

УДК 641.1.004.12

ББК 36.1

В-67

*Волков Алексей Юрьевич, доктор технических наук, заведующий лабораторией прочности Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук; тел.: 8(343)2211722; e-mail: [volkov@imp.uran.ru](mailto:volkov@imp.uran.ru);*

*Донскова Людмила Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Товароведение и экспертиза» Института торговли, пищевых технологий и сервиса Уральского государственного экономического университета; тел.: 8(343)2211722; e-mail: [cafedra@list.ru](mailto:cafedra@list.ru);*

*Коткова Виктория Викторовна, аспирант кафедры «Товароведение и экспертиза» Института торговли, пищевых технологий и сервиса Уральского государственного экономического университета; тел.: 8(343)2211722; e-mail: [kiki-ekb@yandex.ru](mailto:kiki-ekb@yandex.ru)*

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ  
ПРОДУКТОВ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ИХ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ**

(рецензирована)

*Обработка пищевых продуктов высоким гидростатическим давлением в качестве способа, позволяющего увеличить свойство сохраняемости, рассмотрена авторами в контексте обеспечения качества и безопасности мясных продуктов. Исследованиями различных авторов собрана доказательная база о пригодности данного метода обработки в целях увеличения сроков хранения. Собственные исследования подтверждают данное положение, а сформированный авторами алгоритм оценки свойств мясных продуктов позволяет провести комплексные исследования и определить степень воздействия на функциональные свойства.*

**Ключевые слова:** *технологические решения, обработка, высокое гидростатическое давление, алгоритм, качество, безопасность, мясные продукты*

*Volkov Alexey Yurievich, Doctor of Technical Sciences, head of the Strength Laboratory of the Institute of Physics of Metals named after M.N. Mikheev, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; tel: 8 (343) 2211722; e-mail: [volkov@imp.uran.ru](mailto:volkov@imp.uran.ru);*

*Donskova Lyudmila Alexandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor of the Department of Commodity and Expertise of the Institute of Commerce, Food Technologies and Services of the Ural State University of Economics; tel.: 8 (343) 2211722; e-mail: [cafedra@list.ru](mailto:cafedra@list.ru);*

*Kotkova Victoria Victorovna, a post graduate student of the Department of Commodity and Expertise of the Institute of Commerce, Food Technologies and Services of the Ural State University of Economics; tel.: 8 (343) 2211722; e-mail: [kiki-ekb@yandex.ru](mailto:kiki-ekb@yandex.ru)*

**TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN FOOD PRODUCTION IN THE  
CONTEXT OF ENSURING THEIR QUALITY AND SAFETY**

(reviewed)

*Food processing with high hydrostatic pressure has been considered by the authors as a way to increase the preservation ability in the context of ensuring the quality and safety of meat products.*

*Various authors have conducted research and collected evidential basis on the suitability of this processing method to increase shelf life. The research confirms this statement, and the algorithm formed by the authors for assessing the properties of meat products allows to conduct comprehensive studies and determine the degree of impact on functional properties.*

**Keywords:** *technological solutions, processing, high hydrostatic pressure, algorithm, quality, safety, meat products.*

Продовольственный бизнес, в отличие от других видов, характеризуется наличием специфического риска, связанного с безопасностью пищевых продуктов, потеря которой может привести к негативным последствиям, как для потребителей, так и для бизнес-структур. Наличие сильной и эффективной системы управления безопасностью пищевых продуктов является признаком устойчивости бизнеса и способствует повышению доверия к нему со стороны всех субъектов.

ФАО/ВОЗ определили 10 фактов о безопасности пищевых продуктов, среди которых на первое место выдвигаются болезни пищевого происхождения, проблемы здоровья в длительной перспективе, уязвимость отдельных групп населения, глобализация проблемы, ее взаимосвязь с экономикой и другие. При этом проблема обеспечения безопасности пищевых продуктов, подчеркивается в документах ФАО/ВОЗ, многопрофильная и многосекторальная, и у каждого участника продовольственной цепи – от производителя до потребителя – есть своя роль в обеспечении безопасности пищевых продуктов [1].

В оценке безопасности пищевых продуктов, важным этапом является определение и анализ содержания токсикантов, поступающих с продуктами питания [2]. Поэтому важно обеспечить, чтобы потребляемые пищевые продукты не были загрязнены потенциально опасными бактериями, вирусами, токсинами и химическими веществами.

Вместе с тем, постоянно возникают новые угрозы безопасности пищевых продуктов. Рост численности населения, изменения в окружающей среде и глобальные климатические изменения, новые и вновь возникающие патогены, бактериальная резистентность, изменения в технологии производства пищевых продуктов – все эти факторы создают проблемы для существующих систем безопасности пищевых продуктов.

Заражение продуктов питания может произойти на любом этапе производственно – сбытовой цепи, и главная ответственность за обеспечение безопасности лежит на производителях продуктов питания [2]. В связи с чем, необходимо подчеркнуть, что важными и многообразными являются проблемы, связанные с технологическими процессами в пищевом производстве в контексте обеспечения качества и безопасности выпускаемой продукции. Продовольственный рынок более чем на 95% формируется пищевыми продуктами, произведенными предприятиями пищевой отрасли, а, следовательно, выпуск в достаточном количестве качественных и безопасных продуктов является одной из стратегических и тактических целей пищевой индустрии. Вместе с тем, имеются все основания предполагать, что производство, которое должно определяться структурой рыночного спроса на пищевые продукты, стало существовать отдельно от него,

искажаясь под влиянием различных факторов. Современные методы производства пищевых продуктов являются результатом прогресса в научных исследованиях. К традиционным методам сушки, копчения, консервирования в последнее десятилетие добавились новые технологии переработки пищевых продуктов, которые делают продукты более привлекательными. Век прогресса и современных технологий, однако, повлек ряд проблем. Новые технологии, подчеркивается в документе ФАО/ВОЗ [3], такие как генная инженерия, облучение пищевых продуктов, нагревание под воздействием электрического тока, могут использоваться для увеличения объемов сельскохозяйственной продукции и сроков хранения, и их потенциальная польза огромна. Однако потенциальные последствия применения этих технологий в течение последнего времени являются и предметом озабоченности людей во всем мире. Стремление производителей к быстрой коммерциализации выпускаемых продуктов заставляет их прибегать к использованию упрощенных и сокращенных пищевых технологий, прибегать к непроверенным и доказанным наукой методам производства, что может составлять неотъемлемую часть картины нездоровья человека, связанного с пищевыми продуктами. Современные структуры производства не имеют долгосрочной перспективы в таких аспектах, как воздействия на окружающую природную среду, структуру распределения продовольствия, воздействия на производителей и их сообщества, воздействия на здоровье населения и гигиену труда, и главное, воздействия на питание и безопасность пищевых продуктов [4].

Целью настоящих исследований, основные положения которых отражены в настоящей статье, является разработка алгоритма оценки обработки пищевых продуктов высоким гидростатическим давлением, на примере мясных товаров, и практическая его реализация<sup>1</sup>.

Из всех продуктов питания наибольший потенциальный риск для потребителя несут пищевые продукты животного происхождения, что связано в первую очередь с тем обстоятельством, что более 80 % заболеваний человека и животных, вызываются одними и теми же болезнетворными агентами [5]. Микробные контаминанты пищевых продуктов, в том числе мясных продуктов, являются наиболее значимым фактором биологической опасности. По данным С.А. Шевелевой, микроорганизмы – вторая наиболее частая после недоедания, причина в мире заболеваний, связанных с пищей, 30% населения развитых стран ежегодно страдает от пищевых инфекций, а в Российской Федерации 82 % вспышек заболеваний имеет микробную природу [6]. Отсюда и научный и практический интерес к поиску способов обработки, снижающих риск микробных контаминантов пищи, одним из которых является метод обработки высоким гидростатическим давлением.

Ряд биологических явлений, связанных с воздействием давления на микроорганизмы, становятся широко известными уже в 1914 году, а в 1974 году на ежегодной конференции в институте пищевых технологий профессор Wilson представил работу о совместном использовании давления и температуры как метода консервирования пищевых продуктов [7]. В промышленных масштабах, данный способ воздействия на продукты питания был внедрен в 1980-х годах XX века пищевой промышленностью Японии на основе достижений в технологии прочных металлов.

---

<sup>1</sup> Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект №18-016-00082 «Влияние обработки высоким гидростатическим давлением (до 10000 атмосфер) на физические свойства, микробиологические показатели и сроки хранения различных пищевых продуктов»).

Для оценки технологических процессов и операций могут быть использованы различные критерии, выбор которых определяется целями и задачами проводимых исследований. Технологическая операция или технологический процесс могут оцениваться по производительности, энергозатратам, по работоспособности и др. [8]. В пищевой отрасли, по мнению авторов, в качестве основного критерия должен еще находиться критерий оценки соответствия продукта предъявляемым требованиям к его функциональному назначению и органолептическим свойствам.

В качестве объектов исследования были выбраны мясной фарш, полуфабрикаты мясные фаршевые и готовые мясные продукты – вареные колбасные изделия. Подготовленные объекты загружались в рабочую камеру лабораторной установки, заполненной смесью масел и глицерина, камера герметично закрывалась и в ней создавалась давление, величина которого контролировалась манометром, расположенным на внешней стороне установки. Для экспериментального воздействия было выбрано статическое давление величиной 600 МПа, продолжительность воздействия составляла 1 минуту. Гидростатическая обработка мясных продуктов высоким давлением проводилась на лабораторной установке, разработанной в институте физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург).

В качестве критериев оценки воздействия способа обработки на мясные продукты, с целью увеличения способности к сохранности, были выбраны микробиологические показатели, которые выполняют несколько функций: являются показателями гигиены производства, безопасности и сохранности. Учитывая, совокупность потребительских свойств, и, прежде всего, функциональное назначение мясных продуктов, для оценки способа обработки мясных продуктов высоким гидростатическим давлением был сформирован алгоритм, в соответствии с которым проводились и продолжают исследования и планируется оценка используемого метода.

При этом, воздействие высокого гидростатического давления на функциональность продукта, которая для мясных продуктов выражается его биологической ценностью – количеством и качественной характеристикой белкового компонента, определяется по схеме, представленной в таблице 2.

1. Алгоритм оценки мясных продуктов, подвергнутых воздействию высоким гидростатическим давлением

Потребительские свойства 1-го уровня мяса и мясных продуктов	Показатели, характеризующие потребительские свойства 2-го уровня	Показатели, характеризующие потребительские свойства 3-го уровня	Показатели, характеризующие потребительские свойства 4-го уровня
<b>Свойства назначения</b>	<b>Показатели функционального назначения:</b>		
	химический состав	содержание основных веществ в продукте	содержание белков, жиров, минеральных веществ (%)
	пищевая ценность	энергетическая	• калорийность
		биологическая	• количественное и качественное определение

			белка и жира
		органолептическая	• внешний вид, вкус и запах, консистенция, цвет, сочность (перечень определяется конкретным продуктом); дегустационная оценка
		безопасность	• содержание тяжелых металлов, пестицидов и др. (в соответствии с ТР ТС 021/2011)
	<b>Показатели классификационного назначения</b>		
	принадлежность продукта к определенной классификационной группировке	• принадлежность вида по термической обработке, сырьевому признаку и т.д.	• содержание мяса (в соответствии с ТР ТС 034/2011)
<b>Свойства надежности</b>	<b>Общие показатели надежности: долговечность безотказность, сохраняемость, ремонтпригодность</b>		
	сохраняемость	условия и сроки хранения	• микробиологические показатели
<b>Технологические свойства</b>	приемлемость для производства (фарши)	прочность структуры и консистенцию продукта, обеспечение желаемой структуры и свойств продукта	• влагоудерживающая способность (ВУС), pH, предельное напряжение сдвига

Таблица Таблица 2. Критерии оценки биологической ценности [9]

Критерии	Показатели
<b>Биологическая ценность</b>	
Биологическая полноценность продукта	Содержание белка и аминокислотный состав продукта. Сбалансированность аминокислотного состава. Коэффициент утилитарности аминокислотного состава ( $K_{уас}$ ). Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС). Биологическая ценность белка (БЦ) Коэффициент сопоставимой избыточности (G).
Биологическая эффективность жира	Содержание жира. Жирнокислотный состав и соотношение жирных кислот – НЖК:МНЖК:ПНЖК. Содержание олеиновой, линолевой и линоленовой кислот. Содержание низкомолекулярных насыщенных жирных кислот. Количество транс-изомеров жирных кислот. Отношение содержания линолевой и линоленовой кислот, линолевой и олеиновой, олеиновой, линолевой и пентадециловой со стеариновой кислотой.

Проведенные исследования по разработанному алгоритму на примере готовой продукции – вареные колбасные изделия сосиски «Докторские», подтвердили рабочую

гипотезу о положительном воздействии высокого гидростатического давления и его возможности использования в целях повышения сроков хранения. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты исследования высокого гидростатического давления на вареные колбасные изделия – сосиски «Докторские»

Показатель	Характеристика контрольного образца	Характеристика опытного образца (давление 600 МПа, 1 мин.)
Содержание влаги, %	62,58±0,2	56,99±0,2
Содержание белка, г на 100 г продукта	9753,22±770,07	11032,02±852,39
Аминокислотный скор, %	116,6	121,1
Коэффициент разбалансированности аминокислотного состава (КРАС)	33,7	29,5
Биологическая ценность исследуемого белка	66,3	70,5
Коэффициент утилитарности аминокислоты (метионин + цистин)	0,7	0,7
Показатель сопоставимой избыточности	0,15	0,12
Микробиологические показатели: - в течение 72 часов хранения (определено производителем) КМАФАнМ, КОЕ/г, не более 1*10 <sup>3</sup> БГКП (не допускается в 1 г)	1,5*10 <sup>2</sup> КОЕ/г не выделены	1,5*10 <sup>2</sup> КОЕ/г не выделены
- через 25 суток после окончания срока годности		
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более 1*10 <sup>3</sup> БГКП (не допускается в 1 г)	2,7*10 <sup>2</sup> КОЕ/г не выделены	не выделены не выделены
Органолептические показатели (9-ти балльная шкала)	7,5	7,5

Таким образом, в отличие от проведенных исследований в разное время [10, 11], наши исследования предусматривают комплексный подход и позволяют определить заявленного способа обработки не только на реализацию главной цели – повышение сроков хранения, но и позволяют охватить целый комплекс показателей, характеризующих функциональное назначение продукта. Кроме того, если отдельные исследователи в качестве объекта выбирали либо сырье, либо готовый продукт, выбор наших объектов исследований – сырье (фарш) – мясные полуфабрикаты – готовая продукция (из фарша) позволят выбрать рациональный подход к использованию высокого гидростатического давления на определенном этапе технологического процесса в мясном производстве.

#### *Литература:*

1. Нутрициология – 2040. Горизонты науки глазами ученых / под ред. В.В. Бессонова, В.Н. Княгинина, М.С. Липецкой. Санкт-Петербург: Северо-Запад, 2017. 105 с.
2. Лаврухина О.И. Риски загрязнения пищевых продуктов на различных стадиях их производства / О.И. Лаврухина [и др.] // Ветеринария сегодня. 2017. №3(22). С. 33-39.

3. Глобальная стратегия ВОЗ в области безопасности пищевых продуктов. Более безопасная пища ради лучшего здоровья [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.who.int/publications/list/9241545747/ru>
4. Питание и здоровье в Европе: новая основа для действий / под ред. Aileen Robertson [etc] // Региональные публикации ВОЗ. Европейская серия. 2005. №96. 525 с.
5. Заболотных М.В. Качество и безопасность сырья и пищевых продуктов в современных условиях // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014. №3(15). С. 29-32.
6. Шевелева С.А. Пищевая безопасность [Электронный ресурс]. Режим доступа [http://www.cryovac.com/eu/event\\_presentation/4\\_Food\\_safety\\_Sheveliova.pdf](http://www.cryovac.com/eu/event_presentation/4_Food_safety_Sheveliova.pdf)
7. Wilson D.C. High pressure sterilization // 34th Annual Meeting of the Institute of Food Technologist. New Orleans, LA. May, 1980. P. 12-15.
8. Слесаренко И.Б., Слесаренко В.В. Исследование ресурсо- и энергосберегающих технологий в пищевой промышленности [Электронный ресурс] // Фундаментальные исследования. 2008. №5. С. 46-47. Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=3037> (дата обращения: 02.05.2018).
9. Донскова Л.А., Зуева О.Н. Белковый компонент как показатель функционального назначения и качества мясных продуктов: характеристика и методология оценки // [Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов](#). 2016. №3(38). С. 73-79.
10. Жаксылыкова М.О. Качественные показатели мяса при воздействии высокого гидростатического давления: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. Москва, 1994. 19 с.
11. Туменев С.Н. Обработка мясных продуктов давлением: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04. Москва, 1993. 48 с.

#### **Literature:**

1. *Nutriciology - 2040. Horizons of science through the eyes of scientists / ed. by V.V. Bessonov, V.N. Knyagin, M.S. Lipetskaya. St. Petersburg: North-West, 2017. 105 p.*
2. *Lavrukhina O.I. Risks of food contamination at various stages of their production / O.I. Lavrukhina [et al.] // Veterinary today. 2017. № 3 (22). P. 33-39.*
3. *WHO global food safety strategy. Safer food for better health [Electronic resource]. Access Mode: <http://www.who.int/publications/list/9241545747/en>*
4. *Nutrition and health in Europe: a new basis for action / ed. by Aileen Robertson [etc] // WHO Regional Publications. European series. 2005. No. 96. 525 p.*
5. *Zabolotnykh M.V. Quality and safety of raw materials and food products in modern conditions // Bulletin of Omsk State Agrarian University. 2014. № 3 (15). P. 29-32.*
6. *Sheveleva S.A. Food safety [Electronic resource]. Access Mode [http://www.cryovac.com/eu/event\\_presentation/4\\_Food\\_safety\\_Sheveliova.pdf](http://www.cryovac.com/eu/event_presentation/4_Food_safety_Sheveliova.pdf)*
7. *Wilson D.C. High pressure sterilization // 34th Annual Meeting of the Food Technologist. New Orleans, LA. May, 1980. P. 12-15.*
8. *Slesarenko I.B., Slesarenko V.V. Study of resource and energy saving technologies in food industry [Electronic resource] // Fundamental research. 2008. No. 5. P. 46-47. Access mode: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=3037> (appl. date: 05/02/2018).*

9. Donskova L.A., Zueva O.N. *A protein component as an indicator of the functional purpose and quality of meat products: a characteristic and assessment methodology // Technology and commodity research of innovative food products. 2016. № 3 (38). P. 73-79.*

10. Zhaksylykova M.O. *Quality indicators of meat when exposed to high hydrostatic pressure: an abstract of the dis. ... Cand. of Tech. Sciences: 05.18.04. Moscow, 1994. 19 p.*

11. Tumenev S.N. *Treatment of meat products with pressure: an abstract of dis. ... Dr. of Techn. Sciences: 05.18.04. Moscow, 1993. 48 p.*