

Микробное обсеменение рыбных пресервов и его инактивация ионизирующим излучением

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-5-74-79

Васильева Наиля Анатольевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории микробиологии, @ nellyanat@yandex.ru, Обнинск, Калужской обл., Россия

Санжарова Наталья Ивановна – доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, научный руководитель института, @ Natsan2004@mail.ru, Обнинск, Калужской обл., Россия

Полякова Ирина Владимировна – заведующая лабораторией микробиологии, @ irinaamchenkina@mail.ru, Обнинск, Калужской обл., Россия

Фролова Наталья Александровна – Кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории микробиологии, @ nafc@yandex.ru, Обнинск, Калужской обл., Россия

Губина Ольга Александровна – научный сотрудник лаборатории микробиологии, @ olgubina@yandex.ru, Обнинск, Калужской обл., Россия

Пименов Евгений Павлович – Кандидат биологических наук, главный специалист лаборатории микробиологии, @ Pimenover1@gambler.ru, Обнинск, Калужской обл., Россия – НИЦ Курчатовский институт ВНИИРАЭ,

Адрес: 249032, Калужская обл., г. Обнинск, Киевское шоссе, д. 1, корп. 1

Аннотация.

Целью данного исследования была оценка влияния компонентов, входящих в состав рыбных пресервов, на общую микробную нагрузку, а также – эффективность обработки пресервов ионизирующим излучением для снижения численности обсеменяющих продукт микроорганизмов до безопасного уровня и увеличения сроков его хранения. Объектом исследования были рыбные пресервы, как наиболее легко уязвимые продукты для обсеменения и развития вредных микроорганизмов. Для снижения микробной нагрузки образцы подвергали воздействию ускоренных электронов в дозе эквивалентной 4 кГр. Подтверждено, что источником обсеменения готовой продукции может быть каждый из компонентов готового к употреблению продукта. Изучен их вклад в общую обсемененность пресервов, изменение численности микрофлоры, в зависимости от рецептуры, сроков хранения и наличия консервантов. Экспериментально показано, что, несмотря на незначительное содержание специй, они дают существенный вклад в общую обсемененность готового продукта, за счет развивающихся при благоприятных условиях спор бактерий, снижая сроки хранения пресервов. Наблюдается синергетический эффект совместного действия на микроорганизмы ионизирующего излучения и консерванта бензоата натрия.

Ключевые слова:

рыбные пресервы, специи, микробиологическая обсемененность, ионизирующее излучение, срок хранения

Для цитирования:

Васильева Н.А., Санжарова Н.И., Полякова И.В., Фролова Н.А., Губина О.А., Пименов Е.П. Микробное обсеменение рыбных пресервов и его инактивация ионизирующим излучением // Рыбное хозяйство. 2023. № 5. С. 74-79. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-5-74-79

MICROBIAL CONTAMINATION OF FISH PRESERVES AND ITS INACTIVATION BY IONIZING RADIATION

Nailya A. Vasilyeva – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Microbiology Laboratory, @nellyanat@yandex.ru, Obninsk, Kaluga region, Russia

Natalia I. Sanzharova – Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director of the Institute, @Natsan2004@mail.ru, Obninsk, Kaluga region, Russia

Irina V. Polyakova – Head of the Microbiology Laboratory, @irinaamchenkina@mail.ru, Obninsk, Kaluga region, Russia

Natalia A. Frolova – Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Microbiology Laboratory, @nafc@yandex.ru, Obninsk, Kaluga region, Russia

Olga A. Gubina – Researcher at the Microbiology Laboratory @olgubina@yandex.ru, Obninsk, Kaluga region, Russia

Evgeniy P. Pimenov – Candidate of Biological Sciences, Chief Specialist of the Microbiology Laboratory,

@Pimenovp1@rambler.ru, Obninsk, Kaluga region, Russia –

SIC Kurchatov Institute of VNIIRAE

Address: 249032, Kaluga region, Obninsk, Kievskoe shosse, 1, bldg. 1

Annotation. The aim of the study was to evaluate the effect of the components that make up fish preserves on the total microbial load, as well as the effectiveness of processing preserves with ionizing radiation to reduce the number of microorganisms that seed the product to a safe level and for increase its shelf life. The object of the study was fish preserves, as the most vulnerable products for seeding and development of harmful microorganisms, The samples were exposed to accelerated electrons with a dose equivalent to 4 kGy to reduce the microbial load. It has been confirmed that each of the components of the ready-to-eat product can be as a source of contamination of the finished product. The contribution of each of the components to the total contamination of preserves, changes in the number of microflora depending on the recipe, shelf life and the presence of preservatives have been studied. It has been established that under the action of ionizing radiation, the number of microflora in fish preserves is significantly reduced, thereby increasing the shelf life of the product. It has been experimentally shown that, despite the insignificant content of spices, they make a significant contribution to the overall contamination of the finished product due to bacterial spores developing under favorable conditions, reducing the shelf life of preserves. There is a synergistic effect of the combined action of ionizing radiation and the preservative sodium benzoate on microorganisms.

Keywords:

ionizing radiation, fish preserves, spices, shelf life, microbiological contamination

For citation:

Vasilyeva N.A., Sanzharova N.I., Polyakova I.V., Frolova N.A., Gubina O.A., Pimenov E.P. Microbial contamination of fish preserves and its inactivation by ionizing radiation // Fisheries. 2023. No. 5. Pp. 74-79.

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-5-74-79

ВВЕДЕНИЕ

Исследования по радиационной обработке различных пищевых продуктов в Советском Союзе проводились начиная с 40-х годов XX века [1]. К 80-ым годам прошлого века, в результате проведения научно-практических работ, были заложены основы применения радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности [2]. После распада СССР работы в России были приостановлены. В последние десятилетия вновь возник интерес к этой теме [3; 4].

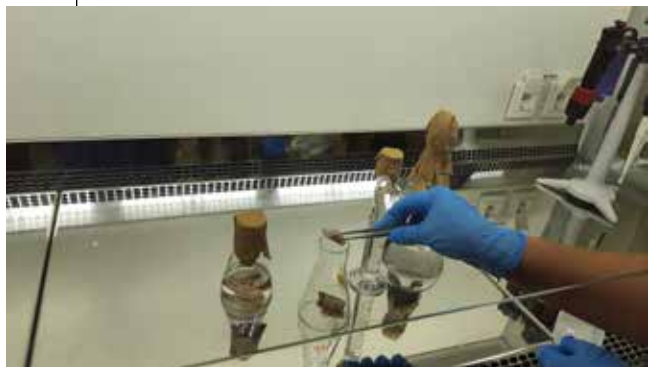
К настоящему времени собрана обширная информация по фундаментальным основам и прикладным вопросам радиационных технологий (РТ), которая может быть с успехом использована для создания и внедрения в отечественное агропромышленное производство инновационных экологически безопасных РТ [3].

Однако следует отметить, что для многих пищевых продуктов недостаточно полно исследованы показатели качества и безопасности после облучения. Отдельную проблему составляет радиационная обработка многокомпонентных пищевых продуктов, готовых к употреблению. Особенно актуальной задачей является изучение возможности облучения скоропортящихся продуктов, в частности, рыбных пресервов, для ко-

торых технологии изготовления не предусматривают термическую стерилизацию, что увеличивает риск развития вредных микроорганизмов.

Данный вид пищевых изделий, получивший широкое распространение, представляет собой сложную многокомпонентную систему, для которой методология радиационной обработки практически не разработана, а ее последствия для показателей качества и сохранности в полной мере не изучены.





В процессе изготовления рыбные пресервы не подвергаются тепловой обработке, тем самым сохраняют практически все полезные вещества и пищевую ценность натуральных продуктов. Подавление бактериальной жизнедеятельности в пресервах обеспечивается добавлением соли и консервантов, что недостаточно эффективно, поэтому продукт имеет небольшой срок годности и хранить его можно только в холодильнике при температуре от 0 до – 8°C.

Микрофлора свежей рыбы находится в основном во внешней слизи, жабрах и кишечнике и представлена преимущественно микроорганизмами тех вод, где она была выловлена [5].

Далее микроорганизмы попадают в продукцию на различных этапах обработки, таких как очистка и потрошение, с технологическими добавками, такими как соль и специи, с поверхности оборудования и рук персонала. Среди микроорганизмов, обсеменяющих соль и специи, находятся солеустойчивые и психрофильные гнилостные формы, которые хорошо развиваются в среде с повышенной концентрацией пищевой соли при пониженной температуре.

Для предотвращения размножения микроорганизмов порчи в состав пресервов вводят соль, консерванты и кислоты. Соль является основным консервантом. Размножение большинства гнилостных бактерий подавляется при концентрации пищевой соли выше 4%, а при 7-10% прекращается. В состав пресервов, в зависимости от рецептуры, входит от 3 до 10% соли. Кроме соли в пресервы, в качестве консерванта, добавляют бензоат натрия, сорбиновую, или уксусную кислоты [6].

Пресервы хранят в производственных холодильниках при температуре от 0 до –5°C в течение 2-3 месяцев. Это необходимый этап, в результате

чего ткани рыбы насыщаются солью. Насыщение мышечной ткани поваренной солью приводит к вытеснению воды из ткани и замедлению жизнедеятельности микроорганизмов. В результате этого процесса основными представителями микрофлоры становятся солеустойчивые микрококки, молочнокислые бактерии и дрожжи. Одновременно с просаливанием происходит процесс созревания пресервов – формирование вкуса, аромата и консистенции. Нарушения технологии приготовления и режимов хранения рыбных пресервов могут привести к развитию не только гнилостных форм спорообразующих бактерий, но и других групп микроорганизмов, обсеменяющих продукт.

В литературе отсутствуют сведения об использовании ионизирующего излучения для обработки многокомпонентных рыбных продуктов. Цель настоящей работы – оценить влияние компонентов, входящих в состав рыбных пресервов, на общую микробную нагрузку и на эффективность обработки пресервов ионизирующим излучением для снижения численности, обсеменяющих продукт, микроорганизмов до безопасного уровня и увеличения сроков его хранения.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения эксперимента использовали рыбные пресервы из сельди, изготовленные с различными модификациями рецептуры:

- №1 – без специй и без консерванта;
- №2 – со специями и с консервантом;
- №3 – со специями без консерванта;
- №4 – с консервантом без специй.

В качестве контроля использовали пресервы, произведенные по ТУ 9272-100-00472093-2002 (вариант № 2). Состав продукта: кусочки филе сельди атлантической – 65% от общей массы пресервов; соль – 6% от массы рыбы; сахар-песок – 2%; растительное масло – 25% от общей массы пресервов: специи – черный перец и укроп – 0,5%, масло 1:20; консервант – бензоат натрия – 0,1%.

Рыбные пресервы с различными модификациями рецептуры, расфасованные в пластиковые банки объемом 200 см³, облучали в центре антимикробной обработки растительного и животного сырья ООО «Теклеор» (Калужская область, Россия) на электронном ускорителе УЭЛР-10-15-С-60-1 (энергия электронов 9,5 МэВ) в дозе 4 кГр. Величину поглощенной дозы (ПД) определяли с помощью плёночных дозиметров типа В3000 от GEX Corp, предназначенных для измерения доз электронного и гамма-излучения в диапазоне энергий 0,5-2 МэВ. Погрешность измерения ПД не превышала 10%.

Микробиологические анализы образцов проводили до облучения и на 10, 20 и 30 сутки после облучения. В эти же сроки анализировали необлученные (контрольные) продукты. Все образцы хранили в бытовом холодильнике при температуре от +5 до +8°C.

Количественный учет МАФАНМ, дрожжей и плесени проводили согласно инструкции

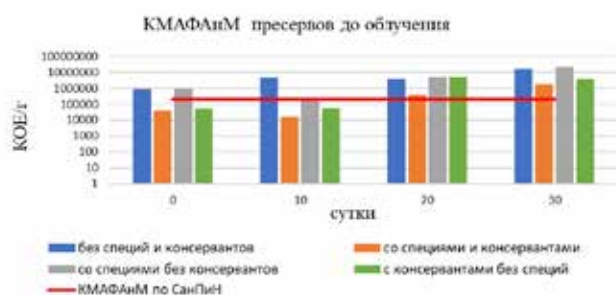


Рисунок 1. Изменение количества мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в необлученных рыбных пресервах при хранении

Figure 1. Changes in the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (CMAFAnM) in non-irradiated fish preserves during storage

по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных. Использовали питательные среды ФБУН ГНЦ ПМБ, г. Оболенск: ГРМ-агар, – для учета количества мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и питательную среду Сабуро с хлорамфениколом – для учета численности дрожжей.

Полученные данные обработаны статистически. Для каждого образца рассчитана средняя квадратичная ошибка, которая не превышала 6% для КМАФАнМ и 8% для дрожжей и плесеней, соответственно. Для наглядности результаты учетов на рисунках 1-4 по оси ординат (y) приведены в логарифмическом масштабе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В проведенных ранее исследованиях с рыбными пресервами было установлено, что облучение в дозах 4-6 кГр было максимально эффективным и не приводило к изменению органолептических свойств продукта [7], поэтому в нашем эксперименте была выбрана доза 4 кГр.

Анализ микробиологических показателей рыбных пресервов до облучения (рис. 1) пока-



Рисунок 2. Изменение КМАФАнМ в облученных рыбных пресервах при хранении

Figure 2. Change of CMAFAnM in irradiated fish preserves during storage

зал, что значение КМАФАнМ соответствует нормативным показателям (не более 2×10^5 КОЕ/г, согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 п. 1.3.2.3). Количество микроорганизмов в образцах без консерванта превышало нормативные микробиологические показатели в 4-5 раз.

При хранении, в необлученных пробах пресервов без специй с консервантом, и в пресервах со специями и с консервантом, значения КМАФАнМ превысили нормативные показатели на 20-е сутки. В пресервах со специями без консервантов изначальное количество микроорганизмов превышало нормы, но к 10 суткам снижалось до нормативных значений, а далее отмечен их рост (рис. 1).

Снижение КМАФАнМ в течение первых 10 суток необлученных пресервов со специями, вероятно связано с тем, что в составе специй содержатся антимикробные соединения, которые либо добавлены в процессе технологической обработки специй, либо являются компонентами самих специй [8].

Следует отметить, что КМАФАнМ в необлученных пресервах со специями и без консервантов на 10 сутки уменьшилось в 8 раз. Этот факт следует принять во внимание при расчете сроков хранения готовой продукции и при разработке рецептур.

По результатам проведенного исследования обнаружено, что рыбные пресервы сразу после



Рисунок 3. Изменение численности дрожжей в необлученных рыбных пресервах при хранении

Figure 3. Changes in the number of yeast in non-irradiated fish preserves during storage

облучения, независимо от содержания консервантов и специй, имели значения КМАФАнМ ниже нормативных показателей (рис. 2). Это подтверждает вывод о том, что облучение в дозах 2-5 кГр существенно снижало количество неспорообразующих бактерий и вегетативных клеток спорообразующих бактерий [9].

При хранении облученных пресервов при температуре +4°C до 30 дней (рис. 2), определено, что:

- КМАФАнМ в продуктах с консервантами и специями достигло нормативных требований СанПиН к 30 суткам;

- КМАФАнМ в пресервах без специй, но с консервантом оставалось в пределах требований СанПиН и на 30 сутки хранения;

- КМАФАнМ в пресервах со специями, но без консервантов достигло норм СанПин уже к 20 суткам.

Более короткие сроки хранения образцов со специями обусловлены наличием в них спор бактерий, сохранивших жизнеспособность после технологической обработки специй.

Таким образом, несмотря на то, что специи и пряности занимают небольшую долю в общем составе продукции (до 0,5%), микрофлора, находящаяся в их составе, попав в благоприятные условия, начинает быстрый рост, что приводит

териальных эндоспорами. Кроме того, они способны выживать и размножаться в широком диапазоне температур: от -1 до $+40^{\circ}\text{C}$. Слабые органические кислоты и их соли ингибируют рост большинства дрожжей в концентрации от 300-800 мг/л и pH ниже 4,5. Однако некоторые виды дрожжей рода *Candida* характеризуются устойчивостью к ингибиторам и способны разлагать сорбиновую кислоту и ее соли [12]. Несмотря на то, что доза облучения 4 кГр является недостаточной для полной инактивации дрожжей рода *Candida*, дальнейшее повышение дозы ионизирующего излучения приводит к резкому снижению органолептических свойств продукта. Следовательно, необходимы дальнейшие исследования для подбора оптимального соотношения консервантов, кислот и доз облучения для подавления жизнедеятельности дрожжей.

Антибактериальная активность бензоата натрия напрямую зависит от pH среды: чем ниже pH, тем выше активность консерванта. В рецептуре пресервов, использованных для экспериментов, кислота, которая сама по себе является консервантом, не использовалась. Бензоат натрия подавляет в микробных клетках действие ферментов, отвечающих за расщепление жиров и крахмалов. Нарушение ферментативной активности ведет к гибели клетки [13]. Ионизирующее излучение напрямую повреждает ДНК и митохондрии клетки и, опосредованно, ведет к многочисленным повреждениям, за счет образования свободных радикалов, которые также вызывают гибель микроорганизмов [14]. Таким образом, можно наблюдать явный синергетический эффект действия ионизирующего излучения и консерванта.

Применение консервантов в высоких концентрациях недопустимо, ввиду их токсичности для человеческого организма. Рекомендуемое количество бензоата натрия в пресервах (0,1%) недостаточно для полного подавления роста микроорганизмов в продукте, как и низких доз ионизирующего излучения. Однако увеличение дозы облучения выше 6 кГр может привести к существенным изменениям вкусовых качеств продукта.

Исследования Мохамеда с соавторами [15] показали, что обработка рыбного филе дозами гамма-излучения от 1 кГр до 4 кГр более эффективна, по сравнению с традиционными методами консервации, за счет уничтожения патогенной и условно-патогенной микрофлоры. Было установлено, что доза облучения в 3 кГр достаточна для уничтожения *S. aureus* и *E. coli*; при дозе облучения 4 кГр *Listeria monocytogenes* разрушается без изменения физико-химических свойств рыб.

ВЫВОДЫ

Ионизирующее излучение значительно снижает численность микрофлоры в рыбных пресервах и увеличивает сроки хранения продукта.

Несмотря на незначительное содержание специй в пресервах, они дают существенный



Рисунок 4. Изменение численности дрожжей в облученных рыбных пресервах при хранении
Figure 4. Changes in the number of yeast in irradiated fish preserves during storage

к порче продукта [10]. Ткани рыбы, влага, углеводы и жир становятся идеальной средой для их прорастания.

Следует отметить, что изменение численности микроорганизмов в пресервах, содержащих специи, аналогично как в образцах с облучением, так и без него, независимо от содержания консервантов, а именно – после значительного снижения КМАФАнМ на 10-е сутки хранения происходит в дальнейшем увеличение содержания микроорганизмов на 20-е и 30-е сутки. Вероятно, предполагаемые антимикробные вещества в составе специй воздействуют на микрофлору продукта и усиливают действие ионизирующего излучения. В таких условиях происходит замедление прорастания спор.

Учет численности дрожжей в рыбных пресервах до облучения выявил превышение допустимых норм во всех образцах, независимо от содержания консервантов (рис. 3), что может приводить к порче продукта.

После облучения в образцах, содержащих консерванты, количество дрожжей снизилось до безопасного уровня, в то время как в пресервах без консервантов их численность была выше значения СанПиН (рис. 4).

Ранее установлено, что как в свежей, так и в испорченной рыбе наиболее часто встречаются дрожжи рода *Candida*. В пресервах они также были обнаружены и до, и после облучения [11]. Известно, что некоторые штаммы *Candida* обладают устойчивостью к ионизирующему излучению, сопоставимой с устойчивостью бак-

вклад в общую микробную обсемененность готового продукта за счет, развивающихся при благоприятных условиях, спор бактерий, что влияет на сроки хранения пресервов.

При совместном использовании ионизирующего излучения и консерванта бензоата натрия для инактивации микроорганизмов наблюдается синергетический эффект.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Н.А. Васильева** – идея статьи, автор текста; **Н.И. Санжарова** – корректировка текста; **И.В. Полякова** – подготовка обзора литературы; **Е.П. Пименов** – подготовка статьи и ее окончательная проверка; **Н.А. Фролова, О.А. Губина** – сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: N.A. Vasilyeva – the idea of the article, the author of the text; N.I. Sanzharova – correction of the text; I.V. Polyakova – preparation of the literature review; E.P. Pimenov – preparation of the article and its final verification; N.A. Frolova, O.A. Gubina – data collection and analysis, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Мейсель М.Н., Черняев Н.Д. Научные и практические вопросы лучевой стерилизации и пастеризации // Вестник АН СССР. 1956. № 11. С. 38-45.
2. Каушанский Д.А., Кузин А.М. Радиационно-биологическая технология. М.: Энергоатомиздат. 1984. 151 с.
3. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Под общ. ред. Г.В. Козьмина, С.А. Гераскина, Н.И. Санжаровой. – Обнинск: ВНИИРАЭ. 2015. 400 с.
4. Рождественская Л.Н., Брызгин А.А., Коробейников М.В. Предпосылки и основания использования ионизирующего излучения для обработки пищевой продукции // Пищевая промышленность. 2016. № 11. С. 39-45.
5. Извекова Г.И., Извеков Е.И., Плотников А.О. Симбионтная микрофлора рыб различных экологических групп // Известия РАН. Серия биологическая. 2007. № 6. С. 728-737.
6. Голицин М.В., Рыжков А.А., Слабко Т.И. Сборник рецептов рыбных изделий и консервов // СПб.: Гидрометеоздат. 1998. С. 57-87.
7. Ким И.Н., Ткаченко Т.И. Микробиологический контроль производства рыбных пресервов // Пищевая промышленность. 2009. №7. С. 40-43.
8. Al-Wabel N.A., Fat'hi S.M. Antimicrobial activities of spices and herbs // II International Conference on Antimicrobial Research – ICAR 2012. Pp. 45-50.
9. Полякова И.В., Кобылко В.О., Саруханов В.Я. Исследование эффективности холодной стерилизации рыбных пресервов электронным излучением в зависимости от дозиметрических параметров облучения // Радиация и риск. 2017. № 2. С. 97-106.
10. Антипова Л.В., Дворянинова О.П., Черкесов А.З. Биохимический механизм автолитических процессов мышечной ткани рыб // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. Рубрика: Пищевая биотехнология. 2015. 2 (64). 92-97.
11. Кобылко В.О., Полякова И.В., Саруханов В.Я. Холодная пастеризация рыбных пресервов с использованием электронного излучения. // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 10. С. 74-80.

12. Микробиологическая порча пищевых продуктов / К. де В. Блекберн (ред.). Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2008. С. 401-403.
13. Борисочкина Л.И. Антиокислители, консерванты, стабилизаторы, красители, вкусовые и ароматические вещества в рыбной промышленности. М.: Пищ. пром. 1976. С. 180.
14. Мейсель М.Н. О биологическом действии ионизирующих излучений на микроорганизмы. // Доклады советской делегации на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии. – М.: 1955. С. 78-111.
15. Mohamed, W.S.; El-Mossalami, E.I.; Nosier, S.M. Evaluation of sanitary status of imported frozen fish fillets and its improvement by gamma radiation. J. Radiat. Res. Appl. Sci. 2009 No. 2. Pp. 921-931.

REFERENCES AND SOURCES

1. Meisel M.N., Chernyayev N.D. (1956). Scientific and practical issues of radiation sterilization and pasteurization // Bulletin of the USSR Academy of Sciences. № 11. Pp. 38-45. (In Russ.).
2. Kaushansky D.A., Kuzin A.M. (1984). Radiation biological technology. M.: Energoatomizdat. 151 p. (In Russ.).
3. Radiation technologies in agriculture and food industry / Editors G.V. Kozmin, S.A. Geras'kin, N.I. Sanzharova. Obninsk. RIRAE. 2015. 400 p. (In Russ.).
4. Rozhdestvenskaya L.N., Bryazgin A.A., Korobeynikov M.V. (2016). Background and Grounds of Using of Ionizing Radiation for the Treatment of Food Products. // Food Industry. № 11. Pp. 39-45. (In Russ.).
5. Izvekova G.I., Izvekov E.I., Plotnikov A.O. (2007). Symbiotic Microflora in Fishes of Different Ecological Groups // Biology Bulletin. Vol. 34. No. 6. Pp. 610-618. (In Russ.).
6. Golitsin M.V., Ryzhkov A.A., Slabko T.I. (1998). Collection of recipes for fish products and canned food. St. Petersburg: Hydrometeoizdat. Pp. 57-87. (In Russ.).
7. Kim I. N., Tkachenko T.I. (2009). Microbiological control of the production of fish preserves. Food Industry. No. 7. Pp. 40-43. (In Russ.).
8. Al-Wabel N.A., Fat'hi S.M. Antimicrobial activities of spices and herbs // II International Conference on Antimicrobial Research – ICAR 2012. Pp. 45-50.
9. Polyakova I.V., Kobyalko V.O., Sarukhanov V.Ya. (2017). Investigation of the effectiveness of cold sterilization of fish preserves by electron radiation as a function of radiation dosimetry parameters // Radiatsiya i risk. V. 26. No. 2. Pp. 97-106. (In Russ.).
10. Antipova L.V., Dvoryaninova O.P., Cherkesov A.Z. (2015). Biochemical mechanism of autolytic processes of muscular tissue of fishes. // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies 2 (64). Pp. 92-97. (In Russ.).
11. Kobyalko V.O., Polyakova I.V., Sarukhanov V.Ya. (2018). A Cold pasteurization of fish preserves using electronic radiation // International Research Journal. No. 10. Pp. 74-80. (In Russ.).
12. Food spoilage microorganisms (2008). / Ed. by Clive de W. Blackburn. Spb.: Professiya. Pp. 401-403.
13. Borisochkina L.I. (1976). Antioxidants, preservatives, stabilizers, dyes, flavoring and aromatic substances in the fishing industry. M.: Food. prom. p. 180. (In Russ.).
14. Meisel M.N. (1955). On the biological effect of ionizing radiation on microorganisms. // Reports of the Soviet delegation at the International Conference on the Peaceful Use of Atomic Energy. M.: 1955. Pp. 78-111. (In Russ.).
15. Mohamed, W.S.; El-Mossalami, E.I.; Nosier, S.M. (2009). Evaluation of sanitary status of imported frozen fish fillets and its improvement by gamma radiation. J. Radiat. Res. Appl. Sci. No. 2. Pp. 921-931.

Материал поступил в редакцию / Received 31.08.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 11.09.2023