

ПРОЦЕССЫ, АППАРАТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 637.5

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ВЛАГИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СЛОЕ РУБЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КУРИНОГО И СВИНОГО МЯСА ПРИ ЗАПЕКАНИИ В ПАРОВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

М. Н. Смагина, Д. А. Смагин, Н. А. Новикова

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Целью исследования является увеличение выхода мясных изделий в процессе тепловой обработки. Научная задача – оценка потерь влаги из внутренних слоев рубленых мясных изделий различного рецептурного состава и формы из свиного и куриного мяса при их запекании при различных условиях паровоздушной среды в современных конвекционных аппаратах.

Материалы и методы. Измельченное на мясорубке с отверстиями выходной решетки 2,5 мм мясо куриного филе без кожи и лопаточной части свиной туши, отформованные в виде цилиндра и пластины. Запекали в пароконвекционном аппарате в диапазоне температур 160–240 °С в среде нагретого воздуха и паровоздушной среды влажностью 80–85 %.

Результаты. Применение паровоздушной смеси приводит к росту абсолютной влажности центра на 0,5–2 %. Рост температуры от 160 до 240 °С – к снижению влажности на 2–4 %. Для изделий в форме пластины наблюдается более высокая влажность, но разница не превышает 1 %. При термообработке в паровоздушной смеси относительные потери влаги сокращаются на 10–35 %. Рост температуры приводит к росту относительных потерь влаги на 46–61 % в воздухе и на 41–50 % в паровоздушной среде. Изделия в форме пластины характеризуются меньшими относительными потерями влаги по сравнению с цилиндрическими, соотношение составляет до 16 %. Для фарша из свинины характерен меньший отток влаги по сравнению с куриным; соотношение относительных потерь влаги колеблется от 3 до 25 %. Наибольшая разница наблюдается при 160 °С, наименьшая – при 240 °С.

Выводы. Данные о потерях влаги из внутренних слоев рубленых мясных изделий рекомендуется использовать в качестве справочных для прогнозирования режимов технологической обработки, позволяющих увеличить выход изделий при запекании в конвекционных аппаратах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мясные изделия; запекание; свинина; куриное мясо; потери влаги; паровоздушная среда; каноническая форма.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Смагина, М. Н. Оценка потерь влаги в центральном слое рубленых изделий из куриного и свиного мяса при запекании в паровоздушной среде // М. Н. Смагина, Д. А. Смагин, Н. А. Новикова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 115–123.

MOISTURE LOSS IN THE CENTRAL LAYER OF CHOPPED CHICKEN AND PORK MEAT PRODUCTS WHEN BAKING IN STEAM-AIR ENVIRONMENT

M. N. Smahina, D. A. Smahin, N. A. Novikova

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. The aim of the study is to increase the yield of meat products during heat treatment. The scientific task is to assess the loss of moisture from the inner layers of chopped pork and chicken meat products of various formulations and geometric shapes when they are baked in various conditions of a vapor–air environment in modern convection apparatuses.

Materials and methods. Skinless chicken breast fillet and shoulder blade of a pork carcass minced in a meat grinder with 2.5 mm outlet grind plate holes, and molded in the form of a cylinder and a plate. It was baked in a convection steamer in the temperature range of 160–240 °C in a heated air and steam-air environment with a humidity of 80–85 %.

Results. When baking minced meat products in a steam-air mixture, the absolute humidity of the central layer increases by 0,5–2 %. An increase in the temperature of the heating medium from 160 to 240 °C leads to a decrease in the absolute humidity of the central layer by 2–4 %. For the products in the form of a plate, there is a higher humidity of the central layer, but the difference does not exceed 1%. During heat treatment in a steam-air mixture relative moisture losses are reduced by 10–35 %. An increase in temperature leads to an increase in relative moisture losses by 46–61 % when processed in air and by 41–50 % when processed in a vapor-air environment. Plate-shaped products are characterized by lower relative moisture losses compared to cylindrical ones, the ratio ranging up to 16 %. Minced pork is characterized by a lower outflow of moisture compared to chicken minced meat. The ratio of relative moisture losses for the materials under study ranges from 3 to 25 %. The biggest difference is observed at 160 °C, the smallest – at 240 °C.

Conclusions. It is recommended to use data on moisture losses from the inner layers of chopped meat products as reference ones for predicting processing modes that allow increasing the yield of products when baking in convection apparatuses.

KEYWORDS: *minced meat products; baking; pork; chicken meat; moisture loss; steam-air environment; canonical form.*

FOR CITATION: Smahina, M. N. Moisture loss in the central layer of chopped chicken and pork meat products when baking in steam-air environment / M. N. Smahina, D. A. Smahin, N. A. Novikova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 115–123 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

При реализации технологических операций жарки и запекания мясные изделия следует рассматривать как массивные тела [1]. Для подобных тел разность температур между поверхностью и центром имеет значительную величину, и скорость нагревания внутренних слоев определяется характером распространения теплоты внутри тела.

Образуется значительный термометрический перепад между поверхностью и центром изделия; к моменту окончания термообработки температура корки достигает 130–140 °C при температуре в центре 72–85 °C [2–4]. Корка на этом этапе представляет собой практически обезвоженный слой, в котором протекают реакции меланоидинообразования и пирогенетического распада белков, жиров и углеводов [3, 4]. Внутренние слои представляют собой влажный капиллярно-пористый материал [5].

Влагоперенос при нагревании мясопродуктов в целом повторяет классический характер изменения температурного поля влажного капиллярно-пористого тела. Материал с начальным равномерным влагосодержанием прогревается послойно вглубь. Температура в поверхностном слое быстро возрастает, а в центре некоторое время остается постоянной. Когда температурная волна достигает центра изделия, начинает возрастать и температура в центре. Влага перемещается к пересушенным верхним слоям, подчиняясь законам теплопроводности. По мере роста температуры поверхностных слоев влага начинает перемещаться по направлению потока теплоты под влиянием температурного градиента, подчиняясь законам термовлагопроводности, повышая влажность внутренних слоев [2–5].

Характерным отличием биологического сырья от других капиллярно-пористых тел является наличие в составе большого количества связанной влаги, что значительно усложняет массообменные процессы, способствуя удержанию влаги в менее нагретых слоях [3–5]. Для фаршей, имеющих в составе определенное количество жира, массообмен дополнительно усложняется за

счет возникновения тормозящего эффекта жировых прослоек. В результате послойная влажность значительно различается как по толщине, так и по длине, убывая в направлении от центра к поверхности.

При традиционных технологических исследованиях по определению влагосодержания готовое изделие подвергают измельчению и смешиванию с целью получения средней пробы [6]. При этом остается неизвестным влагосодержание в различных слоях и характер его изменения.

В научной литературе [3–20] приведены результаты исследований по влажности готовых изделий из мясных фаршей и скорости их обезвоживания при различных рабочих параметрах технологического процесса. Однако исследований по изменению влажности конкретных слоев мясных рубленых изделий различного химического состава и геометрических форм при различных температурно-влажностных режимах тепловой обработки практически не проводилось.

Наиболее стабильным слоем при нагревании является центр изделия. Он подвергается наименьшим температурным воздействиям; является исключительно тепловоспринимающим слоем (другие слои являются тепловоспринимающими, аккумулирующими и теплопередающими); мало подвержен колебаниям теплового потока, который сглаживают периферийные слои; характеризуется устойчивыми температурными показателями.

Целью исследования является увеличение выхода мясных изделий в процессе тепловой обработки.

Научная задача – оценка потерь влаги из внутренних слоев рубленых мясных изделий различной рецептурного состава и формы из свиного и куриного мяса при их запекании при различных условиях паровоздушной среды в современных конвекционных аппаратах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На потребительском рынке Республики Беларусь наибольший удельный вес среди мясной продукции занимает куриное и свиное мясо. Данные виды мяса удобны для исследовательской деятельности, т.к. характеризуются значительными различиями по соотношению влажность/жирность.

Для проведения эксперимента выбрано измельченное мясо куриного филе без кожи и измельченное мясо лопаточной части свиной туши. Характеристика объектов исследования приведена в табл. 1.

Табл. 1. Характеристика объектов исследования¹

Table 1. Characteristics of research objects¹

Показатели	Куриное филе без кожи	Лопаточная часть свиной туши
Влажность, %	73,5	55,1
Жирность, %	1,9	29,4
Содержание белка, %	23,6	14,7
Содержание углеводов, %	0,4	0,4

Мясо измельчалось на мясорубке с отверстиями выходной решетки 2,5 мм. Подготовленные образцы помещались в однослойный марлевый мешок в виде цилиндра 60×320 мм или пластины 160×160×32 мм. Применялась марля по ТУ ВУ 390287860.004-2011 с размерами ячеек 2×1 мм при плотности 35 г/м². Мешок с мясным фаршем помещался в кассету, представляющую собой сварную каркасную конструкцию из тонких металлических стержней в виде цилиндра или пластины, с внутренними размерами, равными размерам мешка. Принятые геометрические параметры изделия обеспечивают теплоподвод от поверхности к центру в одном направлении.

¹ Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

Продукт нагревался в камере пароконвекционного аппарата Упох-203G до температуры в центре 85 °С (температура кулинарной готовности рубленых изделий).

В качестве греющих сред применялись нагретый воздух и паровоздушная смесь влажностью 80–85 %.

Нагревание проводилось при температурах греющей среды 160, 200 и 240 °С. Температурные режимы выбирались, исходя из предельных значений для операций жарки и запекания изделий из мясного фарша [2–4]. Технологические операции жарки и запекания характеризуются наибольшими испарительными потерями влаги.

Влажность исходного сырья и готового изделия определяли методом высушивания в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы навески.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований влажности готовых изделий из куриного и свиного фарша для различных геометрических форм и температурно-влажностных режимов тепловой обработки приведены в табл. 2, 3.

Как видно из данных табл. 2 и 3, при тепловой обработке в паровоздушной смеси абсолютная влажность центрального слоя повышается на 0,5–2 % по сравнению с обработкой в нагретом воздухе. При увеличении температуры греющей среды наблюдается снижение абсолютной влажности центрального слоя на 2–4 %. Для изделий в форме пластины наблюдается более высокая влажность центрального слоя по сравнению с изделиями в форме цилиндра, но разница очень мала и не превышает 1 %.

Абсолютная влажность готовых изделий является технологическим и потребительским показателем качества, но не является показателем количества потерянной влаги, т.к. влажность исходного полуфабриката различается для каждого вида сырья, а изменение влажности получаемой продукции при термической обработке происходит с довольно значительными колебаниями.

Табл. 2. Влияние режимных параметров термообработки на влажность центрального слоя готовой продукции из измельченного мяса куриного филе

Table 2. The influence of the regime parameters of heat treatment on the humidity of the central layer of finished products made from minced chicken fillet

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Влажность, %	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	69,5–70,5	70,0–71,0
	200	66,5–68	69,0–69,5
	240	65,5–66,5	67,5–68,5
Пластина	160	69,5–71,0	70,5–71,0
	200	67,0–68,0	69,0–70,0
	240	66,0–67,0	68,0–69,0

Для изучаемого процесса определяли абсолютные потери влаги как разницу между исходной и конечной влажностью продукта для каждого опыта:

$$\Delta\varphi = \varphi_n - \varphi_k, \quad (1)$$

где $\Delta\varphi$ – количество потерянной влаги, %;
 φ_n – влажность исходного полуфабриката, %;
 φ_k – влажность готового изделия, %.

Данные по потерям влаги приведены в табл. 4, 5.

Табл. 3. Влияние режимных параметров термообработки на влажность центрального слоя готовой продукции из измельченного мяса лопаточной части свиной туши

Table 3. The influence of the regime parameters of heat treatment on the humidity of the central layer of the finished product made from minced meat of pork carcass shoulder

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Влажность, %	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	52,5–53,0	53,0–53,5
	200	50,5–52,0	51,5–52,5
	240	49,5–50,5	50,0–51,5
Пластина	160	53,0–53,5	53,0–54,0
	200	50,5–52,5	51,5–53,0
	240	49,5–51,0	50,0–52,0

Табл. 4. Абсолютные потери влаги $\Delta\phi$ при запекании фарша из мяса куриного филе

Table 4. Absolute moisture loss $\Delta\phi$ when baking minced meat from chicken fillet

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Абсолютные потери влаги, %	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	3,0–4,0	2,5–3,5
	200	5,5–7,0	4,0–4,5
	240	7,0–8,0	5,0–6,0
Пластина	160	2,5–4,0	2,5–3,0
	200	5,5–6,5	3,5–4,5
	240	6,5–7,5	4,5–5,5

Табл. 5. Абсолютные потери влаги $\Delta\phi$ при запекании фарша из мяса лопаточной части свиной туши

Table 5. Absolute moisture loss $\Delta\phi$ when baking minced meat from pork carcass shoulder

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Абсолютные потери влаги, %	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	2,0–2,5	1,5–2,0
	200	3,0–4,5	2,5–3,5
	240	4,5–5,5	3,5–5,0
Пластина	160	1,5–2,0	1,0–2,0
	200	2,5–4,5	2,0–3,5
	240	4,0–5,5	3,0–5,0

Данные табл. 4, 5 свидетельствуют, что потери влаги при использовании паровоздушной смеси заметно меньше, чем при обработке в сухом воздухе. При этом для фарша из куриного филе разница более выражена. С ростом температуры греющей среды потери влаги вырастают, причем для куриного фарша более интенсивно.

Для изделий в форме пластины характерны меньшие потери по сравнению с цилиндрическими, но разница невелика и колеблется в пределах 0,5 %.

Для свиного фарша абсолютные потери влаги значительно меньше, чем для куриного фарша.

В целом абсолютные потери влаги не показывают полной картины характера изменения влагосодержания, поскольку разница в исходном содержании воды в измельченном мясе куриного филе без кожи и измельченном мясе лопаточной части свиной туши слишком велика. Поэтому результаты исследований представляем в виде относительных потерь влаги при термообработке в % к влагосодержанию в сыром фарше [4].

Табл. 6. Относительные потери влаги при термообработке в % к влагосодержанию в сыром фарше из мяса куриного филе

Table 6. Relative moisture loss during heat treatment in % to moisture content in raw minced chicken fillet

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Относительные потери влаги, % к влагосодержанию в сыром фарше	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	4,1–5,4	3,4–4,8
	200	7,5–9,5	5,4–6,1
	240	9,5–10,9	6,8–8,3
Пластина	160	3,4–5,4	3,4–4,1
	200	7,5–8,8	4,8–6,1
	240	8,8–10,4	6,1–7,5

Табл. 7. Относительные потери влаги при термообработке в % к влагосодержанию в сыром фарше из мяса лопаточной части свиной туши

Table 7. Relative moisture loss during heat treatment in % to moisture content in raw minced meat from pork carcass shoulder

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Относительные потери влаги, % к влагосодержанию в сыром фарше	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	3,6–4,5	2,7–3,6
	200	5,8–8,2	4,5–6,0
	240	8,2–10,0	6,4–8,1
Пластина	160	2,7–3,6	1,8–3,5
	200	4,5–8,2	3,6–5,9
	240	7,2–10,0	5,5–7,1

Как видно из данных табл. 6, 7, при тепловой обработке в паровоздушной смеси по сравнению с обработкой в сухом воздухе относительные потери влаги в центральном слое сокращаются на 10–35 %. Меньшие потери для паровоздушной смеси могут быть объяснены образованием конденсатной пленки на начальном этапе термообработки, приводящей к снижению испарительной способности.

Рост температуры приводит к росту потерь влаги на 46–61 % при обработке в воздухе и на 41–50 % при обработке в паровоздушной среде. Таким образом, температура в рабочей камере является наиболее значимым фактором снижения влажности внутренних слоев продукта.

Изделия в форме пластины характеризуются меньшими потерями влаги по сравнению с цилиндрическими, соотношение колеблется в пределах до 16 %. Меньшие потери для изделий в форме пластины могут быть объяснены особенностями нагревания конкретных форм, а также меньшей площадью испарения.

Для фарша из полужирной свинины характерен меньший отток влаги из центральных слоев по сравнению с куриным фаршем. Соотношения относительных потерь влаги для исследуемых материалов колеблются от 3 до 25 %. Наибольшая разница наблюдается при температуре греющей среды 160 °С, наименьшая – при 240 °С. Можно предположить, что такая разница обусловлена более длительной термообработкой при низких температурах ведения процесса, которая для фарша с крайне малым содержанием жира приводит к растянутым во времени массообменным процессам. В то же время для полужирного свиного фарша интенсивность массообменных процессов тормозится значительным количеством расплавленного жира (порядка 30 % от общей массы продукта) при невысокой влажности материала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что при запекании изделий из мясного фарша в паровоздушной смеси абсолютная влажность центрального слоя повышается на 0,5–2 % по сравнению с обработкой в нагретом воздухе. Рост температуры греющей среды от 160 до 240 °С приводит к снижению абсолютной влажности центрального слоя на 2–4 %. Для изделий в форме пластины наблюдается более высокая влажность центрального слоя по сравнению с изделиями в форме цилиндра, но разница очень мала и не превышает 1 %.

Выявлено, что абсолютные потери влаги при использовании паровоздушной смеси заметно меньше, чем при обработке в воздухе. При этом для фарша из куриного филе разница более выражена. С ростом температуры греющей среды абсолютные потери влаги вырастают, причем для куриного фарша более выражено. Для изделий в форме пластины характерны меньшие потери по сравнению с цилиндрическими, но разница невелика и колеблется в пределах 0,5 %. Для свиного фарша абсолютные потери влаги значительно меньше, чем для куриного фарша.

Установлено, что при тепловой обработке в паровоздушной смеси по сравнению с обработкой в сухом воздухе относительные потери влаги, выраженные в % к влагосодержанию в сыром фарше, в центральном слое сокращаются на 10–35 %. Рост температуры приводит к росту относительных потерь влаги на 46–61 % при обработке в воздухе и на 41–50 % при обработке в паровоздушной среде. Изделия в форме пластины характеризуются меньшими потерями влаги по сравнению с цилиндрическими, соотношение колеблется в пределах до 16 %.

Для фарша из полужирной свинины характерен меньший отток влаги из центральных слоев по сравнению с куриным фаршем. Соотношение относительных потерь влаги для исследуемых материалов колеблется от 3 до 25 %. Наибольшая разница наблюдается при температуре греющей среды 160 °С, наименьшая – при 240 °С.

Меньшие потери влаги для паровоздушной смеси связаны с образованием конденсатной пленки на начальном этапе термообработки, приводящей к снижению испарительной способности; меньшие потери для изделий в форме пластины могут быть объяснены особенностями нагревания конкретных форм, а также меньшей площадью испарения; наблюдаемые особенности в относительных потерях влаги для исследуемых образцов могут быть связаны с более длительной термообработкой при низких температурах ведения процесса и наличием значительного количества жира в свином фарше.

Полученные в результате исследования данные о потерях влаги из внутренних слоев рубленых мясных изделий рекомендуется использовать в качестве справочных для прогнозирования режимов технологической обработки, позволяющих увеличить выход изделий при запекании в конвекционных аппаратах.

Результаты исследования коррелируют с данными ранее проводимых исследований и представленных в целом ряде публикаций, например [21–23].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Желудков, А. Л. Сырой фарш – готовый продукт как массивное тело в ходе запекания в конвекционных печах / А. Л. Желудков, Д. А. Смагин, М. Н. Смагина // Сборник материалов конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности»: материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 2 октября 2020 г.) / Нац. Акад. Наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»: редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2020. – С. 37–41.
- 2 Липатов, Н. Н. Тепловое оборудование предприятий общественного питания / Н. Н. Липатов, М. И. Ботов, Ю. Р. Муратов. – М.: Колос, 1994. – 431 с.
- 3 Рогов, И. А. Технология мяса и мясных продуктов. / И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г. П. Казюлин. – М.: КолосС, 2009. – 712 с.
- 4 Соколов, А. А. Технология мяса и мясopодуlтов / А. А. Соколов [и др.]; под общ. ред. А. А. Соколова. – 2-е изд. – М.: «Пищевая промышленность», 1970. – 740 с.
- 5 Косой, В. Д. Совершенствование производства колбас: учебное пособие / В. Д. Косой, В. П. Дорохов. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 766 с.

- 6 Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова – М.: Колос, 2001. – 376 с.
- 7 Аникина, В. А. Технология функционального продукта из мяса бройлеров / В. А. Аникина, Т. Ф. Чиркина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – № 3(42). – С. 5–11.
- 8 Баранец, С. Ю. Влияние способов технологической обработки сырья животного происхождения на потребительские свойства готовой продукции // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 1(36). – С. 5–11.
- 9 Бочкарева, З. А. Сравнительная характеристика мясных рубленых изделий с продуктами переработки овса // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 85–91.
- 10 Васюкова, А. Т. Разработка технологии и рецептур мясных фаршевых изделий с БАД / А. Т. Васюкова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82, № 1(83). – С. 124–128.
- 11 Войтенко, О. С. Биотехнологический подход в технологии производства колбасных изделий / О. С. Войтенко, Л. Г. Войтенко, А. А. Попидченко // Polish journal of science. – 2020. – № 29–1(29). – С. 24–26.
- 12 Гуринович, Г. В. Исследование влияния способов тепловой обработки на физико-химические свойства говядины в зависимости от технологии созревания / Г. В. Гуринович [и др.] // Пищевые системы. – 2022. – Т. 5, № 4. – С. 376–382.
- 13 Захаров, А. А. Повышение эффективности процесса обработки пищевых продуктов в пароконвектоматах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. А. Захаров. – М.: РЭА им. Г. В. Плеханова, 2004. – 48 с.
- 14 Калтович, И. В. Рациональные технологические параметры производства рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья / И. В. Калтович // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. – 2020. – № 14. – С. 199–213.
- 15 Корзун, В. Н. Вплив інтенсифікації процесу теплової обробки на якість м'ясної кулінарної продукції // В. Н. Корзун, А. І. Юліна, О. Г. Оліферчук // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 3/3(29). – С. 4–8.
- 16 Куркина, Е. А. Перспективы использования инновационных технологий при производстве мясных продуктов / Е. А. Куркина, В. В. Садовой // Мясная индустрия. – 2009. – № 6. – С. 36–38.
- 17 Миколайчик, И. Н. Использование пшеничной клетчатки в технологии мясных рубленых полуфабрикатов / И. Н. Миколайчик, Л. Л. Трефилова, Н. В. Попова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2018. – Т. 6, № 2. – С. 30–35.
- 18 Родионова, Н. С. Исследование процесса тепловой обработки предварительно вакуумированных пищевых систем на основе растительного и животного сырья / Н. С. Родионова [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 288–293.
- 19 Царегородцева, Е. В. Влияние способа тепловой обработки на качество готовых мясных продуктов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2021. – № 23. – С. 234–237.
- 20 Rabeler, F. Modelling the transport phenomena and texture changes of chicken breast meat during the roasting in a convective oven // F. Rabeler, H. F. Aberham // Journal of Food Engineering. – 2018. – Volume 237. – P. 60–68.
- 21 Груданов, В. Я. Многофункциональный жарочный шкаф для предприятий массового питания/ В. Я. Груданов, О. Р. Смирнов, И. М. Кирик // Международный аграрный журнал, 1999. – № 4. – С. 57–59.
- 22 Смагин, Д. А. Многофункциональный жарочный шкаф/ Д. А. Смагин, И. М. Кирик // Техника и технология пищевых производств: Тез. докл. III-Междун. науч.-техн. конфер. 24-26 апреля 2002. – Могилев: МТИ.– С. 206.
- 23 Груданов, В. Я. Исследование процесса тепловой обработки продуктов в среде перегретого водного пара/ В. Я. Груданов, О. Р. Смирнов, И. М. Кирик // Материалы международного научно-практич. семинара, посвящен. 30-летию кафедры МАПП, МГУП. 22–23 апреля 2004. – Могилев: МГУП. – С. 77.

Поступила в редакцию 10.02.2023 г.

ОБ АВТОРАХ:

Марина Николаевна Смагина, специалист по работе с магистрантами, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: m.n.smagina@mail.ru.

Денис Алексеевич Смагин, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры оборудования пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: denis_smagin@mail.ru.

Новикова Наталья Александровна, старший преподаватель кафедры оборудования пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий.

ABOUT AUTHORS:

Marina N. Smahina, specialist responsible for working with MA students, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: m.n.smagina@mail.ru.

Denis A. Smahin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Equipment, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: denis_smagin@mail.ru.

Natalia A. Novikova, Senior Lecturer of the Department of Food Production Equipment, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.