УДК 637.03

ДИНАМИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ХРАНЕНИИ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ, ОБРАБОТАННЫХ ВЫСОКИМ ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ

¹Коткова В.В., ¹Донскова Л.А., ²Леспух И.Н., ³Волков А.Ю.

¹Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург;

²Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург;

³Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения РАН,

Екатеринбург, e-mail: kiki-ekb@yandex.ru

В условиях интенсивно развивающихся в последние годы технологий по переработке пищевых продуктов активно исследуется возможность применения метода обработки высоким гидростатическим давлением. Данная технология позволяет существенно увеличивать срок хранения без термического воздействия на продукт, исключая добавление веществ, обладающих свойствами консервантов. В настоящей статье описаны результаты обработки высоким гидростатическим давлением мясного рубленого полуфабриката – ромштекса «Столичный» – с целью повышения сроков годности. Опытная группа обрабатывалась давлением 250 МПа в течение 20 минут. В опытном и контрольном образцах мясного полуфабриката определены количественные изменения микрофлоры, как одного из основных показателей подтверждения стабильности пищевых продуктов в динамике хранения. Результаты микробиологического исследования показали снижение скорости роста общей микробной обсемененности в опытном образце ромштекса «Столичный» в 10 раз по отношению к контрольному образцу. На основе полученных данных сделан вывод об увеличении срока годности ромштекса «Столичный» после гидростатической обработки как минимум в 3 раза. Результаты работы представляют интерес с точки зрения разработки и внедрения новых методов обработки пищевой продукции.

Ключевые слова: высокое гидростатическое давление, барообработка, мясопродукты, психрофильные микроорганизмы, срок хранения, пищевые продукты

DYNAMICS OF MICROBIOLOGICAL INDICES IN STORAGE OF CHOPPED MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS, PROCESSED BY HIGH HYDROSTATIC PRESSURE

¹Kotkova V.V., ¹Donskova L.A., ²Lespuh I.N., ³Volkov A.Yu.

¹Ural State University of Economics, Ekaterinburg;

²Yeltsin Ural Federal University (UrFU), Ekaterinburg;

³Institute of Metal Physics, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,

Ekaterinburg, e-mail: kiki-ekb@yandex.ru

In the conditions of intensively developing technologies for processing food products in recent years, the possibility of applying a high hydrostatic pressure treatment method has been actively investigated. This technology can significantly increase the shelf life, excluding the addition of substances that have the properties of preservatives, and without the thermal impact on the product. The results of processing of chopped semi-finished meat – rumpsteak – with high-hydrostatic pressure in order to improve the shelf life are described. The experimental group was treated with a pressure of 250 MPa for 20 minutes. We have determined quantitative changes of microflora in experimental and control samples of semi-finished meat products as one of the main indicators of confirming foodstuff stability in storage dynamics. The results of the microbiological research showed a decrease in the growth rate of total microbial contamination in the experimental sample of «Stolichniy» rumpsteak by a factor of 10 in relation to the control sample. Based on the data obtained, we have assumed that the shelf life of the «Stolichniy» rumpsteak has increased after processing at least by a factor of 3. The results of this work are of interest in terms of developing and implementing new methods of processing food.

Keywords: high-hydrostatic pressure, bar processing, meat products, psychrophilic microorganisms, shelf life, foodstuffs

Современное состояние пищевых производств позволяет резко увеличить ресурсы продовольствия, поэтому одной из острых стоящих перед производителями задач является сохранение качества пищевых продуктов на уровне, гарантирующем безопасность для потребителей [1–3].

В соответствии с действующей документацией [4, 5], оптимальный температурный диапазон хранения мяса составляет от – 1,5 °С до – 0,5 °С, так как в таких условиях продукт не достигает криоскопической

точки, мясо не промерзает, но одновременно остается охлажденным. Даже незначительные колебания температуры хранения влекут интенсивное развитие микроорганизмов. А основными причинами, оказывающими влияние на срок хранения мясопродуктов, являются жизнедеятельность микроорганизмов и действие ферментов.

У Г.Л. Носковой [6] приводятся данные о видовом разнообразии микроорганизмов, населяющих туши убойных животных: *Micrococcus*, *Staphylococcus*,

палочковидные неспоровые грамотрицательные – *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Salmonella* и грамположительные – *Lactobacillus*, *Microbacterium*, *Artrobacter*, палочковидные спорообразующие грамположительные – *Bacillus*, *Clostridium*. Однако не все эти микроорганизмы оказывают влияние на порчу мяса. В зависимости от обстоятельств, имеют значение количественно преобладающие бактерии одной группы или иногда одного вида. Контаминация сырья может происходить эндогенным или экзогенным путем.

Продукция с высокой массовой долей влаги и температурой в толще продукта ниже криоскопической наиболее подвержена микробной порче.

В условиях интенсивно развивающихся в последние годы технологий по переработке пищевых продуктов активно исследуется возможность применения метода обработки высоким гидростатическим давлением. Данная технология позволяет существенно увеличивать срок хранения, исключая добавление веществ, обладающих свойствами консервантов, и без термического воздействия на продукт [7].

Практическое применение обработки высоким давлением вместо термической обработки при изготовлении пищевых продуктов впервые было начато в Японии для приготовления джемов из клубники, киви и яблок. Продукты, обработанные высоким давлением, в настоящее время продаются в США, странах ЕС и Японии. На сегодняшний день центром разработки данной методики являются США, где у продуктов, прошедших гидростатическую стерилизацию, создан свой, узнаваемый «имидж»: для их рекламы и продвижения на рынке используется слоган *Fresher under Pressure* («Свежесть под давлением») [8, 9].

В предыдущих работах [7, 10] нами определялось влияние барообработки на вареные колбасные изделия: определены органолептические показатели и сохранность, изменения аминокислотного состава и биологической ценности сосисок «Российские» и «Докторские».

Продолжая начатые исследования, мы поставили целью данной работы установить эффективность применения барообработки мясопродуктов (на примере полуфабрикатов рубленых охлажденных) для увеличения сроков хранения путем определения количественных изменений микробной флоры как одного из основных показателей подтверждения стабильности пищевых продуктов в динамике хранения [11].

Материалы и методы исследования

В качестве основной экспериментальной методики в работе применялась обработка высоким давлением (барообработка), в ходе которой материал находится в условиях сильного всестороннего сжатия.

Эксперименты проводились в установке «Гидростат», фотография которого приведена на рисунке.

«Гидростат» – установка для обработки различных материалов в условиях всестороннего сжатия жидкостью высокого давления

Емкость контейнера данного гидростата составляет 5 литров, рабочее давление: до 250 МПа (или ~2500 атмосфер). Для того, чтобы контейнер выдержал такое высокое давление, он изготовлен из нескольких слоев высокопрочной стали. Перед началом эксперимента контейнер заполняется рабочей жидкостью, в качестве которой могут быть использованы вода, спирт, смесь масел и т.д. Перед проведением эксперимента обрабатываемый материал упаковывается в специальную упругую оболочку. Это условие обязательное: без применения оболочки объект исследования просто пропитается рабочей жидкостью. Оболочка равномерно закрывает обрабатываемый материал, отделяя его от рабочей жидкости, обеспечивая при этом передачу высокого давления. Кроме того, оболочка должна быть достаточно упругой, поскольку в ходе барообработки происходит существенное сжатие материала (на несколько десятков процентов), а при сбросе давления его размеры восстанавливаются до исходных. После загрузки обрабатываемого материала в гидростат его крышка закрывается и включается насос высокого давления. Время выхода давления на требуемый уровень сильно зависит от объема обрабатываемого материала (точнее, от доли свободного объема) и, как правило, составляет несколько минут. После необходимой выдержки обрабатываемого продукта высокое давление сбрасывается специальным клапаном. Временной промежуток снижения давления составляет несколько минут, и его продолжительность также можно регулировать.

В качестве объекта обработки использовался мясной продукт – полуфабрикат мясной рубленый категории А ромштекс «Столичный»; термическое состояние – охлажденный. Ромштекс был выработан в количестве, достаточном для формирования двух групп изделий, – контрольной (не подвергалась воздействию давления) и опытной (прошедшей барообработку при указанных выше условиях) массой по 2,0 кг каждая. Каждая группа в свою очередь состояла из изделий массой по 0,1 кг и расфасованных по 5 шт. в единице упаковки.

Рекомендуемые сроки хранения в соответствии с НД для фарша мясного и изделий из него, упакованных без применения модифицированной атмосферы и регуляторов кислотности, составляют не более 24 часов при температуре воздуха +2+6 °С [12].

Для подтверждения стабильности продукта в динамике хранения определялись обязательные микробиологические показатели, регламентируемые для данной группы пищевых продуктов. В соответствии с действующими ТР ТС 021-2011 [2] и ТР ТС 034-2013 [3] были определены санитарно-показательные и патогенные группы микроорганизмов, включающие: *Listeria monocitogenes*, *B. Salmonella*, бактерии группы кишечной палочки (колиформы), мезофильные аэробные и анаэробные микроорганизмы.

Периодичность контроля (контрольные точки) проведения исследований установлена МУК 4.2.1847-2004 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» [11].

Исследования проводились в испытательной лаборатории государственного бюджетного учреждения Свердловской области «Свердловская областная ветеринарная лаборатория» на соответствие требованиям ТР ТС 021-2011 и ТР ТС 034-2013 по стандартным методикам.

Результаты исследования и их обсуждение

Основываясь на результатах ранее проведенных нами исследований по воздействию высоким давлением на пищевые продукты [7, 10], а также учитывая данные различных литературных источников [6, 8, 9], был выбран следующий режим барообработки: давление 250 МПа, длительность воздействия 15 минут, температура окружающей среды 200 °С ± 2 °С.

Полученные результаты сведены в таблицу.

Патогенные микроорганизмы в исследуемых объектах не обнаруживаются на всем протяжении хранения. Количество санитарно-показательных микроорганизмов в контрольном и опытном образцах продукта в день закладки на хранение составило соответственно $9,5 \cdot 10^4$ и $1 \cdot 10^5$ КОЕ/г. В процессе хранения контрольного и опытного образцов ромштекса показатель КМАФАнМ изменялся в сторону увеличения. Но нарастание микробной массы ромштекса необработанного происходило с существенно большей скоростью, за сутки увеличиваясь примерно в 10 раз. Нужно отметить, что КМАФАнМ в контрольном образце достиг максимально допустимого уровня, установленного НД, через 24 часа хранения, следовательно, ромштекс может храниться не более 12–18 часов (с учетом коэффициента резерва хранения).

Динамика микробиологических показателей ромштекса «Столичный» в процессе хранения

Наименование показателя	Результаты испытаний			Норма в соответствии с ТР ТС 021-2011
	Периодичность исследования	Контрольная группа	Опытная группа	
КМАФАнМ	После выработки (фон)	$9,5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^5$	Не более $5,0 \cdot 10^6$
	24 ч	$4,0 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^5$	
	48 ч	$2,2 \cdot 10^7$	$8,0 \cdot 10^5$	
	72 ч	Более $3,0 \cdot 10^7$	$9,0 \cdot 10^5$	
БГКП (колиформы)	фон	Не обн.	Не обн.	Не допускаются в 0,0001 г
	24 ч			
	48 ч			
	72 ч			
<i>B. Salmonella</i>	фон	Не обн.	Не обн.	Не допускаются в 25 г
	24 ч			
	48 ч			
	72 ч			
<i>L. monocitogenes</i>	фон	Не обн.	Не обн.	Не допускаются в 25 г
	24 ч			
	48 ч			
	72 ч			

Динамика роста микрофлоры в опытной группе характеризовалась заметно меньшими темпами (с $1,0 \cdot 10^5$ КОЕ/г в день обработки до $2,5 \cdot 10^5$ КОЕ/г через 24 часа хранения). Так как через 72 часа хранения данный показатель составил $9,0 \cdot 10^5$ КОЕ, можно предполагать наличие некоторого резерва срока хранения.

Постепенное нарастание мезофильных аэробов согласуется с данными Г.Л. Носковой [6], которая указывает на преобладание в условиях холодильного хранения многих охлажденных мясопродуктов представителей родов *Pseudomonas-Achromobacter*, называя их главными возбудителями порчи мяса, поскольку они обладают антагонистическими свойствами в отношении других микроорганизмов и характеризуются выраженной протеолитической и липолитической активностью. Результатом их жизнедеятельности является разрушение белковых молекул и накопление продуктов распада: аммиака, сероводорода, фенола, скатола, индола, меркаптанов, первичных аминов, которые обладают очень неприятным запахом и ядовитыми свойствами. По мере накопления компонентов белкового распада наступает порча.

Заключение

Представленные результаты микробиологических исследований свидетельствуют о снижении скорости увеличения общей микробной обсемененности в опытном образце ромштекса «Столичный» в 10 раз по сравнению с контрольным. Учитывая влияние жизнедеятельности микроорганизмов на белковые вещества мясопродуктов, логичным является предположение о том, что обработка ромштексов давлением 250 МПа как минимум в 3 раза увеличила срок их хранения по сравнению с контрольными образцами.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-016-00082). В ИФМ УрО РАН работа выполнялась в рамках государственного за-

дания ФАНО России (тема «Давление» № АААА-А18-118020190104-3).

Список литературы

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120 [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.garant.ru/12172719> (дата обращения: 12.04.2018).
2. О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»: Решение Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880 (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.garant.ru/70106650> (дата обращения: 12.04.2018).
3. О техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции»: Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013 года № 68 [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/499049955> (дата обращения: 12.04.2018).
4. ГОСТ 54315 – 2011. Крупный рогатый скот для убоя. Говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2012. – 20 с.
5. ГОСТ 31476 – 2012. Свины для убоя. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 21 с.
6. Носкова Г.Л. Микробиология мяса при холодильном хранении // Пищевая промышленность. – М., 1972. – 96 с.
7. Донскова Л.А. Высокое гидростатическое давление как технологический прием обеспечения качества мясных продуктов в процессе хранения / Л.А. Донскова, В.В. Коткова, А.Ю. Волков // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 47. – С. 94–101.
8. Уринбаев М.Д. Обработка высоким давлением для обеспечения безопасности и длительности сроков хранения продуктов питания / М.Д. Уринбаев, Н.К. Кокумбекова // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд: международный научный сборник. – М., 2015. – С. 316–321.
9. Шелихов П.В. Изучение применения высокого давления как экологически безопасного способа обработки пищевых продуктов / П.В. Шелихов, А.Д. Гладкая // Безопасность продуктов питания и технология переработки: сборник научных трудов ВНАУ. – 2010. – № 5. – С. 217–221.
10. Донскова Л.А. Исследование биологической ценности вареных колбасных изделий, обработанных высоким гидростатическим давлением / Л.А. Донскова, В.В. Коткова, А.Ю. Волков // Технология продовольственных продуктов. – 2017. – № 49. – С. 99–106.
11. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания. МУК 4.2.1847-04. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.
12. ГОСТ Р 55365-2012. Фарш мясной. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2012. – 27 с.