

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛ И ПЕРСПЕКТИВ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Курбанов М.Т.

Бухарский государственный технический университет

Бухара, Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21699359>

Разработка хлебобулочных изделий лечебно-диетического назначения для детского и геродиетического питания является актуальной научной задачей, решение которой требует комплексного подхода к использованию нетрадиционных видов сырья. Систематизация современных научных исследований позволяет выделить несколько основных направлений применения функциональных ингредиентов [1, с. 45–68].

Цельнозерновое сырьё и продукты его переработки. Использование цельнозерновой муки и продуктов переработки цельного зерна является одним из приоритетных направлений повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий. Цельнозерновая мука характеризуется повышенным содержанием пищевых волокон (10,0–14,0%), витаминов группы В, минеральных веществ и биологически активных соединений [2, с. 234–256; 3, с. 42–48].

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика химического состава и гликемического индекса (ГИ) различных видов цельнозерновой и псевдозлаковой муки, используемых в производстве функциональных хлебобулочных изделий [4, с. 34–37].

Таблица 1. Сравнительная характеристика цельнозерновых видов муки

Вид муки	Белок, %	ПВ, %	Fe, мг%	Mg, мг%	B ₁ , мг%	ГИ
Пшеничная цельнозернов ая	11,5	10,8	3,9	138	0,41	55
Ржаная цельнозернов ая	10,7	13,5	4,1	120	0,35	50
Полбяная	14,7	10,7	4,4	136	0,36	45
Гречневая	13,6	11,3	6,7	200	0,43	54
Овсяная	12,5	12,0	3,9	135	0,45	40
Амарантовая	15,8	9,3	7,6	248	0,12	35

Установлено, что наибольшим содержанием белка характеризуются псевдозлаковые и древние виды зернового сырья: амарантовая (15,8%), полбяная (14,7%) и гречневая (13,6%) мука. Несколько ниже показатели у овсяной (12,5%), пшеничной цельнозерновой (11,5%) и ржаной цельнозерновой (10,7%) муки. Это указывает на высокий потенциал амарантовой, полбяной и гречневой муки для повышения общего белкового потенциала хлебобулочных изделий.

Высокий уровень пищевых волокон отмечается во всех рассматриваемых образцах (от 9,3% до 13,5%). Лидером по данному показателю является ржаная цельнозерновая мука (13,5%), за которой следуют овсяная (12,0%), гречневая (11,3%), пшеничная цельнозерновая и полбяная (по 10,8 и 10,7% соответственно) мука.

По содержанию железа существенно выделяются амарантовая (7,6 мг%) и гречневая (6,7 мг%) мука, в 1,5–2 раза превосходящие традиционные пшеничные и ржаные аналоги. По концентрации магния бесспорными лидерами также выступают амарантовая (248 мг%) и гречневая (200 мг%) мука. Наименьшее содержание магния зафиксировано в ржаной цельнозерновой муке (120 мг%).

Наибольшая концентрация тиамина (B1) отмечена в овсяной (0,45 мг%), гречневой (0,43 мг%) и пшеничной цельнозерновой (0,41 мг%) муке. В то же время амарантовая мука характеризуется низким содержанием данного витамина (0,12 мг%).

Все исследованные виды цельнозерновой муки относятся к продуктам с низким и средним гликемическим индексом. Минимальными значениями ГИ обладают амарантовая (35), овсяная (40) и полбяная (45) мука, что делает их наиболее приоритетными ингредиентами в технологии производства продуктов для диабетического и геродиетического питания.

Применение нетрадиционных видов цельнозерновой и псевдозлаковой муки (амарантовой, гречневой, полбяной, овсяной) является эффективным технологическим приемом, позволяющим обогатить хлебобулочные изделия полноценным белком, магнием, железом и витаминами группы В, одновременно снижая гликемический индекс готовой продукции.

Белково-растительное сырьё. Повышение белковой ценности хлебобулочных изделий достигается введением белково-растительных добавок, богатых незаменимыми аминокислотами, в первую очередь лизином. Исследованиями узбекских учёных установлена эффективность применения соевой муки, концентратов и изолятов [5, с. 18–24].

Таблица 2. Белково-растительное сырьё для обогащения хлебобулочных изделий

Вид сырья	Белок, %	Лизин, г/100г	Оптимальная доза, %	Прирост белка
Соевая мука	38,0–42,0	6,2	5,0–10,0	+18–25%
Нутовая мука	20,0–22,0	6,8	10,0–15,0	+12–18%
Льняная мука	28,0–32,0	4,0	5,0–10,0	+10–15%
Тыквенная мука	25,0–30,0	4,5	5,0–8,0	+8–12%
Молочная сыворотка	0,8–1,0	9,0	10,0–20,0	+5–8%

Анализ данных таблицы 2 показал, что наибольшей массовой долей белка среди рассматриваемых добавок обладает соевая мука (38,0–42%), что делает её самым концентрированным растительным источником белка, а молочная сыворотка в жидком виде имеет естественную низкую концентрацию

белковых веществ (0,8–1,0%). При этом высочайшей концентрацией лизина характеризуется белковый комплекс молочной сыворотки (9,0 г/100 г белка) и нутовой муки (6,8 г/100 г белка). Введение данных добавок позволяет эффективнее всего ликвидировать дефицит лизина в пшеничной и ржаной муке. В то же время использование льняной, тыквенной муки и молочной сыворотки позволяет не только повысить белковую ценность, но и одновременно обогатить изделия сопутствующими функциональными нутриентами (пищевыми волокнами, минеральными веществами, органическими кислотами).

Пребиотическое сырьё. Наиболее изученными и широко применяемыми пребиотиками являются инулин и олигофруктоза (ФОС), получаемые из корней цикория и топинамбура [6, с. 8–11].

Таблица 3. Характеристика пребиотических добавок для хлебобулочных изделий

Пребиотик	Источник получения	ПВ, %	Оптимальная доза, %	Функциональный эффект
Инулин (порошок)	Цикорий, топинамбур	85,0–95,0	3,0–6,0	Бифидогенный, улучшение Ca всасывания
Олигофруктоза (ФОС)	Цикорий	90,0–95,0	2,0–5,0	Стимуляция бифидофлоры, снижение ГИ
Лактулоза	Синтез из лактозы	98,0–99,0	1,0–3,0	Профилактика запоров у пожилых
β-глюканы овса	Овёс, ячмень	70,0–80,0	2,0–4,0	Снижение холестерина, иммуномодуляция

Сравнительный анализ представленных пребиотических добавок (табл.3) позволил выделить следующие закономерности. Так, все рассматриваемые пребиотики характеризуются высокой степенью очистки и высокой массовой долей растворимых пищевых волокон. При этом наибольшей концентрацией активного вещества отличается лактулоза (98,0–99,0%), получаемая путем химического или ферментативного синтеза из лактозы. Фруктаны — олигофруктоза (ФОС) (90,0–95,0%) и инулин в порошкообразной форме (85,0–95,0%), выделяемые из растительного сырья (корни цикория и клубни топинамбура), также демонстрируют высокий уровень чистых пребиотических волокон. β-глюканы овса содержат 70,0–80,0% растворимых пищевых волокон, выделяемых из зернового сырья (овёс, ячмень). Внесение пребиотических добавок осуществляется в относительно небольших дозах (от 1,0 до 6,0% к массе муки), что позволяет обогатить изделия растворимыми волокнами без ухудшения реологических свойств теста и органолептических показателей готового хлеба:

Каждая из представленных добавок оказывает целевое физиологическое действие на организм человека: Инулин и олигофруктоза (ФОС) оказывают выраженный бифидогенный эффект, избирательно стимулируя рост полезной микрофлоры кишечника (*Bifidobacterium* и *Lactobacillus*). Кроме того, инулин способствует улучшению всасывания и усвоения кальция (Ca) в толстом кишечнике, а олигофруктоза снижает гликемический индекс (ГИ) готовых изделий. Лактулоза проявляет мягкое послабляющее действие и стимулирует моторику кишечника, что делает её критически важной добавкой в рецептурах геродиетического питания для профилактики возрастных атоний и запоров у пожилых людей. Глюканы овса обладают гипохолестеринемическим действием (снижение уровня холестерина в крови) и выраженными иммуномодулирующими свойствами, что актуально как для детского, так и для геронтологического питания.

Использование инулина, олигофруктозы, лактулозы и β -глюканов овса в технологии хлебопечения позволяет целенаправленно регулировать функционально-физиологическую направленность хлебобулочных изделий. Это делает их ключевыми компонентами при создании специализированных продуктов для восстановления микробиоценоза кишечника, снижения гликемического индекса и профилактики алиментарно-зависимых заболеваний.

Витаминно-минеральное обогащение. Обогащение хлебобулочных изделий витаминами и минеральными веществами является эффективным способом профилактики микронутриентной недостаточности. По данным НИИ питания РАМН, дефицит витаминов группы В выявляется у 12,6–34,5% взрослого населения, витамина D – у 58%, дефицит кальция, железа и йода наблюдается у 30–70% детей [7, с. 36–46].

Таблица 4. Формы минеральных веществ для обогащения хлебобулочных изделий

Элемент	Форма добавки	Биодоступность, %	Доза, мг/100г	% от СП*
Железо	Сульфат железа	10,0–15,0	3,0–4,0	20,0–25,0
	Фумарат железа	15,0–20,0	3,0–4,0	22,0–28,0
	NaFeЭДТА (хелат)	25,0–35,0	2,5–3,5	30,0–40,0
Йод	Йодид калия	70,0–80,0	0,03–0,05	20,0–35,0
	Йод-казеин (органич.)	85,0–95,0	0,02–0,04	25,0–40,0
Кальций	Карбонат кальция	20,0–25,0	150–200	15,0–20,0
	Цитрат кальция	30,0–40,0	120–180	20,0–30,0

Примечание: * – суточная потребность для взрослых; для детей дозы корректируются с учётом возрастных норм.

Установлено, что неорганические и органические соли железа (сульфат и фумарат) характеризуются относительно низкой биодоступностью — 10,0–15,0% и 15,0–20,0% соответственно. При дозировке 3,0–4,0 мг/100 г они обеспечивают от 20% до 28% суточной потребности. Наиболее высокой усвояемостью обладает хелатная форма — NaFeЭДТА (биодоступность 25,0–35,0%). Благодаря высокой

усвояемости, даже при меньшей вводной дозе (2,5–3,5 мг/100 г) данное соединение позволяет покрыть 30,0–40,0% суточной нормы железа, снижая при этом риск негативного влияния на органолептические свойства готового изделия (отсутствие «металлического» привкуса).

Традиционно используемый йодид калия обладает выраженной биодоступностью (70,0–80,0%). При внесении 0,03–0,05 мг/100 г он обеспечивает 20,0–35,0% СП, однако подвержен термической деструкции в процессе выпечки.

Органическое соединение — йод-казеин — демонстрирует более высокую усвояемость (85,0–95,0%). Внесение йод-казеина в дозировке 0,02–0,04 мг/100 г обеспечивает удовлетворение суточной потребности на 25,0–40,0%, гарантируя при этом высокую термостабильность и пролонгированное усвоение микроэлемента.

Карбонат кальция (неорганическая соль) имеет биодоступность 20,0–25,0%. Для обеспечения 15,0–20,0% СП требуется внесение высокой дозы вещества (150–200 мг/100 г). Органическая форма — цитрат кальция — обладает повышенной биодоступностью (3,0–40,0%). Это позволяет снизить технологическую дозировку до 120–180 мг/100 г, обеспечивая при этом более высокий уровень покрытия суточной потребности — от 20,0 до 30,0%.

Данные таблицы 4 убедительно доказывают преимущество использования органических и хелатных форм минеральных веществ (NaFeЭДТА, йод-казеина, цитрата кальция). Они обладают высокой биодоступностью, что позволяет при меньших технологических дозировках достигать оптимального терапевтического эффекта и обеспечивать от 20% до 40% суточной нормы потребления микронутриентов без ухудшения качества хлеба.

Особенности разработки хлебобулочных изделий для детского и геродиетического питания. Разработка хлебобулочных изделий для детского и геродиетического питания требует учёта специфических физиологических потребностей данных групп населения. По данным ГОСНИИХП, основными принципами создания специализированных хлебобулочных изделий являются: обеспечение сбалансированности нутриентного состава, повышенная биодоступность микронутриентов, пониженное содержание поваренной соли и сахара, отсутствие искусственных добавок [8, с. 18–22; 9; 10; с.115–128; 11, с.12–16].

Таблица 5. Сравнительные требования к хлебобулочным изделиям для детского и геродиетического питания

Показатель	Детское питание (3–14 лет)	Геродиетическое питание (60+ лет)
Белок, г/100 г	≥ 9,0	≥ 8,5 (легкоусвояемый)
Пищевые волокна, г/100 г	≥ 4,0	≥ 6,0 (с пребиотиками)
Соль (NaCl), %	≤ 0,8	≤ 0,5
Кальций, мг/100 г	≥ 100 (10% СП)	≥ 150 (15% СП)
Железо, мг/100 г	≥ 2,0 (20% СП)	≥ 2,5 (25% СП)
Йод, мкг/100 г	≥ 20 (15% СП)	≥ 25 (17% СП)
Гликемический индекс	≤ 65	≤ 55

Сравнительный анализ представленных данных (табл.5) позволяет выделить следующие ключевые особенности и различия в нормировании показателей:

Белковый профиль. Требования к содержанию белка в обоих типах специализированных изделий находятся на близком уровне: не менее 9,0 г/100 г для детского и не менее 8,5 г/100 г для геродиетического питания. Однако в геронтологическом питании ключевым фактором является не столько общее количество белка, сколько его легкоусвояемость, что обусловлено снижением секреторной и ферментативной активности желудочно-кишечного тракта у пожилых людей.

Содержание пищевых волокон. Для геродиетического питания норматив по содержанию пищевых волокон выше (не менее 6,0 г/100 г) по сравнению с детским питанием (не менее 4,0 г/100 г). При этом изделия для лиц пожилого возраста в обязательном порядке должны быть обогащены пребиотическими компонентами для поддержки и нормализации кишечной микрофлоры.

Ограничение поваренной соли (NaCl). Для обеих групп населения предусмотрено строгое ограничение массовой доли соли. Наиболее жесткие требования предъявляются к геродиетическим изделиям — не более 0,5% (в детском питании — не более 0,8%), что связано с высокой распространенностью артериальной гипертензии и сердечно-сосудистых заболеваний среди пожилого населения.

Микронутриентный состав (минеральные вещества):

Кальций: В геродиетических изделиях норматив повышен до 150 мг/100 г (15,0% от суточной потребности, СП) против 100 мг/100 г (10,0% СП) у детей, что необходимо для профилактики остеопороза и деминерализации костной ткани в пожилом возрасте.

Железо: Изделия для пожилых людей также характеризуются более высокой нормой ввода железа (2,5 мг/100 г, обеспечивающие 25,0% СП) по сравнению с детской нормой 2,0 мг/100 г, или 20% СП).

Йод: Норма содержания йода в геродиетических продуктах составляет не менее 25 мкг/100 г (17,0% СП), в то время как для детского питания этот показатель равен не менее 20 мкг/100 г (15,0% СП).

Гликемический индекс (ГИ). Хлебобулочные изделия для пожилых людей должны иметь более низкий гликемический индекс (55) по сравнению с продукцией для детей (65). Это обусловлено снижением толерантности к углеводам и высоким риском развития сахарного диабета 2-го типа в старшей возрастной группе.

Таким образом, данные таблицы 5 подтверждают, что при разработке рецептур специализированных хлебобулочных изделий необходим дифференцированный подход, учитывающий возрастную физиологию: для детского питания приоритетом является обеспечение растущего организма строительным материалом и базовыми микронутриентами, тогда как для геродиетического питания — снижение гликемической и солевой нагрузки,

обогащение пребиотиками и повышенными дозами минеральных веществ для профилактики возрастных патологий.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Косован А.П. Научное обеспечение хлебопекарной отрасли России / А.П. Косован. – М. : ГОСНИИХП, 2012. – 232 с.
2. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 512 с.
3. Кодзокова М.Х. Перспективы использования цельнозерновой муки в производстве хлебобулочных изделий / М.Х. Кодзокова, Ж.М. Кунашева // Известия КБГАУ. – 2018. – № 2. – С. 42–48.
4. Шмалько Н.А. Использование нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий / Н.А. Шмалько [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 4. – С. 34–37.
5. Исмоилов Р.И. Научное обоснование и разработка способов улучшения качества и ассортимента диетических хлебобулочных изделий в Республике Узбекистан : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Исмоилов Р.И. – Ташкент, 2012. – 42 с.
6. Быкова С.Т. Инулин и олигофруктоза – перспективные ингредиенты для обогащения функциональных продуктов детского питания / С.Т. Быкова, Т.Г. Калинина // Пищевая промышленность. – 2022. – № 8. – С. 8–11.
7. Коденцова В.М. Витаминно-минеральные комплексы: типы, способы приёма, эффективность / В.М. Коденцова, О.А. Вржесинская // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 5. – С. 36–46.
8. Шлеленко Л.А. Особенности разработки технологий специализированных хлебобулочных изделий / Л.А. Шлеленко, О.Е. Тюрина, Е.В. Невская // Хлебопечение России. – 2013. – № 4. – С. 18–22.
9. МР 2.4.5.0107-15. Организация питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах : методические рекомендации. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 40 с.
10. Юдина С.Б. Технология геронтологического питания / С.Б. Юдина. – М. : Дели принт, 2009. – 208 с.
11. Косован А.П. Разработка специализированных хлебобулочных изделий / А.П. Косован [и др.] // Хлебопечение России. – 2012. – № 6. – С. 12–16.