

И.Ю. Резниченко
Е.А. Егушова ✉

*Кузбасская государственная
 сельскохозяйственная академия,
 Кемерово, Россия*

✉ Egushova@mail.ru

Поступила в редакцию:
 24.06.2023

Одобрена после рецензирования:
 27.10.2023

Принята к публикации:
 09.11.2023

Irina Yu. Reznichenko
Elena A. Egushova ✉

*Kuzbass State Agricultural Academy,
 Kemerovo, Russia*

✉ Egushova@mail.ru

Received by the editorial office:
 24.06.2023

Accepted in revised:
 27.10.2023

Accepted for publication:
 09.11.2023

Определение потенциальных рисков при обеспечении безопасности и качества диетических хлебцев

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Реализация принципов HACCP рассматривается как универсальная составляющая предотвращения возможных опасностей или снижения риска до приемлемого уровня. Структурирование системы управления безопасностью для предприятий малых форм собственности, выпускающих хлебобулочные изделия и применяющих безотходные технологии, представляет определенные трудности, в связи с чем предложенная модель может найти практическое значение.

Методы. Объектом исследования являлись диетические хлебцы на основе смеси муки пшеничной, ржаной обойной, ржаной обдирной, хлебной крошки и порошка топинамбура. При выполнении работы использованы инструменты управления качеством: метод экспертной балльной оценки для расчета вероятности и тяжести выявленных опасных факторов при производстве диетических хлебцев; метод «дерево принятия решений» для определения критических контрольных точек, влияющих на безопасность диетических хлебцев.

Результаты. Для управления рисками в производстве диетических хлебцев выявлены критические контрольные точки (ККТ), дано описание ККТ, представлены отличительные особенности плана HACCP. Предложенная организация контроля качества и безопасности может быть применена в технологиях производства хлебцев с включением в рецептуру хлебной крошки либо других ингредиентов, схожих по свойствам с крошкой.

Ключевые слова: диетические хлебцы, хлебная крошка, качество, риски, критические контрольные точки, HACCP

Для цитирования: Резниченко И.Ю., Егушова Е.А. Определение потенциальных рисков при обеспечении безопасности и качества диетических хлебцев. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 122–127. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-122-127>

© Резниченко И.Ю., Егушова Е.А.

Identification of potential risks in ensuring the sustainable quality of dietary breads

ABSTRACT

Relevance. The implementation of the HACCP principles is considered as a universal component of preventing possible hazards or reducing the risk to an acceptable level. Structuring the safety management system for small enterprises producing bakery products and using non-waste technologies presents certain difficulties, in connection with which the proposed model can find practical significance.

Methods. The object of the study was dietary loaves based on a mixture of wheat flour, wholemeal rye, peeled rye, bread crumbs and Jerusalem artichoke powder. When performing the work, quality tools were used: the method of expert scoring to assess the likelihood and severity of identified hazards in the production of dietary bread; decision tree method for determining critical control points that affect the safety of diet crisps.

Results. To manage risks in the production of dietary breads, critical control points are identified, a description of the CCP is given, and the distinctive features of the HACCP plan are presented. The proposed organization of quality and safety control can be applied in technologies for the production of bread with the inclusion of bread crumbs or other ingredients similar in properties to crumbs in the recipe.

Key words: diet bread, bread crumbs, quality, risks, critical control points, HACCP

For citation: Reznichenko I.Yu., Egushova E.A. Identifying potential risks when ensuring the safety and quality of diet breads. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 122–127 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-122-127>

© Reznichenko I.Yu., Egushova E.A.

Введение/Introduction

Хлебцы представляют собой хрустящие ломкие легкие пластины, выпеченные из ржаного либо ржано-пшеничного дрожжевого или бездрожжевого теста.

Потребительский рынок хлебцев в РФ характеризуется увеличением продаж. С 2019 г. продажи хлебцев в России выросли в 3,2 раза. По оценкам BusinesStat, ожидается, что к 2024 г. продажи хлебцев вырастут на 0,7–2,5%¹. Активный рост продаж хлебцев, особенно диетических, обусловлен изменением вкусовых предпочтений россиян и популяризацией здорового образа жизни. Низкая калорийность хлебцев наряду с высокой пищевой ценностью позволяет отнести их к продуктам здорового питания, так как они содержат большое количество пищевых волокон и витаминов группы В. Широкий ассортимент хлебцев, доступная ценовая категория, длительный срок хранения делают их популярными и востребованными мучными изделиями.

Производством хлебцев, хлеба и хлебобулочных изделий, как правило, занимаются крупные хлебопекарные предприятия, количество которых в России достигает 750, что составляет 72% доли рынка. Однако в настоящее время для хлебопекарной отрасли характерна концентрация производственных мощностей не только на крупных, но и на малых предприятиях. Малых предприятий в России более 12 500, что соответствует 28% их доле на рынке². Деятельность малых предприятий, мини-пекарен связана не только с организацией производства продукции в месте ее реализации, но и с формированием собственного ассортимента, отличного от ассортимента крупных торговых сетей.

При постоянном спросе на хлеб и хлебобулочные изделия одной из самых больших проблем отрасли является переработка непроданного хлеба. Задача эффективной утилизации хлебных отходов стоит и перед малыми предприятиями.

Обычно хлебные отходы перерабатывают в хлебную крошку и используют для приготовления панировочных сухарей. Однако современные технологические решения позволяют применять хлебные отходы в качестве ингредиентов в пищевой и комбикормовой промышленности путем их переработки. Один из эффективных методов обращения с отходами — получение экструдатов. Известны способы сокращения отходов хлеба путем переработки панировочных сухарей при экструзионной варке. Экструдаты панировочных сухарей с влажностью 13% по сравнению с экструдатами муки пшеничной имеют более высокие значения индекса расширения, содержание пищевых волокон, мягкую и хрустящую текстуру [1]. Экструдаты, полученные из 50% муки желтого гороха и 50% панировочных сухарей, характеризуются хорошими физическими и технофункциональными свойствами и могут быть перспективны для разработки кормов с высокой питательной ценностью [2].

Новым методом обращения с отходами хлебопекарной промышленности является получение нанокомпозитов на основе хлебной крошки, активированной перосульфатом. Перспективным направлением для удобрения сельскохозяйственных культур служит использование хлебной крошки для производства микромолекулярных органических соединений [3].

Применение экструдеров могут позволить себе крупные предприятия, предприятия малых форм собственности, как правило, применяют другие методы переработки хлебных отходов, так как нет гарантий, что затраченные средства окупятся, а произведенная продукция будет реализована с прибылью.

Другим способом переработки хлебных отходов является применение хлебной крошки в качестве рецептурного компонента в технологии пищевых продуктов [4–7].

Принимая во внимание растущий спрос потребителей на хлеб диетический, комбинированный (из различных видов муки), хлеб с добавками растительных ингредиентов, предложена рецептура диетических хлебцев на основе смеси муки пшеничной, ржаной обойной, ржаной обдирной, хлебной крошки и порошка топинамбура [7].

Цель исследования — выявление рисков и потенциальных возможностей обеспечения безопасности производства диетических хлебцев с учетом принципов ХАССП.

Задачи исследования: дать характеристику и обозначить отличительные особенности диетических хлебцев; представить блок-схему технологического процесса производства; определить контролируемые параметры на всех стадиях технологического процесса; провести анализ опасностей для процесса производства хлебцев; выделить особенности плана ХАССП при производстве диетических хлебцев.

Методы и материалы исследований/

Methods and materials

Объектом исследования являлись диетические хлебцы, изготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 25832-89 на основе смеси муки пшеничной, ржаной обойной, ржаной обдирной, хлебной крошки и порошка топинамбура в лабораторных условиях кафедры биотехнологий и производства продуктов питания Кузбасской государственной сельскохозяйственной академии [7].

При выполнении работы использованы инструменты качества: метод экспертной балльной оценки для анализа вероятности и тяжести выявленных опасных факторов при производстве диетических хлебцев³; метод «дерево принятия решений» для определения критических контрольных точек, влияющих на безопасность диетических хлебцев^{4, 5}.

В экспертной оценке принимали участие инженеры-технологи хлебопекарных предприятий «КемеровоХлеб», «КузбассХлеб», «Империя Мокс» (г. Кемерово, Россия) в количестве 7 человек, имеющие большой практический опыт работы.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Отличительной особенностью диетических хлебцев является использование в рецептуре хлебной крошки и порошка топинамбура, что придает хлебцам добавленную пищевую ценность. Содержание пищевых волокон в хлебцах составляет около 13 г / 100 г, витаминов B_1 — 0,58, B_6 — 0,32 мг / 100 г. Такое количество нутриентов, согласно ТР ТС 022/2011 (приложение 5), позволяет позиционировать продукт как источник витаминов B_1 и B_6 , а также как продукт с высоким содержанием пищевых волокон.

¹ Анализ рынка хрустящих хлебцев в России. Прогноз на 2024 г. https://businesstat.ru/images/demo/crispbread_russia

² Анализ российского рынка хлеба и хлебобулочных изделий. <https://marketing.rbc.ru/articles/11527>

³ Методические рекомендации МР 5.1.0096-14 «Методические подходы к организации оценки процессов производства (изготовления) пищевой продукции на основе принципов ХАССП».

⁴ ГОСТ Р 51705.1-2001 Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования.

⁵ ГОСТ Р 56671-2015 Рекомендации по разработке и внедрению процедур, основанных на принципах ХАССП.

Таблица 1. Характеристика диетических хлебцев и их отличительные свойства

Table 1. Characteristics of dietary bread and their distinctive properties

Вид продукции	Диетические хлебцы
Состав продукта	Мука пшеничная I сорта, мука ржаная обдирная, мука ржаная обойная, хлебная крошка, маргарин, сахар-песок, соль пищевая, дрожжи прессованные хлебопекарные, порошок топинамбура
Характеристика продукта, показатели качества и безопасности, учитываемые при испытании	<ul style="list-style-type: none"> Органолептические показатели (по ГОСТ 25832-89): внешний вид — форма недеформированная, прямоугольная, поверхность шероховатая; цвет — от светло-коричневого до коричневого; вкус и запах — свойственные продукту, без постороннего привкуса и запаха; изделия хрупкие. Физико-химические показатели (по ГОСТ 25832-89): титруемая кислотность — не более 8 град., массовая доля влаги — не более 9%, хрупкость — не более 4 кг/см, содержание сахара — не более 3%. Рекомендуемые авторами дополнительные показатели: содержание пищевых волокон — от 12,5 до 13,0 г / 100 г; содержание витамина B₁ — от 0,5 до 0,6 мг / 100 г; витамина B₆ — от 0,3 до 0,35 мг / 100 г. Показатели безопасности (по ТР ТС 021/2011): бактерии группы кишечной палочки не допускаются в массе продукта 1,0 г, плесени — не более 50 КОЕ/г, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов — не более 1 x 10⁴ КОЕ/г. Токсичные элементы: свинец — 0,35 мг/кг, мышьяк — 0,15 мг/кг, кадмий — 0,07 г/кг, ртуть — 0,015 мг/кг. Пестициды: гексахлорциклогексан (α-, β-, φ-изомеры) — 0,5 мг/кг; ртутьорганические пестициды — не допускаются; 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота, ее соли, эфиры — не допускаются; ДДТ и его метаболиты — 0,02 мг/кг; гексахлорбензол — 0,01 мг/кг. Радионуклиды: цезий-137 — 40 Бк/кг; стронций-90 — 20 Бк/кг. Не допускаются посторонние включения, хруст от минеральной примеси и плесени.
Назначение продукта	Для всех категорий потребителей.
Индивидуальная упаковка продукта	Гассетфлоупак, флоупак, пластиковые лотки, бумажные лотки.
Транспортирование продукта	Продукт транспортируют специализированными транспортными средствами в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на транспорте конкретного вида.
Сроки и условия хранения	Продукт хранят при температуре 18 ± 2 °С, относительной влажности воздуха не выше 75%, 45 суток.
Маркировка продукта	В соответствии с ТР ТС 022/2011 ⁶ : наименование продукции; наименование и местонахождение изготовителя; наименование организации, принимающей претензии от потребителей; масса нетто продукта; состав продукта; пищевая и энергетическая ценность; продукт является источником витаминов B ₁ и B ₆ , продукт с высоким содержанием пищевых волокон (12,5–13,0 г / 100 г); дата изготовления; срок хранения; способ приготовления; документ, в соответствии с которым изготовлен и может быть идентифицирован продукт; единый знак обращения на рынке ЕАЭС.
Реализация продукта	Реализация в розничной торговой сети осуществляется при наличии информационных сведений о товаре, целостности упаковки, выкладке товара при температуре 18 ± 2 °С и относительной влажности воздуха не выше 75%.

Разработка новых рецептов и технологий в пищевой промышленности соответствует развитию современной нутрициологии [6, 7].

Для выделения рисков на всех этапах и стадиях технологического процесса с целью дальнейшего анализа опасностей необходимо построение производственной блок-схемы. На рисунке 1 приведена блок-схема производства диетических хлебцев.

Выявление рисков должно проводиться для назначения предупреждающих действий, которые позволяют устранить опасности или снизить их до допустимого уровня. Разработанные диетические хлебцы производятся из растительного и животного сырья, требующего различных режимов и условий хранения, а также способов их подготовки к процессу производства.

При нарушении технологических параметров подготовки сырья к производству возможны загрязнения теста посторонними примесями, химическими веществами, вредными микроорганизмами, что характерно и для

Рис. 1. Блок-схема технологического процесса производства диетических хлебцев

Fig. 1. Block diagram of the technological process of production of dietary bread

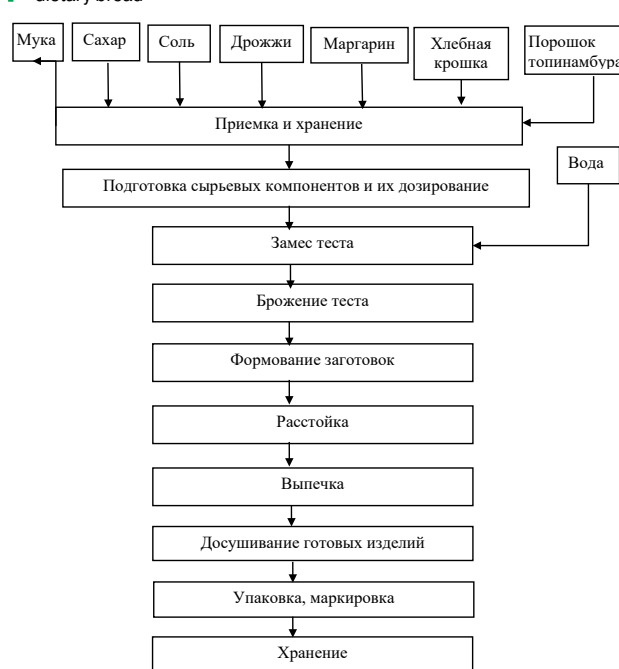


Таблица 2. Контролируемые параметры в технологии производства диетических хлебцев

Table 2. Controlled parameters in the technology of production of dietary breads

Стадия технологического процесса	Контролируемые параметры
Приемка и контроль качества сырья	Мука — органолептические показатели, физико-химические показатели — массовая доля влаги. Хлебная крошка — органолептические показатели, физико-химические показатели — массовая доля влаги, титруемая кислотность. Дрожжи — органолептические показатели, физико-химические показатели — массовая доля сухих веществ, подъемная сила, кислотность в пересчете на уксусную кислоту. Маргарин — органолептические показатели, физико-химические показатели — массовая доля жира, массовая доля влаги, температура плавления жира. Сахар белый — органолептические показатели. Соль пищевая — органолептические показатели. Порошок топинамбура — органолептические показатели
Подготовка и дозирование сырья	Отсутствие посторонних примесей Соответствие массы компонентов рецептуре
Замес теста	Однородность теста, влажность теста
Брожение теста	Температура и продолжительность брожения, кислотность
Формование заготовок	Толщина пласта
Расстойка	Температура и продолжительность расстойки
Выпечка	Температура и продолжительность выпечки
Досушивание готовых изделий	Температура, массовая доля влаги в готовых изделиях
Выходной контроль готовых изделий	Органолептические показатели — вкус и запах, цвет, консистенция, физико-химические показатели — влажность, кислотность, хрупкость
Упаковка	Целостность упаковки, соответствие массы нетто
Маркировка	Соответствие маркировки ТР ТС 022/2011, четкость нанесения, доступность для прочтения. Дополнительные сведения о продукте: хлебцы с высоким содержанием пищевых волокон (удовлетворение суточной нормы потребления на 35–40%), источник витаминов B ₁ , B ₆ (удовлетворение суточной потребности на 20–50%)
Транспортирование готовой продукции	Контроль транспортного средства (санитарное состояние, высота укладки штабеля транспортной тары)

других операций. Контролируемые параметры на всех стадиях технологического процесса производства диетических хлебцев приведены в таблице 2.

⁶ Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки.

Таблица 3. Критерии вероятности и последствий для определения потенциальной опасности в процессе производства хлебцев

Table 3. Probability and consequence criteria for determining potential hazard in bread production

Вероятность возникновения риска	Тяжесть последствий от риска
4. Высокая (например, ежедневно)	4. Критическая (чрезвычайная ситуация, смерть)
3. Значительная (например, еженедельно)	3. Тяжелая (например, болезнь, потеря работоспособности)
2. Незначительная (например, раз в месяц)	2. Средней тяжести (например, незначительная травма)
1. Маловероятная (например, раз в год)	1. Легкая (без травм, болезни)

Таблица 4. Индекс риска и управление риском

Table 4. Risk index and risk management

Индекс риска, балл	Тип риска	Управление риском
менее 4	удовлетворительный	PRP
от 4 до 8	низкий	PRP
от 8 до 12	повышенный	ККТ
от 12 до 16	критический	ККТ

Анализ опасностей позволяет выявить потенциальные риски, появление которых возможно на любом из этапов процесса — от получения сырья и материалов до поставки продукции потребителям. Согласно концепции ХАССП выделяют биологические (Б), физические (Ф), химические (Х) риски. Идентификация рисков направлена на определение потенциальных угроз для здоровья человека, которые могут возникнуть в производстве хлебцев. На основе анализа угроз выполняется дальнейшая оценка рисков. Значения вероятности возникновения рисков и тяжесть их последствий, необходимые для определения типа риска и его устранения или контроля, приведены в таблицах 3, 4.

Значительные опасности в технологии хлебцев определены на этапах приемки и контроль качества сырья, брожение. Незначительные риски — на этапах расстойки и выпечки, маловероятные — упаковка, маркировка и хранение.

Риски с индексом менее 8 управляются планом обязательных предварительных мероприятий (PRP), то есть разработкой базовых условий, которые необходимо

обеспечить в организации по цепочке создания хлебцев. В случае индекса риска выше 8 управление риском будет осуществляться с помощью критической контрольной точки (ККТ).

Критическая контрольная точка рассматривается как защитный подход к обеспечению безопасности и в производстве пищевых продуктов, и при их хранении [8].

Анализ опасностей, влияющих на безопасность хлебцев, приведен в таблице 5, в которой тяжесть последствий от риска обозначена буквой *T*, вероятность возникновения риска — *B*. В таблице 5 приведены риски, связанные с несоблюдением технологических режимов, загрязнениями технологического оборудования, недостаточной гигиеной, так как неадекватная система обработки оборудования и несоблюдение санитарных норм являются первопричинами появления рисков [9–11].

В результате анализа рисков выявлены две ККТ — на этапах приемки сырья и брожения.

На этапе приемки сырья микробиологическим рискам подвержена хлебная крошка. При приемке хлебной крошки и подготовке ее к производству необходимо исключить риски, связанные с появлением плесени, споры плесени могут развиваться из-за излишней влажности хлебной крошки либо попасть из воздуха. На этапе брожения риски связаны с повышением кислотности теста. Также обозначены программы обязательных предварительных мероприятий PRP, необходимые для поддержания гигиенических условий на всех стадиях технологической цепи.

Выделенные ККТ и PRP приемлемы для изготовления и продвижения продукции, выработанной с применением отходов хлебопекарного производства, которые требуют повышенного внимания к их подготовке и использованию для обеспечения гарантии качества и безопасности готового продукта в рамках системы менеджмента безопасности, что подтверждается многими исследованиями [12–17].

После завершения оценки рисков выбраны меры контроля с помощью «дерева принятия решений» (рис. 2).

Таблица 5. Анализ опасностей для процесса производства хлебцев

Table 5. Hazard analysis for the bread production process

Этап	Риски	Вероятные причины возникновения	Оценка риска, балл			Методы контроля	ККТ/PRP
			T	B	балл		
Приемка и хранение сырья, упаковочных материалов	Ф: посторонние предметы (остатки упаковки, волосы)	Упаковка, гигиена	3	1	3	Визуальный осмотр	PRP 1
	Х: остаточные химические вещества, токсичные элементы, пестициды	Упаковка, борьба с вредителями	3	1	3	Оценка поставщика, сертификаты. Контроль транспортных средств, личной гигиены	PRP 2
	Б: зараженность вредителями хлебных запасов, микроорганизмы (КМАФАМ, БГКП, дрожжи, плесень)	Гигиена	4	3	12	Входной контроль сырья	ККТ1
Подготовка сырья к производству	Ф: посторонние предметы	Обслуживание технологического оборудования, личная гигиена	3	1	3	Проверка оборудования, соблюдение личной гигиены: фартук, маска, перчатки, головной убор	PRP 3
	Х: остатки моющих средств	Техническое обслуживание	1	1	1	Проверка дозатора, контроль рецептуры	PRP 4
Замес теста	Х: передозировка рецептурных компонентов	Несоблюдение температуры и продолжительности брожения	2	2	4	Контроль кислотности	ККТ2
	Б: плесень	Настройка технологического оборудования	1	1	1		
Брожение	Ф: повышенная кислотность	Несоблюдение температуры и продолжительности	2	2	4	Контроль кислотности	PRP 5
Формование заготовок	Ф: неправильная форма хлебцев	Несоблюдение температуры и продолжительности	1	1	1		
Расстойка	Ф: повышенная кислотность	Несоблюдение температуры и продолжительности	2	2	4	Толщина пласта	PRP 6
Выпечка	Ф: хрупкость	Несоблюдение продолжительности и температуры выпечки	3	1	3	Контроль каждой партии по содержанию влаги, поддержание температуры и времени выпечки в соответствии с инструкцией	PRP 7
	Х: содержание влаги						
Досушивание	Ф: хрупкость	Несоблюдение продолжительности и температуры досушивания	2	2	4	Контроль каждой партии по содержанию влаги, поддержание температуры и времени досушивания в соответствии с инструкцией	PRP 8
	Х: содержание влаги, Б: плесень						
Упаковка, маркировка	Ф: посторонние примеси	Несоблюдение правил гигиены и уборки, загрязнение упаковочных материалов	1	1	1	Контроль гигиены, санитарного состояния помещений, применяемого маркировочного оборудования и маркировочной краски	PRP 9
	Х: остатки моющих средств		4	2	8		
	Б: плесень		1	1	1		
Хранение	Ф: нарушение целостности упаковки	Несоблюдение условий хранения	1	4	4	Визуальный осмотр, контроль за режимами параметрами хранения	PRP 10

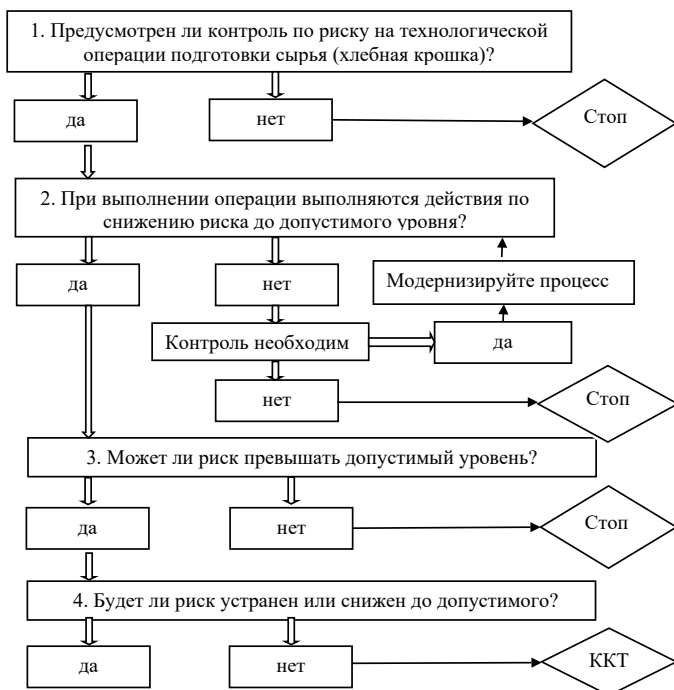
Таблица 6. Фрагмент рабочего плана HACCP

Table 6. Fragment of the HACCP work plan

Наименование операции	Опасный фактор	Номер критической контрольной точки	Контролируемый параметр и его предельные значения	Процедура мониторинга	Корректирующее действие	Регистрационно-учетный документ
Приемка и хранение хлебной крошки	Б: зараженность вредителями хлебных запасов	ККТ 1	зараженность вредителями хлебных запасов не допускается	в каждой партии	утилизация	журнал входного контроля качества сырья
	Б: микроорганизмы	ККТ 1	КМАФАМ, КОЕ/г — не более 1×10^4 БГКП не допускаются в массе продукта — 1,0 г; плесени, КОЕ/г — не более 50	в каждой партии	утилизация	журнал входного контроля качества сырья
Брожение теста	Ф: повышенная кислотность	ККТ 2	кислотность теста	в каждой партии	контроль параметров технологического процесса производства хлебобулочных изделий (температуры и продолжительности брожения)	журнал контроля технологического процесса производства хлебобулочных изделий

Рис. 2. «Дерево принятия решений»

Fig. 2. Decision tree analysis



В связи с применением в рецептуре хлебной крошки, что является отличительной особенностью хлебцев, на рисунке 2 приведен фрагмент «дерева принятия

решений» по выбору управленческих решений в случаях выявления рисков, представляющих наибольшую угрозу для безопасности конечного продукта и требующих установления контроля над ними.

На основе проведенного анализа рисков предложен рабочий план HACCP. Описание ККТ, риски и критические пределы, частота мониторинга показателей, корректирующие действия, записи и верификация приведены в таблице 6, причем подтверждение согласованности с установленными контролируемыми параметрами и их предельными значениями (верификация) осуществлялось в процессе мониторинга. Подтвержденные результаты вносились в регистрационно-учетную документацию.

Выводы/Conclusions

Таким образом, для управления рисками в производстве диетических хлебцев выявлены две критические контрольные точки на этапах приемки и хранения хлебной крошки и брожения теста. Выделены особенности плана HACCP, отражающие применение хлебной крошки.

Предложенная организация контроля качества и безопасности имеет практическую значимость и может быть применена в технологиях производства хлебцев с включением в рецептуру хлебной крошки либо других ингредиентов, схожих по свойствам с крошкой.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Samray M.N., Masatcioglu T.M., Koksel H. Bread crumbs extrudates: A new approach for reducing bread waste. *Journal of Cereal Science*. 2019; 85: 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.12.005>
- Luo S., Koksel F. Physical and technofunctional properties of yellow pea flour and bread crumb mixtures processed with low moisture extrusion cooking. *Journal of Food Science*. 2020; 85(9): 2688–2698. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15385>
- Cai D. et al. Gel-based nanocomposite using persulfate-activated bread crumbs for fulvic acid release and Pb(II) removal. *Chemical Engineering Journal*. 2022; 446(2): 137002. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.137002>
- Bahmanyar F., Hosseini S.M., Mirmoghtadaie L., Shojaee-Aliabadi S. Effects of replacing soy protein and bread crumb with quinoa and buckwheat flour in functional beef burger formulation. *Meat Science*. 2021; 172: 108305. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108305>
- Korkmaz A., Oz F. Effect of the use of dry breadcrumb in meatball production on the formation of heterocyclic aromatic amines. *British Food Journal*. 2020; 122(7): 2105–2119. <https://doi.org/10.1108/BJFJ-04-2019-0256>

REFERENCES

- Samray M.N., Masatcioglu T.M., Koksel H. Bread crumbs extrudates: A new approach for reducing bread waste. *Journal of Cereal Science*. 2019; 85: 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.12.005>
- Luo S., Koksel F. Physical and technofunctional properties of yellow pea flour and bread crumb mixtures processed with low moisture extrusion cooking. *Journal of Food Science*. 2020; 85(9): 2688–2698. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15385>
- Cai D. et al. Gel-based nanocomposite using persulfate-activated bread crumbs for fulvic acid release and Pb(II) removal. *Chemical Engineering Journal*. 2022; 446(2): 137002. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.137002>
- Bahmanyar F., Hosseini S.M., Mirmoghtadaie L., Shojaee-Aliabadi S. Effects of replacing soy protein and bread crumb with quinoa and buckwheat flour in functional beef burger formulation. *Meat Science*. 2021; 172: 108305. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108305>
- Korkmaz A., Oz F. Effect of the use of dry breadcrumb in meatball production on the formation of heterocyclic aromatic amines. *British Food Journal*. 2020; 122(7): 2105–2119. <https://doi.org/10.1108/BJFJ-04-2019-0256>

6. Korompokis K., Deleu L.J., De Brier N., Delcour J.A. Investigation of starch functionality and digestibility in white wheat bread produced from a recipe containing added maltogenic amylase or amyloamylase. *Food Chemistry*. 2021; 362: 130203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130203>
7. Бакін І.А., Егушова Е.А., Резніченко І.Ю. Рациональное использование пищевых отходов в технологии диетических хлебцев. *Пищевая промышленность*. 2023; (1): 45–49. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.1.1.010>
8. Барышнікова Н.І., Резніченко І.Ю., Вайскрובה Е.С. Разработка системы управления безопасностью на основе принципов HACCP при производстве хлеба из пшеничной муки. *Техника и технология пищевых производств*. 2017; (4): 115–122. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2017-4-115-122>
9. Asaduzzaman Md. The Implementation of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Plan for Chicken Nugget Plant. *Asian Food Science Journal*. 2021; 20(5): 11–24. <https://doi.org/10.9734/afsj/2021/v20i530295>
10. Stessl B., Ruppsch W., Wagner M. *Listeria monocytogenes* post-outbreak management. When could a food production be considered under control again? *International Journal of Food Microbiology*. 2022; 379: 109844. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109844>
11. Mesias M., Delgado-Andrade C., Morales F.J. Process contaminants in battered and breaded foods prepared at public food service establishments. *Food Control*. 2020; 114: 107217. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107217>
12. Pandhi S., Kumar A., Mishra S. Food Quality and Food Safety: Management Systems and Analytical Tools for Public Health. Islam S., Thangadurai D., Sangeetha J., Cruz-Martins N. (eds.). *Global Food Safety. Microbial Interventions and Molecular Advancements*. New York: *Apple Academic Press*. 2023; 303–321. <https://doi.org/10.1201/9781003283140-16>
13. El-Rouby M.Z., Bahlol H.E., El-Desouky A.I., Sharoba A.M., Darweesh A.H. Application of Food Safety Management System (ISO 22000) In Processing of Wheat Flour Product. *Annals of Agricultural Science. Moshtohor*. 2020; 58(4): 949–962.
14. Menini A. *et al.* The Critical Role of Consumers in the Prevention of Foodborne Diseases: An Ethnographic Study of Italian Families. *Foods*. 2022; 11(7): 1006. <https://doi.org/10.3390/foods11071006>
15. Özçakmak S. A model of hazard and risk analysis for bread production and the awareness of food safety. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 2019; 11(8): 719–724. <https://doi.org/10.3920/QAS2019.1592>
16. Puspitawati I.N. *et al.* Implementation of Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) on Bread Bakery Production Process in Bunga Mawar Puti Bakery. *MATEC Web of Conferences*. 2022; 372: 02002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202237202002>
17. Jubayer Md.F., Hossain Md.S., Al-Emran Md., Uddin Md.N. Implementation of HACCP Management System in a Cake Manufacturing Company in Dhaka, Bangladesh: A Case Study. *Journal of Food Quality*. 2022; 2022: 5321333. <https://doi.org/10.1155/2022/5321333>
6. Korompokis K., Deleu L.J., De Brier N., Delcour J.A. Investigation of starch functionality and digestibility in white wheat bread produced from a recipe containing added maltogenic amylase or amyloamylase. *Food Chemistry*. 2021; 362: 130203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130203>
7. Bakin I.A., Egushova E.A., Reznichenko I.Yu. Rational use of food waste in dietary bread technology. *Food Industry*. 2023; (1): 45–49 (In Russian). <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.1.1.010>
8. Baryshnikova N.I., Reznichenko I.Yu., Vayskrobova E.S. Development of the safety management system based on Hazard Analysis and Critical Control Points approach at wheat bread production. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2017; (4): 115–122 (In Russian). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2017-4-115-122>
9. Asaduzzaman Md. The Implementation of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Plan for Chicken Nugget Plant. *Asian Food Science Journal*. 2021; 20(5): 11–24. <https://doi.org/10.9734/afsj/2021/v20i530295>
10. Stessl B., Ruppsch W., Wagner M. *Listeria monocytogenes* post-outbreak management. When could a food production be considered under control again? *International Journal of Food Microbiology*. 2022; 379: 109844. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109844>
11. Mesias M., Delgado-Andrade C., Morales F.J. Process contaminants in battered and breaded foods prepared at public food service establishments. *Food Control*. 2020; 114: 107217. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107217>
12. Pandhi S., Kumar A., Mishra S. Food Quality and Food Safety: Management Systems and Analytical Tools for Public Health. Islam S., Thangadurai D., Sangeetha J., Cruz-Martins N. (eds.). *Global Food Safety. Microbial Interventions and Molecular Advancements*. New York: *Apple Academic Press*. 2023; 303–321. <https://doi.org/10.1201/9781003283140-16>
13. El-Rouby M.Z., Bahlol H.E., El-Desouky A.I., Sharoba A.M., Darweesh A.H. Application of Food Safety Management System (ISO 22000) In Processing of Wheat Flour Product. *Annals of Agricultural Science. Moshtohor*. 2020; 58(4): 949–962.
14. Menini A. *et al.* The Critical Role of Consumers in the Prevention of Foodborne Diseases: An Ethnographic Study of Italian Families. *Foods*. 2022; 11(7): 1006. <https://doi.org/10.3390/foods11071006>
15. Özçakmak S. A model of hazard and risk analysis for bread production and the awareness of food safety. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 2019; 11(8): 719–724. <https://doi.org/10.3920/QAS2019.1592>
16. Puspitawati I.N. *et al.* Implementation of Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) on Bread Bakery Production Process in Bunga Mawar Puti Bakery. *MATEC Web of Conferences*. 2022; 372: 02002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202237202002>
17. Jubayer Md.F., Hossain Md.S., Al-Emran Md., Uddin Md.N. Implementation of HACCP Management System in a Cake Manufacturing Company in Dhaka, Bangladesh: A Case Study. *Journal of Food Quality*. 2022; 2022: 5321333. <https://doi.org/10.1155/2022/5321333>

ОБАВТОРАХ

Ирина Юрьевна Резниченко,

доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологий и производства продуктов питания
 irina.reznichenko@gmail.com

Елена Анатольевна Егушова,

кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой биотехнологий и производства продуктов питания
 egushova@mail.ru

Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия,
 ул. Марковцева, 5, Кемерово, 650056, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Irina Yuryevna Reznichenko,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Production
 irina.reznichenko@gmail.com

Elena Anatolievna Egushova,

Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
 Head of the Department of Biotechnology and Food Production
 egushova@mail.ru

Kuzbass State Agricultural Academy,
 5 Markovtsev Str., Kemerovo, 650056, Russia