

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГИПОАЛЛЕРГЕННЫХ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РАЗРАБОТОК

¹Каримова Т. Я.

²Хайдар – Заде Л.Н.

¹Узбекский центр научных испытаний и контроля качества,
начальник комплекса испытательных лабораторий.

E-mail: karimovatatyana7799@gmail.com

²Бухарский государственный технический университет, к.т.н., доцент.

E-mail: haydarzade08@mail.ru

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21387895>

Аннотация. Систематизированы современные технологии производства мучных изделий с контролируемым аллергенным профилем и сопоставлены зарубежные, российские и отечественные разработки. Показано, что термин «гипоаллергенный продукт» не может применяться безусловно: ни один вид сырья не является априори неаллергенным, поэтому корректнее формулировки «продукт с исключённым целевым аллергеном», «контролируемый аллергенный профиль» и «пониженный аллергенный риск». Объективным критерием эффективности технологии служит аналитически подтверждённое остаточное содержание глютена не более 20 мг/кг. Выделены и классифицированы девять взаимосвязанных технологических направлений. Обосновано, что для Республики Узбекистан перспективна не прямая адаптация импортных рецептов, а разработка регионально ориентированной технологической платформы.

Ключевые слова: мучные изделия, контролируемый аллергенный профиль, безглютеновый хлеб, композитные мучные смеси, гидроколлоиды, псиллиум, молочнокислая ферментация, крахмальная фаза, перекрёстная контаминация, региональное сырьё.

Abstract. The paper systematises modern technologies for the production of flour products with a controlled allergenic profile and compares foreign, Russian and Uzbek developments. The term "hypoallergenic product" cannot be applied unconditionally: no raw material is a priori non-allergenic, therefore "product with an excluded target allergen", "controlled allergenic profile" and "reduced allergenic risk" are more accurate wordings. The objective criterion of technological effectiveness is an analytically confirmed residual gluten content of no more than 20 mg/kg. Nine interrelated technological directions are identified and classified. For the Republic of Uzbekistan a regionally oriented technological platform is substantiated as more promising than the direct adaptation of imported formulations.

Keywords: flour products, controlled allergenic profile, gluten-free bread, composite flour blends, hydrocolloids, psyllium, lactic acid fermentation, starch phase, cross-contamination, regional raw materials.

Введение

Расширение ассортимента продукции для лиц с пищевой гиперчувствительностью относится к приоритетным задачам пищевой

инженерии. Производство мучных изделий для этой группы потребителей развивается на стыке технологии хлебопечения, нутрициологии, биотехнологии и управления аллергенными рисками. При этом термин «гипоаллергенный продукт» требует осторожного применения: ни один вид растительного или животного сырья не может *априори* рассматриваться как абсолютно неаллергенный. С научно-технологической позиции корректнее говорить о продукции с **исключённым целевым аллергеном, контролируемым аллергенным профилем либо пониженным аллергенным риском.**

Наиболее чётко критерии разработаны для продукции для лиц с непереносимостью глютена. Согласно Codex CXS 118-1979, содержание глютена в продукте, реализуемом как безглютеновый, не должно превышать 20 мг/кг; для специально обработанной продукции с очень низким содержанием глютена установлен предел 100 мг/кг [1, п. 3.1–3.2]. Следовательно, технологическая эффективность определяется не декларацией изготовителя и не природным происхождением ингредиентов, а аналитически подтверждённым содержанием остаточного глютена в конечном продукте. Существенное значение имеет и достоверность маркировки: Общий технический регламент, утверждённый постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 490 от 12.07.2017 г., требует маркировки на государственном языке и достоверного наименования, объективно идентифицирующего продукт [2, п. 6, 14].

Цель работы — систематизировать современные технологические направления производства мучных изделий с контролируемым аллергенным профилем, сопоставить зарубежные, российские и узбекские разработки, выявить нерешённые научные задачи и обосновать структуру регионально ориентированной технологической платформы для условий Узбекистана.

Материалы и методы

Объектом анализа послужили научные публикации 2007–2025 гг., международные и национальные нормативные документы и патентные разработки в области технологии безглютеновых и низкоаллергенных мучных изделий. Отбор источников проводился по критериям: наличие экспериментально подтверждённых данных о реологии теста и качестве изделий; применение структурообразующих, белковых, ферментных либо заквасочных компонентов; учёт нормативных требований к остаточному содержанию целевого аллергена. Использованы сравнительно-аналитический метод, систематизация и классификация технологических решений, а также критический анализ ограничений опубликованных результатов применительно к сырьевым и климатическим условиям Узбекистана.

Результаты и обсуждение

Технологическая сущность задачи и классификация направлений

Разработка специализированных мучных изделий значительно сложнее простой замены пшеничной муки одним альтернативным сырьём. Исключение глютена разрушает вязкоупругую систему теста, снижает способность удерживать диоксид углерода, изменяет водораспределение,

реологические свойства, характер порообразования, объём, мягкость мякиша и скорость черствения. Поэтому современные исследования ориентированы на создание **многокомпонентной пищевой матрицы**, в которой функции глютена распределяются между крахмалами, белковыми ингредиентами, пищевыми волокнами, гидроколлоидами, ферментами, эмульгирующими компонентами и продуктами направленной ферментации [3–5]. Подход смещается от принципа «заменить пшеничную муку» к принципу «спроектировать пищевую матрицу с заданными свойствами». Проведённый анализ позволил выделить девять взаимосвязанных направлений (табл. 1).

Таблица 1

Классификация современных технологий производства мучных изделий с контролируемым аллергенным профилем

Направление	Основной механизм	Практическое преимущество	Основное ограничение
Композитные мучные смеси	Сочетание крахмальных, белковых и волокнистых компонентов	Баланс структуры и пищевой ценности	Сложность оптимизации соотношений
Гидроколлоидное структурообразование	Повышение вязкости фазы, связывание воды	Газоудержание, формоустойчивость	Риск липкости и плотного мякиша
Природные пищевые волокна (псиллиум)	Гидратированная пространственная сетка	Мягкость, влагоудержание, замедление черствения	Высокая чувствительность к дозе воды
Альтернативные белковые системы	Укрепление межфазных плёнок и матрицы	Рост белковой ценности, стабилизация	Возможная аллергенность белков
Ферментативная модификация	Изменение крахмальной и белковой фракций	Регулирование вязкости, объёма, мягкости	Точный подбор активности фермента
Заквасочные технологии	Подкисление, метаболиты, экзополисахариды	Улучшение вкуса, структуры, стабильности	Продолжительность процесса
Управление гидратацией	Оптимизация свободной и связанной воды	Улучшение реологии и свежести	Узкое технологическое окно
Управление крахмальной	Регулирование водопоглощения	Снижение ускоренного	Нужна характеристика

Направление	Основной механизм	Практическое преимущество	Основное ограничение
фазой	я и ретроградации	черствения	конкретной муки
Вовлечение вторичных ресурсов	Обогащение белками, волокнами, биоактивными веществами	Ресурсосбережение, рост пищевой ценности	Вариабельность состава, сенсорики

Технологии композитных мучных смесей

Композитные смеси остаются наиболее универсальным способом формирования основы специализированных изделий: разные виды сырья компенсируют недостатки друг друга. Рисовая мука нейтральна сенсорно, но при её преобладании мякиш получается сухим и быстро твердеющим; кукурузное сырьё даёт крахмальную основу и привлекательный цвет, но не формирует эластичной сети; гречиха повышает содержание белка, минеральных и фенольных соединений, изменяя цвет и вкус; бобовая мука увеличивает белковую плотность, требуя контроля вкусоароматического профиля; амарант ценен как источник белка, хотя повышенные дозировки ухудшают потребительские характеристики.

При неизменной сухой рецептуре количество добавленной воды существенно изменяет физические показатели безглютенового хлеба [6, с. 353–364]: рецептура композитной смеси не может считаться законченной без установления её индивидуальной водопотребности. Для условий Центральной Азии показательна работа Utarova и соавт., где наиболее высокую совокупную оценку получил вариант, включавший **40 % кукурузного компонента, 40 % зелёной гречихи и 20 % псиллиума** [7]. Этот результат важен не как универсальная рецептура, а как подтверждение эффективности **комбинаторного подхода**: оптимальное соотношение должно определяться для конкретного вида изделия, дисперсности сырья, водопоглотительной способности и режима тепловой обработки. Для Узбекистана перспективно проектирование композиций на основе кукурузы, сорго, гречихи и нута; исследование Djakhangirova и Makhmudova подтверждает практический интерес к сорговой муке в безглютеновом хлебе [8, с. 170–174].

Гидроколлоидное структурообразование и управление водной фазой

В пшеничном тесте клейковина обеспечивает связность, растяжимость и газодержание; в безглютеновой системе эти функции воспроизводятся искусственно. Lazaridou и соавт. установили, что гидроколлоиды заметно изменяют реологию теста и качество хлеба [4, с. 1033–1047]. Последующие работы подтвердили, что эффективность структурообразователя нельзя оценивать вне водного режима: одинаковая добавка при различной гидратации даёт принципиально разные результаты [9].

Особое место занимает псиллиум, технологическое действие которого связано с интенсивной гидратацией и образованием вязкой волокнистой

системы. В исследовании Fratelli и соавт. добавление псиллиума снижало твёрдость безглютенового мякиша на **65–75 %** относительно контроля в течение 72 ч хранения; наиболее выраженная задержка черствения отмечена при максимальном исследованном уровне 17,14 % [10]. Пищевое волокно тем самым выполняет одновременно **нутритивную** и **структурообразующую** функцию. Однако перенос конкретной дозировки между рецептурами некорректен: рост доли псиллиума повышает водопотребность системы, и при недостаточной гидратации продукт становится чрезмерно плотным, а при избытке воды — липким и нестабильным (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка основных структурообразующих компонентов

Компонент	Преобладающий механизм	Технологический эффект	Ограничение
ГПМЦ (НРМС)	Термогелеобразование, рост вязкости	Газоудержание, увеличение объёма	Требует оптимизации воды
Ксантановая камедь	Повышение вязкости водной фазы	Стабилизация теста	Передозировка повышает липкость
Псиллиум	Гидратация и волокнистая сетка	Мягкость, связность, замедление черствения	Высокая водопотребность
Камедь гуара	Загущение и связывание воды	Снижение сухости мякиша	Возможна чрезмерная вязкость
Гидратированные семена чиа	Слизистая дисперсия	Влагоудержание, пищевая ценность	Изменение цвета и текстуры
Белковые ингредиенты	Межфазная стабилизация	Укрепление структуры	Необходим аллергенный контроль
Комбинированные системы	Суммирование механизмов	Более широкий эффект	Сложная рецептурная оптимизация

Возможность использования цельной муки чиа в безглютеновых рецептурах с сохранением приемлемых сенсорных характеристик [11, с. 1021–1028]. Отсюда следует, что развитие технологии должно предусматривать не механическое увеличение числа добавок, а определение соотношения **«структурообразователь : вода : сухая композитная смесь»** — именно этот трёхфакторный блок во многих случаях определяет объём, пористость и скорость потери свежести.

Белковые, ферментативные и эмульсионные методы модификации

Альтернативные белковые ингредиенты вводят для повышения пищевой ценности и укрепления структуры: белки стабилизируют межфазные границы, образуют плёнки и изменяют вязкость. Однако этот путь требует особой осторожности, поскольку соя, молочные компоненты и яйца сами являются значимыми аллергенами. Технологически эффективный ингредиент не может автоматически считаться приемлемым для любой специализированной рецептуры: для продукта «без глютена» яичный или молочный белок допустим, тогда как при комбинированном исключении пшеницы, молока и яйца такой вариант принципиально неприемлем.

Безглютеновые печенья из гречневой, кукурузной и рисовой муки с применением транsgлутаминазы [12, с. 213–220]; Yildiz и соавт. исследовали совместное влияние гречневой муки, камедей и белковых компонентов на реологию теста для кексов [13, с. 245–254], подтвердив, что структурообразование в мучных кондитерских изделиях подчиняется иной логике, чем в хлебе: здесь существенны эмульсия, жир, сахар, аэрация и коагуляция белков. Отдельное направление связано с ферментами, воздействующими на крахмальную фазу: Sadeghian Motahar и соавт. предложили кислую термостабильную α -амилазу для улучшения качества безглютенового хлеба [14]. Наиболее рациональным представляется переход от «универсального улучшителя» к **адресной ферментативной коррекции**, основанной на характеристике конкретного сырья и установленном лимитирующем факторе качества.

Заквасочные и ферментационные технологии

Закваска в безглютеновой системе выполняет более широкий комплекс функций, чем простое разрыхление: молочнокислая ферментация изменяет кислотность, ароматический профиль и свойства макромолекул, а отдельные микроорганизмы образуют экзополисахариды, влияющие на вязкость и удержание воды. Beltrão Martins и соавт. показали перспективность сочетания желудёвой муки и закваски [15, с. 1691–1702], а clean label-концепция Montemurro, Pontonio и Rizzello предусматривает получение безглютенового хлеба с использованием псиллиума, льняного сырья, гидратированных семян чиа и заквасочного полуфабриката при сокращении зависимости от длинного перечня технологических добавок [16].

Для Узбекистана направление актуально непосредственно: в работе Djuraeva и Ganieva технологический эффект молочнокислой ферментации связывается с органическими кислотами, экзополисахаридами и другими метаболитами [17, с. 6–12]. С учётом климата республики подкисление и накопление метаболитов заквасочной микрофлоры потенциально может служить элементом многобарьерной системы стабилизации, однако такой вывод требует подтверждения экспериментами по микробиологической сохраняемости.

Управление крахмальной фазой и свойствами местного сырья

Технологические свойства мучной системы определяются не только белками: размер крахмальных гранул, степень их механического

повреждения, доступность воды и характер ретроградации прямо влияют на сохранение свежести. Для условий Узбекистана особый интерес представляет исследование Mirzayev и соавт., посвящённое мелким и механически повреждённым крахмальным гранулам местной пшеничной муки [18, с. 390–401]. В эксперименте влажность мякиша контрольного хлеба снизилась примерно с 45,7 до 40,2 % за 48 ч, тогда как в варианте после отделения соответствующей фракции — с 46,2 до 42,4 %, что подтверждает связь состояния крахмальной фракции с ускорением потери свежести, особенно в жаркий сезон.

Хотя работа посвящена пшеничному хлебу, её методологическое значение для композитных изделий существенно: водопоглощение определяется не только ботаническим видом растения, но и способом помола, гранулометрическим составом и степенью повреждения крахмала [19]. Поэтому в алгоритм разработки рецептуры целесообразно ввести дополнительные параметры: гранулометрический состав; повреждённость крахмала; водопоглощительную способность; показатели набухания; вязкостный профиль; кинетику потери влаги при хранении, — что позволяет перейти от эмпирического подбора дозировок к технологическому проектированию.

Сопоставление зарубежных, российских и отечественных разработок

Зарубежные исследования демонстрируют переход от простых крахмальных рецептур к многокомпонентным системам: если ранее основной задачей было воспроизведение объёма и мягкости пшеничного хлеба, то сейчас одновременно оцениваются пищевая ценность, содержание волокон, сенсорная приемлемость, clean label-позиционирование и срок сохранения свежести. Возрастает значение регионального сырья и устойчивого использования ресурсов, что подтверждают работы по применению жмыха подсолнечника [20], побочного продукта переработки гречихи [21] и обогащению рецептур соевой мукой с кокосовым маслом [22].

Российская школа обладает значительным опытом разработки специализированной хлебобулочной продукции. Зайцева и соавт. систематизировали подходы к формированию рецептур с обязательным сочетанием технологической и нутритивной коррекции [23, с. 77–85]; Кузьмина и Козубаева проанализировали решения с меланжем и псиллиумом, рекомендовав ограничивать долю меланжа [24, с. 140–147]; работы Бавыкиной [25] и Жарковой [26] выводят проблему за пределы реологии, рассматривая реальную пищевую ценность ассортимента; Попов и соавт. изучили зависимость кислотности безглютенового хлеба от вводимых добавок [27, с. 96–106]; Меркулова и соавт. [28] и Капустина [29] развивают структурообразование и вкусовую коррекцию. Патент RU 2662775 С2 отражает тенденцию перехода от порошкообразных компонентов к ферментированным полуфабрикатам [30]. Сопоставление ключевых разработок приведено в табл. 3.

Таблица 3

Сопоставление зарубежных, российских и узбекских технологических разработок

Авторы [источник]	Страна	Технологическое решение	Ключевой результат и значимость
Lazaridou et al. [4]	ЕС	Гидроколлоиды	Управление реологией теста и качеством хлеба
Różyło et al. [6]	Польша	Управление водой	Определяющая роль гидратации при неизменной сухой рецептуре
Fratelli et al. [10]	Бразилия	Псиллиум	Снижение твёрдости мякиша на 65–75 % за 72 ч хранения
Montemurro et al. [16]	Италия	Clean label + закваска	Натуральная система без длинного перечня добавок
Utarova et al. [7]	Казахстан	Региональное композитное сырьё	Оптимум 40 : 40 : 20 (кукуруза : зелёная гречиха : псиллиум)
Зайцева и др. [23]	Россия	Системное проектирование рецептур	Сочетание технологической и нутритивной коррекции
Патент RU 2662775 C2 [30]	Россия	Заквашенный полуфабрикат	Переход от порошковых добавок к ферментированным
Djakhangirova, Makhmudova [8]	Узбекистан	Сорговая мука	Формирование локальной сырьевой базы
Djurayeva, Ganieva [17]	Узбекистан	Молочнокислая ферментация	Рост физико-химических и сенсорных показателей
Mirzayev et al. [18]	Узбекистан	Управление крахмальной фракцией	Замедление потери свежести местного хлеба

Управление перекрёстной контаминацией как обязательная часть технологии

Существенным недостатком ряда исследований является оценка исключительно рецептуры. Даже научно обоснованная безглютеновая смесь теряет специализированный статус при загрязнении пшеничной мукой в процессе производства или хранения. Особенно высок риск на предприятиях, одновременно перерабатывающих обычную и специализированную

продукцию: частицы муки распространяются аэрозольно и сохраняются на транспортёрах, дозаторах, ситах, тестомесильных машинах и упаковочном оборудовании. Поэтому технологическая схема должна включать риск-ориентированный контроль (табл. 4).

Таблица 4

Матрица управления аллергенными рисками при производстве специализированных мучных изделий

Этап	Основной риск	Предупреждающая мера	Верификация
Закупка и приёмка сырья	Скрытый глютен или иной целевой аллерген	Спецификация поставщика, карантин партии	Протокол анализа
Хранение	Перекрёстный контакт с пшеничной мукой	Раздельные зоны, герметичная тара, маркировка	Аудит склада
Дозирование, просеивание	Ошибка ингредиента, остатки пшеничной муки	Выделенное оборудование и инвентарь	Двойная проверка, контроль очистки
Замес, ферментация	Контакт с предыдущей партией; нестабильность	Валидированная мойка; контроль t, t, pH	Смывы поверхностей, журнал параметров
Выпечка, охлаждение, упаковка	Вторичная контаминация, ошибка маркировки	Защищённая зона, проверка макета и партии	Санитарный мониторинг, выпускной контроль
Готовая продукция	Превышение целевого уровня глютена	План аналитического контроля	Валидированный метод, ≤ 20 мг/кг

Конечным критерием для безглютеновой продукции остаётся установленный Codex уровень не более 20 мг/кг [1, п. 3.1], а национальное регулирование требует достоверности маркировки и надлежащего информирования потребителя [2, п. 6, 14]. Лабораторный анализ, таким образом, должен рассматриваться не как факультативная процедура, а как неотъемлемая часть технологии.

Нерешённые научные задачи

Обзор выявил ряд системных недостатков существующих исследований. Во-первых, многие работы посвящены одному улучшителю и не учитывают взаимодействие факторов, тогда как вода, гидроколлоид, белковый компонент и режим ферментации образуют единую систему. Во-вторых, лабораторные оптимумы переносятся в рекомендации без проверки масштабируемости: рецептура, эффективная при замесе 300–500 г теста, может вести себя иначе на производственной линии. В-третьих, недостаточно изучена вариабельность

регионального сырья. В-четвёртых, большинство разработок оценивает свежий продукт, тогда как для практики важна динамика показателей при хранении. В-пятых, термин «гипоаллергенный» используется шире, чем позволяет доказательная база: безглютеновый продукт не безопасен автоматически при аллергии на молоко, яйца, сою или орехи. В-шестых, технологическая эффективность нередко оценивается вне связи с нутритивной ценностью.

Выводы

1. Современные технологии мучных изделий с контролируемым аллергенным профилем базируются не на простой замене пшеничной муки, а на проектировании многокомпонентных пищевых матриц, объединяющих крахмальную основу, альтернативные белки, пищевые волокна, гидроколлоиды, ферменты и биотехнологические процессы [3–5].

2. Объективным критерием эффективности технологии для лиц с непереносимостью глютена является аналитически подтверждённое остаточное содержание глютена не более 20 мг/кг [1] в сочетании с достоверной маркировкой согласно национальным требованиям [2].

3. Композитные мучные смеси позволяют одновременно корректировать структуру и пищевую ценность, но требуют оптимизации водопотребности и соотношения компонентов [6–8]. Гидроколлоиды и природные пищевые волокна выполняют ключевую структурообразующую функцию: для псиллиума установлено снижение твёрдости мякиша на 65–75 % относительно контроля при хранении 72 ч [10], причём эффект неотделим от водного режима системы [9].

4. Направленная молочнокислая ферментация воздействует на кислотность, аромат, реологию и стабильность пищевой матрицы [15–17]. Технология должна учитывать также состояние крахмальной фракции, дисперсность сырья и характер водораспределения [18].

5. Для Республики Узбекистан наиболее обоснованной представляется разработка **регионально ориентированной технологической платформы**, включающей местные безглютеновые и низкоаллергенные виды сырья (сорго, кукуруза, гречиха, нут), функциональные пищевые волокна, направленную ферментацию, управление водопоглощением, контроль крахмальной фракции, аналитическую верификацию остаточного глютена, систему предотвращения перекрёстного контакта и упаковку, адаптированную к температурным условиям региона.

6. Комплексное взаимодействие факторов **«состав композитной смеси — структурообразователь — вода — ферментация — условия хранения»** рассмотрено в литературе недостаточно полно и представляет самостоятельную научную задачу, решение которой может служить теоретической основой последующих экспериментальных исследований.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Codex Alimentarius Commission. Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten. CXS 118-1979. – Rome: FAO/WHO, amended 2015. – II. 3.1–3.3.

2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 12.07.2017 № 490 «Об утверждении Общего технического регламента о безопасности пищевой продукции в части её маркировки». – П. 6, 14.
3. Matos M.E., Rosell C.M. Understanding gluten-free dough for reaching breads with physical quality and nutritional balance // J. Sci. Food Agric. – 2015. – Vol. 95, № 4. – P. 653–661.
4. Lazaridou A. et al. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations // J. Food Eng. – 2007. – Vol. 79, № 3. – P. 1033–1047.
5. Sciarini L.S. et al. Incorporation of several additives into gluten free breads: effect on dough properties and bread quality // J. Food Eng. – 2012. – Vol. 111. – P. 590–597.
6. Różyło R. et al. Physical properties of gluten-free bread caused by water addition // Int. Agrophys. – 2015. – Vol. 29. – P. 353–364.
7. Utarova N. et al. Development of gluten-free bread production technology with enhanced nutritional value in the context of Kazakhstan // Foods. – 2024. – Vol. 13, № 2. – Art. 271.
8. Djakhangirova G.Z., Makhmudova D.Kh. Studying the influence of sorgh flour on the quality indicators of gluten-free bread // Am. J. Interdiscip. Res. Dev. – 2022. – Vol. 4. – P. 170–174.
9. Belorio M., Gómez M. Effect of hydration on gluten-free breads made with hydroxypropyl methylcellulose in comparison with psyllium and xanthan gum // Foods. – 2020. – Vol. 9, № 11. – Art. 1548.
10. Fratelli C. et al. Psyllium improves the quality and shelf life of gluten-free bread // Foods. – 2021. – Vol. 10, № 5. – Art. 954.
11. Sandri L.T.B. et al. Development of gluten-free bread formulations containing whole chia flour with acceptable sensory properties // Food Sci. Nutr. – 2017. – Vol. 5. – P. 1021–1028.
12. Altındağ G. et al. Quality characteristics of gluten-free cookies made of buckwheat, corn, and rice flour with/without transglutaminase // Food Sci. Technol. Int. – 2015. – Vol. 21. – P. 213–220.
13. Yildiz E., Sumnu G., Sahin S. Effects of buckwheat flour, gums and proteins on rheological properties of gluten-free batters and structure of cake // Qual. Assur. Saf. Crops Foods. – 2018. – Vol. 10. – P. 245–254.
14. Sadeghian Motahar S.F. et al. Improving the quality of gluten-free bread by a novel acidic thermostable α -amylase from metagenomics data // Food Chem. – 2021. – Vol. 352. – Art. 129307.
15. Beltrão Martins R. et al. Acorn flour and sourdough: an innovative combination to improve gluten free bread characteristics // Eur. Food Res. Technol. – 2022. – Vol. 248. – P. 1691–1702.
16. Montemurro M., Pontonio E., Rizzello C.G. Design of a "Clean-Label" gluten-free bread to meet consumers demand // Foods. – 2021. – Vol. 10, № 2. – Art. 462.
17. Djurayeva N.R., Ganieva M.U. Improving the quality of gluten-free bread products using bacterial yeast: the role of the fermentation process // Am. J. Appl. Sci. Technol. – 2025. – Vol. 5, № 4. – P. 6–12.
18. Mirzayev J. et al. Enhancing bread quality: effects of small and mechanically damaged starch granules in local wheat flour // New Mater. Compd. Appl. – 2024. – Vol. 8, № 3. – P. 390–401.
19. Ren Y. et al. A comprehensive investigation of gluten free bread dough rheology, proving and baking performance and bread qualities // Food Funct. – 2020. – Vol. 11, № 6. – P. 5333–5345.
20. Blicharz-Kania A. et al. Sunflower seed cake as a source of nutrients in gluten-free bread // Sci. Rep. – 2023. – Vol. 13. – Art. 10864.
21. Gutiérrez Á.L. et al. Valorisation of buckwheat by-product as a health-promoting ingredient rich in fibre for the formulation of gluten-free bread // Foods. – 2023. – Vol. 12, № 14. – Art. 2781.

22. Filipini G. et al. Nutritional value, technological and sensory evaluation of gluten-free bread enriched with soybean flour and coconut oil // J. Food Meas. Charact. – 2021. – Vol. 15. – P. 3853–3861.
23. Зайцева Л.В. и др. Современные подходы к разработке рецептур безглютеновых хлебобулочных изделий // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 1. – С. 77–85.
24. Кузьмина С.С., Козубаева Л.А. Рецептурно-технологические решения при производстве безглютеновых хлебобулочных изделий // Ползуновский вестник. – 2024. – № 2. – С. 140–147.
25. Бавыкина И.А. и др. Эффективность продуктов из амаранта в безглютеновом питании детей с непереносимостью глютена // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 2. – С. 91–99.
26. Жаркова И.М. и др. Оптимизация безглютеновой диеты новыми продуктами // Вопросы детской диетологии. – 2017. – Т. 15, № 6. – С. 59–65.
27. Попов В.Г., Хайруллина Н.Г., Садыкова Х.Н. Зависимость кислотности безглютенового хлеба от вводимых добавок // Вестник ВГУИТ. – 2022. – № 3. – С. 96–106.
28. Меркулова Е.Г. и др. Изучение возможности применения псиллиума в технологии безглютеновых изделий // Вестник ОрелГИЭТ. – 2021. – № 2(56). – С. 154–158.
29. Капустина К.Ф. Разработка технологии безглютеновых хлебобулочных изделий с использованием пищевкусовой добавки из мяты перечной // Молодой учёный. – 2020. – № 24(314). – С. 99–105.
30. Патент RU 2662775 С2. Способ производства безглютенового хлеба с использованием заквашенного безглютенового полуфабриката. – РФ.