

РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.001
УДК 637.54

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРОКА ГОДНОСТИ МЯСА – БАРООБРАБОТКА В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова

Статья посвящена оценке эффективности стерилизующей обработки мясных полуфабрикатов высоким давлением. Для эксперимента использовали образцы говядины массой 500 г из лопаточной части туши. Опытные образцы подвергали кратковременной обработке высоким давлением (400 МПа в течение 3 минут) с помощью экспериментальной установки. Перед обработкой мясо помещали в вакуумно-пленочную герметичную упаковку. Установлено, что у контрольных образцов мяса КМАФАнМ после 10, 30 и 39 суток хранения не превышало $1,1 \cdot 10^2$, $1,8 \cdot 10^2$ и $2,1 \cdot 10^3$ КОЕ/г. Обсемененность дрожжами контрольных образцов через 30 и 39 суток хранения составляла $1 \cdot 10^3$ и $3,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г. На обработанных высоким давлением образцах мяса КМАФАнМ дрожжи не обнаружены. Кислотное число жира в контрольных образцах мяса через 20 и 39 суток хранения в 1,6 и 12,6 раза выше по сравнению с опытными образцами; перекисное число жира через 10, 20 и 39 суток хранения для контрольных образцов охлажденного мяса составляло 2,0; 3,1 и 5,4 ммоль активного кислорода на 1 кг, перекисное число опытных образцов мяса после 20 и 39 суток хранения – на уровне 1,3 и 2,2 ммоль активного кислорода на 1 кг. Содержание амино-аммиачного азота в контрольных образцах мяса после 10, 30 и 39 суток хранения составляло 0,8; 1,2; и 2,1 мг/10 см³ вытяжки, в опытных образцах – 0,1; 0,17; 0,21 мг/10 см³, количество летучих жирных кислот в контрольных образцах мяса после 10, 20 и 39 суток хранения было на уровне 1,1; 2,3 и 3,0 мг щелочи/г, в опытных образцах – 0,1; 0,4; 1,3 мг щелочи/г. Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии обработки мяса высоким давлением на его срок годности.

Ключевые слова: охлажденное мясо, срок годности, обработка высоким давлением, показатели свежести, микробиологические показатели, пищевая ценность, окислительная порча, вакуумно-пленочная упаковка

Важным направлением научных исследований в области пищевой и перерабатывающей промышленности является разработка новых способов консервирования продовольственного сырья и пищевых продуктов, обеспечивающих их нативные свойства в течение всего пролонгированного срока годности.

Мясо и мясопродукты относятся к скоропортящимся пищевым продуктам. Для увеличения срока годности их помещают в модифицированные газовые среды и применяют различные виды упаковки. Применяют также различные способы консервирования:

- химические (при помощи различных пищевых добавок, обладающих консервирующим и/или антиоксидантным действием);
- физические – путем обработки высокой (пастеризация, стерилизация) и низкой температурой (охлаждение, замораживание), ультразвуковым воздействием, ультрафиолетовым или ионизирующим излучением [1–8].

При ультразвуковом воздействии на микроорганизмы происходит разрыв клеточных мембран и нарушение механизма целостности клеток, а также повреждение ДНК, что вызывает их гибель. Ультрафиолетовое и ионизирующее излучение обладают бактериостатическим и бактерицидным действием по отношению к ряду штаммов микроорганизмов [1].

На качество мяса влияет множество факторов. В частности – биологические особенности убойных животных, определяющиеся молекулярными белковыми маркерами. Одной из актуальных технологических задач является выявление маркеров, позволяющих прогнозировать функционально-технологические свойства мяса и его устойчивость при хранении.

Биологическими особенностями животных определяется и их стрессоустойчивость, влияющая на качество мясного сырья. У крупного рогатого скота и свиней выделяют три уровня стрессоустойчивости: стрессо-

устойчивые, стрессочувствительные и адаптирующиеся. Высокая стрессочувствительность убойных животных приводит к образованию мясного сырья с отклонениями в процессе автолиза, так называемое мясо с DFD- и PSE-свойствами. Мясо с DFD-свойствами неустойчиво к хранению ввиду высокой водосвязывающей способности и величины pH. Количество такого мясного сырья, имеющего нехарактерный ход автолиза, достигает 50–55 % [9].

В связи с выше сказанным, проблема сохранности мяса становится для производителей и переработчиков мясного сырья все более актуальной. Для обеспечения сохранности мясных полуфабрикатов и мясопродуктов применяют консерванты, антибиотики и антиоксиданты, МГС (модифицированная газовая среда) - упаковку с повышенным содержанием кислорода, МГС-упаковку с пониженным содержанием кислорода, РГС (регулируемая газовая среда) - упаковку, вакуумную упаковку [10].

Мясо, как правило, хранят в МГС-упаковке, содержащей 80 % кислорода и 20 % углекислого газа. При хранении мяса в упаковке с указанным газовым составом среды высокие концентрации кислорода способствуют образованию оксиммиоглобина, стабилизирующего цвет мяса, сохраняя его привлекательность для потребителя. Следует отметить, что использование такой упаковки имеет определенные негативные последствия для качества продукта, в частности, усиление процессов окисления липидов, обуславливающих развитие нежелательных привкусов. Окисление полиненасыщенных жирных кислот не только является причиной быстрого прогоркания мяса, но и влияет на цвет, свойства пигментов и консистенцию мяса. Изменения цвета в этом случае происходят, в том числе, вследствие окисления фосфолипидов клеточных мембран [11, 12].

МГС-упаковка с пониженным содержанием кислорода, имеющая в газовой среде диоксид углерода и азот позволяет увеличивать срок хранения охлажденного мяса при этом оксид углерода выполняет функцию антимикробного агента, азот – функцию стабилизатора формы упаковки. Отсутствие кислорода в упаковках с РГС существенно увеличивает срок годности мяса, но вместе с тем вызывает появление в мясе нежелательных привкусов.

Сегодня широко применяется вакуумная упаковка для хранения мяса. Такая упаковка увеличивает срок годности мяса, поскольку остаточное содержание кислорода в ней

очень незначительно. В результате дыхания мышечной ткани остаточный кислород быстро поглощается и его место занимает углекислый газ, содержание которого внутри упаковки постепенно возрастает до 10–20 %. Следует отметить, что при длительном хранении мяса в вакуумной упаковке в ней скапливается мясной сок.

С учетом отмеченного, рассмотренные упаковки не могут в полной мере обеспечивать стабильность мясного сырья и полуфабрикатов в процессе хранения.

Одним из современных способов обеспечения сохранности мяса и мясопродуктов является обработка их высоким давлением. Использование высокого давления при обработке продовольственного сырья и пищевых продуктов наряду с бактерицидным действием имеет и другие положительные моменты, в частности, не снижает пищевую и биологическую ценность [13].

В связи с этим целью наших исследований стало изучение влияния высокого давления на сохранение свежести охлажденного мяса.

Объектами исследований в работе выступали: образцы говядины массой 500 г из лопаточной части туши. Опытные образцы подвергали воздействию давлением 400 МПа в течение 3 минут с помощью экспериментальной установки.

Перед обработкой мясо помещали в вакуумно-пленочную герметичную упаковку. Такой упаковочный материал, обладает необходимой эластичностью, что позволяет передавать давление без структурных повреждений мяса. Кроме того, вакуумно-пленочная упаковка имеет обратимую деформацию и идеальна при использовании высокого давления, поскольку такой упаковочный пакет можно подвергать сжатию без существенных структурных повреждений упакованного пищевого продукта, вследствие чего, он способен вернуться к своей первоначальной форме после декомпрессии. Контрольные образцы мяса давлением не обрабатывали.

Исследования органолептических, микробиологических и физико-химических показателей образцов мяса проводили по стандартным методикам:

- органолептические показатели – по ГОСТ 7269–79;
- микробиологические показатели – по ГОСТ Р 54354–2011, ГОСТ 31747–2012 (ISO 4831:2006, ISO 4832:2006);
- кислотное число жира – по ГОСТ Р 55480–2013;

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРОКА ГОДНОСТИ МЯСА – БАРООБРАБОТКА В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- перекисное число жира – по ГОСТ Р 51487–99;

- летучие жирные кислоты (ЛЖК) – по ГОСТ 23392–78;

- аминок-аммиачный азот (ААА) – по методикам [14].

Контрольные точки проведения исследований выбраны в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847–04.4.2 «Методы контроля. Биологические микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания»: 0 (фоновые испытания) 10; 20; 30 и 39 суток хранения, при предполагаемом сроке годности 30 суток.

Барообработку мяса проводили на лабораторные установки в НИИ физики металлов Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург), исследование показателей свежести мяса – на кафедре пищевой инженерии УрГЭУ (г. Екатеринбург).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием стандартных компьютерных программ Microsoft Excel XP, Statistica 8,0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам органолептических исследований установлено, что образцы охлажденных мясных полуфабрикатов, обработанных высоким давлением, после 10, 20, 30 и 39 суток хранения можно отнести к свежим, в то время как образцы мяса первой группы (контроль) через 39 суток хранения классифицировались как мясное сырье сомнительной свежести.

Результаты микробиологических исследований обработанного и необработанного мяса через 10, 30 и 39 суток холодильного хранения при температуре +4 °С представлены в таблице 1. По данным микробиологических испытаний, обработка мяса высоким давлением оказала положительное влияние на его сохранность. Так, у образцов мяса контрольной группы КМАФАнМ после 10, 30 и 39 суток хранения не превышало $1,1 \cdot 10^2$, $1,8 \cdot 10^2$ и $2,1 \cdot 10^3$ КОЕ/г (при норме для свежего мяса, упакованного в условиях вакуума, – не более $1,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г). Дрожжи в контроле через 30 и 39 суток хранения составляют $1 \cdot 10^3$ и $3,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г при норме не более $1 \cdot 10^3$ КОЕ/г. Образцы мяса, обработанные высоким давлением были стерильны, КМАФАнМ и дрожжи не обнаружены.

Микробиологическая порча мяса начинается еще до начала окисления липидов, однако информация о стойкости мяса к окислению в данном случае отсутствует. В процессе окисления липидных компонентов появляются запах и вкус прогорклости, ухудшаются цвет и консистенция, снижается пищевая ценность мяса. Процесс автоокисления липидов протекает по свободнорадикальному механизму, и глубину гидролитического распада липидной фракции характеризуют значения кислотного и перекисного чисел жира.

Данные об изменении кислотного и перекисного числа жира приведены на рисунках 1–2. Согласно экспериментальным данным, кислотное число жира в контрольных образцах мяса через 20 и 39 суток хранения оказалось в 1,6 и 12,6 раза выше, чем кислотные числа жира барообработанных образцов.

Таблица 1 – Микробиологические показатели контрольных и опытных образцов мяса (холодильное хранение, +4 °С)

Наименование показателя	Значение показателя / Продолжительность хранения, сут.							
	1 группа (контроль)				2 группа (опытная)			
	0 (фон)	10	30	39	0 (фон)	10	30	39
КМАФАнМ, КОЕ/г	$2,5 \cdot 10^1$	$1,1 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^3$	Не обнаружены			
БГКП, не допускаются в 0,1 г продукта	Не обнаружены				Не обнаружены			
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, не допускаются в 25 г продукта	Не обнаружены				Не обнаружены			
Дрожжи, КОЕ/г	Не обнаружены		$1,0 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^4$	Не обнаружены			
Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в 0,01 г	Не обнаружены				Не обнаружены			

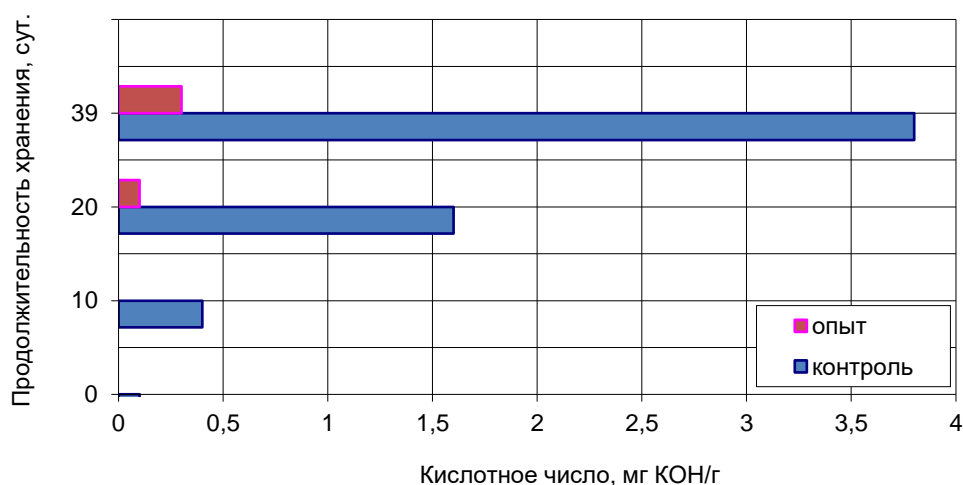


Рисунок 1 – Динамика кислотного числа контрольных и опытных образцов жира в процессе хранения

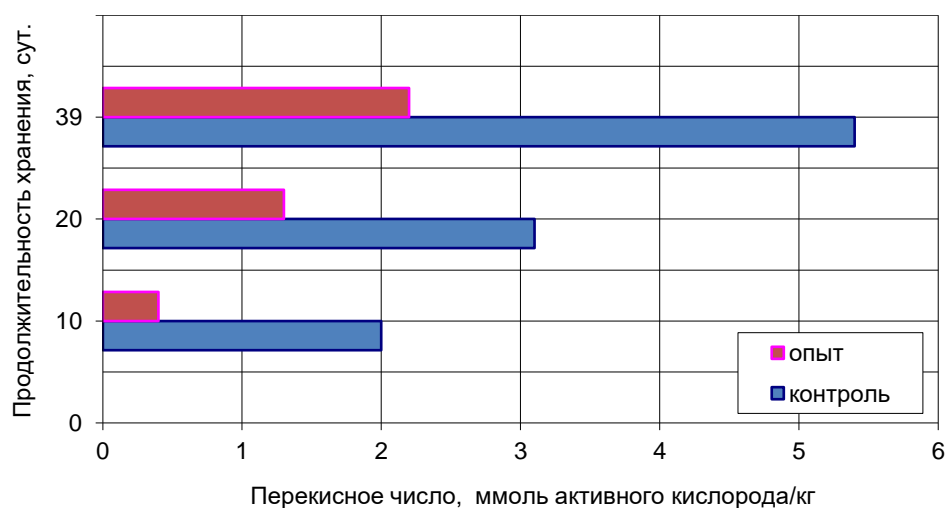


Рисунок 2 – Динамика перекисного числа контрольных и опытных образцов жира в процессе хранения

Более заметно в процессе хранения в образцах мяса возрастает перекисное число жира. Так, перекисное число жира, извлеченного из контрольных образцов охлажденного мяса после 10, 20 и 39 суток хранения, составило 2,0; 3,1 и 5,4 ммоль активного кислорода на 1 кг. Перекисное число жира, извлеченного из опытного образцово мяса через 20 и 39 суток хранения, составило, соответственно, 1,3 и 2,2 ммоль активного кислорода на 1 кг.

О сохранности белковых веществ мяса и липидных компонентов свидетельствуют такие характеристики их состава, как аминокислотный азот (ААА) и летучие жирные кислоты (ЛЖК). Установлено, что содержание ААА в контрольных образцах мяса после 10, 30 и

39 суток составляло, соответственно, 0,8; 1,2 и 2,1 мг/10 см³ вытяжки, в опытных образцах – 0,1; 0,17; 0,21 мг/10 см³ вытяжки при норме для свежего мяса – менее 1,26 мг/10 см³.

Количество ЛЖК в контрольных образцах говядины после 10, 20 и 39 суток хранения находилось на уровне 1,1; 2,3 и 3,0 мг щелочи/г, в то время как в барообработанных образцах – 0,1; 0,4 и 1,3 мг щелочи/г (при норме – не более 4 мг щелочи/г). Следовательно, обработка мяса высоким давлением позволяет обеспечить сохранность белковых и липидных компонентов, о чем свидетельствует замедленная динамика повышения содержания ААА и ЛЖК в процессе хранения в опытных образцах мяса.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРОКА ГОДНОСТИ МЯСА – БАРООБРАБОТКА В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На основании проведенных исследований установлено, что обработка мясных полуфабрикатов в вакуумной упаковке давлением 400 МПа в течение 3 минут позволяет обеспечить его сохранность. Органолептические показатели мясного сырья после 39 суток хранения соответствовали свежему мясу, микробиологические показатели и показатели окислительной порчи жира полностью удовлетворяли требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).

Таким образом, кратковременная обработка мяса давлением 400 МПа снижает скорость окислительных процессов и обеспечивает более высокую сохранность и пищевую ценность белков и липидов. Исследование показали, что обработка охлажденного мяса высоким давлением способствует увеличению его срока годности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-016-00082).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунова, Н.А. Альтернативные технологии – ультразвук в мясной промышленности / Н.А. Горбунова // Все о мясе. – 2016. – № 2. – С. 37–41.
2. Тимакова, Р.Т. Разработка методики определения поглощенных доз для разных видов радиационно-обработанного мяса / Р.Т. Тимакова, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Ползуновский вестник. – 2017. – №1 – С. 13–18.
3. Ferstl, C. Process Engineer-Aseptic. – HIGH PRESSURE PROCESSING: Insights on technology and regulatory requirements / C.Ferstl, P. Ferstl // The national food lab. – 2013. – P. 1–6.
4. Rastogi, N.K. Opportunities and Challenges in High Pressure Processing of Foods / N.K. Rastogi, K.S. Raghavarao. – Taylor & Francis Group, 2010 – P. 69–112.
5. Hoover, D.Cr. Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms / D.Cr. Hoover, Anne M. Metrick Caralyn Papineau // Food Technology. – 1989. - V. 43. – Iss. 9. - P. 99-107.
6. Chlopin, G.W. Pressure and temperature induced inactivation of microorganisms / G.W. Chlopin,

G.Z. Tamman // Hygiene Infections krankh. – 1992. – V. 45. - P. 171-179.

7. Knorr, D. Hydrostatic pressure treatment of food: microbiology / D. Knorr; G.W. Gould // New methods of food preservation. – 1995. – P. 159-175.

8. Heremans, K. High pressure effects on proteins and other biomolecules / K. Heremans // Annual Reviews in Biophysics and Bioengineering. – 1982. – V. 11. – Iss. 1. - P. 1-21.

9. Ваганов, Е.Г. Диагностика стрессов в птицеводстве и качество мяса кур с разной стрессоустойчивостью // Е.Г. Ваганов, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова, А.В. Мифтахутдинов // Ползуновский вестник. – 2016. – № 1. – С. 34–39.

10. Karłowski, K. Effects of High Pressure Treatment on the Microbiological Quality, Texture and Colour of Vacuum Packed Pork Meat Products / K. Karłowski, B. Windyga, M. Fonberg-Broczek et. al. // High Pressure Research. – 2002. – V. 22. – Iss. 3–4. – P. 725-732.

11. Zakrys, P.I. Effects of oxygen concentration on sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere / P.I. Zakrys, S.A. Hocan // Meat Scienc. – 2008. – V. 79. – P. 648–655.

12. Sullivan M.G., Kerry J.P. meat packaging// Handbook of meat processing / Toldra, F. – Chichester: John Wiley and Sons, 2009. – P. 211–230.

13. Туменов, С.Н. Совершенствование производства мясных продуктов путем применения высоких давлений / С.Н. Туменов // Обзорная информация. Мясная промышленность. – М.: АгроНИИТЭИММП. 1989. – 28 с.

14. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясопродуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.

Тихонов Сергей Леонидович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой пищевой инженерии ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62, e-mail: tihonov75@bk.ru, тел. 8 (343) 221-17-38.

Тихонова Наталья Валерьевна, д.т.н., доцент, профессор кафедры пищевой инженерии ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62, e-mail: tihonov75@bk.ru, 8 (343) 221-27-66.