

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ ГОДНОСТИ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Е.В. Самохвалова, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

Проведены комплексные исследования показателей свежести и пищевой ценности мяса. Установлено, что образцы, обработанные высоким давлением 800 МПа в течение 5 мин после 60 суток хранения, соответствовали требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Обработка мяса высоким давлением и помещение его в вакуумно-пленочную упаковку через 48 часов с момента убоя вызывает гибель микробных клеток, предотвращает распад белка и способствует ослаблению процессов окисления липидных компонентов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение высокого давления в технологии хранения мяса способствует увеличению его сроков годности. Разработана методика определения дозы ионизирующего излучения, используемой при обработке охлажденной рыбы, сущность которой заключается в расчете амплитуды, ширины и площади пика ЭПР-спектра: при облучении дозой 3 кГр амплитуда составляет $3,28 \cdot 10^{-5}$, ширина – 10,81 Гс, площадь пика – $1,367 \cdot 10^{-4}$; при облучении дозой 9 кГр: амплитуда – $4,29 \cdot 10^{-5}$, ширина – 8,6 Гс, площадь пика – $(1,380 \pm 0,00083)10^{-4}$; при облучении дозой 10 кГр: амплитуда – $3,88 \cdot 10^{-5}$, ширина – 11,78 Гс, площадь пика – $1,558 \cdot 10^{-4}$; при облучении дозой 12 кГр: амплитуда пика – $(3,44 \pm 0,07)10^{-5}$, ширина – 12,74 Гс, площадь пика – $1,722 \cdot 10^{-3}$. Представленная методика позволяет достоверно определить дозу ионизирующего излучения, применяемую при обработке охлажденной рыбы, и может быть использована при разработке нормативной документации в области экспозиции ионизирующим излучением пищевой продукции.

Ключевые слова: мясо, ионизирующее излучение, обработка высоким давлением, срок годности, методика, охлажденная рыба.

В настоящее время на территории Российской Федерации физические способы консервирования пищевой продукции высоким давлением, ионизирующим излучением мало изучены и не внедрены в промышленное производство продуктов питания. Однако в последнее время представители отечественных научно-исследовательских организаций в области пищевых технологий называют барообработку пищевых продуктов одним из перспективных научных направлений, что, безусловно, способствует его стремительному развитию. Лидирующие позиции в этом направлении производства занимают:

- Северная Америка (США, Канада, Мексика);
- Европа (Испания, Италия, Португалия, Франция, Великобритания, Германия);
- Азия (Япония, Китай, Северная Корея);
- Австралия.

Мясо, рыба и продукты их переработки относятся к скоропортящейся пищевой продукции, в связи с этим целесообразным является применение новых методов консервации

именно для этих однородных групп продуктов питания. За рубежом накоплен определенный опыт в обработке мясного сырья высоким давлением. Так, в ходе многократных исследований доказано, что воздействие давлением в 600 МПа при 20 °С в течение 180 с на мясо и мясопродукты способно ликвидировать возбудителей листериоза (*Listeria monocytogenes*), а также инактивировать другие опасные для жизни человека микроорганизмы – кишечную палочку (*E. coli*), сальмонеллы (*Salmonella*), холерный вибрион (*Vibrio*), большинство видов плесневых грибов и патогенных бактерий [1].

Для дезактивации дрожжей необходимо приложить к продукту давление 300–400 МПа при 25 °С в течение нескольких минут, однако для уничтожения дрожжевых аскоспор требуется более высокое давление и более длительное воздействие [2].

В мясе, обработанном давлением 130–520 МПа в течение 4,3 мин, наблюдается задержка роста микроорганизмов на неделю [3].

При этом эффективность воздействия давлением зависит в большей степени от вида и сложности организации микроорганизмов, химического состава и рН обрабатываемой среды, а также активности воды. Грамотрицательные бактерии более чувствительны к высокому давлению, нежели грамположительные. Баровоздействие вызывает деструкцию клеточных мембран и внутриклеточных протеинов, выполняющих важную роль в жизнедеятельности микроорганизмов, что ведет к деградации клеточных структур и разрушению клетки в целом. Смещение рН в кислую сторону и повышение давления оказывают синергический эффект [3, 4].

Несмотря на перспективность физического метода обработки пищевой продукции, в частности охлажденного мяса высоким давлением, остается много нерешенных вопросов, не определены рациональные технологические параметры давления (время обработки и давление) для отдельных видов пищевых продуктов, в частности, охлажденного мяса.

Другим перспективным способом увеличения срока годности пищевой продукции, в частности, охлажденной рыбы является обработка ее ионизирующим излучением. Среди преимуществ этой относительно новой технологии можно выделить возможность снижения микробиологической нагрузки в обрабатываемом продукте при незначительном воздействии на его качественные характеристики. Основной характеристикой рассматриваемого физического метода консервирования пищевой продукции является энергия ионизирующего излучения. Согласно имеющейся нормативной документации, в пищевой промышленности разрешены следующие виды излучений: излучение ускоренных электронов (энергия не более 10 МэВ), рентгеновское излучение (энергия не более 5 МэВ), γ -излучение (в качестве источников выступают радионуклиды ^{60}Co и ^{137}Cs) [5].

Угнетая процессы жизнедеятельности микроорганизмов и ингибируя естественные деструктивные процессы, протекающие в клетках обрабатываемой среды, различные виды излучений способны наиболее эффективно по сравнению с традиционными физическими методами обработки продлевать сроки хранения пищевой продукции. Однако, как и любая технология, технология сохранения пищи посредством ионизирующих излучений имеет ряд недостатков, соразмерных выше-

упомянутым преимуществам. Источники радиации, соприкасаясь с обрабатываемой материей, вступают во взаимодействие с H_2O и другими органическими и неорганическими биомолекулами, содержащимися в ней, вследствие чего начинается радиолитический распад последних с образованием основных и побочных продуктов радиолитического распада. К одним из наиболее опасных для живых организмов продуктов распада относят высокореактивные соединения, имеющие в составе один или несколько неспаренных электронов, – свободные радикалы, которые способны вызывать окислительные повреждения клетки – инициировать окислительный стресс [6, 7].

Облучение, как обработка высоким давлением, вызывает ряд физико-химических изменений в пище, степень и характер которых зависят от вида обрабатываемого продукта, времени обработки и используемой дозы.

Известно, что разные страны мира предъявляют различные нормативы к максимально допустимым дозам облучения, используемым для обработки охлажденной рыбы. Так, для стран Америки (США, Канада, Бразилия) максимально допустимой дозой является 2,2 кГр, а для стран ЕС (Англия, Франция, Нидерланды) – 3,0 кГр [8–10].

Вместе с тем среди ученых нет единого мнения о рекомендуемых дозах облучения пищевой продукции, в частности, охлажденной рыбы и в целом оправданности широкомасштабного применения радиационной обработки пищевых продуктов и продовольственного сырья.

С 1 января 2016 г. в нашей стране введен основополагающий межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 14470-2014 «Радиационная обработка пищевых продуктов. Требования к разработке, валидации и повседневному контролю процесса облучения пищевых продуктов ионизирующим излучением». Также на территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 52529-2006 «Мясо и мясные продукты. Метод электронного парамагнитного резонанса для выявления радиационно-обработанных мяса и мясопродуктов, содержащих костную ткань».

Согласно ГОСТ Р 52529-2006 и другим нормативным документам можно установить только факт облучения/необлучения мяса и мясопродуктов, содержащих костную ткань, но не дозу облучения. В связи с этим разра-

ботка методики количественного определения поглощенной дозы своевременна и актуальна.

Для выявления факта облучения пищевых продуктов используют метод электронно-парамагнитной спектроскопии (ЭПР). Спектроскопия ЭПР заключается в следующем: под воздействием ионизирующего излучения происходит изменение спинов электронов (магнитный момент электрона) и появляется аналитический сигнал – ЭПР-спектр, фиксируемый с помощью спектрометра.

В связи с вышеизложенным целью работы является исследование влияния обработки высоким давлением мяса на его качественные характеристики в процессе хранения и разработка методики определения поглощенной дозы ионизирующего излучения пищевой продукции.

Материалы и методы

Для эксперимента сформировали контрольную и опытную группы, включающие 5 образцов говядины массой 500 г из лопаточной части туши через 48 часов после убоя крупного рогатого скота (бычки чернопестрой породы 18 месячного возраста). Мясо хранилось при температуре +4 °С. Опытные образцы подвергали воздействию давлением 800 МПа в течение 5 минут с помощью экспериментальной установки – гидростат (рис. 1) со следующими техническими характеристиками: рабочее давление – 800–1000 МПа; максимальное давление – 1200 МПа, время выхода на режим – 2–3 мин, рабочая жидкость – смесь индустриального масла и глицерина. Перед обработкой мясо помещали в вакуумно-пленочную герметичную упаковку. Образцы мяса контрольной группы давлением не обрабатывали. Исследования проводили по общепринятым методикам на лабораторной установке в НИИ физики металлов Уральского отделения РАН (г. Екатеринбург) и на базе кафедр пищевой инженерии, физики и химии УрГЭУ (г. Екатеринбург).

Для эксперимента по разработке методики количественного определения дозы ионизирующего излучения методом ЭПР в качестве объекта исследований использовали форель радужную охлажденную потрошенную с головой, которую подвергали радиационной обработке дозами 3; 9; 10; 12 кГр. Облучение образцов охлажденной рыбы проводили в Уральском федеральном университете им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина.



Рис. 1. Установка высокого давления (гидростат)

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

Результаты и обсуждение

В таблице представлены органолептические показатели свежести мяса через 30 и 60 суток холодильного хранения при температуре +4 °С. Установлено, что мясо контрольной группы по органолептическим показателям после 30 и 60 суток хранения относится к мясу сомнительной свежести и несвежему, соответственно. В то время как опытные образцы относятся к свежему мясу.

Обработка мяса высоким давлением оказала положительное влияние на его сохранность. Установлено, что у образцов мяса первой группы (контроль) КМАФАнМ после 15, 30 и 60 суток хранения не превышало $2,1 \cdot 10^2$, $2,1 \cdot 10^3$ и $3,4 \cdot 10^5$ КОЕ/г при норме для свежего мяса, упакованного под вакуум не более $1,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г. Дрожжи в контрольной группе через 30 и 60 суток хранения составляют $2,5 \cdot 10^3$ и $5,1 \cdot 10^5$ КОЕ/г при норме не более $1 \cdot 10^3$ КОЕ/г. В образцах мяса, обработанных высоким давлением, МАФАнМ и дрожжи не обнаружены.

Проведено исследование показателей гидролитической и окислительной порчи мяса: кислотного и перекисного числа.

Динамика кислотного числа в выделенном из продукта жире приведена на рис. 2.

Биохимический и пищевой инжиниринг

Анализ рис. 2 показывает, что кислотное число контрольных образцов выделенного из мясного сырья жира после 30 и 60 суток хранения в 6 раз выше по сравнению с опытными образцами.

Данные об изменении перекисного числа выделенного из мясного сырья жира в процессе хранения представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что в процессе хранения возрастает перекисное число в контрольных и опытных образцах мяса. Так, перекисное число после 15, 30 и 60 суток хранения в контрольных образцах мяса составляет 0,01; 0,02 и 0,08 миллимоль активного кислорода на 1 кг, в опытных образцах на уровне 0; 0,01 и 0,02, соответственно.

Полученные результаты перекисного числа согласуются с оценкой антиоксидантной активности мяса (АОА). Установлено, что опытные образцы мяса имели более высокую АОА ($0,35 \pm 0,02$ моль экв. / дм^3), что на 66,7 % достоверно (** $P \leq 0,01$) выше АОА контрольных образцов ($0,21 \pm 0,05$ моль экв./ дм^3).

Пищевая ценность мяса, в первую очередь, определяется содержанием биологически полноценных белков (см. таблицу).

Определение пищевой ценности по истечении исследованного периода хранения показывает, что в опытных образцах мяса к концу периода хранения количество белка уменьшилось на 1,5 %, в то время как в контрольных – на 3,1 %. В контрольных образцах мяса отмечено наибольшее изменение этого показателя в сторону уменьшения, что объясняется сохранением активности как ферментов мышечной ткани (катепсинов и кальпаинов), так и ферментов микроорганизмов.

Снижение содержания жира в опытных и контрольных образцах составляет 1,7 и 4,3 %, соответственно. Полученные результаты объясняются разрушением сложноэфирных связей в триглицеридах при участии воды, что сопровождается накоплением свободных жирных кислот. Этот процесс катализируется как тканевыми липазами, так и липолитическими ферментами микроорганизмов, кото-

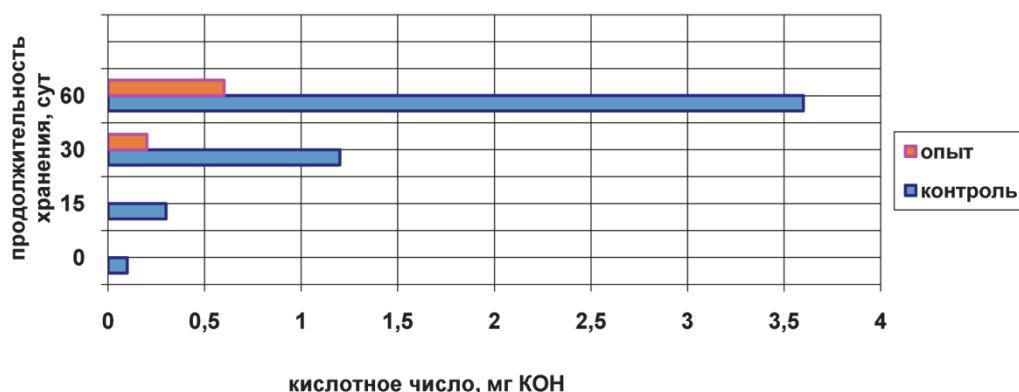


Рис. 2. Динамика кислотного числа контрольных и опытных образцов выделенного из мясного сырья жира в процессе хранения, мг КОН/г

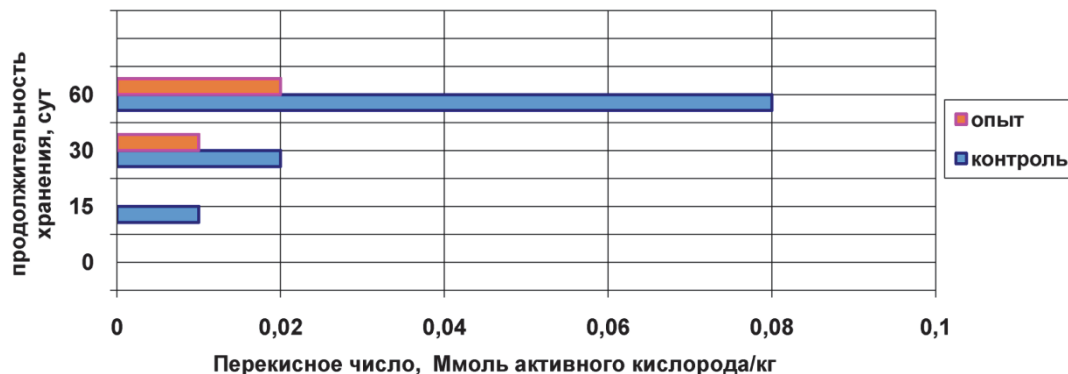


Рис. 3. Динамика перекисного числа контрольных и опытных образцов выделенного из мясного сырья жира в процессе хранения, Ммоль активного кислорода/кг

Пищевая ценность контрольных и опытных образцов мяса ($M \pm m$; $n = 5$)

Компоненты мяса, %	Контроль		Опыт	
	Через 48 часов с момента убоя	через 60 сут хранения	Через 48 часов с момента убоя	через 60 сут хранения
Белки	19,3 ± 0,2	18,7 ± 0,1	19,4 ± 0,3	19,1 ± 0,1
Жиры	11,5 ± 0,4	11,0 ± 0,2	11,6 ± 0,2	11,4 ± 0,3
Вода	66,4 ± 1,2	64,4 ± 0,6	67,8 ± 1,8	66,7 ± 0,4

рые в необработанном высоким давлением сырье сохраняют свою жизнеспособность.

О сохранности белковых веществ мяса и липидных компонентов свидетельствует результаты определения аминок-аммиачного азота (ААА) и летучих жирных кислот (ЛЖК). Установлено, что содержание ААА в контрольных образцах мяса после 15, 30 и 60 суток составляет 0,73; 1,85; и 2,43 мг/10 см³ вытяжки, в опытных образцах – 0,12; 0,16; 0,24 мг/10 см³ вытяжки при норме для свежего мяса – менее 1,26 мг/10 см³. Количество ЛЖК в контрольных образцах говядины после 15, 30 и 60 суток хранения на уровне – 1,4; 4,2 и 5,8 мг щелочи/г, в опытных образцах – 0,2; 1,0; 2,3 мг щелочи/г (норма – до 4 мг щелочи/г). Полученные данные показали высокую сохранность мяса, обработанного высоким давлением.

Проведены исследования по разработке методики количественного определения дозы ионизирующего излучения методом ЭПР для охлажденной форели.

Для разработки методики охлажденную форель подвергали радиационной обработке дозами 3; 9; 10; 12 кГр, затем выделяли костную ткань (КТ) и фиксировали ее электронно-парамагнитный резонанс.

За основу разработки методики взяты основные положения ГОСТ Р 52529-2006 «Мясо и мясные продукты. Метод электронного парамагнитного резонанса для выявления радиационно-обработанных мяса и мясопродуктов, содержащих костную ткань».

Разработанная методика выделения и подготовки образцов костной ткани (ОКТ) следующая: предварительно позвоночник рыбы очищают от мышечной ткани, сушат в сушильном шкафу при температуре 39–40 °С в течение 24–30 ч до содержания остаточной влаги 3–4 %, охлаждают, выдерживают при комнатной температуре в течение 30–40 мин, измельчают до размера отдельных фрагментов

не более 0,5×0,5×0,5 мм общей массой не менее 0,05 г.

Разработанная методика подготовки ОКТ для исследований отличается увеличением продолжительности сушки до 24 ч в отличие от требований ГОСТ Р 52529-2006, что позволяет получить устойчивые ЭПР-спектры и, соответственно, достоверные результаты.

На рис. 4 представлен ЭПР-спектр ОКТ форели радужной охлажденной, облученной дозой 3–12 кГр. После облучения образцов охлажденной рыбы дозой 3 кГр в диапазоне поля 3260–3290 Гс амплитуда пика составила $(3,28 \pm 0,01)10^{-5}$ отн. ед., ширина сигнала $(10,81 \pm 0,02)$ Гс и площадь пика $(1,367 \pm 0,004)10^{-4}$ ($p \leq 0,05$).

Облучение форели дозой 9 кГр приводит к изменению параметров ЭПР-спектра: отмечено повышение амплитуды пика на 30 % до $(4,29 \pm 0,01)10^{-5}$, уменьшение ширины на 20 % до $(8,65 \pm 0,01)$ Гс и увеличение площади пика на 2,3 % до $(1,380 \pm 0,00083)10^{-4}$ ($p \leq 0,05$) по сравнению со спектром ОКТ рыбы, облученной дозой 3 кГр.

После облучения форели дозой 10 кГр отмечается снижение амплитуды пика ЭПР-спектра ОКТ на 9,6 % до $(3,88 \pm 0,01)10^{-5}$, увеличение ширины сигнала на 36,2 % до $(11,78 \pm 0,01)$ Гс и площади пика на 12,9 % до $(1,558 \pm 0,00844)10^{-4}$ ($p \leq 0,05$) в сравнении с ЭПР-спектром ОКТ форели, облученной дозой 9 кГр.

Установлено уменьшение амплитуды пика ЭПР-спектра ОКТ форели, облученной дозой 12 кГр, на 11,3 % до значения $(3,44 \pm 0,07)10^{-5}$ и увеличение сигнала на 8,1 % до $(12,74 \pm 0,05)$ Гс, увеличение площади пика на 10,5 % до $(1,722 \pm 0,00025)10^{-4}$ ($p \leq 0,05$) в сравнении с ЭПР-спектром ОКТ форели, облученной дозой 10 кГр.

В результате проведенных исследований установлено, что при увеличении дозы облучения охлажденной форели с 3 до 12 кГр возрастает амплитуда ЭПР спектра на 4,2, пло-

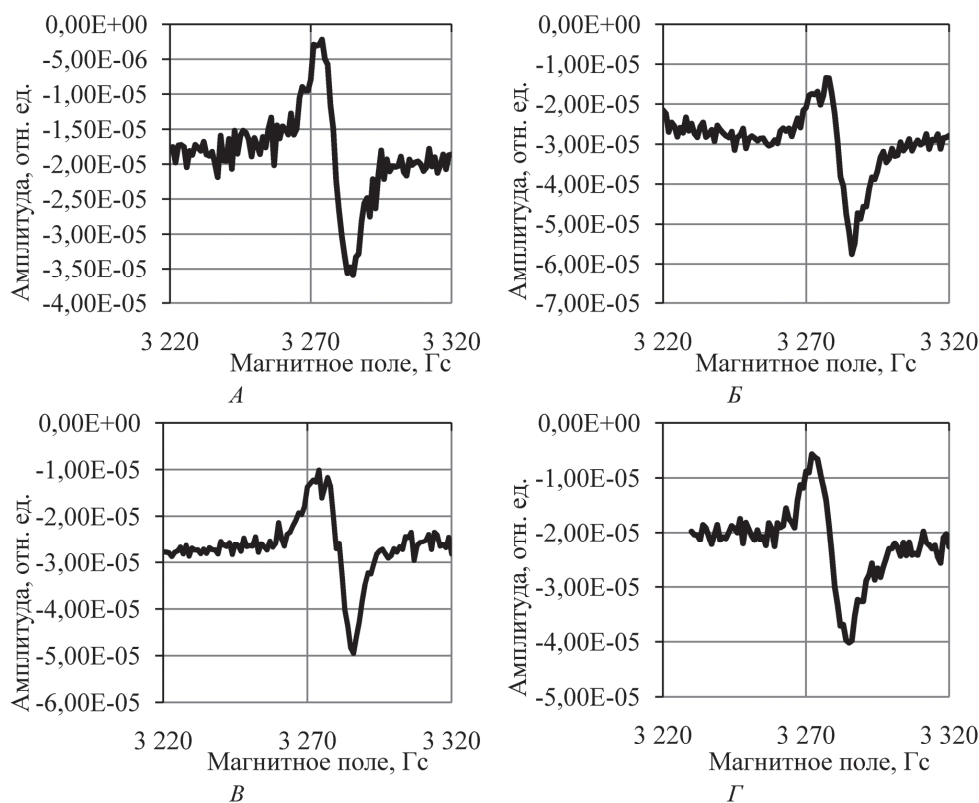


Рис. 4. ЭПР-спектр ОКТ форели радужной охлажденной, облученной дозой:
А – 3 кГр (g-фактор $2,0047 \pm 0,0001$); Б – 9 кГр (g-фактор $2,0032 \pm 0,0001$);
В – 10 кГр (g-фактор $2,0047 \pm 0,0001$); Г – 12 кГр (g-фактор $2,0047 \pm 0,0001$)

щадь на 25,3 и ширина пика на 17,8 % ($p \leq 0,05$).

Установлена корреляционная зависимость увеличения площади ЭПР-сигнала от дозы облучения – 0,78. Коэффициент корреляции по поглощенной дозе составил 0,97.

Поглощенная доза с повышением дозы облучения имеет тенденцию к увеличению, что подтверждается площадью под линией сигнала ЭПР-спектра.

Разработанная методика определения дозы облучения костной ткани путем расчета амплитуды, ширины и площади пика ЭПР-спектра позволяет с высокой степенью достоверности ($p \leq 0,05$) определить дозу облучения для форели радужной:

– при облучении дозой 3 кГр амплитуда составляет $3,28 \cdot 10^{-5}$, ширина – 10,81 Гс, площадь пика – $1,367 \cdot 10^{-4}$;

– при облучении дозой 9 кГр: амплитуда – $4,29 \cdot 10^{-5}$, ширина – 8,6 Гс, площадь пика – $(1,380 \pm 0,00083)10^{-4}$;

– при облучении дозой 10 кГр: амплитуда – $3,88 \cdot 10^{-5}$, ширина – 11,78 Гс, площадь пика – $1,558 \cdot 10^{-4}$;

– при облучении дозой 12 кГр: амплитуда пика – $(3,44 \pm 0,07)10^{-5}$, ширина – 12,74 Гс, площадь пика – $1,722 \cdot 10^{-3}$.

По результатам проведенных комплексных исследований показателей свежести и пищевой ценности мяса установлено, что образцы, обработанные высоким давлением 800 МПа в течение 5 мин после 60 суток хранения соответствовали требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Обработка мяса высоким давлением и помещение его в вакуумно-пленочную упаковку через 48 часов с момента убоя вызывает гибель микробных клеток, предотвращает распад белка и способствует ослаблению процессов окисления липидных компонентов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение высокого давления в технологии хранения мяса способствует увеличению его сроков годности. Разработана методика определения дозы ионизирующего излучения, используемой при обработке охлажденной рыбы, сущность которой заключается в расчете амплитуды, ширины и площади пи-

ка ЭПР-спектра: при облучении дозой 3 кГр амплитуда составляет $3,28 \cdot 10^{-5}$, ширина – 10,81 Гс, площадь пика – $1,367 \cdot 10^{-4}$; при облучении дозой 9 кГр: амплитуда – $4,29 \cdot 10^{-5}$, ширина – 8,6 Гс, площадь пика – $(1,380 \pm 0,00083)10^{-4}$; при облучении дозой 10 кГр: амплитуда – $3,88 \cdot 10^{-5}$, ширина – 11,78 Гс, площадь пика – $1,558 \cdot 10^{-4}$; при облучении дозой 12 кГр: амплитуда пика – $(3,44 \pm 0,07)10^{-5}$, ширина – 12,74 Гс, площадь пика – $1,722 \cdot 10^{-3}$.

Представленная методика позволяет достоверно определить дозу ионизирующего излучения, применяемую при обработке охлажденной рыбы, и может быть использована при разработке нормативной документации в области экспозиции ионизирующим излучением пищевой продукции.

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

Литература/References

1. Ferstl C., Ferstl P. Process Engineer-Aseptic. High pressure processing: Insights on technology and regulatory requirements. *The national food lab*, 2013, pp. 1–6.
2. Rastogi N.K., Raghavarao K.S. *Opportunities and Challenges in High Pressure Processing of Foods*. Taylor & Francis Group, 2010, pp. 69–112.
3. Hoover D.Cr., Metrick Caralyn Papineau Anne M. Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms. *Food Technology*, 1989, vol. 43, iss. 9, pp. 99–107.
4. Knorr D., Gould G.W. (Ed.). Hydrostatic pressure treatment of food: microbiology. *New methods of food preservation*, 1995, pp. 159–175. DOI: 10.1007/978-1-4615-2105-1_8
5. Pillai S.D., Shayanfar S. Electron beam processing of fresh produce – A critical review. *Radiation physics and chemistry*, 2018, vol. 143, pp. 85–88. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2017.09.008
6. Komolprasert V. Packaging food for radiation processing. *Radiation physics and chemistry*, 2016, vol. 129, pp. 35–38. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2016.07.023
7. Ehlermann D.A.E. Wholesomeness of irradiated food. *Radiation physics and chemistry*, 2016, vol. 129, pp. 24–29. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2016.08.014
8. Gautam S., Tripathi J. Food Processing by Irradiation - An effective technology for food safety and security. *Indian journal of experimental biology*, 2016, vol. 54, iss. 11, pp. 700–707.
9. Prakash A. Particular applications of food irradiation fresh produce. *Radiation physics and chemistry*, 2016, vol. 129, pp. 50–52. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2016.07.017
10. Bhatia S.S., Wall K.R., Chris C.R. et al. Benchmarking the minimum Electron Beam (eBeam) dose required for the sterilization of space foods. *Radiation physics and chemistry*, 2018, vol. 143, pp. 72–78. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2017.08.007

Самохвалова Елена Витальевна, аспирант кафедры пищевой инженерии, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» (г. Екатеринбург), elenazim86@mail.ru

Тихонов Сергей Леонидович, заведующий кафедрой пищевой инженерии, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» (г. Екатеринбург), tihonov75@bk.ru

Тихонова Наталья Валерьевна, профессор кафедры пищевой инженерии, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» (г. Екатеринбург), tihonov75@bk.ru

Поступила в редакцию 14 января 2019 г.

PROMISING PHYSICAL METHODS OF INCREASING THE ANIMAL ORIGIN PRODUCTS STORAGE PERIOD**E.V. Samokhvalova, S. L. Tikhonov, N.V. Tikhonova***Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russian Federation*

There were held comprehensive studies of indicators of freshness and nutritional value of meat. It is established that the samples treated with a high pressure of 800 MPa during five minutes after 60 days of storage complied with the requirements of the technical regulations of the Customs Union "On Food Safety" (TP TC 021/2011). Processing meat by high-pressure and placing it in a vacuum package after 48 hours from the moment of slaughter causes the death of microbial cells, prevents protein breakdown and helps to weaken the processes of oxidation of lipid components. The results obtained suggest that the use of high pressure in meat storage technology contributes to an increase in its shelf life. There was developed a method for determining the dose of ionizing radiation used in the processing of chilled fish, the essence of which is to calculate the amplitude, width, and area of the EPR spectrum peak. When irradiated with a dose of 3 kGy, the amplitude is $3.28 \cdot 10^{-5}$, width – 10.81 G, peak area – $1.367 \cdot 10^{-4}$; when irradiated with a dose of 9 kGy, amplitude – $4.29 \cdot 10^{-5}$, width – 8.6 G, peak area – $1.380 \pm 0.00083 \cdot 10^{-4}$; when irradiated with a dose of 10 kGy, amplitude – $3.88 \cdot 10^{-5}$, width – 11.78 G, peak area – $1.558 \cdot 10^{-4}$; when irradiated with a dose of 12 kGy, the peak amplitude is $3.44 \pm 0.07 \cdot 10^{-5}$, the width is 12.74 G, the peak area is $1.722 \cdot 10^{-3}$. The presented method allows to reliably determine the dose of ionizing radiation used in the processing of chilled fish and can be used in the development of regulatory documentation in the field of exposure by ionizing radiation of food products.

Keywords: meat, ionizing radiation, processing by high-pressure, storage period, method, chilled fish.

Elena V. Samokhvalova, Postgraduate of the Department of Food Engineering, FSSFEI HE Ural State University of Economics (Yekaterinburg), elenazim86@mail.ru

Sergey L. Tikhonov, Head of the Department of Food Engineering, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, FSSFEI HE Ural State University of Economics (Yekaterinburg), tihonov75@bk.ru

Natalya V. Tikhonova, Professor of the Department of Food Engineering, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor, FSSFEI HE Ural State University of Economics (Yekaterinburg), tihonov75@bk.ru

Received January 14, 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Самохвалова, Е.В. Перспективные физические способы увеличения сроков годности продукции животного происхождения / Е.В. Самохвалова, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 71–78. DOI: 10.14529/food190108

FOR CITATION

Samokhvalova E.V., Tikhonov S.L., Tikhonova N.V. Promising Physical Methods of Increasing the Animal Origin Products Storage Period. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 71–78. (in Russ.) DOI: 10.14529/food190108