Вестник ВГУИТ/ Proceedings of VSUET ISSN 2226-910X E-ISSN 2310-1202
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2026-1-200-206 Обзорная статья/Review article
УДК 640 Open Access Available online at vestnik-vsuet.ru

Подходы консервирования заварных полуфабрикатов

Анастасия В. Копылова [1] tasyta7@ya.ru 0000-0001-9700-8989
Анастасия А. Глебова [1] nastia40015@mail.ru 0009-0006-6896-6903

1 Новосибирский государственный технический университет, пр-т К.Маркса, 20, г. Новосибирск, 630073, Россия

Аннотация. В данной статье представлен всесторонний анализ современных подходов сохранению качества и сроков годности выпеченных заварных полуфабрикатов, с акцентом на технологию шоковой заморозки. Исследование охватывает фундаментальные физико-химические аспекты данного процесса, его влияние на структурно-механические и органолептические свойства продукции, а также экономическую эффективность интеграции в производственные циклы. Основная цель работы заключается в комплексной систематизации научных данных о шоковой заморозке как методе консервации, объективной оценке его преимуществ и ограничений, а также представлении экспериментально подтверждённых результатов его применения в пищевой промышленности. В ходе исследования был проведён детальный анализ профильных научных публикаций, обобщены практические примеры технологических решений с использованием функционального сырья, а также определены перспективные направления развития данного метода. Особое внимание уделено вопросам сохранения качества заварных изделий при длительном хранении, что имеет существенное значение для оптимизации логистических цепочек и расширения географии сбыта продукции. Результаты исследования демонстрируют высокую эффективность шоковой заморозки в сохранении структурно-механических и органолептических характеристик заварных изделий, а также её экономическую целесообразность. Внедрение данной технологии позволяет значительно увеличить срок хранения продукции, снизить потери качества и расширить возможности для её транспортировки и реализации.

Ключевые слова: шоковая заморозка, заварные полуфабрикаты, консервирование, качество, современные технологии.

Approaches to preserving semi-finished custard products

Anastasia V. Kopylova [1] tasyta7@ya.ru 0000-0001-9700-8989
Anastasia A. Glebova [1] nastia40015@mail.ru 0009-0006-6896-6903

1 Novosibirsk State Technical University, K. Marx Ave., 20, Novosibirsk, 630073, Russia

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of modern approaches to preserving the quality and shelf life of baked semi-finished custard products, with an emphasis on shock freezing technology. The research covers the fundamental physico-chemical aspects of this process, its impact on the structural, mechanical and organoleptic properties of products, as well as the economic efficiency of integration into production cycles. The main purpose of the work is a comprehensive systematization of scientific data on shock freezing as a conservation method, an objective assessment of its advantages and limitations, as well as the presentation of experimentally confirmed results of its use in the food industry. In the course of the research, a detailed analysis of relevant scientific publications was carried out, practical examples of technological solutions using functional raw materials were summarized, and promising directions for the development of this method were identified. Special attention is paid to the issues of preserving the quality of custard products during long-term storage, which is essential for optimizing logistics chains and expanding the geography of product sales. The results of the study demonstrate the high efficiency of shock freezing in preserving the structural, mechanical and organoleptic characteristics of custard products, as well as its economic feasibility. The introduction of this technology makes it possible to significantly increase the shelf life of products, reduce quality losses and expand the possibilities for their transportation and sale.

Keywords: shock freezing, semi-finished custard products, canning, quality, modern technologies. .

Введение

Современная пищевая промышленность находится в постоянном поиске эффективных способов продления сроков годности продукции при сохранении её исходных качественных характеристик. Эта задача приобретает особую актуальность применительно к заварным выпеченным полуфабрикатам или изделиям, отличающимся высокой влажностью, нежной пористой структурой и повышенной чувствительностью к внешним воздействиям. Традиционные методы консервации, такие как сушка, стерилизация или введение химических консервантов, зачастую оказываются неприемлемыми для данной категории продуктов. Их применение неизбежно приводит к существенным изменениям текстуры, вкусоароматического профиля и пищевой ценности изделий, что недопустимо с точки зрения потребительских ожиданий и современных требований к качеству пищевых продуктов.

В этом контексте технология шоковой заморозки предстаёт как одно из наиболее перспективных решений, позволяющих эффективно решать проблему длительного хранения

Для цитирования
Копылова А.В., Глебова А.А. Подходы консервирования заварных полуфабрикатов // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 1. С. 200–206. doi:10.20914/2310-1202-2026-1-200-206

For citation
Kopylova A.V., Glebova A.A. Approaches to preserving semi-finished custard products. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 1. pp. 200–206. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-1-200-206

© 2026, Копылова А.В. и др. / Kopylova A.V. et al.
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

заварных полуфабрикатов. Ключевое преимущество метода заключается в способности оперативно переводить содержащуюся в продукте влагу в твёрдое состояние, тем самым минимизируя деструктивные биохимические процессы, приводящие к ухудшению качества. Быстрая кристаллизация воды препятствует развитию микроорганизмов, замедляет ферментативную активность и сохраняет структурную целостность изделия.

Цель настоящего исследования – всесторонне проанализировать технологию шоковой заморозки применительно к заварным полуфабрикатам, оценить её эффективность на основе экспериментальных данных и практического опыта отрасли, а также определить потенциальные направления совершенствования метода.

Что такое шоковая заморозка: суть технологии

Шоковая заморозка (англ. *blast freezing*) представляет собой высокотехнологичный процесс интенсивного охлаждения пищевых продуктов до -18 °С и ниже в предельно короткие временные промежутки – обычно от 2 до 4 часов. Достигается это за счёт принудительной циркуляции охлаждённого воздушного потока с температурой в диапазоне -30…-40 °С что обеспечивает высокую интенсивность теплоотвода от продукта.

Технологический процесс шоковой заморозки подразделяется на три последовательные фазы, каждая из которых характеризуется специфическими физико-химическими процессами:

Фаза охлаждения от +20 до 0 градусов. На этом этапе происходит отведение явной теплоты от продукта без изменения агрегатного состояния содержащейся в нём влаги. Температура изделия постепенно снижается от начальной (обычно комнатной) до точки замерзания воды [5]. Важнейшим параметром на данной стадии является интенсивность теплообмена, определяемая скоростью воздушного потока и разницей температур между продуктом и охлаждающим агентом. Эффективное управление этим процессом позволяет минимизировать время перехода к следующей фазе и снизить энергетические затраты.

Фаза подмораживания от 0 до -5 градусов. Это критическая стадия процесса, на которой происходит кристаллизация приблизительно 70 % свободной влаги, содержащейся в продукте. При достижении точки замерзания начинается образование кристаллов льда, причём скорость охлаждения напрямую влияет на их размер и распределение. При шоковой заморозке высокая интенсивность теплоотвода способствует формированию многочисленных мелких кристаллов (диаметром менее 100 мкм), которые равномерно распределяются в межклеточном пространстве, не нарушая целостности клеточных структур. Это принципиально отличает шоковую заморозку от медленного замораживания, при котором образуются крупные кристаллы (более 200 мкм), механически повреждающие ткани продукта и приводящие к необратимым изменениям его структуры.

Фаза домораживания от -5 до -18 градусов. На завершающей стадии происходит полное замораживание продукта, включая связанную влагу. Температура в центре изделия снижается до целевого значения -18, обеспечивающего стабильность продукта при длительном хранении [5]. На этом этапе завершается процесс кристаллизации, и структура продукта стабилизируется. Важно отметить, что слишком интенсивное охлаждение на последней стадии может привести к чрезмерному перемораживанию поверхностных слоёв, поэтому требуется тщательный контроль параметров процесса.

Ключевым параметром, определяющим эффективность шоковой заморозки, является скорость охлаждения. Именно высокая скорость теплоотвода обеспечивает формирование мелкокристаллической структуры льда, что является залогом сохранения исходной текстуры и сочности продукта после размораживания. Для достижения оптимальных результатов необходимо строго контролировать следующие технологические параметры:

- температуру охлаждающего воздуха;
- скорость воздушного потока;
- относительную влажность в камере заморозки;
- время обработки;
- начальную температуру продукта.

Современные шоковые морозильные установки оснащены автоматизированными системами контроля и регулирования этих параметров, что позволяет обеспечить воспроизводимость процесса и стабильное качество продукции.

Влияние шоковой заморозки на заварные полуфабрикаты

Для заварных выпеченных изделий, таких как эклеры, профитроли и заварные пирожные, технология шоковой заморозки решает комплекс технологических задач, направленных на сохранение их уникальных потребительских характеристик при длительном хранении. Рассмотрим основные аспекты влияния шоковой заморозки на качество заварных полуфабрикатов в виде физико-химических изменений в структуре продукта.

Кристаллизация влаги. При шоковой заморозке быстрое снижение температуры препятствует миграции влаги внутри продукта, обеспечивая равномерное распределение кристаллов льда по всему объёму теста. Это предотвращает образование крупных пустот и трещин, которые могут возникнуть при медленном замораживании из-за локального скопления влаги. Равномерное распределение мелких кристаллов льда минимизирует механическое повреждение структуры теста, что особенно важно для заварных изделий с их тонкой, хрупкой стенкой и объёмной полостью внутри.

Стабилизация крахмальных компонентов. В заварном тесте крахмал подвергается частичной клейстеризации в процессе выпечки. При низких температурах замедляется процесс ретроградации амилозы – обратного превращения растворённых крахмальных молекул в кристаллическую структуру. Это имеет ключевое значение для предотвращения очерствения продукта при хранении. Шоковая заморозка, благодаря быстрому переходу через температурный диапазон максимальной активности ретроградации (2…6), существенно замедляет этот процесс, сохраняя эластичность теста после размораживания.

Сохранение эмульсионной структуры. Заварное тесто представляет собой сложную эмульсию, в которой жиры диспергированы в водной фазе. При медленном замораживании может происходить расслоение эмульсии из-за неравномерного замерзания различных компонентов. Шоковая заморозка предотвращает этот нежелательный процесс, фиксируя эмульсию в стабильном состоянии. После размораживания жиры остаются равномерно распределёнными, что обеспечивает сохранение характерной текстуры заварного изделия – нежной, слегка влажной внутри и хрустящей снаружи.

Органолептические показатели качества

Многочисленные экспериментальные исследования подтверждают, что шоковая заморозка позволяет максимально сохранить исходные органолептические характеристики заварных полуфабрикатов.

Текстура. После размораживания изделия сохраняют эластичность и мягкость внутреннего слоя теста, при этом отсутствует нежелательная плотность или резинистость, характерные для продуктов, замороженных медленным способом. Тонкая корочка сохраняет хрупкость и способность к быстрому восстановлению хрусткости при лёгком подогреве.

Внешний вид. Форма изделий остаётся стабильной, без деформаций и трещин на поверхности. Цвет корочки не изменяется, сохраняется характерный золотистый оттенок, приобретённый в процессе выпечки. Отсутствие усушки поверхности предотвращает появление белёсых пятен и неравномерного окрашивания.

Вкус и аромат. Благодаря минимальному окислению липидов и сохранению летучих ароматических соединений, заварные изделия после шоковой заморозки и размораживания полностью сохраняют свойственный им богатый вкусоароматический профиль. Отсутствуют посторонние привкусы и запахи, которые могут возникать при длительном хранении или при использовании неподходящих методов консервации.

Влагосодержание. Равномерное распределение кристаллов льда препятствует значительной потере влаги при размораживании. Это позволяет сохранить сочность внутренней части изделия, предотвращая её пересушивание. После подогрева изделия обладают характерной нежной текстурой без излишней сухости или водянистости.

Биохимические аспекты сохранности

Помимо физических изменений, шоковая заморозка оказывает существенное влияние на биохимические процессы в заварных полуфабрикатах:

Ингибирование ферментативной активности, низкие температуры подавляют активность ферментов, ответственных за процессы деградации белков, липидов и углеводов. Это предотвращает нежелательное размягчение структуры, окисление жиров и изменение вкуса продукта.

Подавление микробиологической активности при температуре -18 прекращается рост и размножение большинства патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, а также плесневых грибов [6]. Это обеспечивает микробиологическую безопасность продукта при длительном хранении.

Сохранение пищевой ценности, так как Быстрая заморозка минимизирует потерю водорастворимых витаминов и биологически активных веществ, которые могут разрушаться при длительном воздействии кислорода или при медленной заморозке.

Экспериментальные исследования: анализ данных

Ниже представлены развёрнутые результаты исследований, опубликованных в российских научных изданиях. Каждый эксперимент рассмотрен с точки зрения методологии, ключевых показателей и практической значимости для производства заварных полуфабрикатов.

Влияние функциональных добавок и шоковой заморозки на качество хлеба [1]. Исследование посвящено комплексному воздействию шоковой заморозки и функциональных ингредиентов на реологические и органолептические свойства хлебобулочных изделий.

Для заварных полуфабрикатов особую ценность представляют следующие выводы:

Внесение лецитина в дозировке 0,5% от массы муки существенно снижает потери массы при цикле «заморозка-разморозка» [1]. Если в контрольных образцах без добавок потеря составляла 8%, то с лецитином она сократилась до 2,3%. Механизм действия связан с усилением эмульгирующих свойств теста: лецитин стабилизирует водно-жировую систему, препятствуя отделению свободной влаги при кристаллизации. Кроме того, фосфолипиды формируют дополнительные связи с клейковиной, повышая эластичность структуры.

Добавление 0,02% аскорбиновой кислоты способствует стабилизации белкового каркаса теста [1]. В экспериментах зафиксировано снижение деформации изделий на 15% по сравнению с контрольными образцами. Аскорбиновая кислота выступает как окислитель глутатиона, что укрепляет дисульфидные связи в клейковине. Это особенно важно для заварных изделий, где хрупкая стенка должна сохранять форму после размораживания.

Эксперименты показали, что температура -35 ºС и продолжительность 90 мин обеспечивают оптимальное соотношение скорости кристаллизации и сохранности структуры. При более низких температурах -40 ºС наблюдалось перемораживание поверхностных слоёв, что приводило к образованию микротрещин. При температуре -30 ºС увеличивалось время процесса, повышая риск частичной ретроградации крахмала.

Технология булочного изделия с черносмородиновым порошком как замороженного полуфабриката [2]. Работа демонстрирует потенциал использования функционального сырья для повышения стабильности замороженных изделий. Для заварных полуфабрикатов выписаны следующие аспекты:

Черносмородиновый порошок (3% от массы муки) содержит высокие концентрации полифенолов и антоцианов. После 30 суток хранения при -18 °С в изделиях сохранялось 92% исходных полифенолов [2]. Это замедляет окисление липидов, предотвращая появление посторонних привкусов. Для заварных изделий, где жиры играют ключевую роль в текстуре, это критично.

Мелкая дисперсность порошка (<50 мкм) обеспечивает равномерное распределение в тесте, увеличивая его гидратацию. В экспериментах влагосодержание после разморозки оставалось на уровне 95% от исходного, что исключает пересушивание внутренней полости заварных изделий.

Антоцианы черносмородинового порошка устойчивы к низким температурам, сохраняя насыщенный цвет корки. Это важно для визуальной привлекательности продукции после подогрева [2].

Шоковая заморозка булочных изделий с нетрадиционным растительным сырьём [3]. Исследование тестировало замену части муки на тыквенный жмых 10%. Для заварных полуфабрикатов значимы следующие результаты:

Тыквенный жмых содержит пектиновые вещества и клетчатку, которые связывают воду в тесте [3]. Это снизило усушку на 1,8% по сравнению с контрольными образцами. Для заварных изделий с тонкой стенкой это предотвращает образование пустот и трещин при замораживании.

Каротиноиды тыквенного жмыха устойчивы к низким температурам, сохраняя золотистый оттенок корки после разморозки

Оптимальная скорость воздушного потока 4 м/с обеспечивала равномерное охлаждение без локального перемораживания. При скорости 2 м/с наблюдалось неравномерное распределение кристаллов льда, а при 6 м/с – механическое повреждение поверхности изделий.

Производство замороженного хлеба [4]. Обобщённые данные по шоковой заморозке хлебобулочных изделий, релевантные для заварных полуфабрикатов:

При шоковой заморозке потери составляют 0,8–1,2%, что в 4–8 раз ниже, чем при обычной заморозке 5–10 [4]. Это достигается за счёт формирования мелкокристаллической структуры льда, минимизирующей испарение при размораживании.

При -18 °С изделия сохраняют качество до 90 суток. В экспериментах ключевыми показателями были:

- кислотность (не выше 3,5 Т);
- влажность (в пределах 38…42%);
- пористость (не менее 75%).

За счёт сокращения времени заморозки энергопотребление снижается на 20% по сравнению с традиционными методами [4]. В расчётах учитывались затраты на охлаждение воздуха, циркуляцию и поддержание температуры.

Преимущества и недостатки шоковой заморозки

Формирование микрокристаллов льда размером менее 100 мкм предотвращает разрушение клеточных мембран, что сохраняет:

- эластичность внутренней части заварного изделия;
- хрусткость корки после подогрева;
- равномерную пористость без пустот.

Потери, не превышающие 1,5%, достигаются за счёт:

- быстрого перехода через температурный диапазон максимальной кристаллизации (0–5 °С);
- герметичной упаковки, препятствующей сублимации.

Увеличение срока годности до 90 суток при температуре -18 °С обеспечивается:

- подавлением микробиологической активности;
- замедлением ферментативных реакций;
- стабилизацией липидной фракции.

Логистическая гибкость, возможность сезонного производства и транспортировки на дальние расстояния без потери качества.

Снижение потребности в консервантах: за счёт микробиологической стабильности отпадает необходимость в химических добавках.

Недостатки шоковой заморозки

Шоковая заморозка требует значительных капитальных вложений. Для малых предприятий стоимость шок-фризеров начинается от 500 000 рублей, а для крупных производств инвестиции могут достигать 5–10 миллионов рублей. Оборудование также характеризуется высоким энергопотреблением: средний расход составляет 0,8 кВт/ч на 1 кг продукции, что существенно влияет на себестоимость при больших объёмах производства.

Эффективная работа системы шоковой заморозки требует строгого контроля параметров: температуры воздуха с точностью ±1 °С, скорости воздушного потока ±0,5 м/с, влажности ±3% и времени заморозки ±5 минут. Нарушение этих параметров может привести к перемораживанию продукции, образованию макротрещин, потере эластичности и изменению вкуса из-за окисления липидов.

Для обеспечения качества и сохранности продукции при шоковой заморозке необходимо использовать барьерные упаковочные материалы, такие как полиэтилен с алюминиевым слоем. Это увеличивает затраты на упаковку, но является необходимым условием для предотвращения порчи продукции.

Заключение

Шоковая заморозка представляет собой комплексное технологическое решение, позволяющее сохранять аутентичность заварных изделий при длительном хранении, расширять географию сбыта благодаря стабильности продукции в транспортировке, снижать экологическую нагрузку за счёт сокращения пищевых отходов и повышать конкурентоспособность предприятий за счёт гибкости производственных циклов.

Внедрение этой технологии требует системного подхода и инвестиций в оборудование, но её долгосрочные преимущества, такие как сохранение качества, увеличение сроков годности и оптимизация логистики, делают её незаменимым инструментом в современном хлебопекарном и кондитерском производстве. Перспективы развития метода включают интеграцию цифровых технологий, совершенствование рецептур и повышение энергоэффективности, что открывает новые возможности для отрасли.

Литература

1 Сокол Н.В., Кенийз Н.В., Матчак С.С. Влияние функциональных добавок и шоковой заморозки на показатели качества хлеба // Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. 2025. № 2 (48). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-funktsionalnyh-dobavok-i-shokovoy-zamorozki-na-pokazateli-kachestva-hleba (дата обращения: 30.10.2025).

2 Янова М.А., Ермош Л.Г., Присухина Н.В. и др. Разработка технологии булочного изделия с черносмородиновым порошком как замороженного полуфабриката // Вестник КрасГАУ. 2023. № 7 (196). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-bulochnogo-izdeliya-s-chernosmorodinovym-poroshkom-kak-zamorozhennogo-polufabrikata (дата обращения: 30.10.2025).

3 Рощина Е.В., Григорьева Р.З., Баранец С.Ю. и др. Шоковая заморозка булочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья на предприятиях общественного питания // Техника и технология пищевых производств. 2020. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/shokovaya-zamorozka-bulochnyh-izdeliy-s-ispolzovaniem-netraditsionnogo-rastitelnogo-syrya-na-predpriyatiyah-obschestvennogo (дата обращения: 30.10.2025).

4 Ловцова Н.И. Перспективы развития замороженного хлеба // Студенческая наука - взгляд в будущее. 2021. С. 402–404.

5 Васюкова А., Мошкин А. Основы молекулярной кухни: учебник для СПО. М.: Litres, 2025.

6 Mikhailovich S.A., Valerjevna Z.N., Viktorovna C.O. Freezing technology effect on the change in the morphological turnip cells structure (Brassica rapa) // Индустрия питания. 2025. Т. 10. № 1. С. 30–38.

7 Лялин А.В., Феськов О.А., Стрелюхина А.Н., Новикова Ж.В. Исследование параметров процесса замораживания тестовых заготовок и хлебобулочных изделий различной степени готовности // Хлебопечение России. 2024. Т. 68. № 1. С. 63–77.

8 Кизим О.В., Буклагина И.А. Особенности транспортировки хлебобулочных изделий глубокой заморозки // Научный аспект. 2021. Т. 5. № 1. С. 545–553.

9 Zahorulko A., Voronenko I., Nikolaienko M. et al. Justification of the practical implementation of innovative technologies for obtaining polycomponent vegetable semi-finished products for new generation food products // EUREKA: Life Sciences. 2025. № 2. P. 68–76. doi: 10.21303/2504-5695.2025.003789

10 Zahorulko A., Zagorulko A., Kasabova K., Gordienko I. Creation of multi-component fruit and vegetable semi-finished products and confectionery on their basis with health properties // BIO Web of Conferences. 2021. V. 30. P. 01024. doi: 10.1051/bioconf/20213001024

11 Grujić S., Odžaković B., Atelj G. Effect of formulation variables on sensory quality of thermo-reversible fruit filling for frozen semi-finished bakery products: modelling and optimization // Journal of Engineering & Processing Management. 2022. V. 14. № 2. P. 46–56.

12 Gabelko S.V., Sapozhnikov A.N. Development of combined semi-finished products from poultry and vegetables with prolonged shelf life // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. V. 640. № 3. P. 032028. doi: 10.1088/1755-1315/640/3/032028

13 Theresa M., Unni A.S., Geevarghese A. et al. Foodborne Pathogens and Food-Related Microorganisms // Sequencing Technologies in Microbial Food Safety and Quality. CRC Press, 2021. P. 25–108. doi: 10.1201/9781003105154-2

14 Danyliuk I.P., Strutynska L.T. Development and justification of technologies for gluten-free custard semi-finished products using rice flour. Publishing House "Baltija Publishing", 2025.

15 Dikhtyar A., Andrieieva S., Fedak N. et al. Determining Patterns in the Formation of Functional Technological Properties of a Fat-based Semi-Finished Product in the Technology of Sponge Cake Products // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. V. 6. № 11 (114). P. 15–31. doi: 10.15587/1729-4061.2021.246006

16 Petránková L., Svobodová D., Sudová N. Traditional European Desserts // Czech Hospitality & Tourism Papers. 2022. V. 18. № 36. P. 39.

17 Kandrokov R.K., Antropov D.Y., Anurov A.N. The Use of Fruit and Berry Raw Materials in the Technology of Production of Bakery Products from Frozen Semi-Finished Products // Biomedical Journal of Scientific & Technical Research. 2022. V. 44. № 3. P. 35509–35513. doi: 10.26717/BJSTR.2022.44.007055

18 Гуринова Т.А., Гущенко Е.В., Филипович Д.И. Влияние сахаросодержащего сырья на качество заварного хлеба высокой степени готовности // Ответственные за выпуск. 2025. С. 141.

19 Алёхина Н.Н., Бакаева И.А. Варианты заморозки полуфабрикатов из биоактивированной пшеницы в технологии хлеба зернового // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 2. С. 136–143.

20 Шилов В.В., Литвяк В.В., Журня А.А. и др. Разработка рецептур на основании исследования влияния режимов температурной обработки полуфабрикатов высокобелковых мучных изделий на гликемический индекс // Новые технологии. 2025. Т. 21. № 4. С. 121–144.

21 Янова М.А., Оникиенко А.В., Ермош Л.Г. и др. Разработка технологии замороженного полуфабриката круассана с пюре морковным // Вестник КрасГАУ. 2023. № 6 (195). С. 234–241.

References

1 Sokol N.V., Keniyz N.V., Matchak S.S. Influence of Functional Additives and Shock Freezing on Bread Quality Indicators. Bulletin of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University. 2025. no. 2 (48). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-funktsionalnyh-dobavok-i-shokovoy-zamorozki-na-pokazateli-kachestva-hleba (accessed: 30.10.2025) (in Russian).

2 Yanova M.A., Ermosh L.G., Prisukhina N.V. et al. Development of Technology for a Bakery Product with Blackcurrant Powder as a Frozen Semi-Finished Product. Bulletin of KrasGAU. 2023. no. 7 (196). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-bulochnogo-izdeliya-s-chernosmorodinovym-poroshkom-kak-zamorozhennogo-polufabrikata (accessed: 30.10.2025) (in Russian).

3 Roshchina E.V., Grigorieva R.Z., Baranets S.Yu. et al. Shock Freezing of Bakery Products Using Non-Traditional Plant Raw Materials at Public Catering Enterprises. Technique and Technology of Food Production. 2020. no. 3. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/shokovaya-zamorozka-bulochnyh-izdeliy-s-ispolzovaniem-netraditsionnogo-rastitelnogo-syrya-na-predpriyatiyah-obschestvennogo (accessed: 30.10.2025) (in Russian).

4 Lovtsova N.I. Prospects for the Development of Frozen Bread. Student Science – A Look into the Future. 2021. pp. 402–404. (in Russian).

5 Vasyukova A., Moshkin A. Fundamentals of Molecular Cuisine: A Textbook for Vocational Education. Moscow: Litres, 2025. (in Russian).

6 Mikhailovich S.A., Valerjevna Z.N., Viktorovna C.O. Freezing technology effect on the change in the morphological turnip cells structure (Brassica rapa). Food Industry. 2025. vol. 10. no. 1. pp. 30–38.

7 Lyalin A.V., Feskov O.A., Strelukhina A.N., Novikova Zh.V. Study of the Parameters of the Freezing Process of Dough Pieces and Bakery Products of Various Degrees of Readiness. Baking in Russia. 2024. vol. 68. no. 1. pp. 63–77. (in Russian).

8 Kizim O.V., Buklagina I.A. Features of Transportation of Deep-Frozen Bakery Products. Scientific Aspect. 2021. vol. 5. no. 1. pp. 545–553. (in Russian).

9 Zahorulko A., Voronenko I., Nikolaienko M. et al. Justification of the practical implementation of innovative technologies for obtaining polycomponent vegetable semi-finished products for new generation food products. EUREKA: Life Sciences. 2025. no. 2. pp. 68–76. doi: 10.21303/2504-5695.2025.003789.

10 Zahorulko A., Zagorulko A., Kasabova K., Gordienko I. Creation of multi-component fruit and vegetable semi-finished products and confectionery on their basis with health properties. BIO Web of Conferences. 2021. vol. 30. article 01024. doi: 10.1051/bioconf/20213001024.

11 Grujić S., Odžaković B., Atelj G. Effect of formulation variables on sensory quality of thermo-reversible fruit filling for frozen semi-finished bakery products: modelling and optimization. Journal of Engineering & Processing Management. 2022. vol. 14. no. 2. pp. 46–56.

12 Gabelko S.V., Sapozhnikov A.N. Development of combined semi-finished products from poultry and vegetables with prolonged shelf life. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. vol. 640. no. 3. article 032028. doi: 10.1088/1755-1315/640/3/032028.

13 Theresa M., Unni A.S., Geevarghese A. et al. Foodborne Pathogens and Food-Related Microorganisms. In: Sequencing Technologies in Microbial Food Safety and Quality. CRC Press, 2021. pp. 25–108. doi: 10.1201/9781003105154-2.

14 Danyliuk I.P., Strutynska L.T. Development and justification of technologies for gluten-free custard semi-finished products using rice flour. Publishing House "Baltija Publishing", 2025.

15 Dikhtyar A., Andrieieva S., Fedak N. et al. Determining Patterns in the Formation of Functional Technological Properties of a Fat-based Semi-Finished Product in the Technology of Sponge Cake Products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. vol. 6. no. 11 (114). pp. 15–31. doi: 10.15587/1729-4061.2021.246006.

16 Petránková L., Svobodová D., Sudová N. Traditional European Desserts. Czech Hospitality & Tourism Papers. 2022. vol. 18. no. 36. p. 39.

17 Kandrokov R.K., Antropov D.Y., Anurov A.N. The Use of Fruit and Berry Raw Materials in the Technology of Production of Bakery Products from Frozen Semi-Finished Products. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research. 2022. vol. 44. no. 3. pp. 35509–35513. doi: 10.26717/BJSTR.2022.44.007055.

18 Gurinova T.A., Gushchenko E.V., Filipovich D.I. Influence of Sugar-Containing Raw Materials on the Quality of High-Ready Custard Bread. Responsible for the Release. 2025. p. 141. (in Russian).

19 Alyokhina N.N., Bakaeva I.A. Freezing Options for Semi-Finished Products from Bioactivated Wheat in Grain Bread Technology. Bulletin of VSUET. 2023. vol. 85. no. 2. pp. 136–143. (in Russian).

20 Shilov V.V., Litvyak V.V., Zhurnya A.A. et al. Development of Recipes Based on the Study of the Influence of Temperature Treatment Regimes of Semi-Finished High-Protein Flour Products on the Glycemic Index. New Technologies. 2025. vol. 21. no. 4. pp. 121–144. (in Russian).

21 Yanova M.A., Onikienko A.V., Ermosh L.G. et al. Development of Technology for Frozen Semi-Finished Croissant with Carrot Puree. Bulletin of KrasGAU. 2023. no. 6 (195). pp. 234–241. (in Russian).

Сведения об авторах

Анастасия В. Копылова к.т.н., доцент, кафедра технологии и организации пищевых производств, Новосибирский государственный технический университет, пр-т К. Маркса, 20, г. Новосибирск, 630073 Россия, tasyta7@ya.ru
https://orcid.org/0000-0001-9700-8989

Анастасия А. Глебова магистр, кафедра технологий и организации пищевых производств, Новосибирский государственный технический университет, пр-т К. Маркса, 20, г. Новосибирск, 630073 Россия, nastia40015@mail.ru
https://orcid.org/0009-0006-6896-6903

Information about authors

Anastasia V. Kopylova Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, technology and organization of food production department, Novosibirsk State Technical Universit, K. Marx Ave., 20, tasyta7@ya.ru
https://orcid.org/0000-0001-9700-8989

Anastasia A. Glebova master, technology and organization of food production department, Novosibirsk State Technical Universit, K. Marx Ave., 20, nastia40015@mail.ru
https://orcid.org/0009-0006-6896-6903

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 21/12/2025	**После редакции** 12/01/2026	**Принята в печать** 26/01/2026
Received 21/12/2025	**Accepted in revised** 12/01/2026	**Accepted** 26/01/2026