

Шоковая заморозка булочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья на предприятиях общественного питания

Е. В. Рощина¹, Р. З. Григорьева^{2,*}, С. Ю. Баранец²,
Н. И. Давыденко², М. С. Куракин²



¹ УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»,
246029, Республика Беларусь, г. Гомель, пр. Октября, 50

² ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

Дата поступления в редакцию: 12.05.2020

Дата принятия в печать: 24.07.2020

*e-mail: roza-grigoreva@yandex.ru



© Е. В. Рощина, Р. З. Григорьева, С. Ю. Баранец, Н. И. Давыденко, М. С. Куракин, 2020

Аннотация.

Введение. Шоковая заморозка широко используется на предприятиях пищевой промышленности. Однако на предприятиях общественного питания, которые самостоятельно производят хлеб и хлебобулочные изделия, она пока не распространена. Переход предприятий общественного питания на технологию шоковой заморозки поможет расширить ассортимент булочных изделий, разнообразить хлебную корзину и увеличить рентабельность. Цель работы – установить параметры шоковой заморозки хлебобулочных изделий, производимых в условиях предприятий общественного питания, в том числе с применением нетрадиционного растительного сырья.

Объекты и методы исследования. Образцы выпеченных изделий из дрожжевого теста, приготовленные различными способами, в том числе с использованием технологии шоковой заморозки. Качество сырья и готовых изделий оценивали по совокупности органолептических и физико-химических показателей стандартными методами.

Результаты и их обсуждение. Разработаны рецептуры изделий из дрожжевого теста с добавками свекольного и клюквенного пюре, режимы и параметры шоковой заморозки и последующей выпечки булочных изделий в условиях предприятий общественного питания. Установлено, что дозировками свекольного и клюквенного пюре, обеспечивающими наилучшие показатели качества готовых изделий, являются 10 % свекольного и 5 % клюквенного пюре к массе муки. Изучено влияние продолжительности выпечки на качество замороженных булочных изделий, а также определено время, необходимое для замораживания изделий и последующего допекания.

Выводы. По совокупности показателей качества установлены режимы и параметры шоковой заморозки булочных изделий на сетевых предприятиях общественного питания. Для заморозки изделий массой 50 г после 10 мин выпечки в конвекционной печи при температуре 180 °С, продолжительность замораживания составила 50 ± 2 мин при температуре –40 °С, продолжительность допекания булочных изделий – 10 мин при температуре 180 °С.

Ключевые слова. Питание, хлебобулочные изделия, шоковая заморозка, клюквенное пюре, свекольное пюре, ассортимент

Для цитирования: Шоковая заморозка булочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья на предприятиях общественного питания / Е. В. Рощина, Р. З. Григорьева, С. Ю. Баранец [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 3. – С. 439–449. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-439-449>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Shock Freezing of Bakery Products using Non-Traditional Raw Materials at Public Catering Establishments

Alena V. Roshchyna¹, Rosa Z. Grigorieva^{1,*}, Svetlana Yu. Baranets¹,
Natalia I. Davydenko¹, Mikhail S. Kurakin¹

¹ Belarusian Trade and Economics University
of Consumer Cooperatives,
50, October Ave., Gomel, 246029, Republic of Belarus

² Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

Received: May 12, 2020

Accepted: July 24, 2020

*e-mail: roza-grigoreva@yandex.ru



© A.V. Roshchyna, R.Z. Grigorieva, S.Yu. Baranets, N.I. Davydenko, M.S. Kurakin, 2020

Abstract.

Introduction. Shock freezing is widely used in food industry. However, it is not popular with public catering enterprises that produce

their own bread and bakery products. Many businesses prefer to use ready-made frozen semi-finished products, rather than to bake them on their own. However, the range of such semi-finished products is not sufficiently diverse: as a rule, it includes “basic” popular products. The authors believe that bread can be an advantageous image product for any public catering company. Fresh bread makes the company more competitive. Shock freezing technology can help public catering enterprises to expand their range of bakery products, diversify the bread menu, and increase profitability. The research objective was to establish shock-freezing modes for bakery products produced in the conditions of a public catering enterprise, including using non-traditional raw materials, e.g. cranberry and beet puree.

Study objects and methods. The research featured samples of baked products from yeast dough prepared in various ways, including shock-freezing technology. The quality of the raw materials and finished products was assessed by a combination of organoleptic and physicochemical indicators using standard methods.

Results and discussion. The article introduces new scientific-based formulations of yeast dough products with beetroot and cranberry puree, modes and parameters of shock freezing and baking of bakery products in the conditions of a public catering enterprise. The doses of beet and cranberry puree that provide the best quality indicators of finished products were 10% of beet and 5% of cranberry puree per unit of flour. The authors studied the effect of baking time on the quality of frozen bakery products, as well as the freezing time and the cooking time after refreezing.

Conclusion. The research established the quality indicators, modes, and parameters of shock freezing of bakery products at chain catering enterprises. The optimal freezing time for 50 g products after 10 min of baking in a convection oven at 180°C proved 50 ± 2 min at –40°C; the baking time after refreezing was 10 min at 180°C.

Keywords. Food, bakery products, shock freezing, cranberry puree, beet puree, assortment

For citation: Roshchyna AV, Grigorieva RZ, Baranets SYu, Davydenko NI, Kurakin MS. Shock Freezing of Bakery Products using Non-Traditional Raw Materials at Public Catering Establishments. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(3): 439–449. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-439-449>.

Введение

За последние несколько лет значительно возрос спрос на изделия, приготовленные по технологии шоковой заморозки [1, 2]. Специалисты считают, что явного отличия между изделиями, приготовленными по традиционной технологии, и изделиями из замороженных полуфабрикатов не наблюдается. Как правило, при заморозке изделий используются натуральные ингредиенты без специальных добавок и улучшителей. Некоторые авторы отмечают, что при соблюдении технологии производства булочных изделий из замороженных заготовок, изделия получаются более хрустящими по сравнению с хлебом, произведенным традиционным способом [3].

Шоковая заморозка на протяжении последнего десятилетия широко используется на промышленных предприятиях [4–7]. Но на предприятиях общественного питания, которые самостоятельно производят хлеб и хлебобулочные изделия, она широкого распространения не нашла. Многие предприятия пользуются готовыми замороженными полуфабрикатами, а не производят их своими силами. Однако ассортимент таких полуфабрикатов недостаточно разнообразен: в основном представлены «базовые» и наиболее популярные изделия. При этом хлеб на предприятии питания может являться имиджевым продуктом. Поэтому ему должно уделяться особое внимание. По мнению специалистов, переход на технологию быстрой заморозки поможет увеличить рентабельность предприятий, расширить ассортимент и разнообразить хлебную корзину [1, 8–10].

Для предприятий общественного питания важно не зависеть от промышленного производства хлеба и хлебобулочных изделий и всегда иметь в наличии свежую выпечку. Однако процесс производства

очень сложный и длительный по времени, поэтому заморозка изделий является оптимальным решением данной задачи. Также, благодаря заморозке, можно контролировать объем выпускаемой продукции в соответствии со спросом потребителей.

Существует три способа осуществления технологии шоковой заморозки.

Первый способ предусматривает заморозку тестовых заготовок и включает в себя ряд следующих операций: замес и брожение теста, деление на куски, формование (данные этапы аналогичны традиционной технологии), предварительная расстойка и заморозка тестовых заготовок. После тестовые заготовки размораживают, подвергают окончательной расстойке и выпекают.

Второй способ подразумевает собой заморозку частично выпеченных изделий. После формования тестовые заготовки подвергают окончательной расстойке и выпекают до готовности на 50–90 %. Затем частично выпеченные изделия подвергаются глубокой заморозке и хранят в морозильных камерах при температуре –18 °С. Для приготовления хлеба и булочек замороженные изделия размораживают и допекают до готовности.

Третий способ основан на заморозке уже готовых изделий, которые в дальнейшем подвергаются кратковременной тепловой обработке [1, 11].

Процесс заморозки – это превращение молекул воды, содержащейся в продукте, в кристаллы. При шоковой заморозке происходит воздействие на продукт температурой в –40 °С. Это позволяет достичь температуры –18 °С в толще продукта за довольно короткий период времени: максимальное время, которое необходимо для осуществления данной технологии, составляет 240 мин. При заморозке все молекулы воды превращаются в

кристаллы льда и чем быстрее процесс, тем меньшего размера получаются кристаллы. Таким образом, только при микрокристаллизации клетки продукта не повреждаются. После размораживания потеря жидкости будет меньше, а также не изменится консистенция и вкус продукта.

Еще одним преимуществом шоковой заморозки является то, что в любом продукте, оставленном для медленного остывания при температуре от +65 до +10 °С, происходит быстрое размножение микрофлоры, а при быстром понижении температуры бактерии не успевают развиться, что значительно увеличивает срок хранения. Введение в процесс производства технологии шоковой заморозки – это эффективный метод, благодаря которому можно проводить технологический процесс на малых площадях [8]. Поэтому данная технология активно используется предприятиями общественного питания при производстве полуфабрикатов, преимущественно овощных и мясных. В производстве хлебобулочных изделий данная технология на предприятиях общественного питания применяется не так часто.

Хлебная корзина – это постоянный ассортимент хлебов, предлагаемых ресторанами, который состоит из 3–5 позиций. Рестораторы считают, что качество хлебной корзины определяет уровень заведения. Свежий хлеб, выпеченный на месте, не только хороший маркетинговый ход, но и козырь, позволяющий предприятию выделиться в условиях повышенной конкуренции. Поэтому использование замороженных полуфабрикатов – перспективное направление в деятельности предприятий общественного питания, позволяющее создать уникальную хлебную корзину, в том числе путем применения нетрадиционного сырья. При этом нетрадиционное сырье может выступать не только как вкусо- и ароматообразующий ингредиент, но и как носитель функциональных свойств, повышающих пищевую ценность хлебобулочных изделий.

Для придания хлебобулочным изделиям функциональных свойств применяются сырье различного происхождения, в том числе моно- и комплексные добавки дефицитных в питании человека незаменимых микронутриентов [12]. Однако такие технологии трудноприменимы в условиях небольших предприятий общественного питания и нацелены на масштабный выпуск продукции. Анализ различных информационных источников позволил в качестве наиболее перспективной для общественного питания определить тенденцию использования плодово-ягодного сырья. Оно способствует как повышению уровня технологического потенциала ингредиентов рецептуры, так и увеличению пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий [2, 13–16]. При этом преимущественно рассматривается внесение плодово-ягодного и овощного сырья в виде сухих порошков [17–19].

В литературе имеются сведения о том, что замораживание полуфабрикатов хлебопекарного производства необходимо вести с добавлением различных криопротекторов [20]. К таким веществам относится пектин, содержащийся, например, в свекле и клюкве. Пектин, фиксируя воду в связанном состоянии, оптимизирует соотношение свободной и связанной воды в тесте. При этом повышается водопоглощательная способность муки, что объясняется образованием белково-полисахаридных комплексов. При замораживании таких изделий образуются более мелкие кристаллы льда, которые не разрушают структуру клейковины и позволяют получить булочные изделия высокого качества. Имеются данные, что чем больше количество сдобы в изделии, тем лучше оно переносит процесс замораживания [21].

В продукции, выпускаемой предприятиями общественного питания, значительный вес занимают изделия и блюда из теста, которые, благодаря высоким вкусовым свойствам, популярны у населения. Особое место среди них отводится полуфабрикатам и изделиям из дрожжевого теста. Потребительские свойства изделий из дрожжевого теста зависят от многих факторов: качество сырья, правильность его использования, технологии производства и так далее. Хлебобулочные изделия из дрожжевого теста обладают высокими вкусовыми свойствами, но процесс их производства очень сложный и длительный по времени. При их производстве существует ряд задач, от решения которых зависит обеспечение конкурентоспособности выпускаемой продукции на рынке.

Растительное сырье является богатым источником целого ряда необходимых организму пищевых веществ, поступление которых не может быть обеспечено только за счет животного сырья. Это пектиновые вещества, клетчатка, аминокислоты, витамины и минеральные вещества [24].

Современная наука о питании рассматривает овощи, плоды и ягоды как жизненно необходимые продукты. Овощи – естественный и главный поставщик разнообразных витаминов, минеральных солей, органических кислот, пектиновых веществ, пищевых волокон, а также белков, жиров и углеводов. Плоды и ягоды характеризуются сбалансированным по витаминному, минеральному и антиоксидантному составу комплексом полезных веществ. Ежедневное присутствие в рационе питания растительных продуктов позволяет получать необходимые для организма питательные компоненты. В связи с этим целесообразно вносить растительные добавки в хлебобулочные изделия.

В качестве растительных добавок были выбраны свекла и клюква. Они относятся к доступным на территории Сибири продуктам.

Профилактические свойства свеклы обусловлены содержащимися в ней особыми веществами –

антоцианами. Они не усваиваются организмом, но обладают антисептическими свойствами. От других овощей свекла отличается наибольшим содержанием солей марганца, которые необходимы для нормального обмена веществ и для роста молодого организма. Она обладает противцинготным, противовоспалительным и обезболивающим действиями. Свекла содержит витамины В, Р, РР, С, микро- и макроэлементы (железо, медь, кобальт, калий), фолиевую и пантотеновую кислоты. Бетаин, входящий в состав свеклы, относится к естественным красителям и придает ей красный цвет. Он играет огромную роль в обмене веществ и практически отсутствует в остальных овощах [24].

В состав свеклы входят кислоты, которые оказывают раздражающее действие на стенки желудка. В процессе термической обработки происходит их разрушение. То же самое происходит и с небольшой частью витаминов. При этом основные полезные вещества (бетаин, клетчатка и пектин) сохраняются в свекле даже после продолжительного процесса варки [24].

Столовая свекла сортов «Несравненная», «Подзимняя» и «Бордо» считаются лучшими по показателям окрашенности, а также для потребления в натуральном виде. В них содержится 141, 124 и 118 мг% бетанина соответственно.

Содержание органических кислот, пектиновых веществ и витаминов в плодах клюквы представляет интерес с практической точки зрения [25]. Преобладающими органическими кислотами клюквы являются лимонная и яблочная. Клюква имеет в своем составе бензойную кислоту, которая обладает антисептическим действием. Пектиновые вещества, входящие в состав клюквы, способствуют выведению из организма токсичных металлов и радионуклидов, подавляют развитие гнилостных бактерий.

Клюква богата витаминами. Одновременное присутствие витаминов С и Р обеспечивает условия благоприятного проявления в организме биологического действия этих веществ. Биохимическую характеристику клюквы дополняет разнообразный минеральный состав: калий, натрий, магний, кальций, а также йод, барий, бор и др.

Таким образом, растительное сырье является хорошим источником углеводов, минеральных веществ и витаминов. Особенности химического состава дают возможность говорить об их эффективном воздействии на свойства и компоненты дрожжевого теста, повышении качества готовых изделий и их пищевой ценности.

Цель данного исследования – установить режимы шоковой заморозки хлебобулочных изделий, производимых в условиях предприятия общественного питания, в том числе с применением нетрадиционного сырья на примере пюре из свеклы и клюквы.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований являлись образцы выпеченных изделий из дрожжевого теста, приготовленные различными способами, в том числе с использованием технологии шоковой заморозки.

Тесто готовили безопасным способом. Контролем служили образцы, выпеченные по традиционной рецептуре булочки «Дорожная» из сборника рецептов блюд и кулинарных изделий для питания школьников [22].

В работе изучалась возможность применения технологии шоковой заморозки на предприятиях общественного питания. Для этого использовали технологический зал кафедры технологии и организации общественного питания КемГУ, оборудованный расстоечным шкафом и конвекционной печью марки «UNOXSp.A.», а также аппарат шоковой заморозки «Electroluxair-o-chill».

Для контроля булочки выпекали в конвекционной печи при температуре 180 °С в течение 15 мин.

Булочные изделия замораживали в шокере при температуре –40 °С до достижения температуры в толще продукта –18 °С. Процесс контролировали с помощью термомула.

Использовали три способа шоковой заморозки: замораживание после окончательной расстойки; замораживание частично выпеченных изделий после 5 и 10 мин выпечки; замораживание готовых изделий, выпеченных в течение 15 мин.

Замороженные на разных стадиях технологического процесса изделия хранились в холодильной камере при температуре –18 °С. В дальнейшем все образцы подвергались размораживанию до температуры цеха и тепловой обработке.

Качество сырья и готовых изделий оценивали по совокупности органолептических и физико-химических показателей стандартными методами.

Химический состав хлебобулочных изделий определяли расчетным методом на основании таблиц химического состава российских пищевых продуктов с учетом потерь пищевых веществ и энергетической ценности при тепловой обработке продуктов [23].

Результаты и их обсуждение

На первом этапе работы была разработана рецептура и технология производства хлебобулочного изделия с добавлением овощного и ягодного пюре. Технология производства включала следующие операции.

Свеклу промывали, очищали от кожуры и нарезами мелкими кубиками. Отваривали на пару, затем измельчали блендером и протирали через сито. Клюкву перебирали, тщательно промывали, отваривали на пару, затем измельчали блендером. В дежу тестомесильной машины всыпали муку, разведенные в подогретой до 40 °С воде прессованные дрожжи, разведенные в воде соль и сахар, а также подготовленное свекольное и клюквенное пюре.



Рисунок 1. Органолептический профиль образцов хлебобулочных изделий с различным соотношением свекольного и клюквенного пюре

Figure 1. Sensory profile of sample bakery products with a different ratio of beet and cranberry puree

Все перемешивали в течение 7–8 мин. Затем вводили охлажденный растопленный маргарин и замешивали тесто до тех пор, пока оно не приобретет однородную консистенцию и будет легко отделяться от стенок дежи.

Подготовленное тесто помещали в расстоечный шкаф на 2,5–3 ч для брожения при температуре 35–40 °С. Как только тесто увеличивалось в объеме в 1,5 раза, производили обминку в течение 1–2 мин и вновь оставляли для брожения, в процессе которого тесто обминали еще 1–2 раза.

Дрожжевое тесто разделявали на куски массой 56 г, придавая им круглую форму, укладывали на смазанные жиром листы и ставили на расстойку при температуре 35–40 °С на 30–40 мин. Выпекали изделия в конвекционной печи при температуре 180 °С в течение 10 мин.

С целью определения оптимальной дозировки свекольного и клюквенного пюре исследовали влияние различного количества пюре на качество изделий из дрожжевого теста (на примере булочки «Дорожная»). Добавки вносили в количествах от 5 до 15 % пюре к массе муки с шагом 5 %. Установлено, что суммарная органолептическая оценка, соответствующая категории качества «удовлетворительное» и выше, наблюдалась при

внесении 5–15 % свекольного и 5–10 % клюквенного пюре к массе муки. Наилучшие органолептические показатели отмечены у образцов, в которых соотношение свекольного и клюквенного пюре составили соответственно 10:5, 10:10 и 15:10 %. Органолептические профили данных образцов представлены на рисунке 1. Максимальный дегустационный балл по каждому показателю – 5, суммарный – 25.

Анализ органолептических профилей образцов показал, что качество образцов, в которых свекольное пюре доминирует, выше, чем при равном соотношении свекольного и клюквенного пюре. Это можно объяснить высоким содержанием криопротекторов в свекле. При увеличении количества пюре к массе муки качество изделий существенно снижается: изделия теряют форму, мякиш становится липким и сыропеклым. Образцы с содержанием свекольного и клюквенного пюре 10 % и 5 % получили наибольшее количество баллов.

Выпеченные изделия были подвергнуты физико-химическому анализу. Определены следующие показатели: массовая доля влаги, кислотность, удельный объем и формоудерживающая способность. Данные представлены в таблице 1.

Из анализа данных таблицы видно, что значения показателей влажности и кислотности опытных образцов незначительно отличаются от значений этих показателей контрольного образца. Значения показателей формоустойчивости и удельного объема снижаются с увеличением количества вносимого пюре, что подтверждает органолептическую оценку. Высокие показатели качества имеют изделия с содержанием 10 % свекольного и 5 % клюквенного пюре к массе муки, т. к. эти образцы отличаются наиболее высокими показателями удельного объема и формоустойчивости.

Разработанные булочные изделия с добавлением свекольного и клюквенного пюре имели органолептические показатели, представленные в таблице 2.

Тренд на здоровое питание диктует необходимость повышения пищевой ценности предлагаемой продукции. Функциональная направленность и «полезность» могут стать существенным конкурентным преимуществом. В связи с этим целесообразно провести расчет химического состава хлебобулочных изделий с

Таблица 1. Физико-химические показатели выпеченных изделий (n = 5)

Table 1. Physicochemical parameters of baked products (n = 5)

Образцы (соотношение свекольного и клюквенного пюре)	Массовая доля влаги, %	Кислотность, град	Удельный объем, см ³ /г	Формоудерживающая способность
Контроль	34,0 ± 1,38	2,2 ± 0,12	3,86 ± 0,25	0,70 ± 0,04
10:05	33,6 ± 1,38	2,4 ± 0,12	3,77 ± 0,25	0,62 ± 0,04
10:10	30,5 ± 1,38	2,5 ± 0,12	3,32 ± 0,25	0,61 ± 0,04
15:10	33,3 ± 1,38	2,5 ± 0,12	3,30 ± 0,25	0,58 ± 0,04

Таблица 2. Органолептические показатели качества булочек с добавлением свекольного и клюквенного пюре

Table 2. Sensory indicators of buns with beet and cranberry puree

Органолептические показатели	Булочки со свекольным и клюквенным пюре
Форма изделия	круглая
Поверхность	матовая, гладкая
Состояние мякиша	хорошо пропеченный, эластичный
Окраска корки	равномерная, светло-коричневая
Характер пористости	равномерная, хорошо развитая, тонкостенная
Цвет мякиша	светлый, с розоватым оттенком
Запах	ярко выраженный, приятный, свойственный свежеспекечному изделию из дрожжевого теста
Вкус	приятный, свойственный свежеспекечному изделию из дрожжевого теста

добавками и без них, а также их энергетической ценности. Данные представлены в таблице 3.

Анализ химического состава контрольного и разработанных изделий показал следующие результаты:

- увеличение пищевых волокон в опытных образцах со свекольным и клюквенным пюре на 50 %;
- незначительное увеличение минеральных веществ, таких как Na, K, Ca, Fe;
- разработанные изделия содержат β -каротин, что

выгодно отличает эти изделия от контрольного образца (без добавок). Разработанные изделия обладают функциональными свойствами.

На втором этапе работы оценена возможность замораживания разработанного булочного изделия и определены параметры замораживания и последующего доготовливания. Изделия, подвергшиеся частичному либо полному выпеканию, предварительно охлаждались до температуры цеха с целью равномерного распределения влаги в объеме.

Определено, что продолжительность замораживания зависит от объема загруженного продукта, рецептурного состава, а также от продолжительности выпечки изделий, подвергающихся замораживанию.

Экспериментальным путем определено время, необходимое для достижения у разработанных изделий температуры в толще мякиша -18°C (рис. 2), и время, необходимое для последующего допекания булочных изделий. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Время частичной выпечки выбиралось исходя из данных, имеющихся в литературе [1]. Учитывая, что для предприятий общественного питания оптимальной массой изделий является 50 г, ориентировались на данный объем изделия и выбрали время, наиболее близко соответствующее 30 и 50 % выпечки, т. е. 5 и 10 мин соответственно. Время допекания определяли по достижению требуемых показателей внешнего вида.

Анализ данных таблицы показывает, что с увеличением продолжительность выпечки время

Таблица 3. Химический состав и энергетическая ценность контрольного и разработанного изделия из дрожжевого теста (на выход 50 г)*

Table 3. Chemical composition and energy value of the control and sample products from yeast dough (50 g of yield)*

Наименование основных пищевых веществ, энергетическая ценность	Контроль (без добавок)	Булочки со свекольным и клюквенным пюре
	количество	количество
Белки, г	4,2	4,2
Жиры, г	5,95	5,96
Углеводы, г	25,8	25,7
Зола, г	0,65	0,7
ПВ, г	0,2	0,3
Минеральные вещества, мг :		
Na	116	120,5
K	90,9	106,4
Ca	10,5	12,5
Mg	16,1	16,9
P	59,5	60,9
Fe	0,84	0,92
Витамины, мг:		
β -каротин	–	0,0004
PP	1,25	1,25
Энергетическая ценность, ккал	168,8	168,7

* Химический состав хлебобулочных изделий определяли расчетным методом на основании таблиц химического состава российских пищевых продуктов с учетом потерь пищевых веществ и энергетической ценности при тепловой обработке продуктов [23].

* The chemical composition of bakery products was determined by the calculation method based on tables of the chemical composition of Russian food products and taking into account the loss of nutrients and energy value during the heat treatment [23].

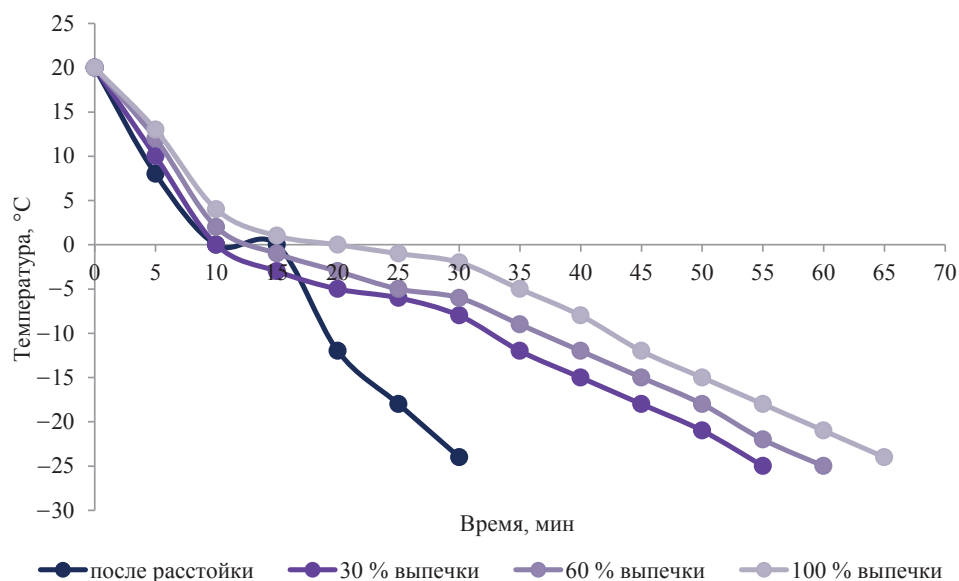


Рисунок 2. Изменение температуры в центре полуфабриката при замораживании в камере шоковой заморозки

Figure 2. Temperature change in the center of the semi-finished product during freezing in the shock freezing chamber

заморозки изделий увеличивается. Это связано с тем, что при выпечке изделий вода, выделяемая денатурированными белками, и вода теста поглощаются клейстеризующимся крахмалом и переходят в связанное состояние. При этом представляло интерес оценить органолептические показатели разработанных булочных изделий и влияние таких рецептурных компонентов как свекольное и клюквенное пюре на процесс

замораживания и допекания. Органолептическая оценка представлена в таблице 5.

Анализ результатов показывает, что замораживание изделий сразу после расстойки неблагоприятно сказалось на формоустойчивости изделий и отразилось на их внешнем виде после выпечки: расплывчатая форма, уплотненный мякиш, пустоты на разрезе, пониженный объем. Это объясняется тем, что в изделии находится слишком много свободной воды, которая при замораживании ведет к образованию крупных кристаллов и повреждению клейковинного каркаса и дрожжевых клеток. Как следствие – ухудшение формоустойчивости и газодерживающей способности при последующем размораживании и выпечке. Поэтому использование данных способов заморозки для изделий с применением овощного и ягодного пюре нецелесообразно.

Образцы изделий, замороженные после полной выпечки (15 мин) и доведенные до готовности в течение 3 мин, имели сыропеклый мякиш. Это связано с тем, что 3 мин недостаточно для доведения температуры в центре мякиша до 95 °С. При увеличении времени допекания поверхность изделий была подгорелой, а также увеличился упек

Таблица 4. Определение оптимальных параметров шоковой заморозки булочных изделий

Table 4. Optimal parameters of shock freezing of bakery products

Способы заморозки	Время заморозки, мин	Время допекания, мин
Замораживание сразу после расстойки	26 ± 2	15
Замораживание изделия после: 5 мин выпечки (30 % выпечки)	46 ± 1	11
10 мин выпечки (60 % выпечки)	50 ± 2	10
Замораживание готовых изделия (100 % выпечки)	53 ± 1	3

Таблица 5. Органолептическая оценка выпеченных изделий с использованием разных способов заморозки

Table 5. Sensory evaluation of baked products using different methods of freezing

Время выпечки, после которого были заморожены изделия	Форма	Состояние поверхности	Состояние мякиша	Аромат	Вкус
После расстойки	2 ± 1,29	4 ± 0,43	3 ± 0,83	3 ± 0,83	3 ± 0,83
5 мин выпечки	3 ± 1,29	4 ± 0,43	4 ± 0,83	3 ± 0,83	4 ± 0,83
10 мин выпечки	5 ± 1,29	5 ± 0,43	5 ± 0,83	5 ± 0,83	5 ± 0,83
Готовые изделия	5 ± 1,29	4 ± 0,43	5 ± 0,83	4 ± 0,83	5 ± 0,83

Таблица 6. Физико-химические показатели качества булочных изделий

Table 6. Physicochemical quality indicators of bakery products

Наименование показателей	Наименование образцов		
	контроль	образцы булочек, подвергнутых шоковой заморозке	
		после 10 мин выпечки	после 15 мин выпечки
Влажность мякиша, %	32,08 ± 0,52	32,05 ± 0,52	30,95 ± 0,52
Формоустойчивость	0,70 ± 0,02	0,66 ± 0,02	0,72 ± 0,02
Удельный объем, см ³ /г	3,86 ± 0,41	2,90 ± 0,41	3,10 ± 0,41
Кислотность, град	2,00 ± 0,08	2,20 ± 0,08	2,10 ± 0,08

изделий. При 30 % выпечки качество доготовленных изделий оценивается как «удовлетворительное»: изделия имели недостаточный объем и излишне плотный мякиш. Наилучшие органолептические характеристики имели изделия, выпеченные на 60 %. В связи с этим целесообразно замораживать изделия после 10 мин выпечки с последующим допеканием в течение 10 мин.

По физико-химическим показателям оценивали изделия, замороженные после 10 и 15 мин выпечки, и сравнивали с контролем, не подвергшемся замораживанию. Результаты представлены в таблице 6.

Из представленных результатов видно, что исследуемые образцы по физико-химическим показателям близки к показателям контрольного образца. Процесс замораживания и последующего допекания повлиял на органолептические показатели.

Выводы

По совокупности показателей качества установлено, что технология шоковой заморозки булочных изделий с использованием в составе овощного и ягодного пюре может быть использована на предприятиях общественного питания.

В результате проведенных исследований определены:

– рекомендованная стадия для замораживания: после 10 мин выпечки в конвекционной печи при температуре 180 °С;

– продолжительность замораживания в аппарате шоковой заморозки 50 ± 2 мин при температуре –40 °С;

– допекание в течение 10 мин в конвекционной печи при температуре 180 °С.

Переход предприятий общественного питания на технологию шоковой заморозки изделий с использованием нетрадиционного сырья поможет увеличить рентабельность, расширить ассортимент булочных изделий и разнообразить хлебную корзину.

Критерии авторства

Р. З. Григорьева руководила проектом. Е. В. Рощина, С. Ю. Баранец, Н. И. Давыденко и М. С. Куракин принимали участие в экспериментальных исследованиях.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

R.Z. Grigorieva supervised the project. E.V. Roshchyna, S.Yu. Baranets, N.I. Davydenko, and M.S. Kurakin conducted the experimental studies.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Белякова, М. С. Использование технологии шоковой заморозки при производстве булочных изделий на предприятиях общественного питания / М. С. Белякова, И. А. Ефременко, Р. З. Григорьева // Пищевые инновации и биотехнологии : материалы V Международной научной конференции / «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». – Кемерово, 2017. – С. 274–276.
2. Кирюхина, А. Н. Современное состояние и перспективы развития производства хлеба и хлебобулочных изделий в России / А. Н. Кирюхина, Р. З. Григорьева, А. Ю. Кожевникова // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 330–337. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-330-337>.
3. Лабутина, Н. В. Технология производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов: монография / Н. В. Лабутина. – Смоленск : Универсум, 2004. – 236 с.
4. Суворов, О. А. Современные технологии хлеба и хлебобулочных изделий. Рыночные перспективы / О. А. Суворов, Н. В. Лабутина, М. С. Назаретян // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2011. – Т. 11, № 6. – С. 78–83.
5. Лаптенко, Н. С. Инновационные технологии в хлебопечении / Н. С. Лаптенко, Л. И. Севастей // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2017. – Т. 36, № 2. – С. 20–28.

6. Катусов, Д. Н. Производство замороженного хлеба / Д. Н. Катусов, Л. С. Шалыгина // *Инновационная наука*. – 2017. – Т. 2, № 3. – С. 35–37.
7. Китиссу, П. А. Быстрозамороженное тесто / П. А. Китиссу // *Хлебопечение России*. – 2005. – № 5. – С. 30–31.
8. Герасимова, Э. О. Криогенные технологии в хлебопечении / Э. О. Герасимова, Н. В. Лабутина // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. – 2019. – Т. 367, № 1. – С. 6–9.
9. Kiryukhina, A. N. Specific development of the baking industry in Kemerovo oblast / A. N. Kiryukhina, N. M. Guk // *Foods and Raw Materials*. – 2013. – Vol. 1, № 2. – P. 89–95. DOI: <https://doi.org/10.12737/2061>.
10. Оболенский, Н. В. Использование замороженных полуфабрикатов как эффективная технология хлебопекарного производства в условиях интенсификации экономики / Н. В. Оболенский, О. В. Головачева // *Вестник НГИЭИ*. – 2012. – Т. 11, № 4. – С. 70–79.
11. Данилова, И. А. Виды замораживания хлебобулочных полуфабрикатов / И. А. Данилова // *Молодой ученый*. – 2014. – Т. 77, № 18. – С. 233–235.
12. Давыденко, Н. И. Обоснование необходимости комплексного обогащения при разработке функциональных хлебобулочных изделий / Н. И. Давыденко, В. А. Нестерова, А. И. Карчевная // *Ползуновский вестник*. – 2012. – № 2–2. – С. 200–205.
13. Шабурова, Г. В. Плоды и ягоды в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / Г. В. Шабурова, Е. А. Лукьянова // *Инновационная техника и технология*. – 2018. – Т. 17, № 4. – С. 35–38.
14. Dashrath, B. Wild fruits and vegetables: a great source of micronutrients / B. Dashrath, J. Shashi // 44th Annual National Conference of the Nutrition Society of India «Current Trends in Food Security to meet National Nutritional Challenges» / Sri Venkateswara University. – Tirupati, 2012. – P. 158–159.
15. Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds / D. Dziki, R. Rózyło, U. Gawlik-Dziki [et al.] // *Trends in Food Science and Technology*. – 2014. – Vol. 40, № 1. – P. 48–61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.07.010>.
16. Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: Effect on dough rheology and bread quality / I. A. Rubel, E. E. Pérez, G. D. Manrique [et al.] // *Food Structure*. – 2015. – Vol. 3. – P. 21–29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2014.11.001>.
17. Бибик, И. В. О возможности использования ягодных полуфабрикатов в производстве хлеба / И. В. Бибик, Е. В. Лоскутова, Н. В. Бабий // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2013. – Т. 21, № 4. – С. 7–13.
18. Marpalle, P. Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread / P. Marpalle, S. K. Sonawane, S. S. Arya // *LWT – Food Science and Technology*. – 2014. – Vol. 58, № 2. – P. 614–619. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.003>.
19. Ермош, Л. Г. Технология хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с использованием муки из топинамбура / Л. Г. Ермош, И. П. Березовикова // *Техника и технология пищевых производств*. – 2012. – Т. 27, № 4. – С. 11–17.
20. Kenijz, N. V. Pectic substances and their functional role in bread-making from frozen semi-finished products / N. V. Kenijz, N. V. Sokol // *European Online Journal of Natural and Social Sciences*. – 2013. – Vol. 2, № 2. – P. 253–261.
21. Кирюхина, А. Н. Исследование влияния технологических факторов на товароведные свойства замороженных тестовых полуфабрикатов и булочных изделий из них: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.15 / Кирюхина Анжелика Николаевна. – Кемерово, 2005. – 175 с.
22. Могильный, М. П. Сборник кулинарных изделий для питания школьников / М. П. Могильный. – М. : ДеЛи принт, 2005. – 628 с.
23. Тутельян, В. А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания. Справочник / В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.
24. Свекла: пищевая ценность, химический состав, полезные свойства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fb.ru/article/447261/svekla-pischevaya-tsennost-himicheskiy-sostav-poleznyie-svoystva>. – Дата обращения: 10.04.2020.
25. Лютикова, М. Н. Химический состав и практика применения ягод брусники и клюквы / М. Н. Лютикова, Э. Х. Ботиров // *Химия растительного сырья*. – 2015. – № 2. – С. 5–27.

References

1. Belyakova MS, Efremenko IA, Grigor'eva RZ. Ispol'zovanie tekhnologii shokovoy zamorozki pri proizvodstve bulochnykh izdeliy na predpriyatiyakh obshchestvennogo pitaniya [The use of shock freezing technology in bakery production at public catering enterprises]. *Pishchevye innovatsii i biotekhnologii: materialy V Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Food Innovations and Biotechnologies: Materials of the V International Scientific Conference]*; 2017; Kemerovo. Kemerovo: Kemerovo Technological Institute of Food Industry; 2017. p. 274 – 276. (In Russ.).
2. Kiryukhina AN, Grigoreva RZ, Kozhevnikova AYU. Bread production and bakery products in Russia: current state and prospects. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(2):330–337. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-330-337>.

3. Labutina NV. Tekhnologiya proizvodstva khlebobulochnykh izdeliy iz zamorozhennykh polufabrikatov: monografiya [Technology for the production of bakery products from frozen semi-finished products: monograph]. Smolensk: Universum; 2004. 236 p. (In Russ.).
4. Suvorov OA, Labutina NV, Nazaretyan MS. Modern technologies of bread and bakery products. Market prospects. Technology and merchandising of the innovative foodstuff. 2011;11(6):78–83. (In Russ.).
5. Lapsenak NS, Sevastsei LI. Innovative technologies in the bakery prolonging the life of food. Food Industry: Science and Technology. 2017;36(2):20–28. (In Russ.).
6. Katusov DN, Shalygina LS. Proizvodstvo zamorozhennogo khleba [Production of frozen bread]. Innovation Science. 2017;2(3):35–37. (In Russ.).
7. Kitissu PA. Bystrozamozhennoe testo [Quick-frozen dough]. Baking in Russia. 2005;(5):30–31. (In Russ.).
8. Gerasimova EO, Labutina NV. Cryogenic technologies in bakery. News institutes of higher Education. Food technology. 2019;367(1):6–9. (In Russ.).
9. Kiryukhina AN, Guk NM. Specific development of the baking industry in Kemerovo oblast. Foods and Raw Materials. 2013;1(2):89–95. DOI: <https://doi.org/10.12737/2061>.
10. Obolenskii NV, Golovacheva OV. Use of the frozen semifinished items as effective technology of the baking production in conditions of the intensification of economy. Bulletin NGIEI. 2012;11(4):70–79. (In Russ.).
11. Danilova IA. Vidy zamorazhivaniya khlebobulochnykh polufabrikatov [Types of freezing bakery semi-finished products]. Young Scientist. 2014;77(18):233–235. (In Russ.).
12. Davydenko NI, Nesterova VA, Karchevnaya AI. Obosnovanie neobkhodimosti kompleksnogo obogashcheniya pri razrabotke funktsional'nykh khlebobulochnykh izdeliy [Justification of the need for a comprehensive fortification in the development of functional bakery products]. Polzunovskiy vestnik. 2012;(2–2):200–205. (In Russ.).
13. Shaburova GV, Lukyanova EA. Fruits and berries in technology of bakery and flour confectionery products. Innovative Machinery and Technology. 2018;17(4):35–38. (In Russ.).
14. Dashrath B, Shashi J. Wild fruits and vegetables: a great source of micronutrients. 44th Annual National Conference of the Nutrition Society of India 'Current Trends in Food Security to meet National Nutritional Challenges'; 2012; Tirupati. Tirupati: Sri Venkateswara University; 2012. p. 158–159.
15. Dziki D, Rózyło R, Gawlik-Dziki U, Świeca M. Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. Trends in Food Science and Technology. 2014;40(1):48–61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.07.010>.
16. Rubel IA, Pérez EE, Manrique GD, Genovese DB. Fibre enrichment of wheat bread with Jerusalem artichoke inulin: Effect on dough rheology and bread quality. Food Structure. 2015;3:21–29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2014.11.001>.
17. Bibik IV, Loskutova EV, Babiy NV. Berry of the possibility of convenience in the production of bread. Technology and merchandising of the innovative foodstuff. 2013;21(4):7–13. (In Russ.).
18. Marpalle P, Sonawane SK, Arya SS. Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread. LWT – Food Science and Technology. 2014;58(2):614–619. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.003>.
19. Ermosh LG, Berezovikova IP. Baked products from frozen semi-finished items with Jerusalem artichoke flour. Food Processing: Techniques and Technology. 2012;27(4):11–17. (In Russ.).
20. Kenijz NV, Sokol NV. Pectic substances and their functional role in bread-making from frozen semi-finished products. European Online Journal of Natural and Social Sciences. 2013;2(2):253–261.
21. Kiryukhina AN. Issledovanie vliyaniya tekhnologicheskikh faktorov na tovarovednye svoystva zamorozhennykh testovykh polufabrikatov i bulochnykh izdeliy iz nikh [A study of the effect of technological factors on the merchandising properties of frozen semi-finished dough products and bakery related products]. Cand. eng. sci. diss. Kemerovo: Kemerov Technological Institute of Food Industry; 2005. 175 p.
22. Mogil'nyy MP. Sbornik kulinarnykh izdeliy dlya pitaniya shkol'nikov [A collection of culinary products for schoolchildren]. Moscow: DeLi print; 2005. 628 p. (In Russ.).
23. Tutel'yan VA. Khimicheskiy sostav i kaloriynost' rossiyskikh produktov pitaniya. Spravochnik [The chemical composition and caloric content of Russian food. Directory]. Moscow: DeLi plus; 2012. 284 p. (In Russ.).
24. Svekla: pishchevaya tsennost', khimicheskiy sostav, poleznye svoystva [Beetroot: nutritional value, chemical composition, and useful properties] [Internet]. [cited 2020 Apr 10]. Available from: <https://fb.ru/article/447261/svekla-pishevaya-tsennost-himicheskiy-sostav-poleznyie-svoystva>.
25. Lyutikova MN, Botirov EK. The chemical composition and the practical application of berries cranberries and cranberry. Chemistry of plant raw materials. 2015;(2):5–27. (In Russ.).

Сведения об авторах

Рощина Елена Васильевна

канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой товароведения, УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 246029, Республика Беларусь, г. Гомель, пр. Октября, 50, тел.: +7 (0232) 50-03-56, e-mail: ewas2005@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1183-177X>

Григорьева Роза Завдятовна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: roza-grigoreva@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5978-2850>


Баранец Светлана Юрьевна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: baranec-svetlana@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1702-1161>

Давыденко Наталия Ивановна

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: nat1861@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2479-8750>

Куракин Михаил Сергеевич


д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: kurakin1979@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2170-1821>

Information about the authors

Alena V. Roshchyna

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Commodity Science, Belarusian Trade and Economics University of Consumer Cooperatives, 50, October Ave., Gornel, 246029, Republic of Belarus, phone: +7 (0232) 50-03-56, e-mail: ewas2005@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1183-177X>

Rosa Z. Grigorieva

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Catering Technology and Organization, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: roza-grigoreva@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5978-2850>

Svetlana Yu. Baranets

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Catering Technology and Organization, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: baranec-svetlana@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1702-1161>

Natalia I. Davydenko

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Catering Technology and Organization, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: nat1861@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2479-8750>

Mikhail S. Kurakin

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Catering Technology and Organization, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: kurakin1979@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2170-1821>