нагрева для выпечки мучных кондитерских изделий // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: сб. науч. ст. и докл. XI Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. И.В. Плотниковой; Воронеж. гос. ун-т инженерных технологий. Воронеж: ВГУИТ, 2024. С. 33–40.

References

1. Gosudarstvennaya politika Rossijskoj Federacii v oblasti zdorovogo pitaniya: doklad. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelej i blagopoluchiya cheloveka, 2015. 89 p. (In Russ).
2. Fadeev KA, Ermosh LG. Yagodnye vyzhimki – dopolnitel'nye resursy povysheniya pishchevoj cennosti produktov pitaniya. In: *Nauchno-prakticheskie aspekty razvitiya APK: mat-ly nac. nauch. konf.*, Krasnoyarsk, 18 noyabrya 2022 g. Krasnoyarsk: Krasnoyar. gos. agrar. un-t, 2023. P. 252–256. (In Russ). EDN: ERWFCV.
3. Ermosh LG, Fadeev KA. Ovoshchnye vyzhimki kak istochnik biolo-gicheski aktivnyh veshchestv // *Problemy sovremennoj agrarnoj nauki: mat-ly mezhdunar. nauch. konf.*, Krasnoyarsk, 15 oktyabrya 2022 g. Krasnoyarsk: Krasnoyar. gos. agrar. un-t, 2022. P. 233–237. (In Russ). EDN: EVRZAA.
4. Ermosh LG. Use of powder *Helianthus tuberosus* L. in the production of frozen bread. In: IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 june 2020 г. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. Volgograd; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. P. 82020. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082020. EDN: RWZJIR.

5. Surmach EM. Razrabotka tekhnologij i assortimenta keksov povyshennoj pishchevoj cennosti iz rzhanoj muki: avtoref. dis.... kand. tekhn. nauk: 05.18.07. Saint-Petersburg, 2014. 16 p. (In Russ). EDN: ZPJGGN.
6. Lobosova LA, Malyutina TN, Nesterova IYu, et al. Keksy funkcional'noj napravlenosti. *Pishchevaya industriya*. 2020;(2):30-31. (In Russ). EDN: RLQMGL.
7. Rumyantseva VV, Turkova AYu. Unconventional raw materials in the production of cakes on liquid vegetable oils. *Konditerskoe proizvodstvo*. 2014;(5):10-12. (In Russ). EDN: TKPKEV.
8. Hvorostova AA, Zaikina MA. Razrabotka receptury obogashchennykh keksov. In: *Problemy identifikacii, kachestva i konkurentosposobnosti potrebitel'skih tovarov*: sb. st. 6-j Mezhdunar. konf. v oblasti tovarovedeniya i ekspertizy tovarov, Kursk, 29 noyabrya 2018 g. / Yugo-Zapadnyj gos. un-t. Kursk: Universitetskaya kniga, 2018. P. 403–407. EDN: YTQBYD.
9. Vavilova NV, Martynova MYu. Ispol'zovanie kukuruznoj muki v tekhnologii proizvodstva izdelij iz pesochnogo testa. In: *Nauchno-tekhnologicheskie priority v razvitii agropromyshlennogo kompleksa Rossii*: mat-ly 73-j Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Ryazan', 21 aprelya 2022 g. Ryazan': Ryazan. gos. agrotekhnol. un-t im. P.A. Kostycheva, 2022. P. 15–19. EDN: ATCBWV.
10. Rushchits AA, Shcherbakova EI. Use of microwave heating in food industry and public catering. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*. Ser. "Pishchevye i biotekhnologii". 2014;2(1):9-15. EDN: RZCMIZ.
11. Ermosh LG, Fadeev KA. Issledovanie vozmozhnosti primeneniya SVCh-nagreva dlya vypeчки muchnykh konditerskikh izdelij. In: Plotnikova IV, editor. *Novoe v tekhnologii i tekhnike funkcional'nykh produktov pitaniya na osnove mediko-biologicheskikh vozzrenij*: sb. nauch. st. i dokl. XI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Voronezh. gos. un-t inzhenernykh tekhnologij. Voronezh: VGUI, 2024. P. 33–40.

Статья принята к публикации 13.02.2025 / The article accepted for publication 13.02.2025.

Информация об авторах:

Константин Алексеевич Фадеев¹, аспирант кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств

Лариса Георгиевна Ермош², профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, доктор технических наук

Information about the authors:

Konstantin Alekseevich Fadeev¹, Postgraduate student at the Department of Bakery, Confectionery and Pasta Production Technology

Larisa Georgievna Ermosh², Professor at the Department of Bakery, Confectionery and Pasta Production Technology, Doctor of Technical Sciences

