

**Елена Валерьевна Короткая**

Кемеровский государственный университет, профессор кафедры аналитической химии и экологии, доктор технических наук, доцент, Кемерово, Россия

E-mail: korotkayael@mail.ru

**Гульнар Фигатовна Сахабутдинова**

Кемеровский государственный университет, старший преподаватель кафедры технологического проектирования пищевых производств, Кемерово, Россия

E-mail: 89235202979@yandex.ru

**Кирилл Иванович Васильев**

Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, и.о. директора, кандидат технических наук, п. Новостройка, Кемеровский район, Кемеровская область, Россия

E-mail: depselhoz@list.ru

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ ЗАМОРАЖИВАНИЯ  
НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ**

*Исследовался метод комбинированного низкотемпературного воздействия, сочетающий конвективный и контактный способы, в сравнении с погружным и конвективным способами замораживания. Подобран технологический режим замораживания: температура в морозильной камере минус 40 °С, конвективный обдув в течение 8 мин, окончательная заморозка контактным способом длительностью 108 мин. Хранение проводилось при температуре минус 18 °С в течение 6 месяцев. Определялись микробиологические и физико-химические показатели фрикаделек мясных, влияющие на их потребительские свойства. Показатели КМАФАнМ и БГКП не превышали допустимых значений для всех исследуемых образцов мясных полуфабрикатов. Наименьшая бактериальная обсемененность была у фрикаделек, замороженных погружным и комбинированным способами, ввиду использования упаковочных материалов перед низкотемпературной обработкой. Установлено, что вакуум-упаковка снизила бактериальную обсемененность изделий в 1,5 раза. Значения перекисного и кислотного чисел, определенные для всех способов замораживания, свидетельствуют о низкой скорости окисления липидов, входящих в состав полуфабрикатов. Интенсивнее всего окислительные процессы протекали в образцах, замороженных без упаковки конвективным способом, так как присутствует унос части влаги в поверхности продукта, его отепление, повторный рост кристаллов льда. При органолептической оценке исследуемых образцов приготовленных мясных изделий, которые были заморожены комбинированным способом, выдвинулось меньшее количество влаги и были получены более высокие баллы при оценке вкуса. Исследуемый метод комбинированного низкотемпературного воздействия с осуществлением упаковочных операций перед заморозкой способен в полной мере защитить мясные полуфабрикаты от окислительной и микробиологической порчи, тем самым сохранив их высокие потребительские свойства.*

**Ключевые слова:** мясные изделия, замораживание, низкотемпературная обработка, кислотное число, перекисное число.

**Elena V. Korotkaya**

Kemerovo State University, Professor at the Department of Analytical Chemistry and Ecology, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kemerovo, Russia

E-mail: korotkayael@mail.ru

**Gulnar F. Sakhabutdinova**

Kemerovo State University, Senior Lecturer, Department of Technological Design of Food Production, Kemerovo, Russia

E-mail: 89235202979@yandex.ru

**Kirill I. Vasiliev**

Kemerovo Research Institute of Agriculture – a branch of the Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, acting Director, Candidate of Technical Sciences, Novostroyka, Kemerovo District, Kemerovo Region, Russia

E-mail: depselhoz@list.ru

**THE STUDY OF FREEZING METHODS INFLUENCE ON THE MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS QUALITY INDICATORS**

*The method of combined low-temperature exposure was investigated, combining convective and contact methods, in comparison with submerged and convective freezing methods. The technological mode of freezing was selected: the temperature in the freezer is minus 40 °C, convective blowing for 8 minutes, final contact freezing for 108 minutes. Storage was carried out at a temperature of minus 18 °C for 6 months. The microbiological and physicochemical parameters of meatballs, influencing their consumer properties, were determined. Indicators KMAFAnM and BGKP did not exceed the permissible values for all studied samples of semi-finished meat products. The lowest bacterial contamination was in frozen meatballs by submerged and combined methods due to the use of packaging materials before low-temperature processing. It was found that vacuum packaging reduced the bacterial contamination of products by 1.5 times. The values of peroxide and acid numbers, determined for all freezing methods, indicate a low rate of oxidation of lipids that are part of semi-finished products. The most intense oxidation processes occurred in the samples frozen without packaging by the convective method, since there is a carryover of some moisture in the surface of the product, its warming, and repeated growth of ice crystals. In the sensory evaluation of the test samples of prepared meat products that were frozen in the combined method, less moisture was released, and higher scores were obtained in the evaluation of taste. The investigated method of combined low-temperature exposure with the implementation of packaging operations before freezing is able to fully protect meat semi-finished products from oxidative and microbiological spoilage, thereby preserving their high consumer properties.*

**Keywords:** meat products, freezing, low-temperature processing, acid number, peroxide number.

**Введение.** Высокие потребительские свойства мясных полуфабрикатов будут определяться способом замораживания, наличием или отсутствием упаковки, свойствами применяемых упаковочных материалов, а также рационально подобранным режимом хранения. При несоблюдении технологии замораживания и хранения наблюдается отепление, частичное оттаивание замороженных полуфабрикатов, что является причиной формирования крупных кристаллов льда, приводящей к разрушению внутренней структуры полуфабриката, выделению излишней влаги при приготовлении. При низкотемпературной обработке неупакованных изделий возможна частичная потеря влаги (усушка) продукта вследствие ее уноса хладагентом, в качестве которого выступает поток холодного воздуха. Уменьшение

влаги в поверхностном слое сопровождается появлением серо-коричневой окраски, обусловленной превращением миоглобина в метмиоглобин под действием кислорода воздуха. Происходит денатурации белков и, как следствие, снижается водосвязывающая способность фаршевой структуры, ухудшается консистенция и вязкость продукта после его приготовления [1, 2]. Все вышеизложенное снижает органолептические характеристики мясных полуфабрикатов. Уменьшить эти нежелательные изменения можно понижением температуры хранения, а также применением вакуум-упаковки или упаковочных материалов с низкой газопроницаемостью.

**Цель исследований.** Изучение влияния способов замораживания на микробиологические и физико-химические показатели мясных полу-

фабрикатов, определяющие их потребительские свойства.

**Задачи исследований:** замораживание мясных изделий контактным, погружным и комбинированным способами и их низкотемпературное хранение в течение 6 месяцев, определение КМАФАнМ, БГКП, кислотного и перекисного чисел мясных изделий до и после замораживания, а также после низкотемпературного хранения,

органолептическая оценка мясных полуфабрикатов, замороженных различными способами, после их приготовления.

**Материал и методы исследований.** В качестве предмета исследований рассматривали мясные изделия категории Б – фрикадельки мясные, представляющие собой изделия одинакового размера в форме шариков серого цвета [1]. Состав мясных изделий приведен в таблице 1.

Таблица 1

**Состав мясных изделий категории Б (фрикадельки мясные)**

Сырье	Расчетная норма закладки, кг/т*
Свинина (котлетное мясо)	1140
Лук репчатый	100
Вода	100
Яйца	80
Специи	5

\*Обработанное сырье (нетто).

Замораживание мясных фрикаделек осуществляли тремя способами. Традиционным способом замораживания (конвективный) в воздушном скороморозильном аппарате без использования упаковочных операций перед низкотемпературным воздействием при температуре минус 40 °С в течение 129 минут. Погружным способом замораживания, подразумевающим окунание продукта в вакуумной упаковке в водный раствор пропиленгликоля [3] с температурой минус 30 °С на 10 мин. А также предложенным нами методом комбинированного низкотемпературного воздействия, заключающимся в сочетании конвективного и контактного способов. Приготовленные по стандартной технологии мясные изделия упаковывали в вакууме, масса нетто, помещенная в пакет, составляла 450 г. Материал пакета (полипропиленовая пленка) плотно прилегает к продукту, что обеспечивает его хороший контакт с хладоносителем [4, 5]. Технологический режим замораживания: температура в морозильной камере минус 40 °С, конвективный обдув в течение 8 мин, окончательная заморозка контактным способом длительностью 108 мин. После низкотемпературной обработки все изделия направлялись на хранение при температуре минус 18 °С на 6 месяцев. Для определения конкурентоспособности предложенного метода сравнивали его с погружным и традиционным способами замораживания.

Для определения микробиологических показателей мясных изделий воспользовались методами, описанными в ГОСТ 10444.15-94 для измерения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и в ГОСТ 31747-2012 для выявления количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). Кислотное число мясных полуфабрикатов определяли по ГОСТ Р 55480-2013. Для нахождения перекисного числа мясных изделий пользовались ГОСТ 34118-2017.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Мясные фрикадельки изготавливали по стандартной технологии и замораживали тремя способами: традиционным способом без предварительного упаковывания в воздушном скороморозильном аппарате, погружным способом с предварительным упаковыванием под вакуумом и комбинированным методом. Замороженные мясные полуфабрикаты хранили в морозильной камере в течение 6 месяцев при температуре минус 18 °С.

Проводили исследование микробиологических показателей мясных рубленых полуфабрикатов (фрикаделек) до и после замораживания, а также после низкотемпературного хранения. Результаты исследований представлены в таблице 2.

## КМАФАнМ и БГКП в мясных изделиях

Показатель	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	БГКП, в т. ч. сальмонеллы в 0,0001 г
Допустимое значение	$5 \cdot 10^6$	Не допускаются
Содержание: в изделиях до замораживания	$1,7 \cdot 10^5$	Не обнаружены
в изделиях после замораживания: методом комбинированного воздействия погружным способом	$1,7 \cdot 10^5$	Не обнаружены
конвективным способом	$1,9 \cdot 10^5$	Не обнаружены
в изделиях после низкотемпературного хранения замороженных изделий: методом комбинированного воздействия погружным способом	$1,8 \cdot 10^5$	Не обнаружены
конвективным способом	$2,7 \cdot 10^5$	Не обнаружены

Анализ полученных результатов показал, что содержание КМАФАнМ в мясных фрикадельках, замороженных тремя различными способами, не превышало допустимых значений. Значения показателя КМАФАнМ для погружного и комбинированного способов замораживания были одинаковы сразу после замораживания и после хранения. При использовании конвективного метода замораживания показатель КМАФАнМ был наибольшим, как непосредственно после замораживания, так и после низкотемпературного хранения. Это можно объяснить тем, что в этом случае не проводилась упаковка мясных изделий. Таким образом, использование вакуум-упаковки позволяет снизить бактериальную обсемененность мясных изделий в 1,5 раза при их низкотемпературном хранении в течение 6 месяцев.

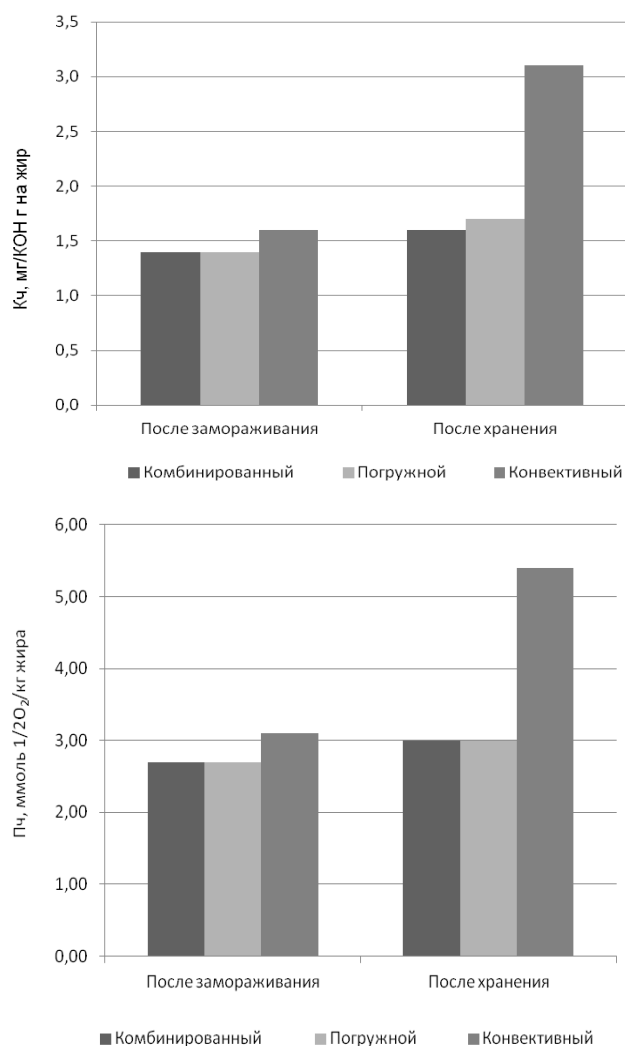
Важными физико-химическими показателями мясных изделий являются кислотное и перекисное числа. Величина кислотного числа позволяет оценить степень гидролиза жира, который протекает под действием содержащихся в жировой ткани липаз. Понижение температуры до 0 °С существенно снижает ферментативную активность липаз, но даже при более низких температурах гидролиз протекает в незначительной степени. Глубина гидролиза жира влияет на его биологическую ценность и органолептические характеристики готового продукта. Перекисное число позволяет оценить степень окислительных изменений жира. При низкотемпературном хранении возможно осаливание жира, связанное с образованием оксикислот, что в свою очередь

приводит к возникновению посторонних вкусов и запахов.

Значения величин кислотного (Кч) и перекисного (Пч) чисел для трех исследуемых способов замораживания приведены на рисунке.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что окислительные изменения в жировой фракции в большей степени протекали в мясных фрикадельках, замороженных конвективным способом. Повышение показателей после хранения в течение 6 месяцев означает, что ферментативный гидролиз липидов в мясной составляющей не останавливается при отрицательных температурах. Кислотное число незначительно возрастает, что означает накопление свободных жирных кислот в изделиях. Значения кислотного и перекисного чисел при использовании конвективного способа замораживания после 6 месяцев хранения были в среднем в 1,8 раза больше, чем при погружном и комбинированном способах.

Проводили органолептическую оценку исследуемых образцов мясных изделий. Анализировали внешний вид фрикаделек, вид на срезе, цвет, запах и вкус после приготовления изделий. Получены следующие оценки: для образцов, замороженных конвективным способом, – 4,2 балла; для замороженных погружным способом образцов – 4,5 балла; для изделий, замороженных комбинированным способом, – 4,8 балла. Отметили, что при приготовлении полуфабрикаты, замороженные комбинированным способом, выделяли меньшее количество влаги и отличались более высокими баллами при оценке вкуса.



#### Физико-химические показатели мясных изделий

**Выводы.** Проведенные исследования показали, что микробиологические показатели мясных фрикаделек находятся в допустимом промежутке для всех рассмотренных способов замораживания. При использовании конвективного замораживания путем выкладывания фрикаделек на подносы и помещения их в воздушный скороморозильный аппарат микробиологические показатели были выше. Более низкий уровень обсемененности отмечается при погружном и комбинированном способах, что обусловлено наличием упаковки при замораживании и хранении мясных изделий.

При проведении исследований отмечены низкие значения перекисного и кислотного чисел, что свидетельствует о высоком качестве используемого сырья и отсутствии окислительной порчи в продукте. Органолептическая оценка образцов показала, что наблюдаемое незна-

чительное возрастание перекисного и кислотного чисел не отразилось на потребительских свойствах фрикаделек.

Таким образом, замораживание методом комбинированного воздействия способно в полной мере сохранить качество и потребительские свойства мясных изделий.

#### Список источников

1. Исследование замораживания мясных рубленых полуфабрикатов в биополимерной упаковке / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, А.Н. Расщепкин [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, № 1. С. 6–16. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-1-6-16.
2. Improved freezing technology of minced meat products in biopolymer packaging material / I.A. Korotkiy, E.V. Korotkaya, A.N. Rasshchep-

- kin, G.F. Sakhabutdinova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2020. V. 15. № 21. pp. 2547–2554.*
3. Патент № 2625982, Российская Федерация, МРП С09К5/00, А23В7/04, А23Л3/36. Способ быстрого замораживания овощных полуфабрикатов / *И.А. Короткий, А.Л. Майтаков, Г.Ф. Сахабутдинова*. Бюл. № 20 от 20.07.2017.
  4. *Дружечкова Е.Н., Величко Н.А.* Влияние вида упаковки на потребительские свойства мясных изделий // Вестник КрасГАУ. 2020. № 12 (165). С. 215–221.
  5. *Короткая Е.В., Сахабутдинова Г.Ф.* Совершенствование процессов замораживания мясных полуфабрикатов // Вестник Международной академии холода. 2020. № 1. С. 67–74.
  - I.A. Korotkij, E.V. Korotkaya, A.N. Rasschepkin [i dr.] // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2021. T. 51, № 1. S. 6–16. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-1-6-16.*
  2. Improved freezing technology of minced meat products in biopolymer packaging material / *I.A. Korotkiy, E.V. Korotkaya, A.N. Rasschepkin, G.F. Sakhabutdinova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2020. V. 15. № 21. pp. 2547–2554.*
  3. Patent № 2625982, Rossijskaya Federaciya, MRP C09K5/00, A23B7/04, A23L3/36. Sposob bystrogo zamorazhivaniya ovoschnyh polufabrikatov / *I.A. Korotkij, A.L. Majtakov, G.F. Sahabutdinova*. Byul. № 20 ot 20.07.2017.
  4. *Druzhechkova E.N., Velichko N.A.* Vliyanie vida upakovki na potrebitel'skie svojstva myasnyh izdelij // Vestnik KrasGAU. 2020. № 12 (165). S. 215–221.
  5. *Korotkaya E.V., Sahabutdinova G.F.* Sovershenstvovanie processov zamorazhivaniya myasnyh polufabrikatov // Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda. 2020. № 1. S. 67–74.

### References

1. Issledovanie zamorazhivaniya myasnyh rublenykh polufabrikatov v biopolimernoj upakovke /

