УДК 664.8/.9

Увеличение сроков хранения полуфабрикатов животного происхождения путем воздействия низкотемпературной плазмой

Бадмаева Ирина Ильинична
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»
Адрес: 670013, город. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В
E-mail: bii75@mail.ru

Гомбоева Саяна Владимировна
кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»
Адрес: 670013, город. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В
E-mail: s.gomboeva@mail.ru

Продукты питания могут быть причиной возникновения пищевых отравлений организма человека. В связи с этим необходимо уделять особое внимание на их качество. В процессе хранения продуктов питания животного происхождения возможны изменения, нарушающие безопасность их сохранения. Для обеспечения безопасного хранения продуктов в пищевой промышленности и общественном питании используются различные приемы: низкие или средние температуры, вакуумирование, обработка консервантами. Однако перечисленные способы воздействия на пищевые продукты не всегда обеспечивают полную сохраняемость качественных и микробиологических характеристик.

Цель работы: исследовать воздействия низкотемпературной аргоновой плазмы, генерируемой слаботочными высоковольтными разрядами при атмосферном давлении, на продолжительность хранения мелкокускового полуфабриката из продукта животного происхождения на примере речной и морской рыбы и мяса говядины. Работа выполнена в лабораториях Бурятского научного центра и Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. Для определения общего микробного числа (ОМЧ) применяли традиционные методы исследования. Натуральные мелкокусковые полуфабрикаты из мяса и рыбы обрабатывались низкотемпературной аргоновой плазмой и подвергались последующему хранению в охлажденном состоянии. По истечению 3, 5 и 7 дней определялись показатели ОМЧ, которые показали в течение всего периода замедленный рост микроорганизмов на исследуемых объектах по сравнению с контрольным образцом. И только по истечению 7 дней наблюдалось превышение допустимого значения ОМЧ. Авторы считают возможность предварительной обработки полуфабрикатов из рыбы и мяса низкотемпературной аргоновой плазмой с целью увеличения продолжительности хранения без изменения натуральных пищевых свойств перспективной.

Ключевые слова: низкотемпературная плазма, плазменные струи, микроорганизмы, продукты животного происхождения, мелкокусковой полуфабрикат, сроки хранения

Одной из основных задач в пищевой промышленности и общественном питании является сохранение качества продуктов животного происхождения и полуфабрикатов из них в процессе хранения.

В настоящее время ведутся исследования по применению низкотемпературной плазмы в различных областях. В медицине ее использование обусловлено стерилизующими свойствами; в легкой промышленности – для совершенствования технологии отделки льняных материалов; способа крашения шерсти и колорирования тканей, отделки текстильных материалов, разработки композиций для отделки кож; в металлургии применяется плазменная резка, переплавка; в сельском хозяйстве – для активации роста посадочного материала. Учеными проводятся исследования

по расширению путей использования плазмы и в других областях.

Особый интерес вызывает возможности применения плазмы в пищевой промышленности. Известны результаты применения холодной аргоновой плазмы в пищевой промышленности зарубежных ученых N.N. Misra, L. Han, B.K. Tiwari, P. Bourke, P.J. Cullen (Misra, 2018; Sarangapani, 2018). В России данные исследования находятся в начальной стадии. Известны результаты полученные группой ученых из ГНЦ прикладной микробиологии и биотехнологии и Троицкого института инновационных и термоядерных исследований по применению низкотемпературной плазмы для биодеконтаминации пищевых продуктов (Кобзев, 2014). Ученые Кубанского государственного технологического университета изучают возможность стерилизации консервов холодной аргоновой плазмой, а так же способы обеспечения микробиологической безопасности комбинированных продуктов питания функционального назначения (Бархатова, 2017).

Целью нашей работы являлось определение сроков хранения полуфабрикатов из рыбы и мяса низкотемпературной аргоновой плазмой генерируемой слаботочными высоковольтными разрядами с сохранением качества и безопасности.

Методы

Для определения влияния низкотемпературной плазмы на устойчивость продуктов при хранении использовали нарезанные кусочки морской и речной рыбы из филе без кожи и костей массой по 10 г. Для аналогичных исследований по мясу животных использовали натуральные мелкокусковой полуфабрикат массой – кубики мяса 20-30 г, приготовленный из лопаточной части туши говядины.

Исследования по определению влияния низкотемпературной плазмой на различные микроорганизмы (Семенов, 2014) позволяют выявить наиболее эффективные параметры отработки исследуемых образцов: сила тока – 1,5 мкА, а поток газа – 750 м^3/ч.

В настоящей работе объектами исследования были натуральные мелкокусковые полуфабрикаты из морской и речной рыбы (сельдь и омуль) и мяса животных (говядины).

Опытные образцы мелкокусковых полуфабрикатов из рыбы и мяса подвергали обработке плазменными струями слаботочной искры в рабочем объеме плазменной установки в течение 1, 3, 5 мин в пятикратной повторности. После чего образцы хранились в холодильной камере при температуре 0°С в открытых контейнерах. На 3, 5 и 7 день производился посев и подсчет бактерий в 1 г образца на питательной среде в чашках Петри.

Гигиеническая экспертиза продуктов питания проводилась по показателям содержания мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»).

Оценку качества исследуемых образцов проводили по органолептическим и микробиологическим характеристикам.

Результаты

Рыба и мясо относятся к скоропортящимся продуктам, которые требуют определенных условий для сохранения своих товарных свойств. Как правило, эти условия обеспечиваются при температурах ниже нулевой отметки, которые способствуют анабиозу микроорганизмов, вызывающих порчу. В противном случае, при положительных температурах и рыба и мясо уже через один час являются благоприятной средой для развития микроорганизмов, способствующих ухудшению качества и безопасности продукта и могут являться причиной пищевых отравлений у человека.

Создание условий сохранности пищевого сырья животного происхождения и продукции его переработки требует определенных затрат на всем периоде хранения: специализированое оборудование, электроэнергия, упаковка, которые влияют на себестоимость продукции в сторону увеличения.

Условия хранения при низких температурах рыбы и мяса, а также полуфабрикатов из данного сырья можно подразделить на следующие условные группы:

- охлаждение – температурный уровень (4±2)°С – 1-2 суток;
- замораживание – температурный уровень минус 18°С – 12 суток;

- «шоковое» замораживание – температурный уровень ниже минус 30°С – до 6 месяцев.

Увеличить период хранения в первых двух случаях возможно при полной или частичной стерилизации микрофлоры в продукте. Достичь данного эффекта возможно при обработке кулинарных полуфабрикатов из продуктов животного происхождения низкотемпературной плазмой.

Результаты микробиологического исследования обработанных образцов морской и речной рыбы в период хранения показали замедленный рост микробных клеток, по сравнению с контролем. При этом оптимальное время обработки составило 3 мин, при которых микрофлора стабильно ниже контроля. Продолжительность обработки плазмой в течение 1 и 5 минут показывает завышенные значения колониеобразующие единиц (КОЕ) в период хранения, что свидетельствует об активации патогенных микроорганизмов. Отмечается также сохранения кусочками рыбы формы, цвета, консистенции.

Исследования мясных образцов так же показали эффективность обработки низкотемпературной плазмой. Полученные результаты свидетельствуют о стабильном снижении микробиологической обсемененности в 1,5-2 раза у образцов подвергнутых обработке в выбранных временных промежутках. Стоит обратить внимание и на не значительное повышение общего микробного числа в период хранения мяса. При этом мяса сохранило форму нарезки, не наблюдалось изменение запаха и цвета.

Проведенные исследования показывают возможность хранения мясных и рыбных натуральных полуфабрикатов до 7 суток. Данный период характеризуется сохранением качества и безопасности исследуемых образцов по органолептическим показателям, сохранением меньшего значения ОМЧ чем в допустимом контрольном образце и не превышающем нормируемого значений по данному показателю Технического регламента таможенного союза.

Обсуждение

Ранние наши исследования продуктов растительного происхождения представили положительные результаты и доказали возможность использования низкотемпературной плазмы в качестве бактерицидного агента для сохранения качества и безопасности (Гомбоева, 2017).

Стоит отметить, что продукты животного происхождения имеют различную физиологическую структуру, вследствие разной среды обитания, условий и состава пищи, принадлежности к различным видам и семействам. У рыбы мышечные волокна объединяются соединительной тканью (эндомизием) образуя параллельными пучками, зигзагообразные миокомы, которые соединяясь друг с другом поперечными прослойками соединительной ткани (септами) и образуют мышцы. Немного иное строение имеет мясо животных, где основой является мышечная ткань, но и наблюдается значительное содержание соединительной и жировой тканей, по сравнению с рыбой. Мышечные волокна животных значительно длиннее, до 15 см в длину, образуют пучки, покрытые оболочкой

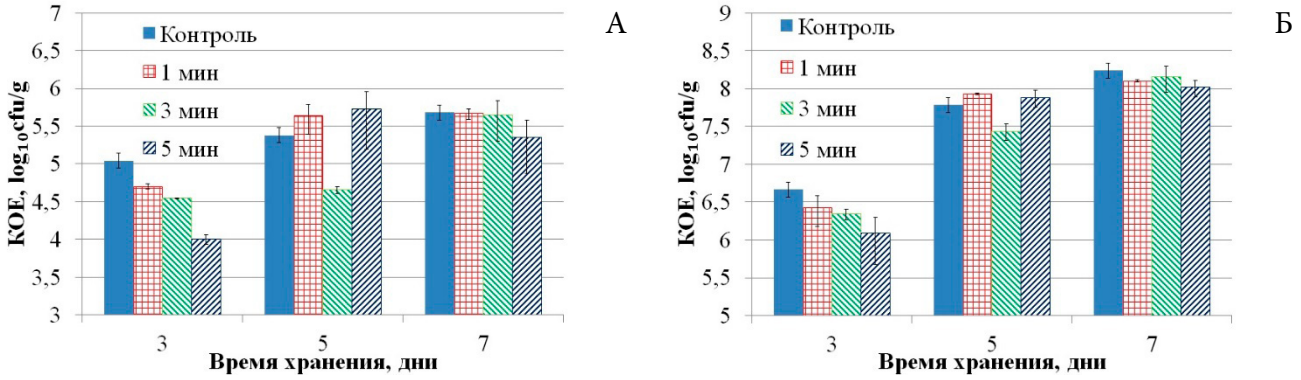

Рисунок 1. Динамика роста КОЕ в исследуемых образцах рыбы.

А) Количество бактерий в морской рыбе в контроле и после обработки низкотемпературной аргоновой плазмой t = 1 мин, 3 мин, 5 мин.

Б) Количество бактерий в речной рыбе в контроле и после обработки низкотемпературной аргоновой плазмой t = 1 мин, 3 мин, 5 мин.

соединительной ткани. В свою очередь первичные пучки объединяются во вторичные, которые, в свою очередь, образуют третичные пучки и т. д. Группа пучков образует отдельную мышцу, которая покрыты плотными соединительными пленками — фасциями.

Полученные результаты динамики роста КОЕ в исследуемых образцах морской и речной рыбы показал, что наиболее эффективным временем обработки низкотемпературной аргоновой плазмой является 3 минуты.

Анализ полученных данных по исследуемым образцам, подвергнутых обработке низкотемпературной плазмой в течение 3 минут свидетельствует о том, что количество бактерий в морской рыбе составило 4,5×104 КОЕ/г, что в 3 раза меньше, чем в контроле и в 2,2 раза меньше регламентируемого значения (ТР ТС 021/2011), а в речной – 6,34×104 КОЕ/г, что в 3 раза меньше, чем в контрольном образце, и в 1,6 раза меньше нормы. Через 5 дней количество бактерий в морской рыбе составило 4,69×104 КОЕ/г (в 10 раз меньше, чем в контроле), а в речной 7,43×104 КОЕ/г (в 1,6 раз меньше, чем в контроле). Количество бактерий на 7 день в морской рыбе составило 5,63×104 КОЕ/г, это в 0,1 раза меньше, чем в контрольном образце, и в 2 раза меньше нормы, а в речной рыбе составило 8,15×104 КОЕ/г, что в 0,4 раза меньше, чем в контрольном образце и в 1,2 раза меньше нормы.

Аналогичные исследования по обработке плазмой мясных полуфабрикатов показывают наиболее эффективные время обработки низкотемпературной аргоновой плазмой в течение 5 минут.

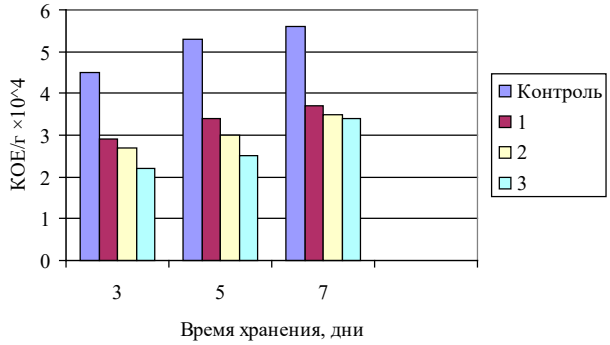

Рисунок 2. Динамика роста КОЕ в исследуемых образцах мяса.

Количество бактерий на 3 день, при времени обработки плазмой в течение 5 минут, в мясном полуфабрикате составило 2,2×104 КОЕ/г, что в 2 раза меньше, чем в контроле и в 2,6 раза меньше нормируемого показателя (СП 2.3.2.1324-03).

Количество бактерий на 5 день, при времени обработки плазмой в течение 5 минут, составило 2,5×104 КОЕ/г, что в 2,12 раз меньше, чем в контроле, и в 2,5 раза меньше нормы.

Количество бактерий на 7 день, при времени обработки плазмой в течение 5 минут, в морской рыбе составило 3,4×104 КОЕ/г, это в 1,6 раза меньше, чем в контрольном образце, и в 2,1 раза меньше нормы.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования по изучению возможности увеличения сроков хранения полуфабрикатов животного происхождения путем воздействия низкотемпературной плазмой показали эффективность обработки мясных и рыбных натуральных полуфабрикатов низкотемпературной аргоновой плазмой при этом выявлено, что рыба и мясо хоть и относятся к одной товароведной группе – скоропортящимся продуктам питания животного происхождения, однако требуют различной по продолжительности обработки плазменными струями слаботочной искры в рабочем объеме плазменной установки. Данное явление объясняется различным химическим составом мясных и рыбных продуктов, которое зависит от условий содержания или среды обитания, составом корма, возрастом, содержанием воды и качественной биологической ценностью. В результате проведенных исследований выявлено оптимальный промежуток времени обработки опытных образцов, который составляет 5 и 3 минуты для мяса и рыбы соответственно с целью снижения содержания КМАФАнМ в процессе хранения. Данные режимы воздействия плазмой на исследуемые объекты позволяют обеспечивать сохранность органолептических показателей и значения микробиологических показателей не превышая нормы в течение 7 дней, без особых условий – использования специализированного низкотемпературного холодильного оборудования.

Литература

Бархатова Т.В., Иванова Е.Е., Касьянов Г.И., Косенко О.В., Хрипко И.А. Стерилизация консервов холодной аргоновой плазмой // Научные труды КубГТУ. 2017. № 5. С. 47-54.

Гомбоева С.В., Бадмаева И.И., Балданов Б.Б., Ранжуров Ц.В., Николаев Э.О. Воздействия низкотемпературной плазмы на продукты растительного происхождения // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 3(17). С. 129-134.

Кобзев Е.Н., Чугунов В.А., Ермоленко З.М., Киреев Г.В., Ракицкий Ю.А., Акишев Ю.С., Грушин М.Е., Петряков А.В., Трушкин Н.И. Перспективы применения низкотемпературной плазмы для биодеконтаминации пищевых продуктов // Пищевая промышленность. 2014. № 5. С. 60-63.

Семенов А.П., Балданов Б.Б., Ранжуров Ц.В., Норбоев Ч.Н., Намсараев Б.Б., Дамбаев В.Б., Гомбоева С.В., Абидуева Л.Р. Воздействие низкотемпературной аргоновой плазмы слаботочных высоковольтных разрядов на микроорганизмы // Прикладная физика. 2014. №3. С. 47-49.

Семенов А.П., Балданов Б.Б., Ранжуров Ц.В., Норбоев Ч.Н., Намсараев Б.Б., Дамбаев В.Б., Гомбоева С.В., Абидуева Л.Р. Инактивация микроорганизмов в холодной аргоновой плазме атмосферного давления // Успехи прикладной физики. 2014. Т. 2. №3. С. 229-233.

Технический регламент Таможенного союза 021/2011 О безопасности пищевой продукции.

СП 2.3.2.1324-03. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов.

Misra N.N., Cheorun Jo. Applications of Cold Plasma Technology for Microbiological Safety in Meat Industry // Trends in Food Science & Technology. 2017. P. 1-28. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/316457313_Applications_of_Cold_Plasma_Technology_for_Microbiological_Safety_in_Meat_Industry

Sarangapani Ch., Patange A., Bourke P., Keener K., Cullen P.J. Recent Advances in the Application of Cold Plasma Technology in Foods // Annual Review of Food Science and Technology. Vol. 9. P. 609-629.

The Increase in Periods of Storage of Semiproducts of Animal Origin by the Action of Low-Temperature Plasma

Irina I. Badmaeva
East-Siberian State University of Technologies and Management
40V, Klyuchevskaya str., Ulan-Ude, 670013, Russian Federation
E-mail: bii75@mail.ru

Sayana V. Gomboeva
East-Siberian State University of Technologies and Management
40V, Klyuchevskaya str., Ulan-Ude, 670013, Russian Federation
E-mail: s.gomboeva@mail.ru

Food can be the cause of food poisoning of the human body. In this regard, it is necessary to pay special attention to its quality. The process of storage of animal origin food may cause changes, affecting the safety of its preservation. To maintain safety storage of food products a variety of techniques is used in the food industry and public catering: low or medium temperature, vacuuming, and preservative processing . However, these methods of influence on food products do not always provide full preservation of quality and microbiological characteristics.
Objective: to investigate the effects of low-temperature argon plasma, generated by low-current high-voltage discharges under atmospheric pressure, on the duration of storage of small-piece semproducts of animal origin on the example of river and sea fish and beef. The work was carried out in the laboratories of the Buryat Scientific Center and the East- Siberian State University of Technology and Management. Traditional research methods were used to determine the total microbial number (TMN). Natural small-piece semiproducts from meat and fish were processed by low-temperature argon plasma and underwent a subsequent storage in a cooled state. In 3, 5 and 7 days TMN indicators were determined, which showed a slow growth of microorganisms in the studied objects in comparison with the reference sample during the whole period. And only in 7 days there was an excess of the permissible value of the TMN. The authors believe that the possibility of preliminary processing of semiproducts from fish and meat by low-temperature argon plasma in order to increase the storage time without changing the natural nutritional properties is promising.

Keywords: low-temperature plasma, plasma jets, microorganisms, animal origin products, semiproduct, shelf life

References

Barkhatova T. V. Sterilizatsiya konservov kholodnoy argonovoy plazmoy (Sterilization of canned food by cold argon plasma) / Velvet etc. Tova T. V., Ivanova E. E., Kasyanov G. I., Kosenko O. V., Hripko I. A. // proceedings of the Kuban state University. - 2017. No. 5. - P. 47-54.

Gomboeva S.V. Vozdejstvija nizkotemperaturnoj plazmy na produkty rasti-tel'nogo proishozhdenija (Effects of low-temperature plasma on products of plant origin) / Gomboeva S.V., Badmaeva I.I., Baldanov B.B., Ranzhurov C.V., Nikolaev Je.O. // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. – 2017. - № 3(17). - S. 129-134.

Semenov A.P. Vozdejstvie nizkotemperaturnoj argonovoj plazmy slabotochnyh vysokovol'tnyh razrjadov na mikroorganizmy (Influence of low-temperature argon plasma of low-precision high-voltage discharges on microorganisms) / Semenov A.P., Baldanov B.B., Ranzhurov C.V., Norboev Ch.N., Namsaraev B.B., Dambaev V.B., Gomboeva S.V., Abidueva L.R. // Prikladnaja fizika, – 2014. - №3. S. 47-49.

Kobzev E. N. Perspektivy primeneniya nizkotemperaturnoy plazmy dlya biodekontaminatsii pishchevykh produktov (Perspectives of application of low-temperature plasma for the Biodome-contamination of food products) / Kobzev E. N., Chugunov V. A., Ermolenko, Z. M., Kireev, G. V., Rakitskiy Y. A., Akishev Yu. S., Grushin M. E., Petryakov A.V., Trushkin N. And. // Food industry. - 2014. - № 5. - P. 60-63.

Semenov A.P. Inaktivacija mikroorganizmov v holodnoj argonovoj plazme at-mosfernogo davlenija (Inactivation of microorganisms in cold

argon plasma of atmospheric pressure) / Semenov A.P., Baldanov B.B., Ranzhurov C.V., Norboev Ch.N., Namsaraev B.B., Dambaev V.B., Gomboeva S.V., Abidueva L.R. // Uspehi prikladnoj fiziki, – 2014. - T. 2. №3. S. 229-233.

Tehnicheskij reglament Tamozhennogo sojuza 021/2011 O bezopasnosti pishhevoj produkcii (Technical regulations of Customs Union 021/2011 On safety of food products)

SP 2.3.2.1324-03. Gigienicheskie trebovanija k srokam godnosti i uslovijam hra-nenija pishhevyh produktov (SP 2.3.2.1324-03. Hygienic requirements for shelf life and food storage conditions)

Misra N.N., Cheorun Jo. Applications of Cold Plasma Technology for Microbiological Safety in Meat Industry // All content following this page was uploaded by N.N. Misra on 15 April 2018

Chaitanya Sarangapani, Apurva Patange, Paula Bourke, Kevin Keener, and P.J. Cullen Recent Advances in the Application of Cold Plasma Technology in Foods // Annual Review of Food Science and Technology. Vol. 9:609-629 (Volume publication date March 2018)