

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИСАХАРИДА МИКРОБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ КСАНТАНОВАЯ КАМЕДЬ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ПРОДУКТОВ

*Д.С. Мысаков, Д.В. Гращенков, О.В. Чугунова*

*Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург*

Вопросы питания всегда остро стояли перед человечеством, определяя его аспекты трудовой и внеуродовой жизнедеятельности. В ходе процесса развития науки и техники общество училось находить причины изменения тех или иных функций организма в зависимости от изменения качественного и количественного состава поступающих с пищей веществ. Сегодня пересмотрена оценка влияния мучных кулинарных изделий, обоснована теория рационального питания продуктами растительного происхождения. Согласно последней, особое внимание необходимо было уделить изучению продуктов, содержащих клейковину. Клинические исследования влияния белка клейковины привели, в свою очередь, к формированию безглютеновой диеты для людей, по различным причинам неспособных к нормальному усваиванию белка глютена, из которого состоит клейковина. Учитывая актуальность рассматриваемой тематики, в настоящей статье авторами была изучена возможность расширения ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий за счет использованием второстепенных видов муки в рецептуре бисквитных полуфабрикатов. С помощью эмпирических методов и математического моделирования были подобраны оптимальные дозировки каждого вида муки в смеси. Также в ходе исследований был сделан вывод о необходимости внесения в бисквитное тесто гидроколлоида-стабилизатора для придания необходимых структурно-механических свойств и был подобран оптимальный вариант добавки. На основании проведенных исследований были определены оптимальные процентные соотношения используемых безглютеновых видов муки в рецептуре бисквитного полуфабриката – 68:19:13 для рисовой, кукурузной и соевой муки соответственно. Кроме того, была обоснована и доказана оптимальная концентрация вносимой добавки-стабилизатора полисахарида микробного происхождения ксантановой камеди в количестве 0,5 % к массе смеси безглютеновых видов муки, что положительно влияет на структурно-механические свойства теста: плотность теста уменьшается на 0,03 кг/м<sup>3</sup> (7 %), эффективная вязкость теста – на 4,8 Па·с (14 %) относительно теста бисквитного полуфабриката основного из пшеничной муки высшего сорта.

**Ключевые слова:** бисквитный полуфабрикат, структурно-механические свойства, ксантановая камедь, пектин, кукурузная, рисовая, соевая мука.

В плане реализации Концепции государственной политики в области здорового питания до 2020 г. и Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. одним из основных путей производства пищевых продуктов является создание технологий изготовления высококачественной продукции с направленно изменённым химическим составом и оптимизированным технологическим циклом производства. В пищевой инженерии сегодня особенно актуальна разработка безглютеновых мучных изделий. При этом решается проблема моделирования хлебопекарных свойств глютенодержущих пшеничной и ржаной муки. Речь идет, прежде всего, об имитации структурообразующих свойств этих продуктов. В пшеничной муке основными структурообразующими компонентами являются клейковина и

крахмал, а в ржаной муке – некрахмальные полисахариды и в меньшей степени – клейковина [1].

Под клейковиной понимается белковый комплекс, который содержится в таких сельскохозяйственных культурах, как пшеница, рожь и ячмень, и играет роль структурного элемента при формировании мякиша готового изделия. Разные зерновые обладают различным строением белков клейковины, что приводит к различным физико-химическим свойствам, делая клейковину либо токсичной, либо безопасной для пациентов, страдающих заболеваниями органов ЖКТ, в т. ч. целиакией [12].

Овес не содержит такой последовательности проламинов в клейковине, как пшеница, рожь и ячмень, и поэтому не является токсичным. Тем не менее, есть процент населе-

ния с целиакией, которые чувствительны к авенину, специфическому белку, обнаруженному в овсе [15]. В целом, большинство относительно здоровых людей и носителей целиакии в состоянии употреблять овес без проявления специфической аллергии [14]. При этом включение овса в рацион приводит к увеличению разнообразия питательных веществ. Другой проблемой в отношении включения овса в безглютеновую диету является возможность его перекрестного загрязнения из-за контакта с пшеницей во время переработки зернопродуктов, что было рассмотрено авторами ранее [4].

Содержащийся в злаковых культурах глютен представляет собой смесь растительных белков – проламинов и глютелинов. Соотношение количества проламинов к количеству глютелинов в продуктах из разных злаковых культур примерно постоянно. Кроме того, что глютен в естественном виде содержится в пшенице, ржи, ячмене и др. сельскохозяйственных культурах, добавки глютена часто специально вносят при производстве пищевых продуктов, в основной состав которых не входят глютен-содержащие продукты. В последнем случае муку или глютен вводят как связующую, текстурирующую и влагоудерживающую добавку [7].

Поэтому одним из путей решения проблемы составления безглютенового рациона является использования так называемого «второстепенного» («альтернативного») сырья, до этого неиспользовавшегося в изготавливаемых продуктах в качестве основного компонента рецептуры [6, 16].

Для мучных кондитерских изделий мука – ключевой сырьевой компонент. Большую часть ассортимента мучных кондитерских изделий, в который входит печенье, пряники, вафли, торты, пирожные, кексы и др., изготавливают, как правило, из пшеничной муки высшего сорта [13].

Современные технологии позволяют лишь частично заменять муку пшеничного высшего сорта на второстепенные виды муки, получаемой из иных злаковых или бобовых сельскохозяйственных культур (амарантовая, гречневая, рисовая, кукурузная, соевая, гороховая, нутовая, чечевичная и т. д.). Целью, поставленной авторами данной статьи, являлось обоснование способа производства бисквитного полуфабриката с полной заменой

пшеничной муки высшего сорта на безглютеновые виды муки по отдельности и в смеси.

Стоит отметить, что подобная замена ключевого компонента рецептуры значительно ухудшит реологические свойства теста, и, в итоге, качество готового продукта. Так происходит из-за невозможности белков риса, кукурузы и сои сформировать клейковину, отвечающую за структуру мякиша готового изделия. Для некоторых видов продуктов, таких как хлебобулочные изделия, полное отсутствие клейковины крайне негативно сказывается на потребительских качествах. В бисквитных полуфабрикатах, напротив, сильная и разветвленная клейковина является нежелательной для формирования физических свойств мякиша, способствуя затягиванию бисквитного полуфабриката и уменьшению его удельного объема. Однако и полное отсутствие клейковины также недопустимо, так как приводит к грубым нарушениям текстуры мякиша [3]. Поэтому было необходимо провести анализ пищевых добавок, применяемых в производстве мучных кондитерских изделий с целью выбора дополнительного сырья, которое могло бы эмулировать свойства клейковины и положительно влияло на структурно-механические свойства как полуфабриката, так и готового изделия.

Как известно, гидроколлоиды широко используются во многих пищевых продуктах для улучшения потребительских характеристик и сроков годности при хранении изделий. В качестве загустителей они находят применение в различных супах, подливках, заправках для салатов и соусов, в то время как в качестве стабилизирующих агентов они широко используются в таких продуктах, как джем, желе, мармелад, реструктурированные продукты питания с низким содержанием сахара и/или жира [9].

Наиболее распространенным и многофункциональным загустителем-стабилизатором является ксантановая камедь – внеклеточный неусваиваемый полисахарид, представляющий собой продукт особого вида брожения микроорганизмов вида *Xanthomonas campestris* в процессе своей жизнедеятельности. Производство ксантановой камеди – сложный многоступенчатый процесс приготовления посевного материала, предусматривающий последующее брожение в танках из нержавеющей стали и выделение продукта спиртовым осаждением. Этот факт объясняет

ограничение использования данного стабилизатора в алкогольных напитках из-за растворения его в спирте [8].

Для обоснования выбора данной добавки был проведен ее сравнительный анализ с яблочным пектином, так как именно пектин наиболее широко применяется при производстве мучных кондитерских изделий [2].

Основным сырьевым компонентом, входящим в предполагаемую рецептурную смесь для производства бисквитного полуфабриката из безглютенового сырья, являются следующие виды муки – рисовая, кукурузная, соевая, поэтому возникает необходимость оценки показателей качества.

В эксперименте анализировали гелеобразующую способность ксантановой камеди в сравнении с яблочным пектином. Результаты исследования гелеобразующей способности яблочного пектина и ксантановой камеди приведены в табл. 1.

Графики изменения вязкости в зависимости от дозировки ксантановой камеди и яблочного пектина в водных растворах при температуре 40 °С представлены на рис. 1. Тенденции изменения вязкости сохраняются и при 80 °С.

К технологическим недостаткам пектина следует отнести условия его выдерживания в растворах для набухания при 18–20 °С, дополнительное внесение сахарозы в раствор, необходимость активного механического перемешивания для равномерного внесения в бисквитное тесто и резкое уменьшение показателя вязкости при понижении pH. В результате этого наблюдается снижение устойчивости сформированной коллоидной системы и увеличение продолжительности структурообразования. При этом вязкость растворов ксантановой камеди высока при 10–100 °С и не зависит от pH раствора и вспомогательных веществ, которые негативно воздействуют на растворы пектина [8].

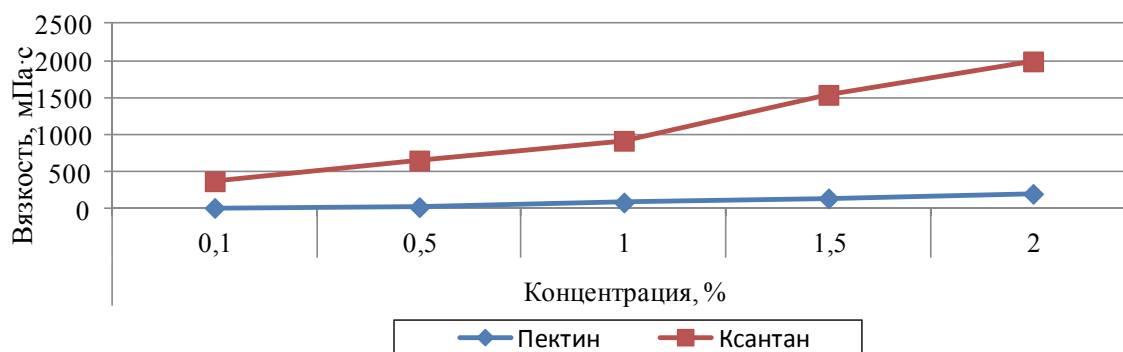
Традиционно ксантановая камедь в пищевой промышленности используется для приготовления соусов, мороженого, десертов и напитков. Добавление пектина в рецептуру продукта позволяет увеличить массовую долю пищевых волокон в изделиях, чем не может похвастаться внесение ксантановой камеди за счет значительного более низких концентраций.

Ксантановая камедь для производства мучных кондитерских изделий практически

**Таблица 1**  
Гелеобразующая способность яблочного пектина и ксантановой камеди (n=3)

Температура, °С	Массовая доля стабилизатора в растворе, %				
	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0
40	Жидкость/Жидкость	Жидкость/Гелеобразование	Помутнение/Гель	Легкое образование/Гель	Гель/Густой гель
80	Жидкость/Жидкость	Жидкость/Гелеобразование	Легкое помутнение/Гель	На дне помутнение/Гель	Гель/Густой гель

Примечание. В числителе приведены данные для яблочного пектина, в знаменателе – для ксантановой камеди.



**Рис. 1.** Зависимость вязкости раствора от концентрации стабилизатора, %

не используется, за исключением добавления незначительных количеств в производстве жировых начинок. Учитывая реологические характеристики данного стабилизатора, далее исследовали возможность применения ксантановой камеди в технологии приготовления бисквитного полуфабриката [10].

Для формирования рецептур мучных кондитерских изделий из безглютеновых видов муки предполагается решить следующие задачи: разработки базовой формы продукта, формирование потребительских свойств продукта с измененным химическим составом с целью повышения пищевой ценности за счет безглютеновых видов сырья, органолептическая и физико-химическая сочетаемость компонентного состава.

При приготовлении мучных кулинарных и кондитерских изделий известно, что физико-химические свойства используемой муки оказывают непосредственное влияние на качество конечного продукта. Например, содержание крахмала и белка существенно влияет на реологию теста [1, 11].

Поэтому на первом этапе эксперимента исследовали образцы бисквитного полуфабриката, приготовленного из трех видов муки: рисовой, кукурузной и соевой. Образцы готовились по традиционной технологии бисквитного полуфабриката с полной заменой муки пшеничной высшего сорта, адаптированного для всех используемых видов муки. В качестве контрольного образца была взята рецептура бисквитного полуфабриката из пшеничной муки высшего сорта.

Все виды вводимой безглютеновой муки негативно отразились на вкусовых достоинст-

вах бисквита. В образцах отмечался неприятный посторонний вкус и запах, характерный для используемого вида муки. Также у образцов была очень плотная консистенция, изделия имели непропеченный мякиш с плохо развитой пористостью. Самые низкие органолептические характеристики продемонстрировал образец из соевой муки. Так как образцы из безглютеновых видов муки показывали низкие органолептические качества, был сделан вывод о необходимости составления смесей из рассматриваемых видов муки в различных соотношениях.

Поэтому на следующем этапе исследовали влияние смеси безглютеновых видов муки на качество бисквитного полуфабриката. В качестве контрольного образца взята рецептура бисквитного полуфабриката из пшеничной муки высшего сорта. Варианты моделей представлены на рис. 2.

Увеличение вводимой соевой муки негативно отражалось на вкусовых достоинствах бисквита. В образцах с большим содержанием соевой муки отмечался неприятный посторонний вкус и запах. С увеличением количества соевой муки в рецептуре бисквита наблюдалось уплотнение консистенции, изделие имело непропеченный мякиш, с плохо развитой пористостью. Однако соевая мука в своем составе содержит большое количество белка (около 40 %), что потенциально повышает биологическую ценность бисквитного полуфабриката.

Поэтому, с учетом полученных результатов, далее проводили поиск оптимального значения соевой муки в рецептуре изделий на основе математических методов планирова-

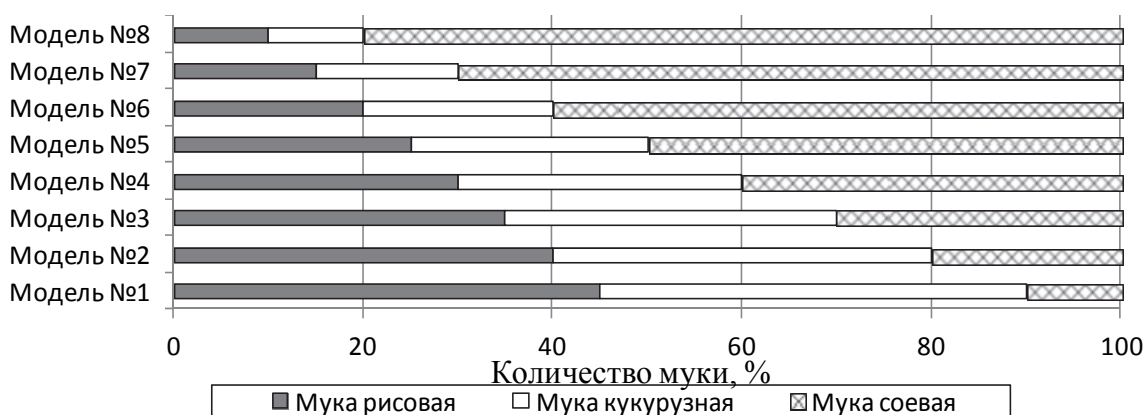


Рис. 2. Соотношение безглютеновых видов муки в модельных образцах, %

ния эксперимента. При этом были отброшены образцы, содержащие свыше 50 % соевой муки, ввиду низких органолептических качеств.

Результаты, полученные при исследовании, обрабатывали методом наименьших квадратов для поиска оптимального значения количества вносимой соевой муки. Было установлено, что наиболее приближенное значение к экспериментальным данным имеет аппроксимация с помощью кубического полинома.

На основании проведенных исследований построена регрессионная модель, представленная на рис. 3 и имеющая следующий вид:

$$z(x,y) = -0,2073 + 0,1223x + 0,189y - 0,0184x \cdot x + 0,0005x \cdot y - 0,0140y \cdot y, \quad (1)$$

где  $y$  – балловая оценка качества выпеченных изделий;  $x$  – пористость;  $z$  – количество соевой муки.

Анализируя график на рис. 3, можно отметить, что пересечение кривых расчетных и экспериментальных данных происходит в точке, соответствующей значению 13 % соевой муки ко всей массе муки. В дальнейшем на графике также фиксируется пересечение рассматриваемых кривых, однако, значения от 33 % и выше являются погрешностью модели и поэтому были отброшены. Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что оптимальным значением является 13 % соевой муки.

Далее проводились исследования образцов бисквитного полуфабриката с различным соотношением в рецептуре рисовой и кукурузной муки с дополнительным внесением полисахарида микробного происхождения ксантановой камеди в количестве 0,5 % к мас-

се муки. Исследования, посвященные использованию ксантановой камеди в рецептуре мучных кондитерских изделий, были проведены авторами настоящей статьи ранее. Из результатов этих исследований был сделан вывод об оптимальной дозировке полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в 0,5 % к массе муки, что обеспечивало готовому изделию хорошие органолептические качества [5].

С увеличением доли рисовой муки (в диапазоне от 8 до 78 %) – характерный привкус кукурузной муки снижался, однако изделия с высоким содержанием рисовой муки имели невыраженный вкус. Мякиш полуфабрикатов был кремового цвета и чрезмерно рассыпчатый. Изделия с высоким содержанием кукурузной муки имели ярко выраженный вкус кукурузы с горчинкой в послевкусии. Цвет мякиша изменялся от золотистого до темно-желтого в изделиях, получивших наименьшее количество баллов.

Данные анализа физико-химических показателей бисквитных полуфабрикатов представлены в табл. 2.

Было установлено, что с увеличением доли кукурузной муки и уменьшением доли рисовой муки в смеси происходит повышение плотности бисквитного теста на 24,4 % и к увеличению его эффективной вязкости на 18 %, по сравнению с контрольным образцом. С увеличением доли рисовой муки при практически одинаковой влажности теста (37–38 %) уменьшалась влажность мякиша выпеченных изделий – на 15 %, по сравнению с контрольным образцом.

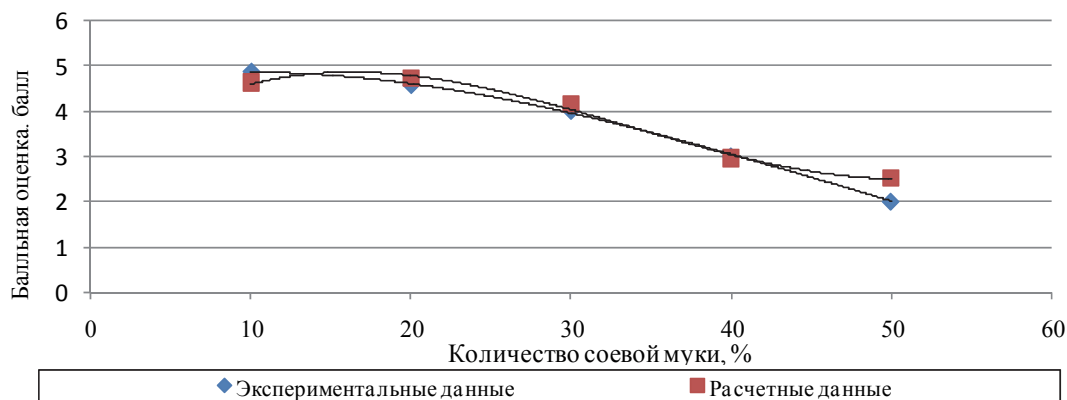


Рис. 3. Оценка органолептических показателей модельных образцов в зависимости от количества соевой муки в составе модельного образца, балл

Таблица 2

Показатели качества выпеченных бисквитных полуфабрикатов (n = 5)

Показатель / Образец	Плотность теста, кг/м <sup>3</sup>	Эффективная вязкость теста, Па·с	Влажность, %		Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	Пористость, %
			теста	мякиша		
Контрольный образец	0,45 ± 0,04	35,4 ± 0,2	37,2 ± 1,0	26,0 ± 1,0	380 ± 2,0	75,2 ± 0,3
Образец № 1	0,38 ± 0,08	29,1 ± 0,6	38,4 ± 1,3	22,1 ± 1,6	433 ± 2,8	80,0 ± 0,2
Образец № 2	0,42 ± 0,04	30,6 ± 0,3	38,3 ± 1,1	23,2 ± 1,1	438 ± 2,2	78,5 ± 0,4
Образец № 3	0,45 ± 0,07	31,3 ± 0,7	38,1 ± 1,9	23,6 ± 1,0	402 ± 2,9	78,3 ± 0,6
Образец № 4	0,47 ± 0,02	32,7 ± 0,9	37,9 ± 1,7	24,0 ± 1,1	396 ± 2,5	76,5 ± 0,2
Образец № 5	0,52 ± 0,04	33,9 ± 0,3	37,7 ± 1,6	24,0 ± 1,2	395 ± 2,3	75,8 ± 0,3
Образец № 6	0,54 ± 0,05	34,2 ± 0,5	37,6 ± 1,5	24,0 ± 1,8	383 ± 2,1	73,2 ± 0,3
Образец № 7	0,55 ± 0,06	34,5 ± 0,3	37,5 ± 1,3	24,0 ± 1,6	381 ± 2,7	74,6 ± 0,4
Образец № 8	0,56 ± 0,05	35,3 ± 0,2	37,3 ± 1,5	24,8 ± 1,2	377 ± 2,0	74,4 ± 0,5

Повышение дозировки вносимой кукурузной муки приводит к ухудшению качества бисквитного полуфабриката: снижаются органолептические показатели качества, удельный объем – на 1,0 %, по сравнению с контрольным образцом. Образец № 8 плохо поднимался при выпечке, имел вогнутую верхнюю корку, низкий объем и пористость.

Таким образом, экспериментально доказано, что для придания бисквитам высоких органолептических показателей целесообразно уменьшить количество кукурузной муки в смеси по отношению к рисовой муке.

С целью установления оптимального значения кукурузной муки в смеси безглютеновых видов муки исследуемых бисквитных полуфабрикатов проводили обработку результатов эксперимента с использованием метода многокритериальной оптимизации.

В ходе проведенных исследований для восьми ранее исследуемых образцов бисквитных полуфабрикатов выявлены показатели качества, которые находятся в конфликте друг с другом. В связи с этим выбор рационального состава бисквита проводили с использованием метода многокритериальной оптимизации.

В качестве частных параметров оптимизации были выбраны:  $y_1$  – удельный объем бисквитного полуфабриката, см<sup>3</sup>/100 г;  $y_2$  – плотность теста, кг/м<sup>3</sup>;  $y_3$  – эффективная вязкость теста, Па·с;  $y_4$  – пористость бисквитного полуфабриката, %.

Следующие ограничения:

$$y_1 \geq 377 \text{ см}^3/100 \text{ г};$$

$$y_2 \leq 0,56 \text{ кг/м}^3;$$

$$y_3 \leq 35 \text{ %};$$

$$y_4 \geq 74 \text{ %}.$$

Условия оптимизации:

$$y_1, y_4 \rightarrow \max;$$

$$y_2, y_3, \rightarrow \min.$$

Функции желательности по каждому параметру оптимизации, определенные графически, для восьми образцов бисквитных полуфабрикатов с различными соотношениями безглютеновых видов муки, представлены в табл. 3.

Наиболее худшим следует признать бисквитный полуфабрикат, приготовленный из большого количества кукурузной муки в смеси (образец № 8), который характеризовался наиболее плохим набором частных параметров оптимизации, что видно из рис. 4.

Наибольшее значение обобщенной функции желательности имеет образец № 2, так как ему принадлежит лучший набор всех частных параметров оптимизации. Образец № 1, согласно математической модели, наиболее близок к контрольному образцу по физико-химическим и органолептическим характеристикам, но при этом он обладает более низкой пищевой ценностью относительно образца № 2. В то же время образец № 3 характеризовался невысокими органолептическими показателями качества по сравнению с образцом № 2.

На основании проведенных исследований оптимальным значением для кукурузной муки является 19 %. Поэтому для дальнейших исследований был выбран образец бисквитного полуфабриката, имеющий наиболее сбалансированные потребительские характеристики: 68 % рисовой муки, 19 % кукурузной муки и 13 % соевой муки, т. е. модель № 2. Кроме того, ранее доказана оптимальная концентра-

Расчет параметров оптимизации

Показатель / Образец	Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г		Плотность теста, кг/м <sup>3</sup>		Эффективная вязкость теста, Па·с		Пористость, %	
	y <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	d <sub>3</sub>	y <sub>4</sub>	d <sub>4</sub>
Образец № 1	433	0,95	0,38	0,98	29,1 ± 0,6	0,98	80,0 ± 0,2	0,98
Образец № 2	438	0,98	0,42	0,85	30,6 ± 0,3	0,90	78,5 ± 0,4	0,89
Образец № 3	402	0,63	0,45	0,77	31,3 ± 0,7	0,82	78,3 ± 0,6	0,85
Образец № 4	396	0,59	0,47	0,63	32,7 ± 0,9	0,70	76,5 ± 0,2	0,79
Образец № 5	395	0,55	0,52	0,46	33,9 ± 0,3	0,56	75,8 ± 0,3	0,74
Образец № 6	383	0,43	0,54	0,43	34,2 ± 0,5	0,53	73,2 ± 0,3	0,59
Образец № 7	381	0,40	0,55	0,41	34,5 ± 0,3	0,44	74,6 ± 0,4	0,54
Образец № 8	377	0,37	0,56	0,37	35,3 ± 0,2	0,37	74,4 ± 0,5	0,37

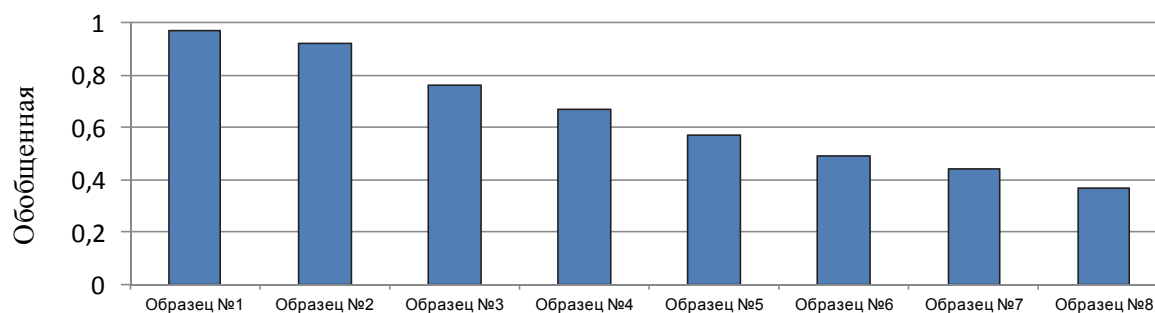


Рис. 4. Ранжирование образцов в порядке убывания значения обобщенной функции желательности

ция вносимой добавки-стабилизатора полисахарида микробного происхождения ксантановой камеди в количестве 0,5 % к массе смеси безглютеновых видов муки, что положительно влияло на структурно-механические свойства теста и физико-химические показатели качества готовых изделий.

Мучные кондитерские изделия являются одной из самых востребованных групп кондитерских изделий для различных групп населения. Вместе с тем, они характеризуются высокой калорийностью и низкой пищевой ценностью, что ставит соответствующие задачи в области разработки новых видов специализированной продукции. В целом можно сказать что, несмотря на то, что в настоящее время существует тенденция к производству специализированных продуктов питания с ингредиентами, наличие которых в рационе недопустимо по определенным медицинским показателям, ассортимент их на Российском рынке представлен не достаточно широко.

**Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы № 3076 по базовой части государственного задания Минобрнауки России.**

**Литература**

1. Барсукова, Н.В. Пищевая инженерия: технологии безглютеновых мучных изделий / Н.В. Барсукова, Д.А. Решетников, В.Н. Красильников // Научный журнал НИУ ИТМО. – 2011. – № 1. – С. 1–11.
2. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 354 с.
3. Корячкина, С.Я. Технология мучных кондитерских изделий / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева. – СПб.: Троицкий мост, 2011. – С. 21.
4. Мысаков, Д.С. Анализ массовой доли остаточного глютена в безглютеновых видах муки / Д.С. Мысаков // Пицца. Экология. Качество: Труды XIII международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 364–367.

5. Мысаков, Д.С. Использование ксантановой камеди в качестве структурообразователя при производстве бисквитного полуфабриката / Д.С. Мысаков, О.В. Чугунова, Н.В. Заворохина, Н.А. Панкратьева // *Новые технологии*. – 2014. – № 3. – С. 13–20.
6. Чугунова, О.В. Использование нетрадиционного сырья для производства кондитерских изделий / О.В. Чугунова, Л.А. Кокорева, А.А. Малишевский // *Товаровед продовольственных товаров*. – 2014. – № 11. – С. 4–6.
7. Отчет результаты анализа пищевых продуктов на содержание глютена в рамках 4-го международного дня целиакии, г. Москва, 28 мая 2010 г. – [http://www.celiac.spb.ru/ceciacday/test\\_gluten220510.pdf](http://www.celiac.spb.ru/ceciacday/test_gluten220510.pdf)
8. «Союзоптторг» – пищевые добавки и ингредиенты. – <http://союзоптторг.рф>
9. Топ-5: пищевые загустители. – <http://aidigo.ru/article/top-5/top-5-pishchevye-zagustiteli/>.
10. Alexander, R.J. Hydrocolloid gums. Part I: Natural products / R.J. Alexander // *Cereal Foods World*, 2009. – № 44. – P. 684–687.
11. Babic, J. Acetylation and characterisation of corn starch / J. Babic, D. Subaric, D. Ackar, M. Kopjar, N.N. Tiban // *Food Sci Technol*, 2009. – № 46. – P. 423–426.
12. Biagi, F. A gluten-free diet score to evaluate dietary compliance in patients with celiac disease/ F. Biagi, A. Andrealli, P.M. Bianchi, A. Marchese, C. Klersy, G.R. Corazza // *British Journal of Nutrition*. – 2009. – № 102. – P. 882–887.
13. Gomez, M. Influence of flour mill streams on cake quality / M. Gomez, E. Ruiz-París, B. Oliete // *International Journal of Food Science and Technology*, 2010. – № 45. – P. 1794–1800.
14. Haboubi, N.Y. Non-specific colitis, is it a justifiable diagnosis? / N.Y. Haboubi, F. Kamal // *Colorectal Disease*. – 2001. – № 3(4). – P. 263–265.
15. Kilmartin C. Avenin fails to induce a Th1 response in celiac tissue following in vitro culture / C. Kilmartin, S. Lynch, M. Abuzakouk, H. Wieser, C. Feighery // *Gut*. – 2003. – № 52. – P. 47–52.
16. Palma, G. Effects of a gluten-free diet on gut microbiota and immune function in healthy adult human subjects / G.D. Palma, I. Nadal, M.C. Collado, Y. Sanz // *British Journal of Nutrition*. – 2009. – № 102. – P. 1154–116.

**Мысаков Денис Сергеевич.** Ассистент кафедры технологии питания, Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург), [mysakov\\_ds@usue.ru](mailto:mysakov_ds@usue.ru)

**Гращенков Дмитрий Валерьевич.** Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии питания, Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург), [1@edtd.ru](mailto:1@edtd.ru)

**Чугунова Ольга Викторовна.** Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии питания, Уральский государственный экономический университет (г. Екатеринбург), [chugunova@yandex.ru](mailto:chugunova@yandex.ru)

Поступила в редакцию 5 сентября 2016 г.

DOI: 10.14529/food160403

## PROSPECTS FOR THE USE OF XANTHAN GUM POLYSACCHARIDE OF MICROBIAL ORIGIN IN GLUTEN-FREE GOODS PRODUCTION

**D.S. Mysakov, D.V. Grashchenkov, O.V. Chugunova**

*Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation*

Nutrition questions are always particularly acute for the mankind, defining its aspects of labor and extra labor activity. In the process of science and technology development, the society learned to find the reasons for changing one or another organism functions depending on the change of qualitative and quantitative composition of the substances arriving with food. Nowadays, the assessment of flour culinary products influence is reconsidered, the theory of a balanced diet by the products of plant origin is proved. According to the last theory, special attention should be



paid to studying the gluten containing products. Clinical studies of gliadin influence have resulted in developing a gluten-free diet for people, who are for various reasons not capable to digest the protein which gluten contains. Considering the urgency of considered subject, authors of this article study the possibility of gluten-free flour confectionery assortment expansion by the use of minor flour types in biscuit intermediate products compounding. With the use of empirical methods and mathematical modeling, optimal dosage of each flour type in the mixture are selected. Also, during the researches a conclusion on the necessity to add hydrocolloid stabilizer into the egg sponge for conferring necessary structural mechanical properties is drawn, and the optimal additive variant is picked up. On the basis of conducted researches, the optimal percentage used in gluten-free flours for producing biscuit intermediate products is identified: it is 68:19:13 correspondingly for rice, corn and soybean flour. Besides, the optimum concentration of xanthan gum polysaccharide additive stabilizer of microbial origin is grounded and proved. The concentration equals to 0.5 % by the weight of gluten-free flours mixture, that positively effects the structural and mechanical properties of the dough: its density is reduced by 0,03 kg / m<sup>3</sup> (7 %) the effective viscosity of the dough is reduced by 4,8 Pa·s (14 %) relative to the biscuit intermediate product made of superior grade wheat flour.

**Keywords:** biscuit intermediate product, structural mechanical characteristics, xanthan gum, pectin, corn, rice and soy flour.

**Work is performed within research No. 3076 on a basic unit of the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.**

### References

1. Barsukova N.V., Reshetnikov D.A., Krasil'nikov V.N. [Food engineering: gluten-free floury products technology]. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO* [Science journal of NRU ITMO], 2011, no. 1, pp. 1–11. (in Russ.)
2. Donchenko L.V. *Tekhnologiya pektina i pektinoproduktov* [Pectine and pectine products technology]. Moscow, DeLi Publ., 2000. 354 p.
3. Koryachkina S.Ya., Matveeva T.V. *Tekhnologiya muchnykh konditerskikh izdeliy* [Flour confectionery goods technology]. St. Petersburg, Troitskiy most Publ., 2011, p. 21.
4. Mysakov D.S. [Analysis of residual gluten mass fraction in gluten-free types of flour]. *Pishcha. Ekologiya. Kachestvo: Trudy XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Food. Ecology. Quality: Papers of XIII Research and Practice conference], 2016, pp. 364–367. (in Russ.)
5. Mysakov D.S., Chugunova O.V., Zavorokhina N.V., Pankrat'eva N.A. [The usage of xanthan gum as an amendment while producing biscuit intermediate products]. *Novye tekhnologii* [Innovative technologies], 2014, no. 3, pp. 13–20. (in Russ.)
6. Chugunova O.V., Kokoreva L.A., Malishevskiy A.A. [The usage of nontraditional raw materials for producing confectionery]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Food commodities expert], 2014, no. 11, pp. 4–6. (in Russ.)
7. *Otchet rezul'taty analiza pishchevykh produktov na sodержanie glyutena v ramkakh 4-go mezhdunarodnogo dnya tseliakii, g. Moskva, 28 maya 2010 g.* [Report. Analysis results on gluten containment in nutritional products within the framework of the 4<sup>th</sup> International Coeliacs Disease Day, Moscow, May 28, 2010]. Available at: [http://www.celiac.spb.ru/ceciacday/test\\_gluten220510.pdf](http://www.celiac.spb.ru/ceciacday/test_gluten220510.pdf)
8. «Soyuzoptorg» – *pishchevye dobavki i ingredienty* [Soyuzoptorg – food additives and ingredients]. Available at: <http://soyuzoptorg.rf>
9. *Top-5: pishchevye zagustiteli* [Top-5: nutritional thickeners]. Available at: <http://aidigo.ru/article/top-5/top-5-pishchevye-zagustiteli/>.
10. Alexander R.J. Hydrocolloid gums. Part I: Natural products. *Cereal Foods World*, 2009, no. 44, pp. 684–687.
11. Babic J., Subaric D., Ackar D., Kopjar M., Tiban N.N. Acetylation and characterisation of corn starch. *Food Sci Technol*, 2009, no. 46, pp. 423–426.
12. Biagi F., Andrealli A., Bianchi P.M., Marchese A., Klersy C., Corazza G.R. A gluten-free diet score to evaluate dietary compliance in patients with celiac disease. *British Journal of Nutrition*, 2009, no. 102, pp. 882–887. DOI: 10.1017/s0007114509301579
13. Gomez M., Ruiz-Paris E., Oliete B. Influence of flour mill streams on cake quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 2010, no. 45, pp. 1794–1800. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2010.02338.x
14. Haboubi N.Y., Kamal F. Non-specific colitis, is it a justifiable diagnosis? *Colorectal Disease*, 2001, no. 3(4), pp. 263–265. DOI: 10.1046/j.1463-1318.2001.00253.x

15. Kilmartin C., Lynch S., Abuzakouk M., Wieser H., Feighery C. Avenin fails to induce a Th1 response in celiac tissue following in vitro culture. *Gut*, 2003, no. 52, pp. 47–52. DOI: 10.1136/gut.52.1.47

16. Palma G., Nadal I., Collado M.C., Sanz Y. Effects of a gluten-free diet on gut microbiota and immune function in healthy adult human subjects. *British Journal of Nutrition*, 2009, no. 102, pp. 1154–116. DOI: 10.1017/s0007114509371767

**Denis S. Mysakov**, Assistant of the Food Technology Department, Ural State University of Economics, Ekaterinburg, mysakov\_ds@usue.ru

**Dmitriy V. Grashchenkov**, Candidate of Engineering, Associate Professor of the Food Technology Department, Ural State University of Economics, Ekaterinburg, 1@edtd.ru

**Olga V. Chugunova**, Doctor of Engineering, Professor, Head of the Food Technology Department, Ural State University of Economics, Ekaterinburg, chugun.ova@yandex.ru

*Received 5 September 2016*

---

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Мысаков, Д.С. Перспективы применения полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в производстве безглютеновых продуктов / Д.С. Мысаков, Д.В. Гращенко, О.В. Чугунова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 4. – С. 26–35. DOI: 10.14529/food160403

#### FOR CITATION

Mysakov D.S., Grashchenkov D.V., Chugunova O.V. Prospects for the Use of Xanthan Gum Polysaccharide of Microbial Origin in Gluten-Free Goods Production. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 4, pp. 26–35. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160403