

Влияние барообработки на потребительские свойства фарша куриного**В.В. Коткова**, kiki-ekb@yandex.ru*Уральский государственный экономический университет
620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62*д-р техн. наук **А.Ю. Волков**, volkov@imp.uran.ru*Институт физики металлов Уральского отделения РАН
620108, Россия, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18*

Исследовали влияние барообработки на изменение микробиологических, токсикологических и физико-химических показателей фарша куриного механической обвалки в процессе хранения. Эксперименты проводились с использованием гидростата с максимальным рабочим давлением до 250 МПа (~2500 атмосфер) и объемом контейнера 5 литров, длительность воздействия 15 минут. Хранение опытных и контрольных образцов в процессе эксперимента осуществлялось в бытовом холодильнике при температуре ($4 \pm 2^\circ\text{C}$). Установлено, что после обработки высоким давлением срок годности фарша куриного увеличивается более чем в 2 раза (по сравнению с контрольной группой). Не выявлено какого-либо негативного влияния барообработки на пищевую ценность и безопасность фарша. Доказано, что, в отличие от радуризации, органолептические свойства продукта после барообработки остаются неизменными. Показано, что барообработка – достаточно простой метод, который может быть встроен в технологическую цепочку на различных предприятиях пищевой промышленности. Использованный нами подход: пониженное давление при барообработке 250 МПа – значительно снижает затраты и, в отличие от зарубежных работ, не приводит к деградации белка (иностранные исследователи, как правило, используют давление в 500–850 МПа).

Ключевые слова: биотехнология; способы обработки пищевых продуктов; барообработка; технологический процесс; растительное и животное сырье.

DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-4-102-110

Effect of the high pressure on the consumer properties of chicken forcemeat**Victoria V. Kotkova**, kiki-ekb@yandex.ru*Ural State University of Economics
62, March 8 str., Ekaterinburg, 620144, Russia*D. Sc. **Alexey Yu. Volkov**, volkov@imp.uran.ru*Institute of Metals Physics, Ural Branch of RAS
18, S. Kovalevskaya str., Ekaterinburg, 620108, Russia*

The effect of baro-processing on the change in microbiological, toxicological, and physic-chemical parameters of chicken forcemeat during its storage is studied. The experiments were carried out using an apparatus named “hydrostat” with maximum working pressure of up to 250 MPa (~2500 atmospheres) and a container volume of 5 liters, exposure duration was 15 minutes. The storage of the experimental and control samples was carried out in a domestic refrigerator at the temperature of ($4 \pm 2^\circ\text{C}$). It is shown that the shelf life of the forcemeat increased more than 2 times after processing under high pressure (compared with the control sample). Any adverse effects of baro-processing on nutritional value and safety of the chicken forcemeat could not be identified. It is proved that, in contrast to radurization, the organoleptic properties of the baro-processing product remain unchanged. It is shown that the technique is quite simple and may be embedded in the processing chain at various plants of food industries. The approach we used – low pressure during baro-processing 250 MPa – significantly reduces cost of products. Moreover, unlike foreign techniques, this one does not lead to protein degradation (foreign researchers, as rule, use the pressure of 500–850 MPa).

Keywords: biotechnologies, food processing methods, high pressure processing, technological process, plant and animal raw materials.

Введение

Пищевые продукты в большинстве случаев являются сложными многокомпонентными коллоидными или дисперсными системами, содержащими большое количество воды в разных химических взаимосвязях с молекулами веществ системы, что является благоприятной средой для жизнедеятельности первоначальной микробной флоры. В связи с этим, сохранность пищевого сырья обусловлена тремя факторами: физиологическими особенностями, инфекционной нагрузкой и условиями хранения.

Работа современных исследователей ведется в направлении расширения арсенала физических, химических, биотехнологических и др. методов воздействия для повышения срока хранения пищевых продуктов. При этом очень важным критерием является поиск наиболее щадящего воздействия с целью сохранения безопасности продуктов и недопущения их биологического распада, перехода в новые формы или иные негативные процессы в компонентах пищевого сырья.

В настоящее время в нашей стране проводятся эксперименты по использованию, к примеру, ультразвуковых волн или ионизирующего излучения для стерилизации и безопасного консервирования мясопродуктов и полуфабрикатов на их основе [1–3]. В то же время, в России очень мало работ по барообработке пищевых продуктов, хотя за рубежом это направление развивается очень активно [4, 5]. Уже доказана его экономическая привлекательность: более 70 компаний по всему миру обрабатывают высоким давлением около 30% объема продукции мясной и молочной отраслей, а также сельхозпродукции [6]. На территории СНГ дальше всех в области барообработки различных пищевых продуктов продвинулись ученые Донецка и Луганска [7]. Можно также отметить работу, сделанную Жаксылыковой в этом направлении [8].

Как правило, в зарубежных исследованиях используются очень большие давления, превышающие 500 МПа [9]. Это не только значительно повышает стоимость оборудования (и, как следствие, обработанной продукции), но и приводит к негативным побочным эффектам. К примеру, в работе [10] установлено, что при обработке куриного мяса давлением в 850 МПа происходит деструкция белка. На основе предварительных исследований [11, 12] нами было выдвинуто предположение, что столь высокие давления при барообработке – не более чем маркетинговый ход, и некоторое снижение давления вполне возможно.

Цель данной работы состояла в сравнительном анализе физико-химических, гигиенических и некоторых других показателей фарша куриного механической обвалки с аналогичным продуктом, прошедшим барообработку при давлении 250 МПа, а также мониторинг этих показателей в течение запланированного срока хранения.

Материалы и методы

Эксперименты проводились в Институте физики металлов (ИФМ) Уральского отделения РАН на лабораторной установке под названием «гидростат». Здесь давно и достаточно успешно работают в области использования жидкости высокого давления для прессования изделий из различных порошков и гранул [13]. В лаборатории прочности ИФМ имеется несколько гидростатов, рабочий объем которых обратно пропорционален максимальному давлению в них. Описанные эксперименты проводились с использованием гидростата с максимальным рабочим давлением до 250 МПа (~2500 атмосфер) и объемом контейнера 5 литров. Фотография этого гидростата представлено на рисунке 1.

Рабочей жидкостью в данном гидростате является масло индустриальное. Перед экспериментом образец помещается в герметичную оболочку из латекса, которая передает рабочее давление на образец и одновременно предохраняет его от рабочей жидкости.

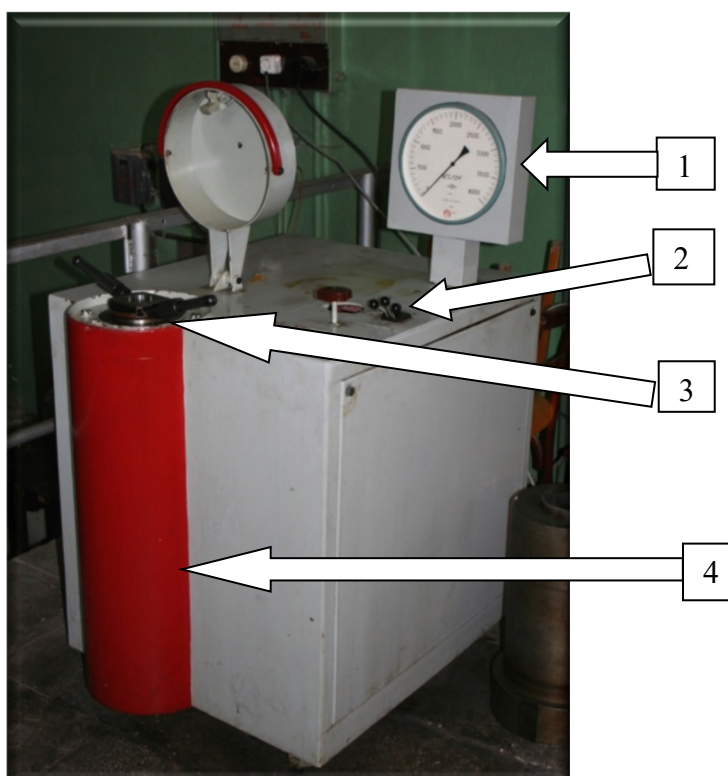


Рисунок 1 – Лабораторная установка «гидростат» и ее основные части: манометр (1), рычаги управления (2), крышка контейнера (3), контейнер (4)

Figure 1. Hydorostat experimental unit and its main parts: manometer (1), control handle (2), container lid (3), container (4)

Для исследований использовался фарш куриный механической обвалки одного из ведущих производителей куриной продукции в Свердловской области. Продукт был приобретен в день изготовления в количестве, достаточном для формирования двух групп: опытной и контрольной. Установленный производителем срок годности фарша составляет 5 суток при условии соблюдения температурно-влажностного режима хранения. Дата барообработки совпадала с датой изготовления фарша. Величина давления в ходе экспериментов составляла 250 МПа, длительность воздействия 15 минут. Хранение опытных и контрольных образцов в процессе эксперимента осуществлялось в бытовом холодильнике при температуре $(4 \pm 2^\circ\text{C})$. Масса каждого из образцов составляла $450 \div 500$ г. Внешний вид образцов, подготовленных для эксперимента, показан на рисунке 2.



Рисунок 2 – Фотография образцов фарша куриного, упакованных в латексную оболочку перед барообработкой

Figure 2. Minced chicken samples packed in a latex casing before barotreatment

Для достижения цели осуществлялся мониторинг основных нормируемых показателей (массовая доля жира, белка, влаги), проведена органолептическая оценка. Исследования показателей качества проведены в Свердловской областной ветеринарной лаборатории (аттестат аккредитации RA.RU21ПЩ09 от 03.06.2016) по стандартным методикам. Количество партий продукции, от которых отбирались пробы продукта – 3. В статье приводятся усредненные результаты.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время обработка высоким давлением доступна для использования в индустриальном масштабе пищевыми предприятиями многих западных стран. На мясоперерабатывающих предприятиях в Германии, США и Японии имеются технологические установки, там же ведутся активные эксперименты в этой области, о чем регулярно появляются сообщения в профильных научных изданиях [6, 14].

В обычных условиях хранения микрофлора мяса довольно разнообразна. При хранении вакуумированных продуктов преимущественную роль в процессе порчи играют факультативно-анаэробные лактобактерии [15]. Под их влиянием на поверхности продукта появляется слизь, возникает сначала кисловатый, а затем кислый запах; в конце порчи образуются продукты распада белковых компонентов [16].

Для предотвращения микробиологической порчи требуется воздействие величин давления, летальных или сублетальных для большинства вегетативных и/или споровых форм. Поэтому при определении величин гидростатического давления в процессе барообработки необходимо учитывать желаемый результат: пастеризация или стерилизация пищевых продуктов.

Высокое давление губительно действует на вегетативные формы микроорганизмов, споровые формы, плесени; белковые, жировые вещества и ферменты денатурируют, причем денатурация может быть обратимой, частично обратимой или необратимой, что зависит от величины нагружения и вида белка. Наибольшую резистентность к такому воздействию демонстрируют альбумины [17]. Давление порядка 500 МПа является пороговым для инактивации вегетативных форм микроорганизмов [9]. Основным фактором, определяющим степень выживаемости микроорганизмов, является нарушение или искажение межмолекулярных взаимодействий при высоких давлениях, вызывающих необратимую денатурацию клеточных белков. Давление в 850 МПа достаточно для практически полного уничтожения микроорганизмов в пище при комнатной температуре [10]. Выбор величины давления при барообработке в данной работе был сделан на основе наших предварительных экспериментов с ромштексами, изготовленных из модельного фарша [11, 12].

Таблица 1 – Органолептические показатели фарша куриного охлажденного мех. обвалки (ГОСТ Р 53163-2008)
 Table 1. Organoleptic indicators of mechanically separated chilled chicken forcemeat (State Standard P 53163-2008)

Показатель	Контрольный образец	Опытный образец
<i>В день обработки</i>		
внешний вид	тонкоизмельченная масса, пастообразная	
консистенция	вязкая, липнет к рукам	
цвет	равномерно розовый по всей массе продукта	
запах	свойственный свежему фаршу	
аромат бульона	свойственный, приятный, куриный	
<i>Через 5 суток хранения</i>		
внешний вид	тонкоизмельченная масса	тонкоизмельченная масса
консистенция	вязкая, липнет к рукам	вязкая, липнет к рукам
цвет	розовый, с наличием участков более бледного оттенка на поверхности	бледно-розовый
запах	свойственный, куриный	свойственный куриный
аромат бульона	свойственный, куриный, незначительные нотки окислившегося жира	свойственный, куриный, не выраженный
<i>Через 7 суток хранения</i>		
внешний вид	тонкоизмельченная масса, наличие выделяющейся влаги	тонкоизмельченная масса, наличие влаги
консистенция	вязкая, некоторое расслоение	вязкая
цвет	бледно-розовый, на поверхности участки обесцвечивания	бледно-розовый, с участками обесцвечивания
запах	свойственный в целом, с запахом окисления жира	свойственный
аромат бульона	явный запах окисления жира	свойственный, приятный, куриный
<i>Через 10 суток хранения</i>		
внешний вид	не определялся	тонкоизмельченная масса с незначительным выступанием влаги
консистенция	не определялась	вязкая, присутствует некоторое расслаивание
цвет	не определялся	бледно-розовый
запах	не определялся	свойственный
аромат бульона	не определялся	свойственный, куриный

Сначала были определены микробиологические и иные показатели куриного фарша непосредственно в день эксперимента. Следующие анализы были сделаны через 5 суток: хранение именно такой продолжительности производитель фарша указывает как максимальное. Затем анализы были проведены еще через 2 суток хранения. Максимальный срок хранения образцов фарша составлял 10 суток. Полученные в ходе экспериментов органолептические показатели сведены в таблицу 1.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что опытный образец фарша сохранял удовлетворительные органолептические показатели на протяжении 10 суток хранения. Этим барообработка значительно отличается от радуризации: как известно, облучение приводит к изменению цвета и вкуса продукции, а также появлению постороннего запаха [2]. К 7 суткам наблюдалось незначительное понижение интенсивности аромата бульона, что в целом не повлияло на вкусовые достоинства продукта. Контрольный образец выдержал установленный производителем 5-суточный срок хранения, но после хранения в течение 7 суток произошло заметное снижение всех показателей, появились признаки гидролиза жира, изменился цвет поверхности.

ГОСТ Р 53163-2008 устанавливает требования к нормам содержания жира, белка и влаги в фарше курином механической обвалки. На этих показателях базируется определение пищевой и энергетической ценности продукта. Динамика изменения основных нормируемых показателей в опытном и контрольном образцах (массовая доля жира, белка, влаги) представлена на рисунке 3 и 4 соответственно.

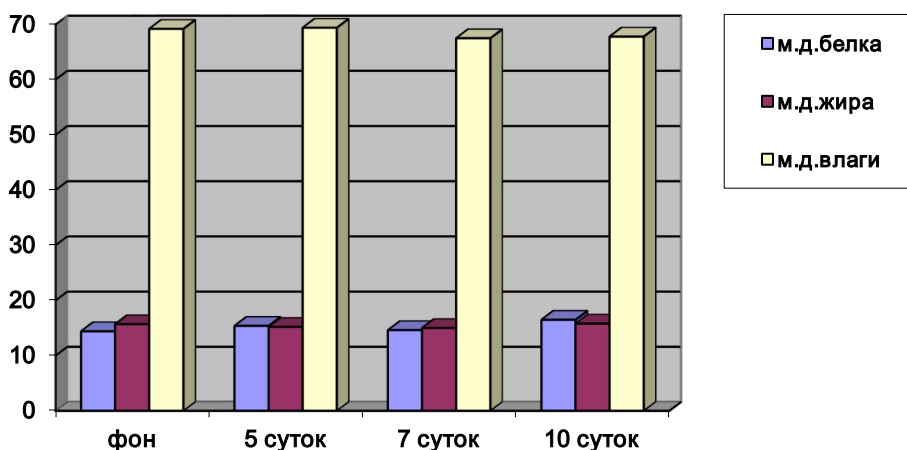


Рисунок 3 – Динамика белка, жира и влаги в фарше курином (опытный образец)
 Figure 3. Dynamics of protein, fat, and moisture content in chicken forcemeat (experimental sample)

В фарше в день изготовления м.д. белка составила 14,41%, м.д. жира – 15,7%, м.д. влаги – 69,2%, что соответствует требованиям НД для данного вида продукции. После барообработки эти значения незначительно колебались во всех контрольных точках (5, 7 и 10 суток), не превышая величин погрешностей соответствующих методов измерения. К концу срока хранения (10 суток) все значения также остались в пределах нормативных.

Динамика аналогичных показателей контрольных образцов не отличается от динамики опытной группы; все значения не выходят за рамки установленных стандартом. Фарш (контрольный образец) имеет 2 контрольных точки (фон и 5 суток), т.к. органолептические показатели снижены к концу срока хранения, установленного производителем. В соответствии с методикой МУК 4.2.1847 пищевой продукт, снизивший минимальный допустимый уровень хотя бы по одному из показателей, не подлежит дальнейшей оценке. В предыдущих исследованиях [16, 17] нами были получены неудовлетворительные результаты общей микробной обсемененности в контрольных точках, выходящих за пределы установленного срока хранения. Таким образом, срок хранения контрольного фарша не превышает 5 суток на основе биологических и микробиологических факторов. В целом, полученный результат хорошо подтверждает рекомендации производителя данной продукции.

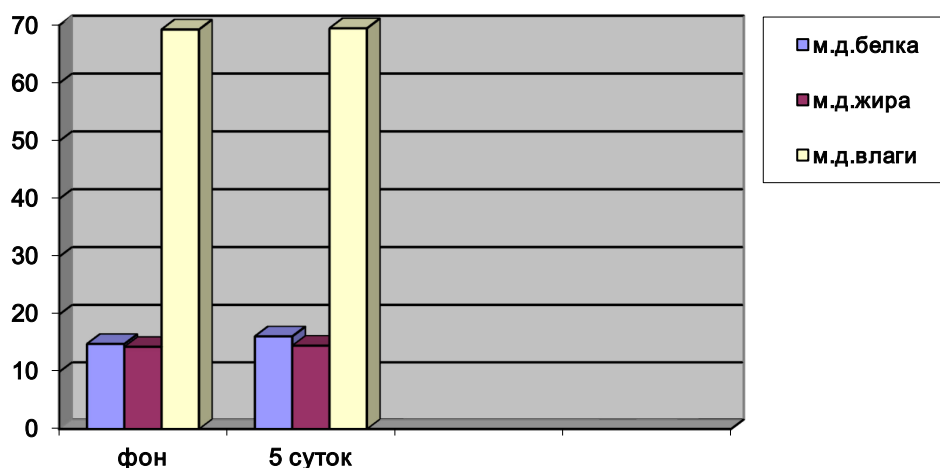


Рисунок 4 – Динамика белка, жира и влаги в фарше курином (контрольный образец)
 Figure 4. Dynamics of protein, fat, and moisture content in chicken forcemeat (control sample)

В жировой ткани сразу после убоя животного не обнаруживаются перекиси, т.к. они не являются нормальным продуктом обмена веществ. При производстве и хранении мяса и мясопродуктов возможны окислительные процессы в жире, скорость и направленность которых зависят от природных свойств сырья и условий окисления. Окислительная порча начинается с присоединения активированных молекул кислорода и образования перекисей и развивается по принципу цепной реакции.

Скорость порчи жира при хранении зависит от химического состава сырья. Многочисленными исследованиями установлены основные факторы, влияющие на подверженность жира окислению: состав жира, содержание катализаторов и легко окисляющихся металлов, а также органических веществ, содержащих железо (белков, гемоглобина и др.); парциальное давление кислорода, поверхность, находящаяся в соприкосновении с кислородом; условия хранения жиросодержащих продуктов; равновесие окислительных и антиокислительных веществ в жире.

Куриный жир имеет в своем составе большое количество непредельных жирных кислот, чем обусловлена в немалой мере его нестойкость к окислительной порче. Для определения влияния барообработки на процессы гидролиза жировых компонентов фарша были определены кислотное и перекисное числа в исследуемых объектах (таблица 2).

Таблица 2 – изменения химического состава куриного фарша (контрольный и опытный образцы)
 Table 2. – Changes of chemical composition of chicken forcemeat (control and experimental samples)

Показатель, ед. изм.	Контроль				Опыт			
	фон	5 суток	7 суток	10 суток	фон	5 суток	7 суток	10 суток
Кислотное число, мг КОН/г	2,1 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,4 ± 0,2	1,8 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,1 ± 0,2
Перекисное число, моль акт.О ₂ /кг жира	0	0	0	0	0	0	0	0

ТР ТС 034-2016 регламентирует содержание токсичных элементов в мясопродуктах, количественные значения которых также были определены нами в исследуемом фарше. Фоновые значения характеризуют содержание токсиканта в день изготовления и закладки на хранение. Как следует из данных Таблицы 3, значения как контрольной, так и опытной групп значительно ниже предельно допустимых значений во всех контрольных точках (5, 7 и 10 сутки хранения).

Таблица 3 – Содержание токсичных элементов в фарше курином (контрольный и опытный образцы)
 Table 3. The content of toxic elements in chicken forcemeat (control and experimental samples)

Показатель, мг/кг	Норма (ТР ТС 021-2011)	Контроль		Опыт			
		фон	5 суток	фон	5 суток	7 суток	10 суток
Кадмий	не более 0,05	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,02	менее 0,02
Мышьяк	не более 0,1	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01	менее 0,01
Ртуть	не более 0,03	менее 0,002	менее 0,002	менее 0,002	менее 0,002	менее 0,002	менее 0,002
Свинец	не более 0,5	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1	менее 0,1

Наряду с солями тяжелых металлов в мясе и мясопродуктах нормируется содержание хлорорганических пестицидов (ХОП). Это обусловлено способностью этой группы хлорорганических соединений концентрироваться в растительных объектах; они характеризуются высокой степенью устойчивости в ОС и сверхвыраженной кумуляцией в пищевых цепях. В мясопродуктах нормируются ДДТ и ГХЦГ. Данные по содержанию ХОП в контрольной и опытной группе фарша сразу после обработки и в течение срока хранения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание хлорорганических пестицидов в фарше курином
 Table 4. The content of chlororganic pesticides in chicken forcemeat

Показатель, мг/кг	Норма (ТР ТС 021-2011)	Контроль		Опыт			
		фон	5 суток	фон	5 суток	7 суток	10 суток
ДДТ и его метаболиты	не более 0,1	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005
ГХЦГ α-, β-, γ-изомеры	не более 0,1	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005	менее 0,005

Таким образом, исследуемый куриный фарш не имеет превышений в содержании токсичных элементов, пестицидов и хлорорганических соединений. Барообработка при 250 МПа не влечет изменений в их динамике.

Из полученных результатов следует, что барообработка не оказывает какого-либо негативного влияния на свойства фарша, определяющего его пищевую ценность и безопасность. Наоборот, обработка в заданном режиме задерживает гидролиз жировых компонентов, повышает стабильность белковых молекул, вследствие чего эти вещества дольше остаются в нативном состоянии, что, безусловно, предпочтительнее для сохранения качественного продукта и увеличения срока хранения.

Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными [5–8]. При этом отметим еще один момент: барообработка при 250 МПа, значительно увеличивая сроки хранения пищевых продуктов, не снижает их пищевую и биологическую ценность и не приводит к кулинарной готовности.

Заключение

Новизной проведенного исследования является относительно небольшая величина давления, примененного нами при барообработке. Действительно, использованное в работе давление (250 МПа) в 2–3 раза ниже, чем описано в зарубежных работах. Приступая к этому исследованию, мы полагали, что величины давления в 500–850 МПа при барообработке – не более чем маркетинговый ход, необходимый производителям для оправдания высокой стоимости оборудования.

Проведенное исследование на примере фарша куриного показало достаточно высокую эффективность барообработки при давлении 250 МПа. Установлено, что барообработка фарша не приводит к видимым колебаниям нормируемых показателей (м.д. белка, жира и влаги). Отсюда можно сделать вывод о щадящем действии барообработки на основные компоненты пищевых продуктов. Органолептическая оценка фарша, прошедшего барообработку, показала стабильность всех органолептических показателей в течение 10 суток хранения на удовлетворительном уровне.

Данное исследование проведено в порядке, установленном МУК 4.2.1847-2004 для санитарно-эпидемиологической оценки и обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов, и позволяет увеличить до 10 суток срок годности фарша куриного охлажденного механической обвалки, изготовленного с применением обработки давлением в 250 МПа в течение 15 минут.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ: грант №18-016-00082.

Литература

1. Костенко Ю.Г., Шурдуба Н.А., Шагова Т.С., Телегина М.Д., Филатов В.И. Применение ионизирующих излучений для улучшения санитарно-микробиологических показателей мяса и мясных продуктов. М.: Мясо-молочная промышленность. 1992. 32 с.
2. Орехова С.М., Нечипоренко А.П. Радуризация ткани свинины // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2014. № 1(19). С.273–283.
3. Королев А.А., Тюрина С.Б., Тришканова М.В. Анализ применения микроволнового излучения в технологиях стерилизации растительного сырья // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2019. № 3(41). С. 81–91.
4. Донскова Л.А., Коткова В.В., Волков А.Ю. Исследование биологической ценности вареных колбасных изделий, обработанных высоким гидростатическим давлением // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2017. № 4(49). С. 99–106.
5. Cheftel J.C., Culioli J. Effect of high pressure on meat: A review. *Meat Science*. 1997. V.46, no. 3, pp. 211–236.
6. Ликерт Т., Бадевин М., Форволд Г., Алберс Д., Тепфл С., Кнох А. Производство инновационных изделий из мяса с помощью высокого гидростатического давления // Мясная индустрия. 2014. № 1. С. 14–18.
7. Шелихов П.В., Гладкая А.Д., Сасина И.А. Изучение применения высокого давления как экологически безопасного способа обработки пищевых продуктов // Безопаска продуктів харчування та технологія переробки. 2010. № 5(45). С. 217–221.
8. Жаксылыкова М.О. Качественные показатели мяса при воздействии высокого гидростатического давления: автореферат дис. ... канд. техн. наук. Москва, 1994. 19 с.
9. Нога И.В. Термодинамика воздействия высокого давления и температуры на микроорганизмы и витамины // Физика и техника высоких давлений. 2006. Т. 16. № 3. С. 126–136.
10. Кудряшов Л.С., Лисицын А.Б., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Волков А.Ю., Александров А.В. Обработка охлажденного мяса высоким давлением и сроки хранения // Мясная индустрия. 2016. № 2. С. 37–40.
11. Коткова В.В., Донскова Л.А., Леспух И.Н., Волков А.Ю. Динамика микробиологических показателей при хранении мясных рубленых полуфабрикатов, обработанных высоким гидростатическим давлением // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 5. С. 33–36.
12. Донскова Л.А., Коткова В.В., Волков А.Ю. Высокое гидростатическое давление как технологический прием обеспечения качества мясных продуктов в процессе хранения // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2017. № 6(47). С. 94–100.
13. Volkov A.Yu., Kliukin I.V. Improvement the mechanical properties of pure magnesium through cold hydrostatic extrusion and low-temperature annealing. *J. Materials Science and Engineering A*. 2015. V. 627. pp. 56–60.
14. Винникова Л.Г., Прокопенко И.А. Применение высокого давления в качестве альтернативы тепловой обработки мяса птицы // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2015. № 3/10(75). С. 31–36.
15. Носкова Г.Л. Микробиология мяса при холодильном хранении. М.: Пищевая промышленность. 1972. 96 с.
16. Крисс А.Е., Коштоянц Н.Н. Изменение ультраструктуры и химического состава бактериальной клетки под влиянием высокого гидростатического давления // Микробиология. 1969. № 38. С. 108.
17. Kraft A.A. Microbiology of poultry products. *Milk and Food Technology*. 1971, V. 38, no. 1, pp. 23–29.

References

1. Kostenko Yu.G., Shurduba N.A., Shagova T.S., Telegina M.D., Filatov V.I. *Using of ionizing radiation to improve the medical and microbiological parameters of a meat and meat products*. Moscow, Miasomolochnaya promishlennost Publ., 1992, 32 p. (in Russian).
2. Orekhova S.M., Nechiporenko A.P. The radurization of pork muscle tissue. *Processes and Food Production Equipment*. 2014, no. 1(19), pp. 273–283 (in Russian).
3. Korolev A.A., Tiurina S.B., Trishkanova M.V. The application of microwave radiation for sterilization of plant raw materials. *Processes and Food Production Equipment*. 2019, no. 3(41), pp. 81–91 (in Russian).
4. Donskova L.A., Kotkova V.V., Volkov A.Yu. A study of the biological value of cooked sausages treated under high hydrostatic pressure. *Bulletin of Buryat State Academy of Agriculture*. 2017, no. 4(49), pp. 99–106 (in Russian).
5. Cheftel J.C., Culioli J. Effect of high pressure on meat: A review. *Meat Science*. 1997. V.46, no. 3, pp. 211–236.
6. Licert T., Badevin M., Forvolt G., Albers D., Tepfl S., Knoch A. Production of innovative meat products using high hydrostatic pressure. *Meat Industry Journal*. 2014, no. 1, pp. 14–18 (in Russian).
7. Shelichov P.V., Gladkaya A.D., Sasina I.A. The study of the use of high pressure as an environmentally friendly way of processing food. *Food Safety and Processing Technology*. 2010, no. 5(45), pp. 217–221 (in Russian).
8. Ghaksilikova M.O. Quality of a meat exposed under high pressure. *Candidate's thesis*. Moscow. 1994 (in Russian).
9. Noga I.V. Thermodynamics of the effects of high pressure and temperature on microorganisms and vitamins. *Physics and High Pressure Technology*. 2006, V. 16, no. 3, pp. 126–136 (in Russian).

10. Kudrishov L.S., Lisichin A.B., Tichonov S.L., Tichonova N.V., Volkov A.Yu., Aleksandrov A.V. High pressure processing of a cooled meat and shelf life. *Meat Industry Journal*. 2016, no. 2, pp. 37–40 (in Russian).
11. Kotkova V.V., Donskova L.A., Lespuch I.N., Volkov A.Yu. Dynamics of microbiological parameters during storage of meat minced semi-finished products processed under high hydrostatic pressure. *International Journal of Applied and Basic Research*. 2018, no. 5, pp. 33–36 (in Russian).
12. Donskova L.A., Kotkova V.V., Volkov A.Yu. High hydrostatic pressure as a technological way to ensuring the quality of meat products during their storage. *Technology and Merchandising of the Innovative Foodstuff*. 2017, no. 6(47), pp. 94–100 (in Russian).
13. Volkov A.Yu., Kliukin I.V. Improvement the mechanical properties of pure magnesium through cold hydrostatic extrusion and low-temperature annealing. *J. Materials Science and Engineering A*. 2015. V. 627. pp. 56–60.
14. Vinnikova L.G., Prokopenko I.A. The use of high pressure as an alternative to the heat treatment of poultry meat. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2015, no. 3/10(75), pp. 31–36 (in Russian).
15. Noskova G.L. Microbiology of a meat during refrigerated storage. Moscow, Pischevaya promislennost Publ., 1972, 96 p. (in Russian).
16. Kriss A.E., Koshtoyanch N.N. Changes in the ultrastructure and chemical composition of a bacterial cell under the influence of a high hydrostatic pressure. *Microbiology*. 1969, no. 38, pp. 108 (in Russian).
17. Kraft A.A. Microbiology of poultry products. *Milk and Food Technology*. 1971, V. 38, no. 1, pp. 23–29.

Статья поступила в редакцию 05.11.2019