

*И.В. Калтович, к.т.н., доцент, И.О. Чернухо, В.С. Шакалинская
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

**РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ СНИЖЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ
(ОТСУТСТВИЕ) БЕНЗАПИРЕНА**

*I. Kaltovich, I. Chernuho, V. Shakalinskaya
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

**RATIONAL TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF PRODUCTION OF
PRODUCTS BASED ON CHICKEN-BROILER MEAT, PROVIDING REDUCED
CONTENT (NO) BENZAPYRENE**

e-mail: irina.kaltovich@inbox.ru, meat.sector@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по определению рациональных технологических параметров производства изделий колбасных полукопченых на основе мяса цыплят-бройлеров, способствующих снижению содержания (предотвращению образования) бензапирена в готовых изделиях, включающие составление тонкоизмельченной фаршевой системы из подмороженного филе цыплят-бройлеров (содержание жира 1,9%) на куттере в течение 2,5 мин, осадку в искусственной оболочке ($t=10-12^{\circ}\text{C}$, $\tau=18-24$ часа), термообработку в пароконвектомате ($t=110^{\circ}\text{C}$, $\tau=25$ минут), копчение на брикетах из яблони ($t=36^{\circ}\text{C}$, $\tau=1,5$ часа), охлаждение (t не выше 20°C , $\tau=2-3$ ч), сушку ($t=10-12^{\circ}\text{C}$, $\tau=1-2$ сут). Использование рациональных технологических параметров производства изделий колбасных полукопченых на основе мяса цыплят-бройлеров, включающих подбор мясного сырья, оболочек и древесины для копчения, оптимальные параметры термообработки и составления фаршевых систем и др., помимо предотвращения образования бензапирена в готовых продуктах, позволяет обеспечить оптимальные функционально-технологические (ВУС – 98,1%), структурно-механические (ПНС – 1094,1 Па) и органолептические показатели готовых изделий, их переваримость в течение 2 часов, что подтверждает целесообразность изготовления колбасных изделий с учетом установленных технологических приемов и позволит расширить ассортимент высококачественных мясных продуктов, окажет положительное влияние на повышение конкурентоспособности отечественной пищевой промышленности, благоприятно отразится на укреплении здоровья нации.

The article presents the results of studies to determine the rational technological parameters of the production of sausage semi-smoked products based on broiler chickens meat, which contribute to reducing the content (preventing the formation of) benzapyrene in finished products, including the composition of a finely ground stuffing system from frozen fillet of broiler chickens (fat content 1.9%) on the cutter for 2.5 minutes, deposit in artificial casing ($t = 10-12^{\circ}\text{C}$, $\tau=18-24$ hours), heat treatment in parokonvectomate ($t = 110^{\circ}\text{C}$, $\tau=25$ minutes), smoking on apple briquettes ($t = 36^{\circ}\text{C}$, $\tau=1,5$ hours), cooling (t not more than 20°C , $\tau=2-3$ h), drying ($t = 10-12^{\circ}\text{C}$, $\tau=1-2$ days). Use of rational technological parameters of production of products of sausage semi-smoked on the basis of meat of broiler chickens, including selection of meat raw materials, shells and wood for smoking, optimal parameters of heat treatment and composition of mince systems, etc., in addition to prevention of benzapyrene formation in finished products, makes it possible to ensure optimal functional and technological (VUS – 98.1%), structural and mechanical (PNS – 1094.1 Pa) and organoleptic indicators of finished products, their digestibility within 2 hours, which confirms the feasibility of making sausage products taking into account the established technological techniques and will expand the range of high-quality meat products, will have a positive impact on increasing the competitiveness of the domestic food industry, will have a favorable effect on promoting the health of the nation.

Ключевые слова: бензапирен; изделия колбасные полукопченые; мясо цыплят-бройлеров; функционально-технологические; структурно-механические и органолептические показатели.

Key words: transisomers of fatty acids; natural and chopped semi-finished products; pork; functional and technological; structural and mechanical and organoleptic indicators.

Введение. В настоящее время проблема безопасности пищевых продуктов имеет важное значение и является одним из наиболее актуальных вопросов общественного здравоохранения. На рынке сегодня доступен широкий ассортимент пищевых продуктов, которые обеспечивают вкусовую привлекательность, удобство и новизну. Однако в то же время широкая доступность и активный маркетинг многих из этих продуктов, особенно имеющих высокое содержание бензапирена, нитрозаминов, трансизомеров жирных кислот, насыщенных жиров, препятствует возможности придерживаться здорового питания [1, 4, 6–9].

Бензапирен – ароматическое соединение, представитель семейства полициклических углеводородов, вещество первого класса опасности. Основными пищевыми источниками бензапирена являются копченые продукты. Рассматривая процессы копчения, специалисты (Апалькова Г.Д., Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск) отмечают, что в копченых продуктах содержание бензапирена составляет до 500 мкг/кг. В то же время Всемирная организация здравоохранения рекомендует поступление бензапирена с пищей на уровне не более 0,36 мкг в день [2, 5, 10].

Учитывая актуальность проблемы негативного влияния потенциально опасных веществ (бензапирена, нитрозаминов, трансизомеров жирных кислот и др.) на здоровье человека, отсутствие сведений об уровнях накопления данных веществ при различных параметрах технологических процессов производства мясных изделий, разработка теоретических и практических основ и способов снижения содержания потенциально опасных веществ в данных продуктах является необходимой и актуальной задачей, а ее решение будет способствовать расширению ассортимента высококачественных конкурентоспособных мясных изделий [3,11–13].

Цель исследований – определение рациональных технологических параметров изготовления мясных продуктов (изделий колбасных полукопченых) на основе мяса цыплят-бройлеров, обеспечивающих сниженное содержание бензапирена в готовых продуктах.

Материалы и методы исследований. Объекты исследований – мясные продукты (изделия колбасные полукопченые) на основе мяса цыплят-бройлеров.

Методы исследований – стандартные методы исследований показателей качества и безопасности пищевых продуктов (содержание трансизомеров жирных кислот, БГКП (колиформы) в 1,0 г, сульфитредуцирующие клостридии в 0,1 г, *S.aureus* в 1,0 г, патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г, *L.monocytogenes* в 25 г), влагосвязывающая способность, предельное напряжение сдвига).

Результаты и их обсуждение. В результате выполнения НИР установлены рациональные технологические параметры производства мясных продуктов (изделий колбасных полукопченых) на основе мяса цыплят-бройлеров, свинины, говядины и баранины с учетом комплексного анализа факторов, оказывающих влияние на снижение содержания (предотвращение образования) бензапирена в готовых изделиях:

- содержания жира в используемом мясном сырье;
- вида оболочки для изготовления изделий колбасных полукопченых;
- вида используемой древесины для копчения колбасных изделий;
- температуры и продолжительности процесса копчения и обработки в пароконвектомате мясных продуктов.

При изготовлении изделий колбасных полукопченых на основе мяса цыплят-бройлеров с целью снижения содержания бензапирена в готовых продуктах в качестве мясного сырья подобрано филе, отличающееся низким содержанием жира по сравнению с остальными частями тушки цыплят-бройлеров (1,9 %). Выработано 10 кг изделий колбасных полукопченых из филе цыплят-бройлеров, которые использованы для проведения исследований содержания бензапирена, функционально-технологических (влагосвязывающая, влагоудерживающая способность), структурно-механических (предельное напряжение сдвига), микробиологических (БГКП (колиформы) в 1,0 г, сульфитредуцирующие кластридии в 0,1 г, *S.aureus* в 1,0 г, патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г, *L.monocytogenes* в 25 г), органолептических показателей, переваримости данных изделий (рисунок 1).



Рисунок 1 – Изготовление экспериментальных образцов изделий колбасных полукопченых на основе мяса цыплят-бройлеров
Источник данных: собственная разработка.

Определены оптимальные параметры составления тонкоизмельченной фаршевой системы из подмороженного филе цыплят-бройлеров ($t = \text{минус } 8^{\circ}\text{C} - \text{минус } 3^{\circ}\text{C}$) на куттере, обеспечивающие оптимальные показатели качества готовых изделий. С этой целью проведено варьирование продолжительности куттерования фаршевой системы в течение 2–3,5 минут с интервалом 0,5 минут.

Данные, полученные в результате исследования влагосвязывающей способности и предельного напряжения сдвига модельных фаршевых систем из филе цыплят-бройлеров при различной продолжительности куттерования, представлены на рисунках 2 и 3.

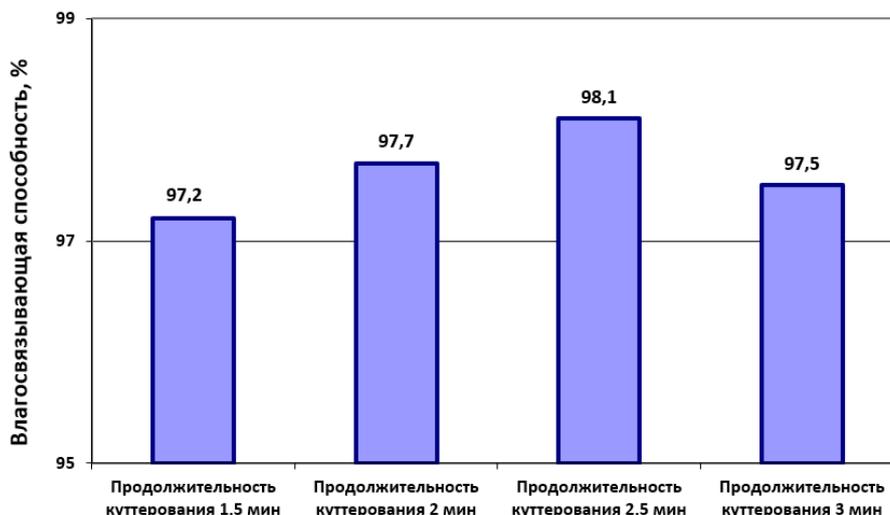


Рисунок 2 – Влагосвязывающая способность модельных фаршевых систем на основе филе цыплят-бройлеров при различной продолжительности куттерования
Источник данных: собственная разработка.

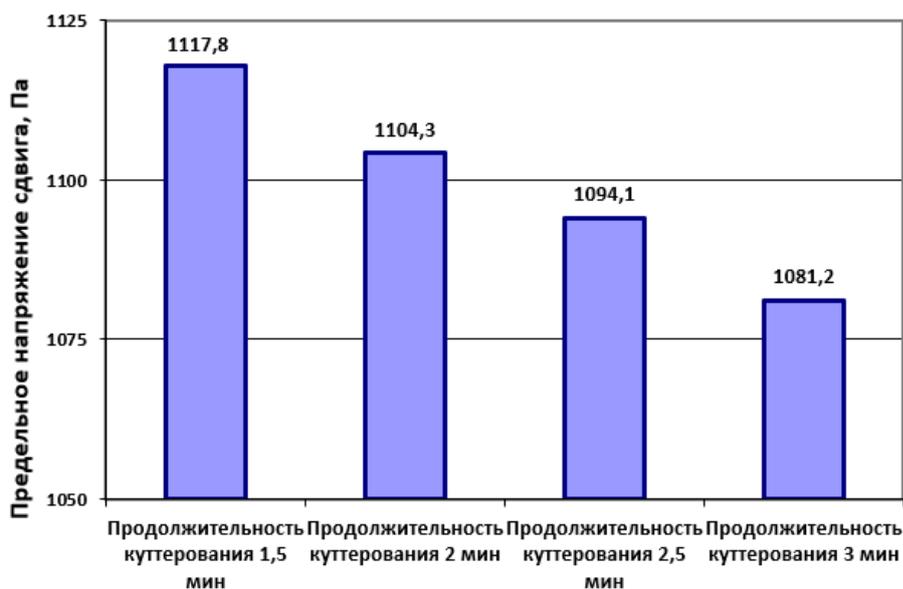


Рисунок 3 – Предельное напряжение сдвига модельных фаршевых систем на основе филе цыплят-бройлеров при различной продолжительности куттерования
Источник данных: собственная разработка.

Установлено, что при увеличении продолжительности куттерования модельных фаршевых систем из филе цыплят-бройлеров от 1,5 до 2,5 минут происходит повышение их влагосвязывающей способности с 97,2% до 98,1%, в то время как дальнейшее куттерование в течение 3 минут приводит к ухудшению функционально-технологических показателей фаршевых систем, о чем свидетельствует снижение значения их влагосвязывающей способности до 97,5% (рисунок 2). В то же время при увеличении продолжительности куттерования модельных систем из филе цыплят-бройлеров с 1,5 до 3 минут происходит снижение значения их предельного напряжения сдвига с 1117,8 Па до 1081,2 Па, что свидетельствует о размягчении консистенции модельных образцов. В то же время оптимальной консистенцией отличались модельные фаршевые системы, подвергнутые куттерованию в течение 2,5 минут (1094,1 Па) (рисунок 3).

Таким образом, на основании комплексного анализа функционально-технологических и структурно-механических показателей модельных фаршевых систем из филе цыплят-бройлеров, подвергнутых куттерованию в течение 1,5–3 минут, определено, что оптимальная продолжительность составления тонкоизмельченной фаршевой системы из замороженного сырья составляет 2,5 минуты, о чем свидетельствует увеличенное значение влагосвязывающей способности (98,1%) и рациональное значение предельного напряжения сдвига образцов (1094,1 Па).

В результате проведенных исследований установлено, что использование искусственных оболочек при изготовлении изделий колбасных полукопченых на основе филе цыплят-бройлеров позволяет снизить содержание бензапирена в готовых продуктах по сравнению с аналогичными изделиями в натуральных оболочках, до 10,0 раз ($0,1 \times 10^{-4}$ – $5,8 \times 10^{-4}$ мг/кг), а применение для копчения брикетов из яблони – до 4,0 раз ($0,1 \times 10^{-4}$ – $5,3 \times 10^{-4}$ мг/кг) по сравнению с изделиями колбасными полукопчеными, подвергнутыми копчению на брикетах из клена ($0,4 \times 10^{-4}$ – $6,5 \times 10^{-4}$ мг/кг).

Вместе с тем, определено, что уменьшение температуры копчения изделий колбасных полукопченых на основе филе цыплят-бройлеров до минимальной (36 °С) приводит к снижению содержания бензапирена в готовых продуктах по сравнению с изделиями, копченными при максимальной температуре (50 °С), до 11,0 раз ($0,1 \times 10^{-4}$ – $2,7 \times 10^{-4}$ мг/кг), а уменьшение продолжительности копчения до 1,5 часа (минимальное

значение) – до 10,0 раз по сравнению с продуктами, подвергнутыми копчению в течение 6 часов ($1,0 \times 10^{-4}$ – $6,5 \times 10^{-4}$ мг/кг).

Выявлено, что рациональными технологическими параметрами обработки изделий колбасных полукопченых на основе филе цыплят-бройлеров в пароконвектомате являются следующие – $t=110^\circ\text{C}$, $\tau=25$ минут, что позволяет обеспечить отсутствие бензапирена в продуктах после данного технологического этапа термообработки и обеспечить улучшенные функционально-технологические (ВУС – 99,2%) и структурно-механические показатели изделий (ПНС – 1315,2 Па), направляемых на дальнейшее копчение.

Таким образом, на основании комплексного анализа технологических факторов и приемов, оказывающих влияние на снижение содержания (предотвращение образования) бензапирена в готовых продуктах, установлены рациональные технологические параметры изготовления изделий колбасных полукопченых на основе филе цыплят-бройлеров и разработана технологическая схема их производства (рисунок 4).

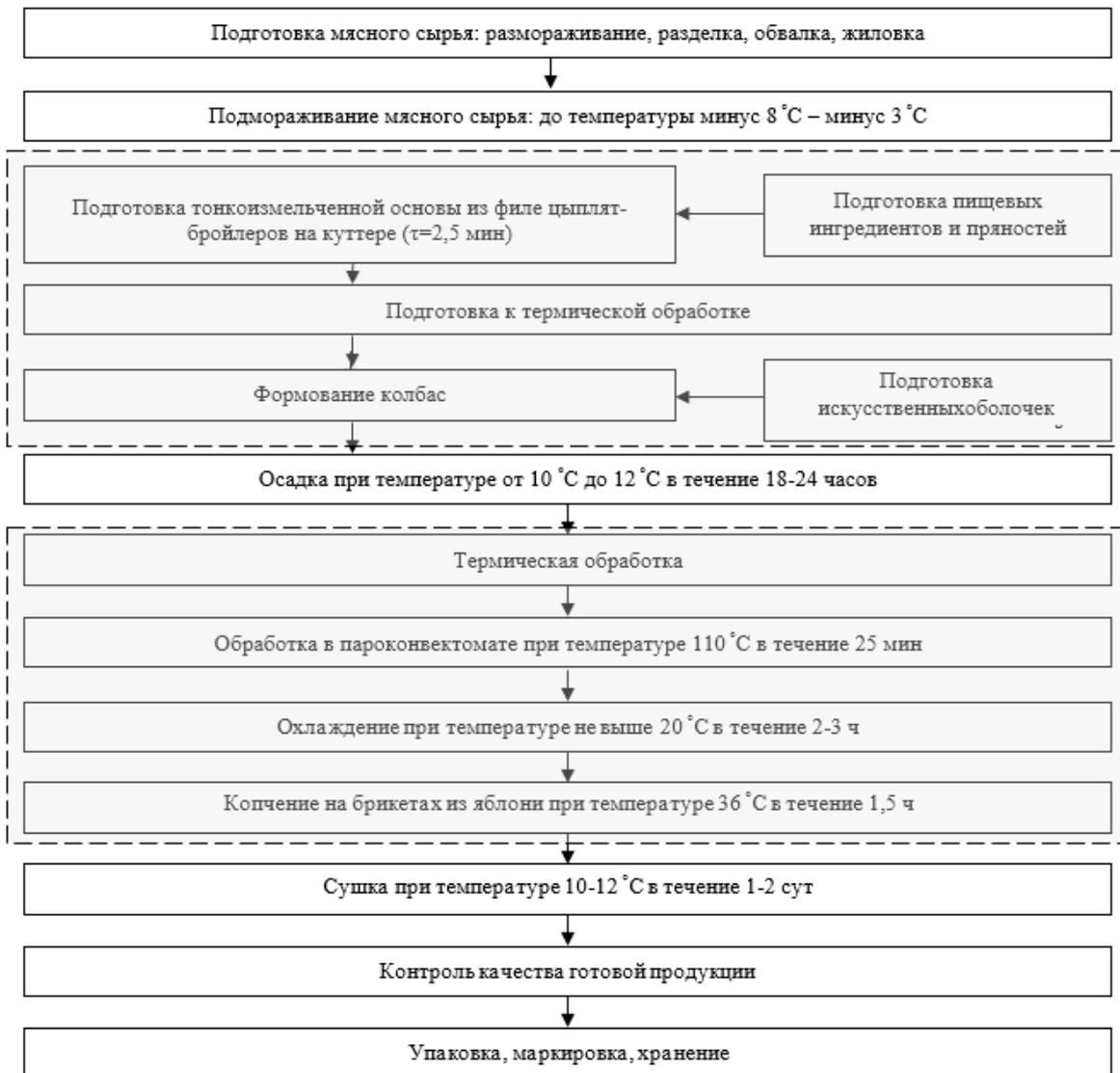


Рисунок 4 – Технологическая схема производства изделий колбасных полукопченых на основе мяса цыплят-бройлеров, отличающихся сниженным содержанием (отсутствием) бензапирена

Источник данных: собственная разработка.

Определено, что при изготовлении изделий колбасных полукопченых на основе мяса цыплят-бройлеров в соответствии с разработанной технологической схемой производства в готовых продуктах не обнаружено бензапирена, а по микробиологическим показателям (БГКП (колиформы) в 1,0 г, сульфитредуцирующие кластридии в 0,1 г, *S.aureus* в 1,0 г, патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г, *L.monocytogenes* в 25 г) изделия соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки», Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденного Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 37 от 25 января 2021 г., Санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам» и Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденных Постановлением Министерства Здравоохранения Республики Беларусь № 52 от 21 июня 2013 г.

Вместе с тем, использование установленных рациональных технологических параметров производства при изготовлении изделий колбасных полукопченых позволяет обеспечить улучшенные функционально-технологические (влагоудерживающая способность – 98,7%), структурно-механические (предельное напряжение сдвига – 1325,8 Па) и органолептические показатели (консистенция, внешний вид, вкус, нежность (сочность), запах (аромат)) готовых продуктов, а также обеспечить их быструю переваримость (2 часа), что свидетельствует о высоких показателях качества изделий.

Заключение. Установлены рациональные технологические параметры производства изделий колбасных полукопченых на основе мяса цыплят-бройлеров, способствующие снижению содержания (предотвращению образования) бензапирена в готовых изделиях, включающие составление тонкоизмельченной фаршевой системы из замороженного филе цыплят-бройлеров (содержание жира 1,9%) на куттере в течение 2,5 мин, осадку в искусственной оболочке ($t=10-12^{\circ}\text{C}$, $\tau=18-24$ часа), термообработку в пароконвектомате ($t=110^{\circ}\text{C}$, $\tau=25$ минут), копчение на брикетах из яблони ($t=36^{\circ}\text{C}$, $\tau=1,5$ часа), охлаждение (t не выше 20°C , $\tau=2-3$ ч), сушку ($t=10-12^{\circ}\text{C}$, $\tau=1-2$ сут).

Определено, что использование рациональных технологических параметров производства изделий колбасных полукопченых на основе мяса цыплят-бройлеров, включающих подбор мясного сырья, оболочек и древесины для копчения, оптимальные параметры термообработки и составления фаршевых систем и др., помимо предотвращения образования бензапирена в готовых продуктах, позволяет обеспечить оптимальные функционально-технологические (ВУС – 98,1%), структурно-механические (ПНС – 1094,1 Па) и органолептические показатели готовых изделий, их переваримость в течение 2 часов, что подтверждает целесообразность изготовления колбасных изделий с учетом установленных технологических приемов и позволит расширить ассортимент высококачественных мясных продуктов, окажет положительное влияние на повышение конкурентоспособности отечественной пищевой промышленности, благоприятно отразится на укреплении здоровья нации.

Список использованных источников

1. Альпакова, Г. Д. Показатели безопасности пищевых продуктов по содержанию бенз(а)пирена – проблемы и перспективы / Г. Д. Альпакова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Пищевые добавки и биотехнологии. – 2017. – Т. 5, № 2. – С. 5–10.

1. Al'pakova, G. D. Pokazateli bezopasnosti pishchevyh produktov po soderzhanuyu benz(a)pirena – problemy i perspektivy [Food safety indicators for benzo(a)pyrene content - problems and prospects] / G. D. Al'pakova // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Pishchevye dobavki i biotekhnologii. – 2017. – T. 5, № 2. – S. 5–10.

2. Долгина, Н. А. Гигиеническая оценка вредных веществ, образующихся в процессе изготовления пищевой продукции (на примере бенз(а)пирена) / Н. А. Долгина, Е. В. Федоренко, Л. Л. Бельшева, Е. В. Богущая, А. М. Бондарчук // Наука, питание и здоровье : материалы конгр., Минск, 8-9 июня 2017 г. – Минск, 2017. – С. 504–508.
3. Куликовский, А. В. Идентификация полициклических ароматических углеводородов в мясе и мясной продукции / А. В. Куликовский, Н. Л. Вострикова, А. Н. Иванкин // Мясные технологии. – 2013. – №1. – С. 30–33.
4. Куликовский, А. В. Накопление канцерогенных веществ в жареных котлетах в зависимости от температуры обработки / А. В. Куликовский, Д. А. Утьянов, Н. Л. Вострикова // Всё о мясе. – 2018. – №2. – С. 32–35.
5. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам : санитарные нормы и правила, Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов : гигиенический норматив [Электронный ресурс] : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 21 июня 2013 г., № 52 // Консультант Плюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2014.
6. Семенова, А. А. Реальность и вымыслы о пищевых добавках – антиокислителях / А. А. Семенова, В. В. Насонова // Контроль качества продукции. – 2015. – №11. – С. 21–26.
7. Сергеева, Л. В. Натуральные антиоксиданты для колбасных изделий / Л. В. Сергеева, Д. А. Кадималиев, В. С. Бирюков // Все о мясе. – 2012. – №4. – С. 14–18.
8. Сидоренко, С. В. Определение банзапирена методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / С. В. Сидоренко, Н. А. Борщ // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – №2-1. – С. 37–40.
2. Dolgina, N. A. Gigienicheskaya ocenka vrednyh veshchestv, obrazuyushchihsya v processe izgotovleniya pishchevoj produkcii (na primere benz(a)pirena) [Hygienic assessment of harmful substances formed during the manufacturing process of food products (using the example of benzo(a)pyrene)] / N. A. Dolgina, E. V. Fedorenko, L. L. Belysheva, E. V. Boguckaya, A. M. Bondarchuk // Nauka, pitanie i zdorov'e: materialy kongr., Minsk, 8-9 iyunya 2017 g. – Minsk, 2017. – S. 504–508.
3. Kulikovskij, A. V. Identifikaciya policiklicheskih aromaticeskikh uglevodorodov v myase i myasnoj produkcii [Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in meat and meat products] / A. V. Kulikovskij, N. L. Vostrikova, A. N. Ivankin // Myasnye tekhnologii. – 2013. – №1. – S. 30–33.
4. Kulikovskij, A. V. Nakoplenie kancerogennyh veshchestv v zharenyh kotletah v zavisimosti ot temperatury obrabotki [Accumulation of carcinogenic substances in fried cutlets depending on processing temperature] / A. V. Kulikovskij, D. A. Ut'yanov, N. L. Vostrikova // Vsyo o myase. – 2018. – №2. – S. 32–35.
5. Trebovanija k prodovol'stvennomu syr'ju i pishhevym produktam : sanitarnye normy i pravila, Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlja cheloveka prodovol'stvennogo syr'ja i pishhevyyh produktov : gigienicheskij normativ [Elektronnyj resurs] [Requirements for food raw materials and food products: sanitary norms and rules, Indicators of safety and harmlessness to humans of food raw materials and food products : hygienic standards] : utv. postanovleniem M-va zdrazvoohranenija Resp. Belarus', 21 ijunja 2013 g., № 52 // Konsultant Pljus. Belarus' / ООО «JurSpektr», Nac. centr pravovoj informacii Respubliki Belarus'. – Minsk, 2014.
6. Semenova, A. A. Real'nost' i vymysly o pishchevyh dobavkah – antiokislitelyah [Reality and fiction about food additives – antioxidants] / A. A. Semenova, V. V. Nasonova // Kontrol' kachestva produkcii. – 2015. – №11. – S. 21–26.
7. Sergeeva, L. V. Natural'nye antioksidanty dlya kolbasnyh izdelij [Natural antioxidants for sausages] / L. V. Sergeeva, D. A. Kadimaliev, V. S. Biryukov // Vse o myase. – 2012. – №4. – S. 14–18.
8. Sidorenko, S. V. Opredelenie banzapirena metodom vysokoeffektivnoj zhidkostnoj hromotografii [Determination of benzopyrene by high performance liquid chromatography] / S. V. Sidorenko, N. A. Borshch // Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tekhnologij. – 2016. – №2-1. – S. 37–40.

9. Сложенкина, М. И. Комплексная оценка содержания полициклических ароматических углеводородов и особенности их накопления в мясной продукции / М. И. Сложенкина, А. В. Куликовский [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – №6(86). – С. 125–133.

10. Способ определения бензо(а)пирена из ряда полициклических ароматических углеводородов в пищевых продуктах : пат. RU 2153167 C1 / А. Б. Лисицын, С. И. Суханова, С. И. Миталева. – Оpubл. 20.07.2000.

11. Утьянов, Д. А. Факторы, влияющие на образование канцерогенов при высокотемпературной термической обработке мясной продукции / Д. А. Утьянов, А. В. Куликовский, А. С. Князева, Н. Л. Вострикова // Все о мясе. – 2020. – №4. – С. 14–16.

12. Aygun, S. F. Determination of benzo(a)pyrene in charcoal grilled meat samples by HPLC with fluorescence detection / S. F. Aygun // International Journal of Food Sciences and Nutrition. – 2005. – Vol.56(8). – P. 581–586.

13. Dobrikova, E. Occurrence of benzo[a]perene in some foods of animal origin in the Slovak Republic / E. Dobrikova, A. Svetlikova // Journal of Food and Nutrition Research. – 2007. – Vol.46, №4. – P. 181–185.

9. Slozhenkina, M. I. Kompleksnaya ocenka sodержaniya policiklicheskih aromaticeskikh uglevodorodov i osobennosti ih nakopleniya v myasnoj produkcii [Comprehensive assessment of the content of polycyclic aromatic hydrocarbons and features of their accumulation in meat products] / M. I. Slozhenkina, A. V. Kulikovskij [i dr.] // Voprosy pitaniya. – 2017. – №6(86). – S. 125–133.

10. Sposob opredeleniya benzo(a)pirena iz ryada policiklicheskih aromaticeskikh uglevodorodov v pishchevyh produktah [Method for determination of benzo(a)pyrene from a number of polycyclic aromatic hydrocarbons in food products] : pat. RU 2153167 C1 / A. B. Lisicyn, S. I. Suhanova, S. I. Mitaleva. – Opubl. 20.07.2000.

11. Ut'yanov, D. A. Faktory, vliyayushchie na obrazovanie kancerogenov pri vysokotemperaturnoj termicheskoj obrabotke myasnoj produkcii [Factors influencing the formation of carcinogens during high-temperature heat treatment of meat products] / D. A. Ut'yanov, A. V. Kulikovskij, A. S. Knyazeva, N. L. Vostrikova // Vse o myase. – 2020. – №4. – S. 14–16.