

УДК 641.81-035.575:641.528

## УСТОЙЧИВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ: ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БЛИЗКРИОСКОПИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ ТЕРМОКОНСЕРВАЦИИ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

*Т. М. Рыбакова, С. Л. Масанский*

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Реализации концепции устойчивого потребления предполагает применение эффективных методов сохранения продуктов питания на этапах их жизненного цикла. При организации социального питания актуальны методы термоконсервации холодом, которые должны обеспечивать повышенную сохраняемость и безопасность продукции. Исходя из гипотезы – применение с этой целью метода близкриоскопического охлаждения, научная задача исследования – оценка потребительских свойств сохраняемости мясных рубленых изделий термоконсервированных методом близкриоскопического охлаждения.

**Материалы и методы.** Тефтели с соусом красным основным, приготовленные по традиционной технологии. Термоконсервация и хранение в условиях близкриоскопического охлаждения (БКО) при температуре минус ( $2\pm 0,5$ ) °С на протяжении 30 суток.

**Результаты.** При хранении в условиях близкриоскопического охлаждения существенно замедляются гидролитические, окислительные, микробиологические процессы, в частности, в сравнении с традиционным режимом хранения темп роста микроорганизмов ниже более чем в 10 раз на 10 сутки хранения. Возможно пролонгирование сроков годности мясных рубленых изделий (тефтелей) до 10 суток (с учетом коэффициента резерва – 2), что превышает регламентированный в настоящее время срок годности на 9,5 суток.

**Выводы.** Метод термоконсервации близкриоскопическим охлаждением рекомендуется для использования при организации социального питания. Метод позволит значительно повысить уровень сохраняемости и безопасности продукции, расширит организационные возможности для сокращения отходов как ключевого условия устойчивого потребления.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *близкриоскопическое охлаждение; устойчивость продовольственной системы; кулинарная продукция; термоконсервация; качество и безопасность; социальное питание.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Рыбакова, Т. М. Устойчивое потребление: применение метода близкриоскопического охлаждения для термоконсервации кулинарной продукции / Т. М. Рыбакова, С. Л. Масанский // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 90–101.

## SUSTAINABLE CONSUMPTION: APPLICATION OF NEAR-CRYOSCOPIC REFRIGERATION FOR HEAT PRESERVATION OF CULINARY PRODUCTS

*T. M. Rybakova, S. L. Masansky*

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

### ABSTRACT

**Introduction.** The implementation of the concept of sustainable consumption involves the use of effective methods of food preservation at the stages of their life cycle. Methods of thermal preservation by cold that will provide increased shelf life and food safety are relevant in organizing social catering. Based on the assumption that near-cryoscopic refrigeration method can be used for this purpose, the scientific task of the study is to assess the consumer storage properties of minced meat products that were treated using the above mentioned method.

**Materials and methods.** Meatballs in red sauce, cooked according to traditional technology. Thermal preservation and storage under conditions of near-cryoscopic refrigeration (NCR) at a temperature of minus ( $2\pm 0.5$ ) °C for 30 days.

**Results.** When stored under near-cryoscopic refrigeration conditions, hydrolytic, oxidative, and microbiological processes are significantly slowed down. In particular, in comparison with the traditional storage conditions, the growth rate of microorganisms is more than 10 times lower on the 10th day of storage. It is possible to prolong the shelf life of minced meat products (meatballs) up to 10 days (taking into account that the reserve coefficient is 2), which exceeds the currently specified shelf life by 9.5 days.

**Conclusions.** The method of thermal preservation by near-cryoscopic refrigeration is recommended to be used in the organization of social catering. It will significantly increase the level of shelf life and food safety as well as expand organizational capabilities to reduce wastes as a key condition for sustainable consumption.

**KEY WORDS:** *near-cryoscopic refrigeration; food system sustainability; culinary products; thermal preservation; quality and safety; social nutrition.*

**FOR CITATION:** Rybakova, T.M. Sustainable consumption: application of near-cryoscopic refrigeration for heat preservation of culinary products / T.M. Rybakova, S.L. Masansky // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 90–101 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе, с целью обеспечения безопасного качественного питания всех социальных групп, необходим переход на новый уровень развития производства, основанного на инновационных технологиях, что является важнейшей составляющей сохранения здоровья, увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения [1, 2]. Проблема качественного питания признана ключевым фактором повышения качества жизни населения<sup>1</sup>. Качество питания напрямую влияет на здоровье нации, на демографическую ситуацию в целом, учитывается как базовый элемент национальной безопасности страны.

По своему содержанию рациональные модели потребления и производства подразумевают достижение больших и лучших результатов с наименьшими затратами. Важнейшим условием является максимизация полезного эффекта от организации питания, что достижимо на основе современных принципов устойчивого питания, в частности принципа «сокращения отходов» и принципа повышения доли растительных продуктов в структуре питания [3, 4].

Оценка устойчивости продовольственной системы является ключевым инструментом для управления качеством и безопасностью продуктов питания [5–7]. Она позволяет идентифицировать факторы, которые могут негативно повлиять на качество и безопасность продуктов питания. Оценка устойчивости продовольственной системы также помогает создавать стандарты и правила для производителей продуктов питания, которые могут повысить качество производимой продукции [8–10].

Управление качеством и безопасностью продуктов питания является важной составляющей устойчивого развития, а также связано с устойчивым производством и потреблением: это означает использование экологически чистых технологий, снижение отходов, оптимизацию процессов производства и т.д., что способствует сокращению экологического воздействия на окружающую среду [11–13]. В целом, управление качеством и безопасностью продуктов питания является ключевым аспектом устойчивого развития и тесно связано с Целями устойчивого развития (ЦУР) ООН [14–16].

---

<sup>1</sup> Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года, утвержд. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 15.12.2017 г. № 962.

Социальное питание – это питание, предоставляемое отдельным категориям граждан за счет средств бюджета или с участием бюджетов различных уровней в целях обеспечения их социальных гарантий в соответствии с действующим законодательством. Несмотря на то, что в настоящее время организация социального питания является важнейшим направлением социальной политики государства, это требует неоправданно высоких при современном уровне развития науки и техники затрат бюджета.

Одна из причин – организация технологического процесса производства по полному циклу от сырья до готовой продукции по принципу «здесь и сейчас». Это требует принятия мер против потерь и порчи пищевой продукции, особенно в свете их экологических, стоимостных и социальных последствий.

Известно, что организация питания на основе индустриальных методов производства кулинарной продукции существенно более экономичная [17]. Однако, индустриальные методы предусматривают разрыв во времени и пространстве производственного процесса, а следовательно, консервацию пищи на этапах производства и потребления.

Таким образом, является актуальным исследование, направленное на обеспечение более высокого уровня сохраняемости кулинарной продукции за счет ее термоконсервации холодом в режиме охлаждения. В качестве гипотезы исследования выдвинуто предположение, что проблема может быть решена за счет использования метода консервации в условиях близкриоскопических температур. Этот метод известен в частности при консервации пищевого сырья (свежих овощей, мяса, птицы, рыбы), однако потребительские свойства кулинарной продукции при хранении в этих условиях ранее не изучались.

Цель настоящей работы – повышения уровня сохраняемости и безопасности термоконсервированной кулинарной продукции при организации социального питания.

Научная задача – оценка потребительских свойств сохраняемости мясных рубленых изделий, термоконсервированных методом близкриоскопического охлаждения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предметом исследования являлись потребительские свойства сохраняемости и безопасности мясных рубленых изделий, термоконсервированных методом близкриоскопического охлаждения. Выбор мясных рубленых кулинарных изделий в качестве объекта экспериментального исследования обусловлен тем, что они являются не только ценным источником белка, но и относятся к продуктам массового потребления, доступным для всех групп детского и взрослого населения и регулярно используемых в повседневном питании. Объектом экспериментального исследования являлись тефтели, приготовленные по традиционной рецептуре (с соусом красным основным)<sup>1</sup>, длительность хранения которых, согласно действующей документации<sup>2</sup>, ограничивается всего 12 часами при традиционной температуре охлаждения (4±2) °С.

Тефтели мясные, изготавливали по традиционной рецептуре и готовились в пароконвектомате с применением двухступенчатого режима. Объективным показателем

---

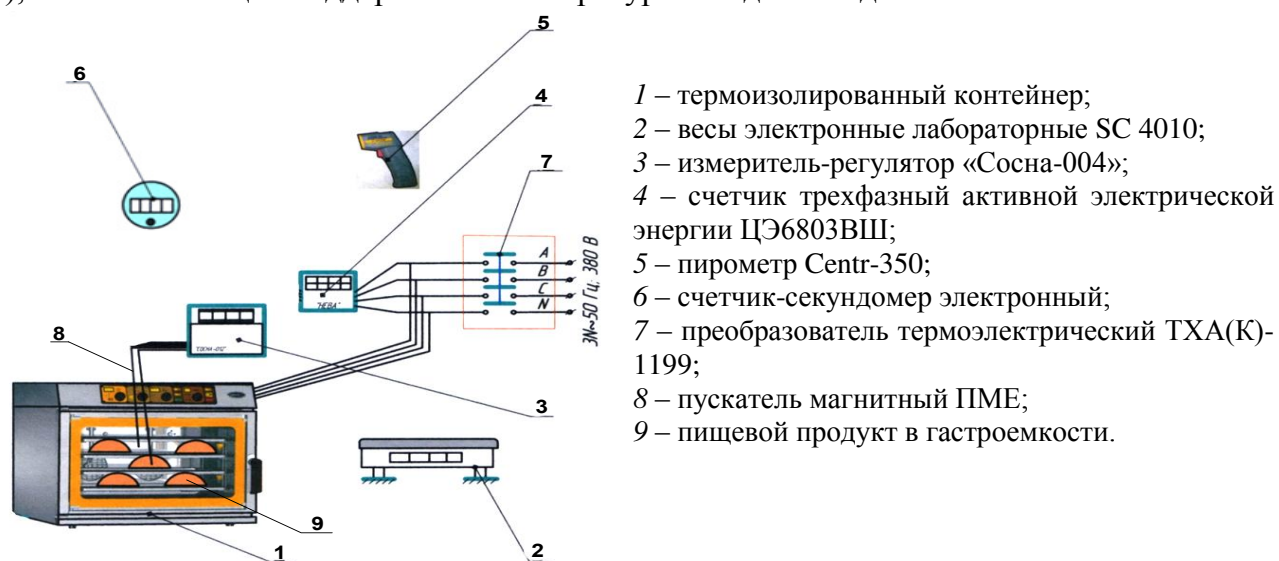
<sup>1</sup> Сборник технологических карт блюд и изделий для питания учащихся учреждений, обеспечивающих получение общего среднего и профессионально-технического образования, утвержденный постановлением Министерства торговли Республики Беларусь от 11 июля 2006 г. № 21.

<sup>2</sup> Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Государственная санитарно-гигиеническая экспертиза сроков годности (хранения) и условий хранения продовольственного сырья и пищевых продуктов, отличающихся от установленных в действующих технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации»: СанПиН от 01.09.2010 № 119. Введ.: 23.09.2010. - ГУ «РЦГЭиОЗ», 2010. – 44. с.

готовности изделий являлась температура в центре изделия, которая к концу приготовления должна составлять  $85^{\circ}\text{C}$ . Температуру в изделии контролировали с помощью хромель – алюмелевых термоэлектрических преобразователей, подключенных к измерителю – регулятору «Сосна-004» (НП ООО «Энергоприбор» г. Минск).

После завершения тепловой обработки готовая кулинарная продукция в gastronемкостях интенсивно охлаждалась в течение 1,5–2 часов до температуры не более  $3^{\circ}\text{C}$ . Охлаждение проводилось при контроле эффективной температуры продукта во время цикла охлаждения. Тефтели с соусом хранили в закрытой таре, в условиях охлаждения (при двух температурных режимах) в течение 30 суток (что позволило соблюсти принцип аггравации, т.е. хранение охлажденной продукции в период испытаний при температуре, превышающей регламентируемый на 50,0 %). Применялись два режима холодильного хранения: первый – традиционный ( $4\pm 2$ )  $^{\circ}\text{C}$ , второй – близкриоскопический (минус  $2\pm 0,5$ )  $^{\circ}\text{C}$ .

Для хранения изделий в условиях БКО использовалась лабораторная установка (рис. 1), обеспечивающая поддержание температуры в заданном диапазоне.



**Рис. 1.** Схема экспериментальной установки

**Fig. 1.** The scheme of the experimental facility

При исследовании основных показателей качества и для определения оптимальных сроков хранения тефтелей с соусом изучали изменение их органолептических показателей; накопление летучих жирных кислот по ГОСТ 23392, аммиака (аммиачного азота)<sup>1</sup>, показатели активной кислотности (рН) по ГОСТ 26188-84, общей кислотности по ГОСТ 4288; качественное изменение липидов: кислотное число (КЧ) по ГОСТ 23392, бензидиновое число (БЧ)<sup>2</sup>, тиобарбитуровое число (ТБЧ)<sup>3</sup>, а так же микробиологические показатели.

Совокупность полученных результатов исследований характеризовали среднеарифметическим значением, которое определяли из трех параллельных опытов при 3-5-кратном по-

<sup>1</sup> Ловачева, П. Н. Новые методы исследования продуктов в общественном питании / П. Н. Ловачева, Н. Р. Успенская – М.: Экономика, 1971 – 95с.

<sup>2</sup> Арутюнян Н. С. Лабораторный практикум по химии жиров: учебное пособие. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 176 с.

<sup>3</sup> Журавская, Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясopодуктов: учеб. пособие / Н. К. Журавская, Л. Т. Алехина, Л. М. Отрященкова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.

вторении измерений. Экспериментальные данные обрабатывались методом математической статистики.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Контроль органолептических показателей качества исследуемых образцов проводился параллельно с исследованиями физико-химических и микробиологических показателей в контрольных точках: в начале хранения и с интервалом в 5 дней.

Органолептическая оценка производилась по балльной шкале с учетом коэффициентов весомости после регенерации изделий до температуры подачи блюда – 65 °С<sup>1</sup>. Результаты оценки органолептических показателей качества тефтелей с соусом приведены на рис. 2.

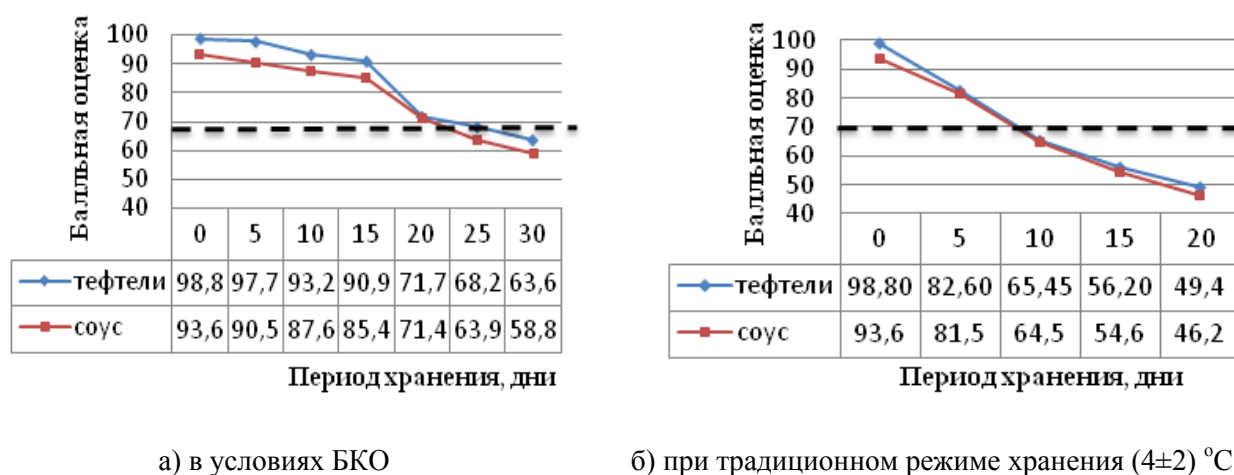


Рис. 2. Органолептическая оценка тефтелей с соусом в процессе хранения в течение 30 суток

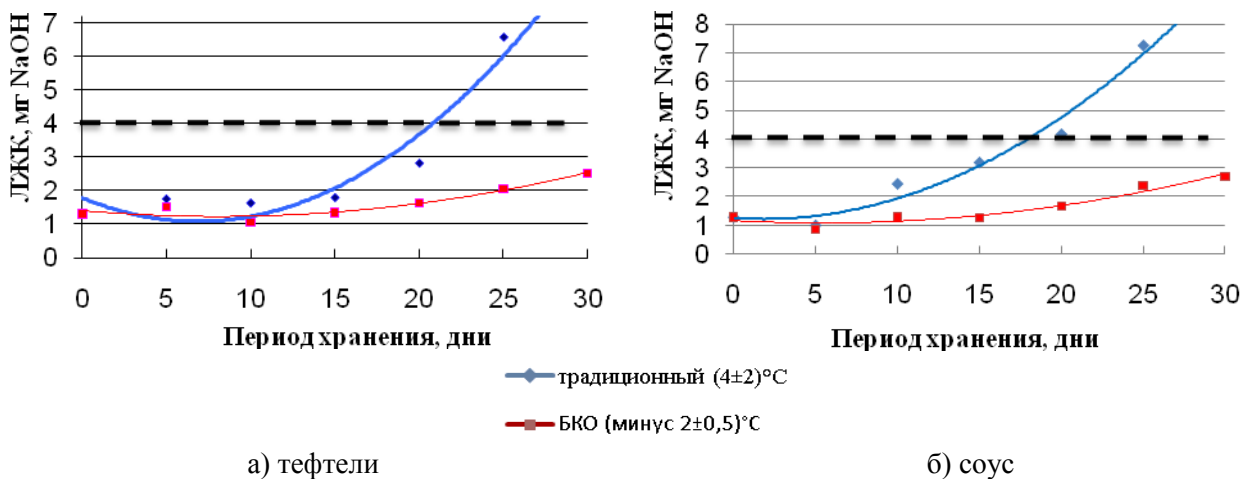
Fig. 2. Organoleptic estimation of meatballs in sauce during storage for 30 days

Установлено, что изделия, хранящиеся при близкриоскопической температуре, остаются пригодными к употреблению в течение всего срока хранения (30 суток), однако на 18–20 сутки качественные характеристики снижаются. В процессе хранения тефтелей при традиционной температуре (4±2) °С уже на пятые сутки существенно изменяется цвет тефтелей до светло-серого, у соуса наблюдается расслоение, образование значительного количества пленок на поверхности, также изменяется цвет и появляется выраженный кисловатый привкус и запах. При этом ухудшение органолептических показателей качества наиболее интенсивно протекает у соуса, чем у тефтелей.

В процессе хранения в исследуемых образцах для оценки свежести определяли накопленные летучих жирных кислот, аммиачного азота, активную кислотность (рН), общую кислотность.

Общее количество летучих жирных кислот может служить одним из показателей свежести мясных изделий. Результаты исследования изменения содержания летучих жирных кислот (ЛЖК) в тефтелях с соусом отображены на рис. 3.

<sup>1</sup> Мясо и мясные продукты. Органолептический анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для установления органолептических свойств при многостороннем подходе: ГОСТ 33609-2015. – Введ. 01.09.2017, 2016. – 20 с.



**Рис. 3.** Изменение содержания летучих жирных кислот при хранении тефтелей с соусом

**Fig. 3.** Changes in the content of volatile fatty acids of meatballs in sauce during storage

Проведенные исследования показали, что накопление в процессе хранения летучих жирных кислот в тефтелях и соусе, хранившихся при близкриоскопических температурах значительно ниже, чем при традиционных температурах и соответствует требованиям нормативной документации (не более 4 мг NaOH) в течение всего срока хранения. Установлена высокая корреляционная зависимость между продолжительностью хранения и показателем летучих жирных кислот.

Количество летучих жирных кислот не может быть принято в качестве единственного и достаточного признака, так как зависит и от условий порчи и от уровня развития гнилостного распада мяса. Так как процесс гнилостного распада белков сопровождается разрушением пептидных связей белковых молекул, в результате чего увеличивается количество свободных карбоксильных и аминных групп. Одновременно происходит дезаминирование аминокислот, сопровождающееся накоплением аммиака в виде его соединений. Следовательно, представлялось необходимым изучить процесс накопления в мясе азота аминокислот и аммиака (аминоаммиачного азота).

При хранении тефтелей в условиях БКО в течение 30 суток содержание аммиачного азота увеличилось на 3,56 мг%, а при традиционном режиме – на 20,4 мг%. Резкое увеличение содержания аммиака при температуре хранения (4±2) °С приходится на 10-е сутки и составляет 27,08 мг%, что превышает допустимые значения для свежего продукта (от 25 до 31 мг% изделия сомнительной свежести, свыше 31 мг% – изделия несвежие). Содержания аммиачного азота при БКО находится в пределах нормы на протяжении всего срока хранения (до 25 мг% для свежих изделий).

Столь быстрое накопление аммиака при традиционном режиме обуславливается развитием в мясе микроорганизмов, что свидетельствует о начинающейся порче продукта. Не случайно некоторые авторы считают количественное определение аммиака наилучшим способом установления начальных стадий порчи мяса. Понижение температуры хранения мяса задерживает развитие микроорганизмов, и увеличение содержания аммиака происходит медленнее.

Также для оценки степени свежести в процессе хранения определялась общая кислотность. Величина общей кислотности увеличивается при обоих исследуемых режимах хранения, что возможно вызвано гидролитическими процессами и накоплением продуктов гидро-

лиза (органических и неорганических кислых соединений). Однако максимальная величина общей кислотности для тефтелей, хранившихся при БКО, находится в пределах, допустимых для доброкачественных продуктов в течение 20 дней. Для традиционного режима хранения наблюдается отклонение общей кислотности от нормы после 10-ти дней.

Следует отметить, что изменение содержания азотистых веществ, летучих жирных кислот и общей кислотности, характеризующих протеолитические процессы распада белков, были незначительны у изделий, хранившихся при БКО, а при традиционной температуре хранения ( $4\pm 2$ ) °С превышения норм по показателям свежести начинались уже после 5–10 дней хранения.

Кроме того, в процессе хранения контролировали показатель активной кислотности (рН), который оказывает существенное влияние на технологические свойства мясных полуфабрикатов и готовых кулинарных изделий, в частности на стойкость в отношении развития микроорганизмов и позволяет прогнозировать их сохраняемость [18, 19]. Установлено, что во время хранения исследуемых образцов происходили незначительные сдвиги рН. Выявлено, что при хранении тефтелей при близкриоскопической температуре величина рН снижается незначительно (до 5,65 для тефтелей и 4,61 для соуса), а при температуре ( $4\pm 2$ ) °С аналогичные значения достигаются уже на 15-е сутки (рис. 4).

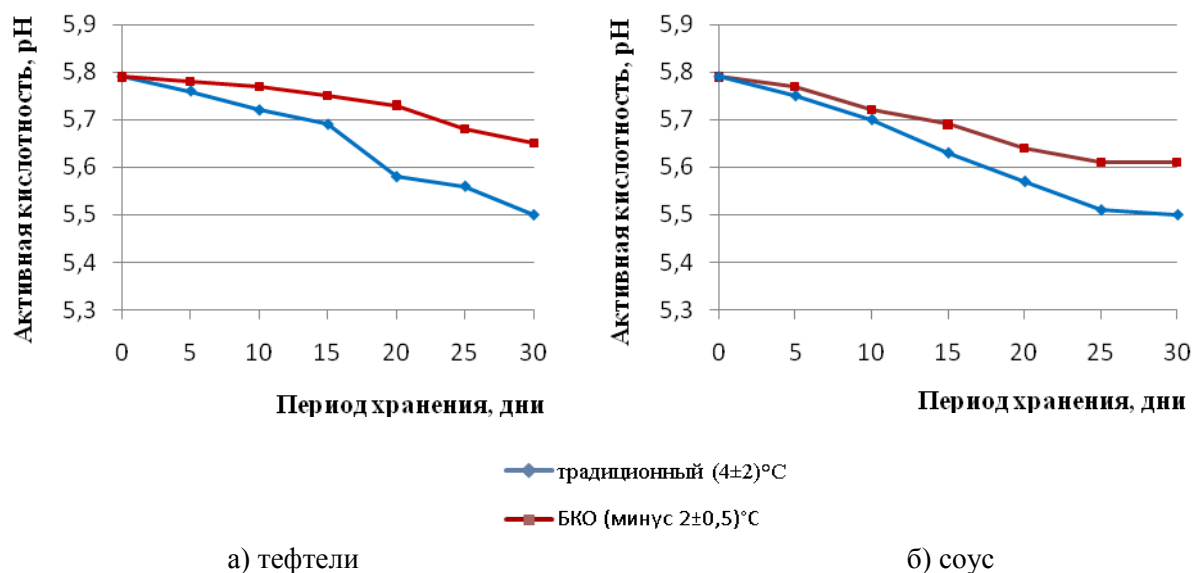


Рис. 4. Изменение активной кислотности (рН) при хранении тефтелей с соусом

Fig. 4. Changes in active acidity (pH) of meatballs in sauce during storage

Несмотря на сдвиги рН во время хранения, этот показатель для всех исследуемых образцов был в интервале 5,79–5,50. В данном диапазоне возможен рост и размножение нейтрофильных микроорганизмов (рН 5,5–7,5). Однако полученные значения рН не являются оптимальными для активного размножения таких болезнетворных микроорганизмов, как *E.coli* (оптимум роста при рН 7,2–7,5), *Staphilococcus aureus* (оптимум роста при рН 7,0–7,5), *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* (оптимум роста при рН 7,2–7,4).

Исследования, проведенные различными авторами, показали, что одним из главных факторов, определяющих качество охлажденных мясных продуктов при хранении, является изменение их жирового компонента. Липиды, содержащиеся в пищевых продуктах, могут претерпевать определенные изменения: гидролиз, окислительные и биохимические процессы.



Для оценки интенсивности окисления и гидролиза жиров определяли перекисное и кислотное числа. Первичными продуктами окисления являются перекиси, которые затем превращаются во вторичные продукты – альдегиды, кетоны, кислоты. Интенсивность образования вторичных продуктов окисления определялось по накоплению в продукте карбонильных соединений, изменению бензидинового (БЧ) и тиобарбитурового чисел (ТБЧ). Данные аналитических чисел представлены в табл. 1.

Границы перекисных чисел для кулинарной продукции не установлены, но показатели окислительной порчи регламентируются для жиров животных ГОСТ 8285-91 и для продуктов длительного хранения питания детей санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Свежим считается продукт, содержащий не более 0,03 %J<sub>2</sub> (или до 10 ммоль (1/2 O<sub>2</sub>)/кг).

В свежеприготовленных изделиях были обнаружены лишь следы перекисных соединений. В процессе дальнейшего хранения их содержание незначительно увеличивалось при БКО, не превышая допустимого для свежих изделий значения. Изменение перекисных чисел подтверждает, что скорость биохимических процессов при БКО значительно ниже, чем при низких положительных температурах. Можно предположить, что в тефтелях окислительные процессы жира протекают менее активно, чем в соусе за счет исключения контакта с кислородом воздуха.

**Табл. 1.** Показатели аналитических чисел в процессе хранения\*

**Table. 1.** Indicators of analytical numbers in the process of storage\*

Режим хранения	Дни хранения						
	0	5	10	15	20	25	30
<i>Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг (ммоль/кг 1/2 O)</i>							
Традиционный (4±2) °С	0,28±0,03	0,79±0,03	1,89±0,05	4,26±0,19	4,90±0,37	8,03±0,07	10,87±0,72
	0,40±0,07	1,09±0,05	2,20±0,07	4,48±0,10	6,73±0,31	10,16±0,10	13,73±0,42
БКО (минус 2±0,5) °С	0,28±0,03	0,50±0,03	0,78±0,04	0,91±0,19	1,98±0,16	4,29±0,23	5,56±0,85
	0,40±0,07	0,94±0,21	1,10±0,07	1,26±0,24	2,77±0,31	5,41±0,10	6,99±0,10

\* В числителе – данные для тефтелей, в знаменателе – для соуса

Согласно анализу полученных данных, показатели кислотного числа постепенно увеличиваются, что говорит о гидролизе липидов, протекающем в процессе хранения кулинарной продукции при доступе кислорода, сопровождающемся окислением. У тефтелей, хранившихся при БКО и традиционных температурных режимах кислотные числа достаточно близки по своему значению в первые пять суток хранения. Отмечено, что у тефтелей, хранившихся при БКО кислотное число в течение всего периода хранения изменяется незначительно: с 2,21 до 1,97 мгКОН/г, у соуса с 1,15 до 3,98 мгКОН/г, не превышая допустимого значения (до 4 мгКОН/г). При температуре хранения (4±2) °С у тефтелей и соуса наблюдается резкое увеличение кислотного числа жира на пятнадцатые сутки по сравнению с десятичными (на 0,91 мгКОН и 1,64 мгКОН соответственно) При близкриоскопической температуре резких скачков не было выявлено.

Для определения содержания вторичных продуктов окисления – карбонильных соединений, свидетельствующих о степени прогоркания липидов, проводилось определение тиобарбитурового и бензидинового чисел.



Характер изменения БЧ при исследуемых режимах хранения имеет схожий характер и отличается только скоростью накопления карбонильных соединений. При БКО после незначительного увеличения содержания карбонильных соединений отмечается довольно длительный период стабилизации, когда содержание их остается примерно одинаковым вплоть до 25 суток хранения. По аналогии с процессом накопления перекисных соединений этот период можно назвать индукционным. Затем содержание карбонильных соединений резко возрастает до 13,903 мг% коричневого альдегида на 30 суток хранения. При традиционном режиме хранения близкое значение отмечалось на 10 сутки хранения (12,431 мг% коричневого альдегида).

Тиобарбитуровое число (ТБЧ) характеризует содержание диальдегидов и малондиальдегида (MDA) [20] и является наиболее простым и адекватным способом оценки повышенного уровня вторичных продуктов окисления, при этом основным соединением, реагирующим с тиобарбитуровой кислотой, является малоновый альдегид (MDA), образующийся при окислении полиненасыщенных жирных кислот, имеющих 2–3 двойные диеновые связи рис. 5.

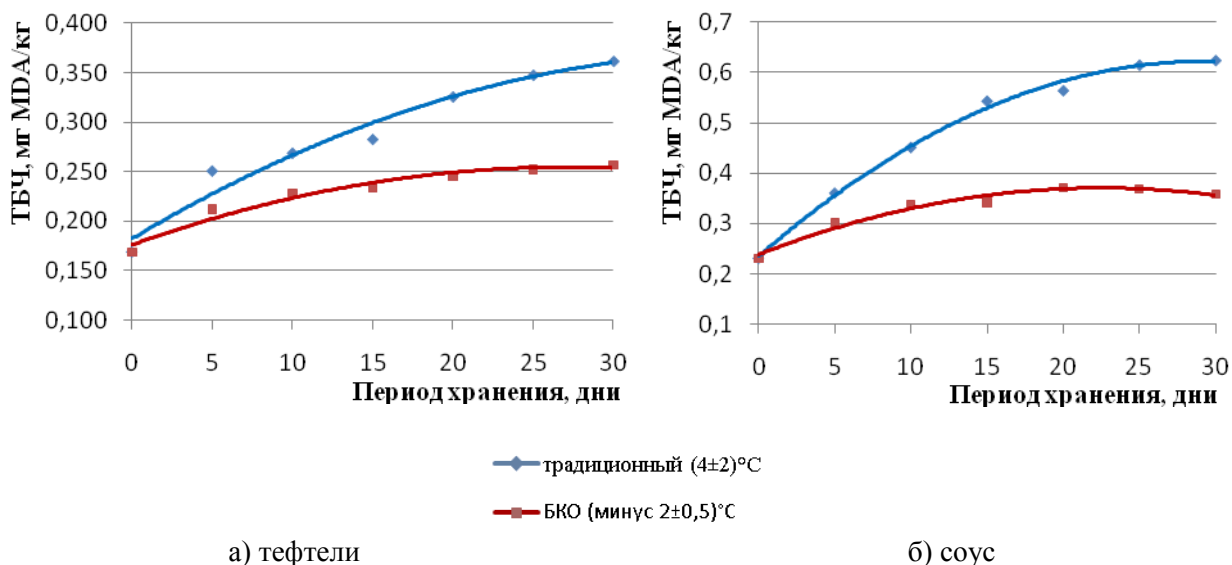


Рис. 5. Изменение тиобарбитурового числа (ТБЧ) при хранении тефтелей с соусом

Fig. 5. Changes in thiobarbituric number (TBN) of meatballs in sauce during storage

Данные исследования показывают, что изменение тиобарбитурового числа при разных режимах хранения мясных рубленых изделий имеет аналогичный характер: в начале наблюдается более интенсивный рост (до 10 суток хранения), а затем – замедление процесса, что может быть объяснено связыванием малонового альдегида с одновременно накапливающимися свободными аминокислотами и низкомолекулярными полипептидами.

Увеличение количества вторичных продуктов окисления липидов в исследуемых образцах происходило на протяжении всего срока при обоих режимах хранения. На 10-е сутки содержание малонового диальдегида при БКО достигло в тефтелях – (0,228±0,008) мг MDA/кг, в соусе – (0,337±0,011) мг MDA/кг, а при традиционном режиме 0,269±0,010 мг MDA/кг и (0,452±0,007) мг MDA/кг соответственно. Содержание диальдегидов и малондиальдегида (MDA) в исследуемых образцах при близкриоскопическом режиме увеличивается по времени хранения с меньшей скоростью, чем при традиционных температурах хранения и ниже в среднем на 15 % вплоть до 15 суток хранения. При дальнейшем хранении наблюдается более значительная разница значений ТБЧ. Образование малонового диальдегида в соусе происходило более интенсивно, по сравнению с тефтелями.

Следует отметить, что характер изменения содержания свободных жирных кислот, перекисных и карбонильных соединений идентичен при хранении кулинарной продукции как при традиционном режиме, так и при БКО и отличается лишь скоростью протекания процессов. Понижение температуры хранения до близкриоскопической тормозит гидролитические и окислительные процессы, позволяя тем самым увеличить длительность хранения кулинарной продукции.

Уровень безопасности пищевых продуктов на этапе хранения зависит, в том числе, от присутствия и количественного содержания патогенных и непатогенных микроорганизмов, наличия продуцируемых ими токсинов [21]. Для его оценки в исследуемых образцах определяли количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечной палочки (БГКП), *Staphylococcus aureus*, бактерий рода *Salmonella* и бактерий рода *Proteus*, плесеней и дрожжей. Данные сравнивали с микробиологическими нормативами продукции, вырабатываемой объектами общественного питания, в соответствии с техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011)<sup>1</sup> и Гигиеническим нормативом «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов»<sup>2</sup>.

Как показали исследования, при традиционном режиме хранения значительно возрастает КМАФАнМ продукта, превышая допустимые значения после 5 суток хранения, достигая своего максимального значения на пятнадцатые–двадцатые сутки. После чего происходит постепенное снижение количества микроорганизмов, что возможно обусловлено изменениями реакции среды в кислую сторону. Снижение величины рН оказывает определенное влияние и на видовой состав микрофлоры и способствует развитию кокковых микроорганизмов. При величине рН 5–5,5 возможно развитие ацидофильных микроорганизмов, рост которых приводит к изменению органолептических показателей качества. Продукты приобретают нехарактерный кислый вкус и запах, что и было отмечено при традиционном режиме хранения. Кроме того, на 10–15 сутки был выявлен рост плесневых грибов.

В процессе хранения при БКО наблюдается незначительное развитие мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в допустимых количествах (с  $0,6 \times 10^3$  до  $1,5 \times 10^3$  для тефтелей и с  $0,5 \times 10^3$  до  $4,5 \times 10^3$  для соуса). В сравнении с традиционным режимом хранения темп роста микроорганизмов ниже более чем в 10 раз уже на 10 сутки хранения. Патогенные микроорганизмы, дрожжи, плесени, БГКП, *Proteus* и *Staphylococcus aureus* не обнаружены, что также соответствует санитарно-эпидемиологическим правилам. Следовательно, интенсивное охлаждение готовых изделий после тепловой обработки способствует предупреждению вторичной микробной обсемененности.

Установленные зависимости влияния близкриоскопического охлаждения на показатели безопасности и сохраняемости кулинарной продукции впервые получены для мясных кулинарных изделий в виде тефтелей с соусом красным основным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе исследования динамики изменения физико-химических показателей, перекисного, кислотного, бензидинового, тиобарбитурового чисел, микробиологических, органолептических показателей установлено, что мясные рубленые кулинарные изделия (тефтели), хранящиеся в условиях БКО остаются пригодными к употреблению в течение всего срока

<sup>1</sup> ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции [технический регламент Таможенного союза]: нормативно-технический материал. - Изменения: решение № 129,147,115 (ИУС. №5. 2013; ИУС. № 6. 2013; ИУС. № 12. 2019), Поправка (ИУС. 2015. №10). – Введ. с 2013-07-01. – Минск: Госстандарт РБ, 2011. – 196 с.

<sup>2</sup> Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» ГН от 21.06.2013 № 52. Утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 № 52. – Введ. 16.07.2013. – Минск, 2013. – 342 с.

хранения (30 суток), однако оптимальные качественные характеристики сохраняются на протяжении 18–20 суток.

Таким образом, понижение температуры хранения до близкриоскопической тормозит гидrolитические, окислительные, микробиологические процессы, подтверждает высокую стабильность качества кулинарной продукции, позволяя тем самым увеличить длительность её хранения. Установлена зависимость сохраняемости мясных рубленых изделий с соусом (тефтелей) от температуры и продолжительности хранения. По сравнению с методом охлаждения при традиционных температурах ( $4\pm 2$ ) °С, возможно пролонгирование сроков годности тефтелей с соусом красным основным до 10 суток (с учетом коэффициента резерва – 2).

Метод термоконсервации близкриоскопическим охлаждением рекомендуется для использования при организации социального питания. Метод позволит значительно повысить уровень сохраняемости и безопасности продукции, расширит организационные возможности для сокращения отходов как ключевого условия устойчивого потребления.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ловкис, З. В. Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года / З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова, Е. З. Ловкис // *Пищевая промышленность: наука и технологии*, 2017. – № 1. – С. 8–17.
- 2 Garnett, T. What is a sustainable healthy diet [Электронный ресурс] / Food Climate Research Network, 2014. – Режим доступа: [www.fcrn.org.uk/sites/default/files/fcrn\\_what\\_is\\_a\\_sustainable\\_healthy\\_diet\\_final.pdf](http://www.fcrn.org.uk/sites/default/files/fcrn_what_is_a_sustainable_healthy_diet_final.pdf). – Дата доступа: 12.11.2020.
- 3 Устойчивые рационы питания для здоровья людей и здоровья планеты [Электронный ресурс] / Постоянный комитет Организации Объединенных Наций по проблемам питания. – Режим доступа: <https://www.unscn.org/uploads/web/news/document/Climate-Nutrition-Paper-RU-WEB.pdf>. – Дата доступа: 18.11.2020.
- 4 Sustainable development goals [Электронный ресурс] / Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development. – Режим доступа: <https://sdgs.un.org/goals>. – Дата доступа: 18.11.2020.
- 5 Устойчивые рационы питания для здоровья людей и здоровья планеты [Электронный ресурс] / United Nations System Standing Committee on Nutrition UNSCN, август 2017 года. – Режим доступа: <https://www.unscn.org/uploads/web/news/document/Climate-Nutrition-Paper-RU-WEB.pdf>. – Дата доступа: 16.10.2020.
- 6 Sustainable development goals [Электронный ресурс] / Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development. – Режим доступа: <https://sdgs.un.org/goals>. – Дата доступа: 18.11.2020.
- 7 Конвенция ООН о правах ребенка. 2013. [Электронный ресурс] / Комитет по правам ребенка (КПР), Замечание общего порядка № 15 2013 года о праве ребенка на наивысший достижимый уровень здоровья (статья 24). – Режим доступа: <https://undocs.org/ru/CRC/C/GC/15>. – Дата доступа: 15.10.2020.
- 8 Pisupati B. Role of Multilateral Environmental agreements (MEAs) in Achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). – Nairobi: UNEP, 2016. – 43 p.
- 9 Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems [Электронный ресурс] / Academy of Preventive Medicine. Orlando Florida, 2019. – Режим доступа: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31788-4/fulltext?utm\\_campaign=tfeat19&utm\\_source=hub\\_page](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext?utm_campaign=tfeat19&utm_source=hub_page). – Дата доступа: 13.10.2020.
- 10 Lévesque, J. Food waste in a hotel foodservice: A case study identifying hot spots and strategies to prioritize towards a reduction [Электронный ресурс] / Jade Lévesque, Véronique Perreault, Laurent Bazinet, Sergey Mikhaylin // *International Journal of Gastronomy and Food Science* / Volume 30, December 2022, Article 100600. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X22001354>. – Дата доступа: 26.05.2023.
- 11 Шугуров, М. В. Международный политико-правовой механизм перехода к моделям рационального потребления и производства: новые рамки для передачи технологий [Электронный ресурс] // *Международное право*, 2018. – № 4. Режим доступа: [https://cyberleninka.ru/viewer\\_images/18610926/f/1.png](https://cyberleninka.ru/viewer_images/18610926/f/1.png). – Дата доступа: 28.10.2021.
- 12 Food losses and waste in the context of sustainable food systems (HLPE, 2014) [Электронный ресурс] // A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome 2014 – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/i3901e/i3901e.pdf>. / . – Дата доступа: 25.10.2020.
- 13 The state of Transforming food systems for affordable healthy diets / FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2020. – Режим доступа: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2704\\_FAOpublication.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2704_FAOpublication.pdf). – Дата доступа: 12.11.2020.
- 14 Десятилетние рамки программ по рациональным моделям потребления и производства (Десятилетняя Стратегия/10YFP). Приложение к письму Постоянного представителя Бразилии при ООН от 18 июня 2012 г. на имя

- Генерального секретаря Конференции ООН по устойчивому развитию // A/CONF.216/5 от 19 июня 2012 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.unep.fr/scp/pdf/10YFP\\_russian.pdf](http://www.unep.fr/scp/pdf/10YFP_russian.pdf). Дата доступа: 15.04.2020.
- 15 Устойчивое здоровое питание: руководящие принципы [Электронный ресурс] / Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций, Всемирная организация здравоохранения. – Рим, 2020. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/ca6640ru/CA6640RU.pdf>. – Дата доступа: 18.11.2020.
- 16 Paris agreement [Электронный ресурс] / United Nations Organisation. – Режим доступа: [https://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/russian\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/russian_paris_agreement.pdf). – Дата доступа: 18.11.2020.
- 17 Иванова, В. Н. Совершенствование организации и повышение качества питания ООО «Комбинат питания «Конкорд» в образовательных организациях: отчет по НИР / В. Н. Иванова [и др.]; МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ). Москва, 2015.
- 18 Лисицын, А. Б. Теория и практика переработки мяса. /А. Б. Лисицын [и др.]; под общ. ред. академика РАСХН Лисицына А. Б. – М.: ВНИИМП, 2004. – 378 с.
- 19 Масанский, С.Л. Влияние pH мяса на качество мясных рубленых изделий / С. Л. Масанский // Известия вузов. Пищевая технология, 2001. – № 5–6. – С. 24–25.
- 20 Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В. Широкова; под общ. ред. Ю. Г. Базарновой. - СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.
- 21 Аникина, В. А. Изучение качества и безопасности быстрозамороженного готового продукта «Котлета куриная в соусе с клетчаткой» в процессе хранения / В. А. Аникина, С. В. Гомбоева, Е. О. Павлова // Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли [Текст]: сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 15 мая 2015 г.) / [отв. за вып.: Н. В. Заворохина, Е. В. Крюкова]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2015. – С. 3–6.

*Поступила в редакцию 17.06.2023 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Татьяна Михайловна Рыбакова**, старший преподаватель кафедры товароведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: tot505@yandex.ru.

**Сергей Леонидович Масанский**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры товароведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: masanskii\_sl@bgut.by.

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Tatiana M. Rybakova**, Senior Lecturer of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tot505@yandex.ru.

**Sergey L. Masansky**, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tot505@yandex.ru.