

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

ОПТИМАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА ОСНОВЕ ГОВЯДИНЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ОБРАЗОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

*I. Kaltovich, I. Halavach
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

OPTIMAL METHODS FOR PRODUCTION OF CHOPPED SEMI-FINISHED PRODUCTS ON THE BASIS OF BEEF, CONTRIBUTING TO PREVENTION OF FORMATION OF POTENTIALLY HAZARDOUS SUBSTANCES IN FINISHED PRODUCTS

e-mail: irina_kaltovich@inbox.ru

В статье представлены результаты исследований по определению оптимальных способов изготовления рубленых полуфабрикатов на основе говядины, способствующих предотвращению образования потенциально опасных веществ в готовой продукции. Установлено, что для производства рубленых полуфабрикатов, отличающихся отсутствием гетероциклических ароматических аминов, рекомендуется использование нежирного сырья - говядины жилованной высшего сорта, изготовление изделий массой не более 75 г, включение в рецептуры вспомогательного сырья – лука репчатого (2%), сухарей панировочных и др., жарка на оливковом масле или подсолнечном масле с добавлением оливкового (соотношение 3:2) ($V(\text{масла}) = 3\%$ к массе сырья) при низком температурном режиме ($t = 115^\circ\text{C}$) в течение 15 минут или обработка в пароконвектомате при $t = 105^\circ\text{C}$ в течение 30 минут.

Ключевые слова: гетероциклические ароматические амины, говядина, рубленые полуфабрикаты, технологические параметры, жарка, обработка в пароконвектомате, функционально-технологические и структурно-механические показатели, показатели безопасности.

The article presents the results of research to determine the optimal methods of manufacturing minced semi-finished products based on beef, which help prevent the formation of potentially dangerous substances in finished products. It has been established that for the production of chopped semi-finished products characterized by the absence of heterocyclic aromatic amines, it is recommended to use low-fat raw materials - beef of the highest grade, the manufacture of products weighing no more than 75 g, the inclusion in the formulations of auxiliary raw materials - onions (2%), breadcrumbs, etc., frying in olive oil or sunflower oil with the addition of olive oil (ratio 3:2) ($V(\text{oil}) = 3\%$ by weight of the raw material) at low temperature ($t = 115^\circ\text{C}$) during 15 minutes or steam convector treatment at $t = 105^\circ\text{C}$ for 30 minutes.

Key words: heterocyclic aromatic amines, beef, chopped semi-finished products, technological parameters, frying, processing in a steam convector, functional-technological and structural-mechanical indicators, safety indicators.

Введение. В настоящее время отечественные предприятия мясной отрасли производят широкий ассортимент мясных рубленых полуфабрикатов, пользующихся стабильным спросом у населения, поскольку их главным преимуществом является быстрота приготовления.

Однако при доведении до кулинарной готовности рубленых полуфабрикатов с использованием нерациональных технологических режимов могут образовываться потенциально опасные вещества, в т.ч. гетероциклические ароматические амины

(ГАА) – химические соединения, имеющие в своем составе как минимум одно ароматическое кольцо и одну аминогруппу [1–4]. Доказано, что ГАА образуются в пищевой продукции животного происхождения при ее высокотемпературной обработке [5–7].

В нашей стране ранее не проводилось изучение уровней накопления гетероциклических ароматических аминов при производстве мясных рубленых полуфабрикатов на основе говядины, и оценка влияния технологических параметров их изготовления (способ, температура и продолжительность термообработки, масса изделий, содержание жира в используемом мясном сырье, наличие и дозировки вспомогательного сырья (репчатый лук, сухари панировочные) в рецептурах продуктов, вид и количество используемых для термообработки жиров животного и растительного происхождения и др.) на содержание ГАА в готовых к употреблению продуктах.

Цель исследований – установление рациональных технологических параметров производства рубленых полуфабрикатов на основе говядины, способствующих предотвращению образования гетероциклических ароматических аминов в готовых изделиях.

Материалы и методы исследований. Объекты исследований – рубленые полуфабрикаты на основе говядины, изготовленные при различных технологических параметрах. Методы исследований – стандартные методы исследований показателей качества и безопасности пищевых продуктов.

Результаты и их обсуждение. Установлены рациональные технологические параметры производства рубленых полуфабрикатов на основе говядины с учетом комплексной оценки факторов, оказывающих влияние на предотвращение образования гетероциклических ароматических аминов в готовых изделиях.

При производстве рубленых полуфабрикатов с целью снижения содержания ГАА в данных изделиях подобрано мясное сырье с низким содержанием жира – говядина жилованная высшего сорта (без видимых включений жировой и соединительной ткани), а также опытным путем определена оптимальная масса изделий, оказывающая влияние на снижение содержания ГАА в готовой продукции – не более 75 г.

На основании анализа уровней накопления ГАА при изготовлении рубленых полуфабрикатов на основе говядины при различных температурных режимах жарки ($t = 115^{\circ}\text{C}$, 205°C , 350°C , 430°C) определена рациональная температура данного технологического процесса, способствующая предотвращению образования ГАА в готовой продукции – 115°C (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание гетероциклических ароматических аминов в рубленых полуфабрикатах на основе говядины высшего сорта, подвергнутых жарке при различных температурных режимах

Наименование показателя	Температура жарки, °C			
	115	205	350	430
Содержание гетероциклических ароматических аминов, мкг/100 г	н/о	1,1	4,2	121,2

Источник данных: собственная разработка.

Примечание – н/о - не обнаружено

Изготовлены экспериментальные образцы рубленых полуфабрикатов на основе говядины высшего сорта, подвергнутые жарке при температуре 115°C в течение 15–25 минут с интервалом 5 минут. Установлено, что оптимальная продолжительность термообработки рубленых полуфабрикатов при данном

температурном режиме ($t = 115^{\circ}\text{C}$) составляет 15 минут, что способствует предотвращению образования гетероциклических ароматических аминов в готовой продукции (рисунок 1). При этом использование установленных рациональных технологических параметров жарки рубленых полуфабрикатов позволяет обеспечить соответствующие требованиям нормативной документации микробиологические показатели готовой продукции (КМАФАнМ, БГКП (колиформы) в 1,0 г, патогенные, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г, *S. aureus* в 1,0 г, *Proteus* в 0,1 г).

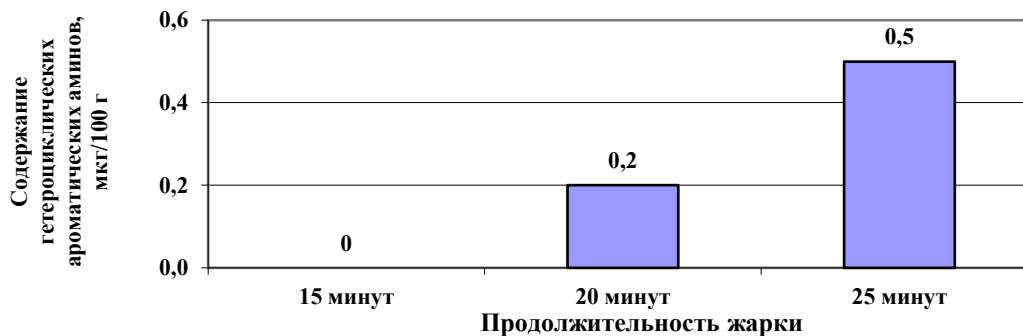


Рисунок 1 – Содержание гетероциклических ароматических аминов в рубленых полуфабрикатах на основе говядины, подвергнутых жарке при разной продолжительности процесса

Источник данных: собственная разработка.

Изучение влияния вида используемых для жарки ($t = 115^{\circ}\text{C}$, $\tau = 15$ минут) рубленых полуфабрикатов (массой 75 г) жиров животного и растительного происхождения – подсолнечного, оливкового масла, подсолнечного масла с добавлением оливкового (соотношение 3:2), рапсового масла, животного жира – позволило установить, что доведение изделий до кулинарной готовности на оливковом масле и подсолнечном масле с добавлением оливкового (соотношение 3:2) способствует предотвращению образования ГАА в готовой продукции (таблица 2). Вместе с тем, опытным путем определено рациональное количество данных масел для жарки рубленых полуфабрикатов на основе говядины – 3 % от массы сырья.

Таблица 2 – Содержание ГАА в рубленых полуфабрикатах, подвергнутых термообработке с использованием различных видов жиров растительного и животного происхождения

Наименование	Вид жиров растительного и животного происхождения				
	Подсолнечное масло	Оливковое масло	Подсолнечное масло с добавлением оливкового (соотношение 3:2)	Рапсовое масло	Животный жир
Рубленые полуфабрикаты	0,2	н/о	н/о	0,3	0,2

Источник данных: собственная разработка.

Примечание – н/о - не обнаружено

Кроме того, перспективным способом доведения до кулинарной готовности рубленых полуфабрикатов является их обработка в пароконвектомате. На основании анализа уровней накопления ГАА в данной продукции при различных температурных режимах ($t = 105^{\circ}\text{C}$, 125°C , 150°C) выявлено, что при термообработке при температуре 105°C в течение 30 минут в рубленых полуфабрикатах не обнаружено ГАА.

Таким образом, на основании комплексного учета технологических факторов, оказывающих влияние на предотвращение образования гетероциклических

ароматических аминов в рубленых полуфабрикатах на основе говядины, разработана технологическая схема изготовления данных изделий, отличающихся сниженным содержанием (отсутствием) ГАА (рисунок 2).

Определено, что в рубленых полуфабрикатах на основе говядины, изготовленных на основании разработанной технологической схемы, включающей комплекс рациональных параметров, отсутствуют ГАА, в то время как в контрольном образце происходит накопление 466,7 мкг/100 г гетероциклических ароматических аминов. Выявлено, что экспериментальные образцы рубленых полуфабрикатов, изготовленные в соответствии с установленными технологическими параметрами (обжарка изделий из говядины высшего сорта массой 75 г при температуре 115°C в течение 15 минут / обработка в пароконвектомате при температуре 105°C в течение 30 минут), отличаются высокой влагоудерживающей способностью – 91,0 % и 90,2 % соответственно, в то время как значение данного показателя в контрольном образце несколько ниже и составляет 83,3 % (рисунок 3). Определено, что предельное напряжение сдвига рубленых полуфабрикатов на основе говядины, изготовленных в соответствии с установленными технологическими параметрами, составляет 1465,5 Па (жарка при $t = 115^{\circ}\text{C}$ в течение 15 минут) и 1457,5 Па (обработка в пароконвектомате при $t = 105^{\circ}\text{C}$ в течение 30 минут), в то время как значение данного показателя для контрольного образца находится на уровне 1539,1 Па, что свидетельствует о более жесткой консистенции данных изделий (рисунок 4).

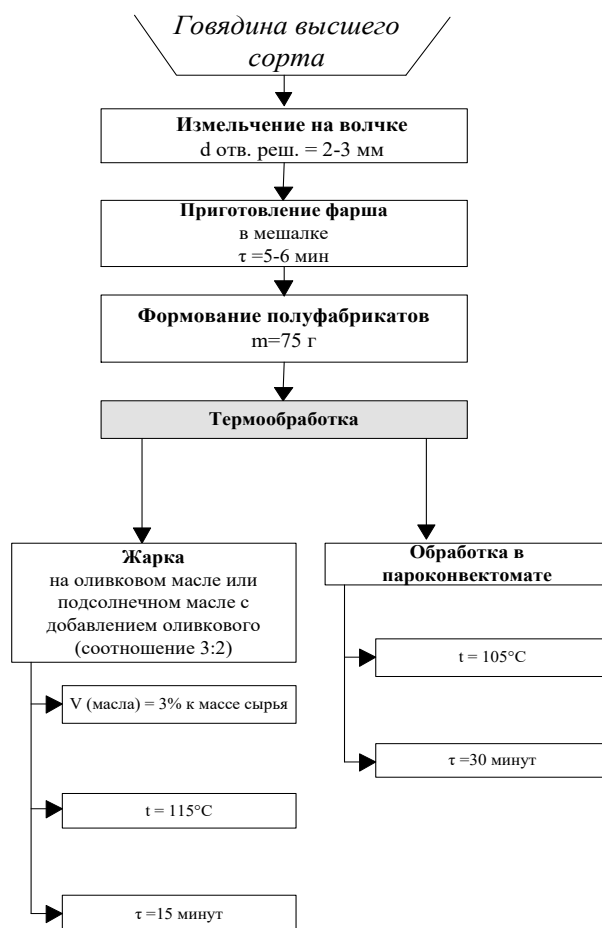


Рисунок 2 – Технологическая схема изготовления рубленых полуфабрикатов на основе говядины, отличающихся сниженным содержанием (отсутствием) гетероциклических ароматических аминов

Источник данных: собственная разработка.

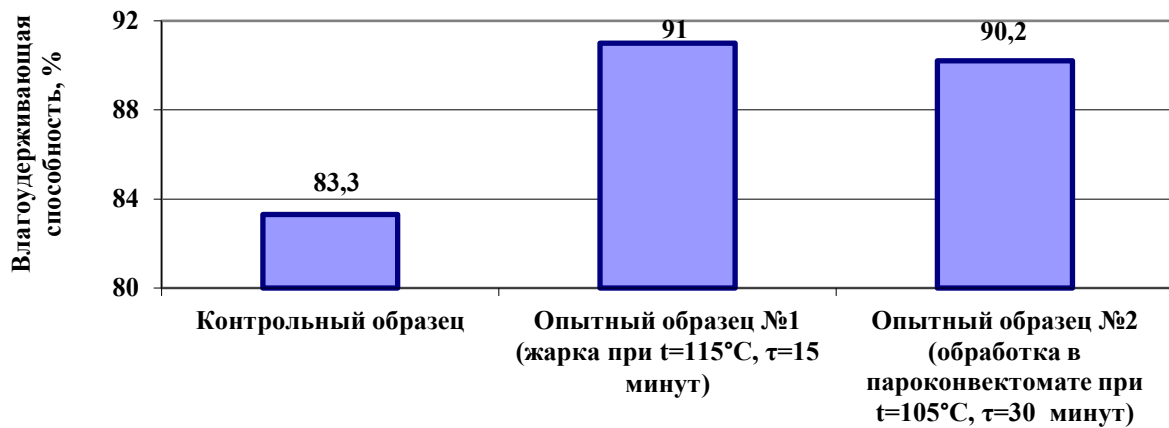


Рисунок 3 – Влагоудерживающая способность рубленых полуфабрикатов на основе говядины

Источник данных: собственная разработка.

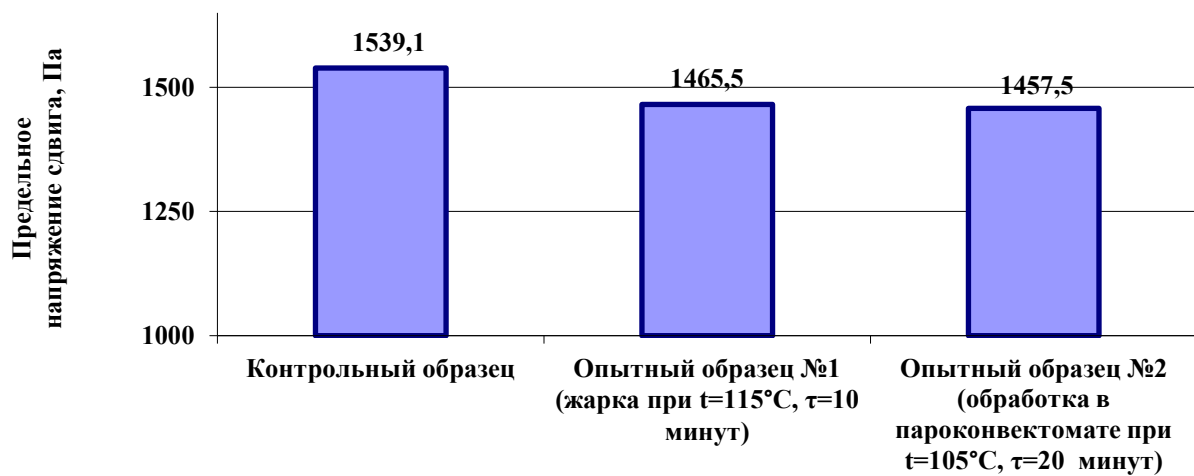


Рисунок 4 – Предельное напряжение сдвига рубленых полуфабрикатов на основе говядины

Источник данных: собственная разработка.

Вместе с тем, жарка рубленых полуфабрикатов на основе говядины высшего сорта массой 75 г при температуре 115°C в течение 15 минут, а также доведение до кулинарной готовности в пароконвектомате при температуре 105°C в течение 30 минут обеспечивает соответствие данной продукции по показателям безопасности (КМАФАнМ, БГКП (колиформы) в 1,0 г, патогенные, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г, *S. aureus* в 1,0 г, *Proteus* в 0,1 г) требованиям ТР ТС 034/2013 [8], ТР ТС 021/2011 [9], Санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 г. №52, Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденного постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 г. №52 [10], Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. №37 [11], что подтверждает перспективность выбранных способов термообработки изделий (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели безопасности рубленых полуфабрикатов на основе говядины, доведенных до кулинарной готовности с использованием установленных рациональных технологических параметров

Наименование показателя	Нормируемое значение [9–12]	Фактическое значение	
		Образец № 1 (жарка при $t = 115^{\circ}\text{C}$, $\tau = 15$ минут)	Образец № 2 (обработка в пароконвектомате при $t = 105^{\circ}\text{C}$, $\tau = 30$ минут)
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	1×10^3	$7,9 \times 10^2$	$7,5 \times 10^2$
БГКП (колиформы) в 1,0 г	Не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г	Не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено
<i>S.aureus</i> в 1,0 г	Не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено
<i>Proteus</i> в 0,1 г	Не допускаются	Не обнаружено	Не обнаружено

Источник данных: собственная разработка.

Выводы. Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что рациональными технологическими параметрами производства рубленых полуфабрикатов на основе говядины, способствующими предотвращению образования (отсутствию) гетероциклических ароматических аминов в готовой продукции, является изготовление данных изделий массой не более 75 г на основе нежирного сырья (говядина жилованная высшего сорта) с использованием вспомогательного сырья (лук репчатый (2 %), сухари панировочные) с последующей жаркой на оливковом масле или подсолнечном масле с добавлением оливкового (соотношение 3:2) ($V(\text{масла}) = 3\%$ к массе сырья) при низком температурном режиме ($t = 115^{\circ}\text{C}$) в течение 15 минут или обработкой в пароконвектомате при $t = 105^{\circ}\text{C}$ в течение 30 минут. Использование установленных технологических параметров производства рубленых полуфабрикатов на основе говядины, способствующих предотвращению образования ГАА в готовой продукции, также обеспечивает улучшение функционально-технологических (влагоудерживающая способность - 90,2–91,0 %) и структурно-механических (предельное напряжение сдвига - 1457,5–1465,5 Па) показателей изделий и их соответствие по показателям безопасности (КМАФАнМ, БГКП (колиформы), патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г, *S.aureus* в 1,0 г, *Proteus* в 0,1 г) требованиям действующей нормативно-законодательной документации.

Список использованных источников

1. Долгина, Н.А. Гигиеническая характеристика факторов, влияющих на уровни полиароматических углеводородов в пищевой продукции / Н. А. Долгина, Е. В. Федоренко, А. М. Бондарчук // Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 5–6 окт. 2017 г. / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию» ; редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Мн., 2017. – С. 114–117.

1. Dolgina, N.A. Gigienichesкая характеристика faktorov, vliyayushih na urovni poliaromaticeskikh uglevodorodov v pishевой продукции [Hygienic characteristics of factors influencing the levels of polyaromatic hydrocarbons in food products] / N. A. Dolgina, E. V. Fedorenko, A. M. Bondarchuk // Innovacionnye tehnologii v pishевой promyshlennosti : materialy XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Minsk, 5–6 okt. 2017 g. / Nac. akad. nauk Belarusi, Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi, RUP «NPC NAN Belarusi po prodovolstviyu» ; redkol.: Z. V. Lovkis [i dr.]. – Mн., 2017. – S. 114–117.

2. Комплексная оценка содержания полициклических ароматических углеводородов и особенности их накопления в мясной продукции / А. В. Куликовский, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – № 6 (86). – С. 125–133.
2. Kompleksnaya ocenka soderzhaniya politsiklicheskih aromaticeskikh uglevodorodov i osobennosti ih nakopleniya v myasnoj produkcii [Comprehensive assessment of the content of polycyclic aromatic hydrocarbons and the peculiarities of their accumulation in meat products] / A. V. Kulikovskij, I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina [i dr.] // Voprosy pitaniya. – 2017. – № 6 (86). – S. 125–133.
3. Куликовский, А. В. Риски образования гетероциклических ароматических аминов в мясной продукции / А. В. Куликовский, Д. А. Утьянов, А. С. Князева // Мясная индустрия. – 2020. – № 8. – С. 50–52.
3. Kulikovskij, A. V. Riski obrazovaniya geterociklicheskih aromaticeskikh aminov v myasnoj produkcii [Risks of formation of heterocyclic aromatic amines in meat products] / A. V. Kulikovskij, D. A. Utyanov, A. S. Knyazeva // Myasnaya industriya. – 2020. – № 8. – S. 50–52.
4. Утьянов, Д. А. Исследование накопления гетероциклических ароматических аминов во вторых обеденных блюдах с гарниром охлажденных / Д. А. Утьянов, А. В. Куликовский, А. С. Князева // Все о мясе. – 2020. – № 5. – С. 30–32.
4. Utyanov, D. A. Issledovanie nakopleniya geterociklicheskih aromaticeskikh aminov vo vtoryh obedennyh blyudah s garnirom ohlazhdennyh [Study of accumulation of heterocyclic aromatic amines in second courses with chilled side dishes] / D. A. Ut'yanov, A. V. Kulikovskiy, A. S. Knyazeva // Vse o myase. – 2020. – № 5. – S. 30–32.
5. Беркетова, Л. В. Канцерогенные соединения, образующиеся в пищевых продуктах под действием тепловой обработки / Л. В. Беркетова, А. Д. Захарова // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 2(15). – С. 115–120.
5. Berketova, L. V. Kancerogennye soedineniya, obrazuyushiesya v pishevyh produktah pod dejstviem teplovoj obrabotki [Carcinogenic compounds formed in food products during heat treatment] / L. V. Berketova, A. D. Zaharova // Byulleten nauki i praktiki. – 2017. – № 2(15). – S. 115–120.
6. Накопление канцерогенных веществ в жареных котлетах в зависимости от температуры обработки / А. В. Куликовский, Д. А. Утьянов, Н. Л. Вострикова, А. Н. Иванкин // Всё о мясе. – 2018. – № 2. – С. 32–35.
6. Nakoplenie kancerogennyh veshestv v zharenyh kotletah v zavisimosti ot temperatury obrabotki [Accumulation of carcinogenic substances in fried cutlets depending on the processing temperature] / A. V. Kulikovskij, D. A. Utyanov, N. L. Vostrikova, A. N. Ivankin // Vsyo o myase. – 2018. – № 2. – S. 32–35.
7. Механизм образования гетероциклических ароматических аминов в пищевой продукции / Д. А. Утьянов, А. В. Куликовский, Н. Л. Вострикова, О. А. Кузнецова // Птица и птицепродукты. – 2019. – № 4. – С. 26–29.
7. Mehanizm obrazovaniya geterociklicheskih aromaticeskikh aminov v pishevoj produkcii [The mechanism of formation of heterocyclic aromatic amines in food products] / D. A. Utyanov, A. V. Kulikovskij, N. L. Vostrikova, O. A. Kuznecova // Ptica i pticeprodukty. – 2019. – № 4. – S. 26–29.
8. О безопасности мяса и мясной продукции : ТР ТС 034/2013 : срок действия с 09.10.2013 (переиздание 10.07.2024) / Евразийская экономическая комиссия. – Мн. : Госстандарт : Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2024. – 55 с.
8. O bezopasnosti myasa i myasnoj produkcii [On the safety of meat and meat products] : TR TS 034/2013 : srok dejstvija s 09.10.2013 (pereizdanie 10.07.2024) / Evrazijskaya ekonomicheskaya komissiya. – Mn. : Gosstandart : Bel. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2024. – 55 s.
9. О безопасности пищевой продукции : ТР ТС 021/2011 : срок действия с 09.12.2011 (переиздание 01.07.2013) / Евразийская экономическая комиссия. – Мн. : Госстандарт : Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2013. – 196 с.
9. O bezopasnosti pishevoj produkcii [On food safety] : TR TS 021/2011 : srok dejstvija s 09.12.2011 (pereizdanie 01.07.2013) / Evrazijskaya ekonomicheskaya komissiya. – Mn. : Gosstandart : Bel. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2013. – 196 s.

10. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» : [утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 21 июня 2013 г. № 52 : вступ. в силу с изм. от 15 дек. 2017 г.]. – Мн. : Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – 522 с.

11. Об утверждении Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности продовольственного сырья и пищевых продуктов» : [утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. №37 : вступ. в силу с изм. от 5 марта 2021 г.]. – Мн. : Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Мн., 2021. – 1255 с.

10. Ob utverzhdenii Sanitarnykh norm i pravil «Trebovaniya k prodovolstvennomu syryu i pishevym produktam», Gigienicheskogo normativa «Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka prodovolstvennogo syrya i pishevyyh produktov» [On approval of the Sanitary Norms and Rules "Requirements for Food Raw Materials and Food Products" and the Hygienic Standard "Indicators of Safety and Harmlessness for Humans of Food Raw Materials and Food Products"] : [utv. postanovleniem M-va zdravoohraneniya Resp. Belarus ot 21 iyunya 2013 g. № 52 : vstup. v silu s izm. ot 15 dek. 2017 g.]. – Mn. : Nac. pravovoj Internet-portal Resp. Belarus. – Minsk, 2017. – 522s.

11. Ob utverzhdenii Gigienicheskogo normativa «Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti prodovolstvennogo syrya i pishevyyh produktov» [On approval of the Hygienic Standard "Indicators of safety and harmlessness of food raw materials and food products"] : [utv. postanovleniem Soveta Ministrov Resp. Belarus ot 25 yanv. 2021 g. №37 : vstup. v silu s izm. ot 5 marta 2021 g.]. – Mn. : Nac. pravovoj Internet-portal Resp. Belarus. – Mn., 2021. – 1255 s.