

## Перспективы использования комплексных добавок из природного сырья при разработке хлебобулочных изделий функциональной направленности

Ткач Анастасия Николаевна<sup>1</sup>, Корпачева Светлана Михайловна<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФБГОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. Тимирязева»

<sup>2</sup> ФБГОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

*Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Ткач А.Н., адрес: 127550, город Москва, Лиственничная аллея, 16а к2, e-mail: smile.lol.usa@list.ru*

Хлебобулочные изделия – это одни из наиболее перспективных объектов для конструирования пищевых продуктов функционального назначения, так как они являются излюбленным компонентом пищевого рациона россиян и отличаются низким содержанием минеральных веществ, витаминов, пищевых волокон, дефицит которых является серьезной проблемой. В связи с этим, актуальна разработка технологий хлебобулочных изделий с использованием вторичных продуктов переработки сырья и природных источников биологически активных веществ. В статье приведены результаты исследования возможности использования комплексных добавок из природного сырья при производстве хлебобулочных изделий. В качестве добавок использовали сухую подсырную деминерализованную сыворотку, овощные и плодово-ягодные порошки ИК-сушки (из свеклы, моркови, клюквы, рябины). Порошки были получены в результате инфракрасной сушки с последующим механохимическим измельчением. Порошки после инфракрасной сушки при температуре 60–70°C в течение 180–240 мин измельчали в стружку со среднеэквивалентным размером частиц 125–140 мкм. Нами были разработаны технологии и рецептуры новых хлебобулочных изделий с комплексными вышеперечисленными добавками. Готовые изделия исследовали по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям качества. По показателям качества и безопасности образцы соответствуют требованиям нормативной документации. Применение добавок при выпечке хлебобулочных изделий улучшает пищевую ценность готовой продукции, при этом повышается содержание белка, минеральных веществ, клетчатки, в том числе повышается антиоксидантная активность. Совместное использование этих добавок существенно улучшает потребительские свойства разработанных хлебобулочных изделий, что позволяет получить новую продукцию функциональной направленности.

**Ключевые слова:** ИК-сушка, порошки, сухая деминерализованная сыворотка, хлебо-булочные изделия, функциональные продукты

### Введение

Хлебобулочные изделия относятся к продуктам повседневного спроса. Эти товары являются стратегическими, так как играют важнейшую роль в обеспечении продовольственной независимости и безопасности страны. Это особенно важно в настоящее время в связи с тяжелой социально-экономической и демографической обстановкой в России.

Перспективное направление развития ассортимента хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности – это применение в их производстве натуральных растительных пищевых ингредиентов, которые могли бы служить дополнительным источником необходимых макро и микронутриентов<sup>1</sup>. Хлебобулочные изделия входят в ежедневный рацион питания людей, следовательно, целесообразно оптимизировать их, обогащая пищевыми

<sup>1</sup> Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: распоряжение правительства РФ от 29 июня 2016 г. № 1364-р.

волокнами, минеральными веществами, снижая их калорийность.

Одним из видов сырья, которое используется в комплексе с мукой при производстве хлебобулочных изделий – овсяные хлопья, которые являются источником пищевых волокон. Овсяные хлопья являются диетическим продуктом и лечебным средством при хронических воспалительных заболеваниях для населения всех возрастов. В зерне овса содержатся ферменты, витамины групп В, Е, А, холин, тирозин, эфирное масло, медь, сахар, тригонеллин, минеральные соли - фосфорные, кальциевые. Аминокислотный состав овсяной крупы является наиболее близким к мышечному белку, что делает ее особенно ценным продуктом.

Также подсырная сыворотка является ценным сырьем при производстве хлебобулочных изделий. Сыворотка имеет высокую биологическую ценность, обусловленную содержанием в ней белков, незаменимых аминокислот, лактозы, минеральных веществ.

С целью обогащения изделий антиоксидантами, повышения витаминно-минерального состава в разработанные рецептуры хлебобулочных изделий вводились растительные порошки инфракрасной обработки. Природные компоненты, присутствующие в растительном сырье, обладают не только пищевой ценностью и определенными вкусовыми свойствами, но и способностью влиять на многочисленные функции и реакции организма человека, что, в свою очередь, является важнейшим фактором сохранения, улучшения здоровья и снижения риска возникновения заболеваний (Аширова, Бычкова, Васюкова, 2012). Применение в хлебопечении растительных порошков, полученных с использованием инфракрасной сушки (ИК-сушки) позволит сохранить в сухом сырье максимальное количество биологически активных веществ.

**Инфракрасная сушка продуктов** - это процесс ускоренного испарения влаги за счет воздействия инфракрасного излучения. Именно инфракрасные лучи так влияют на молекулярную структуру продукта, что при этом сохраняются витамины, биологически активные вещества, естественный цвет, вкус и аромат подвергающихся сушке продуктов. **Инфракрасная сушка** продуктов основывается на том, что влага в продукте активно поглощается инфракрасным излучением, проникающим на глубину до 12 мм. Но при этом излучение не поглощается тканью высушиваемого продукта, поэтому инфракрасная сушка возможна при температуре 40-60 °С.

Инфракрасная сушка продуктов делает их устойчивыми к развитию микрофлоры. Не требуется специальных условий хранения. Необходимо обеспечить низкую влажность в помещении хранения, при этом срок годности порошков ИК-сушки составит год. За это время уровень содержания в них витаминов снижается не более чем на 5-15%. Повысить срок хранения продуктов можно с помощью герметичной упаковки (Sandhu, 2014).

Минеральные вещества и витамины, содержащиеся в растительных порошках ИК-сушки, усваиваются полностью в отличие от искусственных витаминно-минеральных комплексов, стоимость которых значительно выше.

В качестве сырья при разработке новых хлебобулочных изделий использовались растительные порошки ИК-сушки свеклы, моркови, клюквы и рябины.

Многими исследователями, в том числе С.Я. Корячкиной изучено применение порошка из сахарной свеклы в производстве хлебобулочных изделий. Внесение свекольного порошка в рецептуру хлебобулочных изделий способствует снижению вязкости теста, улучшению органолептических показателей, также положительно влияет на качество эмульсии теста. Кроме того, порошок сахарной свеклы содействует упрочнению структуры теста (Корячкина, Баранов, 1986).

В Одесской национальной академии пищевых технологий было исследовано влияние добавки морковного порошка на физико-химические и структурно-механические свойства теста. Использование морковного порошка позволяет получить продукт функционального назначения за счет необходимых для жизнедеятельности человека микронутриентов растительного происхождения. В морковном порошке наблюдается наиболее благоприятное для усвоения соотношение Са и Р (1,0:1,1) и близкое к оптимальному Са и Mg (1,0:0,92). Порошок содержит витамины: аскорбиновую кислоту (26,50...29,88 мг %) и β-каротин (86...120 мг %). Белки морковного порошка содержат все незаменимые аминокислоты. Установлено также, что в морковном порошке количество валина, лейцина, лизина, фенилаланина больше, чем в пшеничной муке. Содержание в порошке неусвояемых углеводов (клетчатки) и пектиновых веществ является важным физиологическим фактором в питании. Внесение в рецептуру морковного порошка позволит повысить пищевую ценность и улучшить органолептические показатели изделий (Перфилов, Винницкий, & Скрипников, 2008).

Порошок ИК-сушки из плодов рябины характеризуется высоким содержанием пищевых волокон, пектиновых веществ, витаминов, в особенности витамина С, макро- и микроэлементов.

Применение клюквенного порошка для приготовления хлебобулочных изделий представляется целесообразным ввиду высокого содержания пищевых волокон (около 46%), органических кислот (~ 18%), редуцирующих сахаров (~12,5), флавоноидов, макро- и микроэлементов и витаминов, в особенности аскорбиновой кислоты и органических кислот (Перфилов, Винницкий, & Скрипников, 2008).

Порошок клюквы содержит бензойную кислоту, обладающую противомикробным действием, следовательно, имеет значение для предупреждения плесневения в процессе хранения готовых хлебобулочных и мучных кондитерских мучных изделий и увеличения их сроков хранения.

Порошки представляют собой однородную сыпучую массу, цвет свойственный тому сырью, из которого изготовлен порошок, с выраженным вкусом соответствующего сырья (Sandhu, 2014).

Вследствие анализа литературных данных по созданию ассортимента хлебобулочных изделий были выбраны следующие выше перечисленные добавки.

Анализ материалов опубликованных научных исследований показывает, что добавки из природного сырья имеют огромный потенциал для здоровья человека и могут использоваться для обогащения и расширения ассортимента хлебобулочных изделий.

Целью данной работы является разработка новых видов хлебобулочных изделий с использованием традиционных и нетрадиционных видов сырья, с такими как: сухая подсырная деминерализованная сыворотка, растительные добавки в виде ИК-порошков (из свеклы, моркови, клюквы и рябины) и пищевые волокна (овсяные хлопья).

Для достижения цели решались следующие задачи:

- обосновать выбор функциональных добавок и определить их оптимальную дозировку;
- исследовать добавки по физико-химическим показателям;

- разработать рецептуры и технологии приготовления хлебобулочных изделий на основе сухой подсырной сыворотки с растительными добавками;
- исследовать готовые изделия по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям качества;
- обосновать функциональные свойства новых хлебобулочных изделий.

Объектами исследований служили добавки из природного сырья и образцы хлебобулочных изделий с использованием сухой подсырной сыворотки с растительными добавками в следующем ассортименте:

- образец №1 – булочка «Молочная»<sup>2</sup> – контрольный образец;
- образец №2 – булочка «Морковная», с добавлением морковного порошка ИК-сушки;
- образец №3 – булочка «Свекольная», с добавлением свекольного порошка ИК-сушки;
- образец №4 – булочка «Клюквенная», с добавлением клюквенного порошка ИК-сушки;
- образец №5 – булочка «Рябиновая», с добавлением рябинового порошка ИК-сушки.

## Методы исследования

Оптимальное соотношение основных компонентов было определено с помощью математического моделирования путем решения задач линейного программирования с использованием программного продукта MatLab. При этом целевой функцией являлось определение содержания в готовых образцах пищевых веществ (белка,  $\beta$ -каротина, пищевых волокон) в количествах, обеспечивающих функциональность изделий.

Преимуществами автоматизированного проектирования рецептур при разработке функциональных продуктов питания является возможность регулирования их химического состава путём комбинирования соотношения отдельных компонентов с учётом их свойств и конечного назначения продуктов. Это научное направление исследований, которое позволяет разрабатывать состав сложных многокомпонентных продуктов с указанным комплексом качественных и количественных показателей (Sharma, Verma, & Pathare, 2016).

Готовые изделия были исследованы по органолептическим, физико-химическим и микробиоло-

<sup>2</sup> Сборник рецептур мучных и кондитерских изделий: Хлебпродинформ, (1996).

гическим показателям. Результаты проведенных исследований, свидетельствуют о том, что хлебобулочные изделия обогащены минеральными веществами, пищевыми волокнами, пектином и антиоксидантами.

При физико-химическом анализе были определены следующие показатели:

- Влажность (ГОСТ 5900-2014);
- Зольность (ГОСТ 5901-2014);
- Кислотность (ГОСТ 5670-96);
- Содержание клетчатки (ГОСТ 13496.15-97);
- Пористость (ГОСТ 5669-96);
- Антиоксидантная активность (ГОСТ Р 54037-2010);
- Содержание  $\beta$ -каротина (ГОСТ EN 12823-2-2014);
- Массовая доля белка (ГОСТ 14252-73);
- Водорастворимые вещества (ГОСТ Р ИСО 9768-2011).

Определение антиоксидантной активности проводилось в соответствии с утвержденной методикой (№ 20706-05 Методики выполнения измерения водорастворимых антиоксидантов № 31-07 от 4.05.2007) в Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН. Проводили экстракцию образца водой при гидромодуле 1:200 в ультразвуковой бане в течение 30 минут. Твердую часть отделяли центрифугированием, фильтрованием на бумажном фильтре и мембране 0,45 мкм. 1 см<sup>3</sup> супернатанта доводился до объема 100 см<sup>3</sup>. В качестве рабочего раствора использовалась фосфорная кислота 2,3\*10<sup>-3</sup> моль/л. Полученные растворы анализировались на анализаторе антиоксидантной активности Цвет ЯУЗА-01- АА (№ ФСР 2009/06380) при разности потенциалов 1,3 В, скорости подачи вещества – 1,2 мл/мин. В качестве стандарта использовались растворы кверцетина 98+% с концентрацией 0,2-2,0 мг/мл. Размер частиц: определялся методом дифракции лазерного луча на приборе Microsizer 201.

Таблица 1

Физико-химические показатели качества исследуемых образцов

Показатели	Единицы измерения	Содержание веществ в 100 г			
		ИК-порошок моркови	ИК-порошок клюквы	ИК-порошок свеклы	ИК-порошок рябины
Влажность	%	14,0 ± 0,01	16,0 ± 0,02	8,80 ± 0,01	5,7 ± 0,01
Сырой протеин	%	8,10 ± 0,02	0,07 ± 0,01	14,51 ± 0,02	5,45 ± 0,01
Сырой жир	%	1,5 ± 0,1	1,37 ± 0,20	0,96 ± 0,12	4,48 ± 0,01
Сахара	%	63,90 ± 0,14	68,08 ± 0,15	50,92 ± 0,11	25,37 ± 0,21
Клетчатка	%	7,20 ± 0,11	5,70 ± 0,14	4,30 ± 0,20	5,74 ± 0,03

## Анализ данных

Эффективность использования добавок в разных соотношениях при производстве хлебобулочных изделий определяли по содержанию пищевых веществ в добавках, обеспечивающих их функциональные свойства, и по качеству готовых хлебобулочных изделий. Определение основных показателей в эксперименте проводили в четырехкратной повторности. Полученные экспериментальные данные обрабатывали с помощью компьютера в программе MatLab.

## Результаты и их обсуждение

В ходе исследований были определены дозы вносимых добавок в рецептуры хлебобулочных изделий и их физико-химический состав, обуславливающий функциональные свойства.

Физико-химический состав растительных порошков ИК-сушки и их антиоксидантная активность представлены в Таблице 1.

Из таблицы видно, что порошки обладают высокими показателями пищевой ценности и антиоксидантной активностью и могут быть использованы в качестве ингредиентов при разработке продукции функционального назначения.

Далее на основе этих добавок были разработаны рецептуры хлебобулочных изделий.

Булочка «Рябиновая» и «Клюквенная» готовилась с использованием сыворотки и овсяных хлопьев (10% и 18% от количества муки), с применением порошка ИК-сушки из рябины и клюквы, измельченных механоферментированным способом в количестве 3% и 3% от общего количества муки соответственно.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Содержание веществ в 100 г			
		ИК-порошок моркови	ИК-порошок клюквы	ИК-порошок свеклы	ИК-порошок рябины
Крахмал	%	0,8 ± 0,1	1,66 ± 0,13	3,32 ± 0,15	-
Пектин	%	1,50 ± 0,12	4,10 ± 0,11	8,72 ± 0,09	1,10 ± 0,11
Сырая зола	%	3,0 ± 0,01	3,20 ± 0,02	8,47 ± 0,01	2,86 ± 0,04
Минеральные вещества:					
Na	мг	59,0 ± 0,1	3,61 ± 0,07	35,85 ± 0,10	0,3 ± 0,09
K	мг	967,0 ± 0,2	54,08 ± 0,12	54,08 ± 0,18	12,0 ± 0,014
Ca	мг	105,0 ± 0,14	2,05 ± 0,15	2,05 ± 0,20	0,339 ± 0,04
Mg	мг	56,0 ± 0,2	2,36 ± 0,21	2,36 ± 0,11	1,57 ± 0,09
Fe	мг	3,0 ± 0,1	1,5 ± 0,1	0,06 ± 0,10	102,0 ± 0,18
Витамины:					
β-каротин	мг%	0,67 ± 0,07	-	-	12,51 ± 0,15
Витамин С	мг%	11,0 ± 0,1	17,60 ± 0,1	15,20 ± 0,1	70 ± 0,03
АОА	мкг кверцетина/ г продукта	0,25 ± 0,08	1,2 ± 0,2	8,9 ± 0,9	5,6 ± 0,2

Булочки «Свекольная» и «Морковная» готовилась с использованием сыворотки и овсяных хлопьев (10% и 18% от количества муки), с применением порошка ИК-сушки из свеклы и моркови, измельченных механоферментированным способом в количестве 7% и 7% от общего количества муки соответственно.

Готовые хлебобулочные изделия были исследованы по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям, определенные согласно стандартным методикам.

Для объективного контроля качества образцов применялся метод органолептической оценки, который заключается в прямой рейтинговой оценке качества, в соответствии с требованиями нормативной документации (ГОСТ 5667-65<sup>3</sup>, ГОСТ 31805-2012<sup>4</sup>).

Органолептическая оценка хлебобулочных изделий представлена в Таблице 2.

Органолептическая оценка новых хлебобулочных изделий показала, что они характеризуются приятным внешним видом, хорошим вкусом, цветом и запахом, пористой консистенцией, цвет корочки

и мякиша стал более насыщенным по сравнению с контрольным образцом благодаря внесенным порошкам ИК-сушки.

Физико-химические показатели качества, определенные стандартными методами, соответствуют нормативам. Результаты исследования представлены в Таблице 3.

С учетом нормы физиологической потребности β-каротина (5 мг/сутки) и процента функциональности 15% (0,75 мг) установлено, что образцы № 2 и № 5 (Булочки «Морковная» и «Рябиновая») восполняют 15% от нормы потребления β-каротина, что свидетельствует об ее функциональности.

С учетом нормы физиологической потребности в белке (90 г/сутки) и процента функциональности 10% (9 г) установлено, что все образцы восполняют 10% от нормы потребления белка.

За счет добавления в рецептуры овсяных хлопьев изделия являются обогащенными клетчаткой, то есть восполняют более 10 % от суточной потребности.

Хлебобулочные изделия были исследованы на наличие микробиологической обсемененности.

<sup>3</sup> ГОСТ 5667-65. Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий (с Изменениями N 1, 2, 3)

<sup>4</sup> ГОСТ 31805-2012. (2013). Изделия хлебобулочные из пшеничной муки. Общие технические условия.

Таблица 2

Органолептическая оценка хлебобулочных изделий

Показатели качества	Коэффициент значимости	Средний оценочный балл, баллы				Комплексная оценка, баллы			
		Клюквенная	Свекольная	Морковная	Рябиновая	Клюквенная	Свекольная	Морковная	Рябиновая
Внешний вид	3	4,9±0,1	4,9±0,1	4,9±0,1	4,8±0,3	14,7±0,3	14,7±0,6	14,7±0,1	14,4±0,9
Запах	4	4,9±0,2	4,8±0,3	4,9±0,2	4,8±0,1	19,2±0,8	19,6±0,8	19,7±0,8	19,2±0,4
Вкус	6	4,8±0,3	4,9±0,2	4,9±0,2	4,7±0,2	29,4±1,2	29,8±1,1	29,8±1,2	28,2±1,2
Цвет	2	4,7±0,2	4,9±0,1	4,9±0,1	4,7±0,2	9,6±0,2	9,7±0,2	9,8±0,2	9,4±0,4
Консистенция	5	4,8±0,1	4,8±0,2	4,9±0,2	4,7±0,1	23,5±1,0	23,5±1,0	24,0±0,5	23,5±0,5
Суммарная комплексная оценка	20	-	-	-	-	96,6±3,5	97,3±3,7	98±2,8	94,7±1,4
Общая оценка	-	4,8±0,2	4,8±0,2	4,9±0,1	4,7±0,2	-	-	-	-

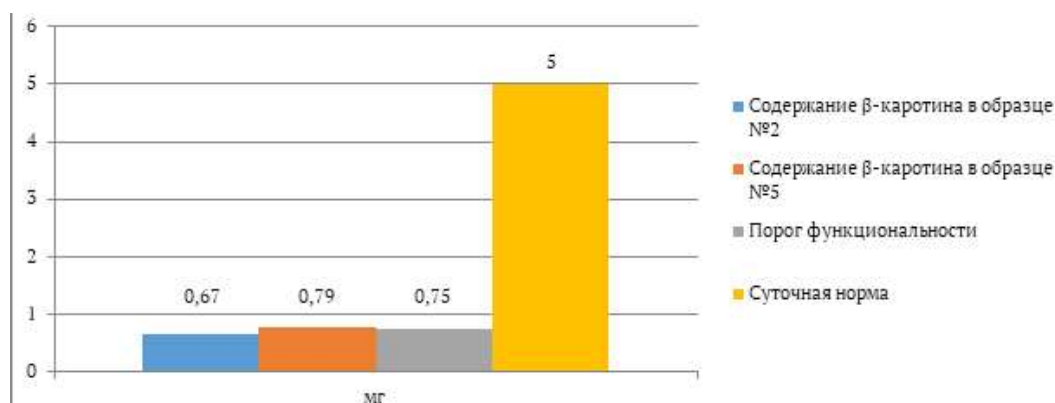
Таблица 3

Физико-химические показатели качества образцов хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Образцы хлебобулочных изделий				
	Молочная	Рябиновая	Клюквенная	Свекольная	Морковная
Массовая доля сухих веществ, %	62±0,10	62±0,50	68,3±0,12	72±0,15	70±0,40
Пористость изделий, %	62,9±0,55	77,1±0,12	78,0±0,60	82,0±0,001	89,0±0,21
Сырая клетчатка, %	0,05	1,05	0,18	0,58	0,95
Зольность, %	6,56±0,01	27,2±0,04	12,2±0,04	28,3±0,04	30,4±0,04
Белок, г	4,5	10,68	9,91	9,62	11,56
Кислотность, °Н	2,8±0,01	1,6±0,01	1,4±0,01	1,2±0,01	0,8±0,01
β-каротин, мг/г	-	0,79±0,07	-	-	0,67±0,07
АОА, мкг	-	140±0,5	116±0,4	115±0,4	141±0,8

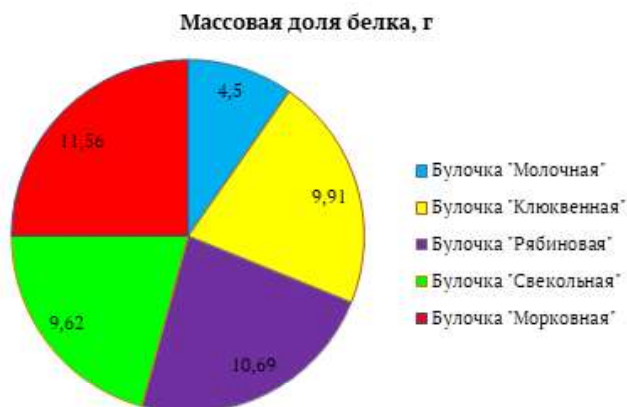
Рисунок 1

Восполнение суточной потребности в β-каротине в образцах хлебобулочных изделий, мг/сут<sup>1</sup>



<sup>1</sup> МР 2.3.1.1915-04. (2004). Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России.

Рисунок 2  
Содержание белка в хлебобулочных изделиях, г



Установлено, что во всех исследуемых образцах не обнаружены бактерии группы кишечной палочки, *S. Aureus* и патогенных микроорганизмов рода *Salmonella*, что свидетельствует о соблюдении санитарного режима при производстве и требований технического регламента (ТР ТС 021/011<sup>5</sup>).

### Заключение

В ходе данной работы были разработаны рецептуры и технологии хлебобулочных изделий на основе использования комплекса добавок из природного сырья (сухой подсырной деминерализованной сыворотки с добавлением растительных порошков ИК-сушки из свеклы, моркови, клюквы и рябины).

С помощью математического моделирования определены дозы вносимых добавок и подтверждена оптимальность выбранной рецептуры, на основании которого были приготовлены новые хлебобулочные изделия.

По результатам органолептической оценки изделия имеют хорошую пористость и состояние мякиша, улучшенные потребительские свойства.

По результатам физико-химических показателей качества разработанные изделия являются продуктами функционального назначения, восполняющими более 15% от суточной потребности по содержанию  $\beta$ -каротина и белка.

Таким образом, внесение в рецептуру хлебобулочных изделий добавок из природного сырья позволит повысить пищевую ценность и улучшить органолеп-

тические показатели продукта за счет необходимых для жизнедеятельности человека микронутриентов растительного происхождения, а также сделать изделия функциональной направленности.

### Литература

- Волончук, С. В., & Шорникова, Л. П. (1998). Полноценное питание и инфракрасная сушка растительного сырья. *Пищевая промышленность*, 5, 16–17.
- Корячкина, С., & Баранов, В. (1986). *Овощи в производстве мучных изделий*. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.
- Перфилов, О. В, Винницкий, В. Ф., & Скрипников, Ю. Г. (2008). *Использование порошков из плодовоовощных выжимок с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий*. Пищевая промышленность.
- Аширова, Н. Н., Бычкова, Е. С., & Васюкова, А. Н. (2012). Реализация концепции здорового питания населения: состояние и перспективы. Изд-во НГТУ.
- Chipault, J. R. (1962). Antioxidants for use in foods. In W. O. Lundber (Ed.), *Autooxidation and antioxidants*, Wiley.
- Collar, C., & Angioloni, A. (2014). Nutritional and functional performance of high  $\beta$ -glucan barley flours in breadmaking: Mixed breads versus wheat breads. *European Food Research and Technology*, 238(3), 459-469.
- Combs, F. G. Jr. (Ed). (2008). *The vitamins. Fundamental aspects in nutrition and health*. Elsevier Academic Press.
- Fitzgerald, C., Gallagher, E., Doran, L., Auty M., Prieto, J. M., Hayes, M. (2014). Increasing the health benefits of bread: Assessment of the physical and sensory qualities of bread formulated using a renin inhibitory *Palmaria palmata* protein hydrolysate. *Food Science and Technology*, 56 (2), 398-405. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.031>
- Granato D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G., & Faria, J. A. (2010). Functional foods and food development: Trends, concepts, and products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3), 292–302.
- Kadam, S., & Prabhasankar, P. (2010). Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. *Food Research International*, 43, 1975-1980.
- Ktenioudaki, A., & Gallagher, E. (2012). Recent advances in the development of high-fiber baked products. *Trends Food Science Technology*, 28, 4-14.

<sup>5</sup> ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», утверждённый Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880.

- Madhavi, D. L., Deshpande, S. S., & Salunkhe, D. K. (1996). *Food antioxidants: technological, toxicological and health perspectives*. Marcel Dekker, Inc.
- Menezes, B. S., Coelho, M. S., Meza, S. L. R., & Salas-Mellado, M. (2015). Macroalgal biomass as an additional ingredient of bread. *International Food Research Journal*, 22(2), 812-817
- Milner, J. A. (2013). Functional foods and health promotion. *Journal of Nutrition*, 7(129), 1395-1397.
- Rahaie, S., Gharibzahedi, S., Razavai, H., & Jafari, S. M. (2012). Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for the production of healthy-functional bread: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 2896-2906.
- Rosell, C. M., Santos, E., & Collar, C. (2009). Physico-chemical properties of dietary fibers from different sources: A comparative approach. *Food Research International*, 42(1), 176-184.
- Rózyło, R., Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., & Jakubczyk, A. (2014). Wheat bread with pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) pulp as a functional food product. *Food Technology and Biotechnology*, 52(4), 430-438.
- Sagawa, T. I. H., & Kato, I. (2003). Fucooidan as functional food stuff. Structure and biological potency. *Japanese Journal of Phycology (Sorui)*, 51, 19-20.
- Sandhu, C. (2014). Infrared radiative drying in food engineering: Aprocess analysis. *Biotechnology Progress*, 2, 109-119.
- Sharma, G. P., Verma, R. C., & Pathare, P. (2016). Mathematical modeling of infrared radiation thin layer drying of vegetables. *Journal of Food Engineering*, 282-286.
- Sienkiewicz, T., & Riedel, C.-L. (2010). Utilization of Whey. In Th. Mann (Ed.), *Whey and Whey Utilization*. Gelsenkirchen-Buer.
- Siess, H., & Stahl, W. (2017). Antioxidant functions of vitamins - vitamin E and vitamin C, *B*-carotene, and other carotenoids. *International Journal for Vitamin Nutrition Research*, 67, 364-367.
- Šoronja Simović, D., Filipović, N., Šereš, Z., Gyura, J., Jokić, A., & Pajin, B. (2010). Optimization of the formula of bread enrichment with sugar beet fibres. *Acta Aliment*, 39(4), 481-490.
- Wildman Robert, E. C. (2017). *Handbooks of nutraceuticals and functional foods*. GRS Press.



# Prospects for the Use of Complex Additives from Natural Raw Materials in the Development of Functional Bakery Products

Anastasiia N. Tkach<sup>1</sup>, Svetlana M. Korpacheva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after Timiryazev"

<sup>2</sup> "Novosibirsk State Technical University"

Correspondence concerning this article should be addressed to Anastasiia N. Tkach, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after Timiryazev, 1127550, Moscow, Listvennichnaya alley, 16<sup>a</sup> k2, e-mail: smile.lol.usa@list.ru

The development of innovative technologies for the processing of agricultural raw materials to obtain new types of functional and enriched food products is one of the directions for the development of scientific research in the field of food quality, set out in the document "Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030". Bakery products are one of the most promising objects for the design of functional food products, since they are a favorite component of the diet of Russians and are characterized by a low content of minerals, vitamins, dietary fiber, the deficiency of which is a serious problem. In this regard, the development of technologies for bakery products using secondary products of raw materials processing and natural sources of biologically active substances is relevant. The article presents the results of a study of the possibility of using complex additives from natural raw materials in the production of bakery products. As additives, we used dry cheese demineralized whey, vegetable and fruit and berry powders of infrared drying (from beets, carrots, cranberries, mountain ash). The powders were obtained by infrared drying followed by mechanochemical grinding. After infrared drying at a temperature of 60-70 °C for 180-240 min, the powders were crushed into chips with an average equivalent particle size of 125-140 microns. We have developed technologies and recipes for new bakery products with the complex additives listed above. The finished products were examined for organoleptic, physicochemical and microbiological quality indicators. In terms of quality and safety, the samples meet the requirements of regulatory documents. The use of additives in baking bakery products improves the nutritional value of finished products, while the content of protein, minerals, fiber increases, including an increase in antioxidant activity. The combined use of these additives significantly improves the consumer properties of the developed bakery products, which makes it possible to get new functional products.

**Key words:** IR-drying, powders, dry demineralized whey, bakery products, functional products

## References

- Volonchuk, S. V., & Shornikova, L. P. (1998). Complete nutrition and infrared drying of plant materials. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 5, 16-17.
- Koryachkina, S., & Baranov, V. (1986). *Ovoshchi v proizvodstve muchnyh izdelij* [Vegetables in the production of flour products]. Kemerovo Technological Institute of Food Industry.
- Perfilov, O. V., Vinnitskiy, V. F., & Skripnikov, Yu. G. (2008). The use of powders from fruit and vegetable pomace in order to expand the range of flour confectionery products. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 48-50.
- Ashirova, N. N., Bychkova, E. S., & Vasyukova, A. N. (2012). *Realizatsiya koncepcii zdorovogo pitaniya naseleniya: sostoyanie i perspektivy* [Implementation of the concept of healthy nutrition of the population: state and prospects]. Publishing house of NSTU.
- Chipault, J. R. (1962). Antioxidants for use in foods. In W. O. Lundberg (Ed.), *Autooxidation and antioxidants*, Wiley.
- Collar, C., & Angioloni, A. (2014). Nutritional and functional performance of high  $\beta$ -glucan barley flours in breadmaking: Mixed breads versus wheat breads. *European Food Research and Technology*, 238(3), 459-469.
- Combs, F. G. Jr. (Ed). (2008). *The vitamins. Fundamental aspects in nutrition and health*. Elsevier Academic Press.
- Fitzgerald, C., Gallagher, E., Doran, L., Auty M., Prieto, J. M., Hayes, M. (2014). Increasing the

- health benefits of bread: Assessment of the physical and sensory qualities of bread formulated using a renin inhibitory *Palmaria palmata* protein hydrolysate. *Food Science and Technology*, 56 (2), 398-405. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.031>
- Granato D., Branco, G. F., Nazzaro, F., Cruz, A. G., & Faria, J. A. (2010). Functional foods and food development: Trends, concepts, and products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3), 292–302.
- Kadam, S., & Prabhasankar, P. (2010). Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. *Food Research International*, 43, 1975-1980.
- Ktenioudaki, A., & Gallagher, E. (2012). Recent advances in the development of high-fiber baked products. *Trends Food Science Technology*, 28, 4-14.
- Madhavi, D. L., Deshpande, S. S., & Salunkhe, D. K. (1996). *Food antioxidants: technological, toxicological and health perspectives*. Marcel Dekker, Inc.
- Menezes, B. S., Coelho, M. S., Meza, S. L. R., & Salas-Mellado, M. (2015). Macroalgal biomass as an additional ingredient of bread. *International Food Research Journal*, 22(2), 812-817
- Milner, J. A. (2013). Functional foods and health promotion. *Journal of Nutrition*, 7(129), 1395–1397.
- Rahaie, S., Gharibzahedi, S., Razavai, H., & Jafari, S. M. (2012). Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for the production of healthy-functional bread: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 2896-2906.
- Rosell, C. M., Santos, E., & Collar, C. (2009). Physico-chemical properties of dietary fibers from different sources: A comparative approach. *Food Research International*, 42(1), 176-184.
- Rózyło, R., Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., & Jakubczyk, A. (2014). Wheat bread with pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) pulp as a functional food product. *Food Technology and Biotechnology*, 52(4), 430-438.
- Sagawa, T. I. H., & Kato, I. (2003). Fucoidan as functional food stuff. Structure and biological potency. *Japanese Journal of Phycology (Sorui)*, 51, 19-20.
- Sandhu, C. (2014). Infrared radiative drying in food engineering: A process analysis. *Biotechnology Progress*, 2, 109-119.
- Sharma, G. P., Verma, R. C., & Pathare, P. (2016). Mathematical modeling of infrared radiation thin layer drying of vegetables. *Journal of Food Engineering*, 282-286.
- Sienkiewicz, T., & Riedel, C.-L. (2010). Utilization of Whey. In Th. Mann (Ed.), *Whey and Whey Utilization*. Gelsenkirchen-Buer.
- Siess, H., & Stahl, W. (2017). Antioxidant functions of vitamins - vitamin E and vitamin C, *B*-carotene, and other carotenoids. *International Journal for Vitamin Nutrition Research*, 67, 364-367.
- Šoronja Simović, D., Filipović, N., Šereš, Z., Gyura, J., Jokić, A., & Pajin, B. (2010). Optimization of the formula of bread enrichment with sugar beet fibres. *Acta Aliment*, 39(4), 481-490.
- Wildman Robert, E. C. (2017). *Handbooks of nutraceuticals and functional foods*. GRS Press.