




Влияние способов тепловой обработки на цветовые характеристики мяса




Зоригма М. Намсараева ¹	zorigma@mail.ru	 0000-0001-8373-0428
Инга В. Хамаганова ¹	xiv2609xiv2609@mail.ru	 0000-0002-9953-7654
Татьяна Ц. Дамдинова ¹	dtatyanac@mail.ru	 0000-0002-3597-3262

¹ Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, ул. Ключевская, 40в, г. Улан-Удэ, 670013, Россия

Аннотация. Производство продуктов питания с достаточным количеством функциональных ингредиентов является актуальной задачей для современной пищевой промышленности, так как здоровье каждого человека и нации в значительной мере определяется рационом питания. Важная роль в формировании ассортимента пищевых продуктов функционального назначения отводится разработке новых рецептов и технологий мясных изделий. В данной работе в качестве мясного сырья использована конина. При разработке продукта из конины применялись разные методы тепловой обработки основного сырья: традиционный способ – жарка и тушение, приготовление в пароконвектомате, технология су-вид. Проведен сравнительный анализ тепловой обработки мяса. Проведены исследования методами цифровой обработки изображений для сравнения изменения цвета образцов мяса в процессе приготовления указанными выше способами. Реализована возможность выделения фрагмента изображения для более подробного исследования с выводом статистической информации о количестве пикселей по вторичным или третичным цветам. Определены геометрические характеристики объектов – площадь, периметр, высота, ширина, а также цветовые характеристики по выбранным цветовым компонентам. С помощью метода цифровой обработки изображений установлены процессы, происходящие при тепловой обработке, что позволяет регулировать и корректировать технологию приготовления мясных продуктов, анализировать геометрические и цветовые характеристики готовых изделий. Разработаны программа и методика для определения цветовых характеристик исследуемых образцов мяса.

Ключевые слова: тепловая обработка, мясо, жарка, пароконвектомат, су-вид, цветовые характеристики

Influence of heat treatment methods on the color characteristics of meat

Zorigma M. Namsaraeva ¹	zorigma@mail.ru	 0000-0001-8373-0428
Inga V. Khamaganova ¹	xiv2609@mail.ru	 0000-0002-9953-7654
Tatyana Ts. Damdinova ¹	dtatyanac@mail.ru	 0000-0002-3597-3262

¹ East Siberia State University of Technology and Management, Kluchevskaya Str., 40b, Ulan-Ude, 670013, Russia

Abstract. The production of food products with a sufficient amount of functional ingredients is an urgent task for the modern food industry, since the health of every person and nation is largely determined by the diet. An important role in the formation of the range of functional food products is assigned to the development of new recipes and technologies for meat products. In this work, horse meat was used as raw meat. When developing a horse meat product, different methods of heat treatment of the main raw materials were used: the traditional method - frying and stewing, cooking in a combi oven, sous-vide technology. A comparative analysis of heat treatment of meat has been carried out. Investigations were carried out using digital image processing methods to compare the color change of meat samples during cooking by the above methods. The ability to select a fragment of an image for a more detailed study with the output of statistical information about the number of pixels by secondary or tertiary colors has been implemented. The geometric characteristics of objects are determined - area, perimeter, height, width, as well as color characteristics for the selected color components. Using the method of digital image processing, the processes occurring during heat treatment have been established, which makes it possible to regulate and correct the technology of cooking meat products, analyze the geometric and color characteristics of finished products. A program and method for determining the color characteristics of the meat samples under study have been developed.

Keywords: heat treatment of meat, frying, combi steamer, sous-vide, color characteristics

Введение

В настоящее время приоритетной задачей индустрии питания является обеспечение населения продуктами сбалансированного здорового питания, так как здоровье человека во многом зависит от обеспеченности его организма энергией и необходимыми количествами поступающих пищевых веществ.

Кроме того, является актуальным создание продуктов питания функциональной направленности. При формировании ассортимента таких пищевых продуктов важная роль отводится разработке новых рецептов и технологий мясных изделий [1–3]. При этом большое внимание нужно уделять сохранности их высокой биологической и пищевой ценности в процессе переработки, повышению усвояемости организмом пищевых веществ [4–6].

Для цитирования

Намсараева З.М., Хамаганова И.В., Дамдинова Т.Ц. Влияние способов тепловой обработки на цветовые характеристики мяса // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 2. С. 164–168. doi:10.20914/2310-1202-2021-2-164-168

For citation

Namsaraeva Z.M., Khamaganova I.V., Damdinova T.Ts. Influence of heat treatment methods on the color characteristics of meat. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 2. pp. 164–168. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-2-164-168

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Цвет продуктов питания является одним из основных характеристик привлекательности для потребителей. По данной теме в последние годы имеется ряд публикаций, посвященных созданию методов определения качества пищевых продуктов для количественной оценки изменений при различных внешних воздействиях [7, 8]. Другие исследования направлены на выявление определенных характеристик мясной продукции одного вида или для сравнения цветовых показателей мяса различных пород [9, 10–20]. Практический интерес представляет определение геометрических и цветовых характеристик мяса в процессе его тепловой обработки разными способами разработанным методом цифровой обработки изображений.

Цель работы – исследование цветовых характеристик мяса при различных способах его тепловой обработки.

Материалы и методы

Для цифровой обработки изображений мяса была разработана программа для определения геометрических и цветовых характеристик исследуемых образцов при различных способах тепловой обработки (Свидетельство № 2021613864).

Были выбраны следующие способы тепловой обработки: традиционный – жарка и тушение (способ 1), приготовление в пароконвектомате (способ 2), технология су-вид (способ 3). Для сравнительной оценки данных способов тепловой обработки в качестве объекта исследований служила односортная конина, нарезанная на кусочки массой 20–25 г. Тепловая обработка образцов велась до достижения температуры 85 °С в центре утолщенной части мяса.

Фотосъемка опытных образцов проводилась в сыром, полуготовом и готовом виде при помощи камеры OPPO A9.

Результаты и обсуждение

При традиционном способе тепловой обработки мясо обжаривали в течение 10 минут при температуре 150 °С при добавлении небольшого количества масла, затем тушили в течение 20 минут в соотношении с водой 1:0,3.

При приготовлении в пароконвектомате выбрана комбинированная тепловая обработка мяса, состоящая из трех этапов: в начале полуфабрикат в течение 3 минут обрабатывали паром (влажность 98%, температура 100 °С), затем обжаривали в течение 15 минут при температуре 160 °С, влажности 40%, за 5 минут до готовности температуру увеличили до 200 °С (влажность 0%) и обжаривали до образования золотистой корочки.

При приготовлении мяса по технологии су-вид полуфабрикат поместили в специальный пакет, из которого откачали воздух и запечатали. Тепловая обработка в водяной печи продолжалась в течение 120 минут при температуре 66 °С.

На рисунке 1 представлены исходные изображения образцов мяса в процессе его тепловой обработки всеми тремя способами: сырое мясо; мясо в состоянии полуготовности; мясо, доведенное до кулинарной готовности.

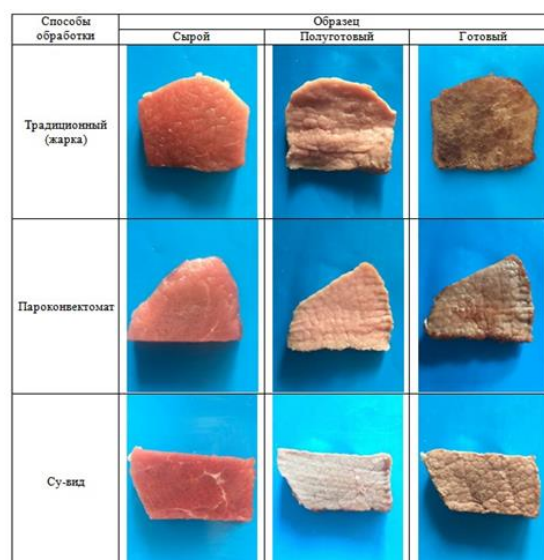


Рисунок 1. Изображение образцов мяса в процессе тепловой обработки

Figure 1. Image of meat samples during heat treatment

Как видно из рисунка, при тепловой обработке традиционным способом изделия приобрели поджаристую корочку. При приготовлении в пароконвектомате изделия получились более сочными и имели приятную золотистую корочку. Внешний вид изделия, приготовленного методом су-вид, оценили несколько ниже из-за отсутствия поджаристой корочки.

Программа обработки цветных изображений вычисляет количество пикселей выбранного цвета на изображении (рисунок 2).

Реализована возможность выделения фрагмента изображения для более подробного исследования с выводом статистической информации о количестве пикселей по вторичным или третичным цветам (рисунок 3).

Авторами разработана программа, в которой определяются геометрические характеристики объектов – площадь, периметр, высота, ширина, а также цветовые характеристики по выбранным цветовым компонентам – красному, зеленому, синему или полутоновому (рисунок 4).

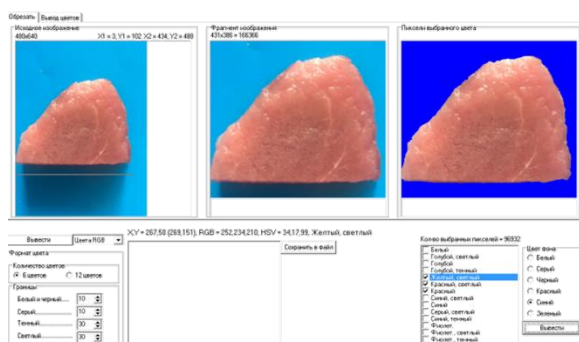


Рисунок 2. Изображение с количеством пикселей

Figure 2. Image with number of pixels

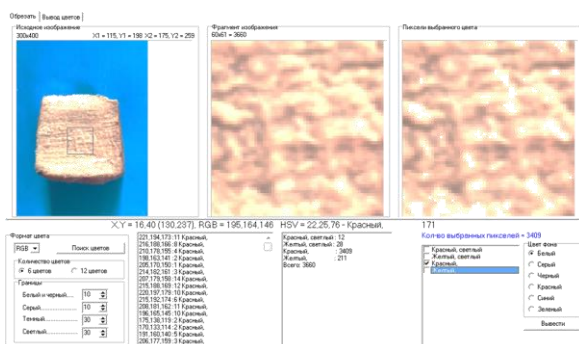
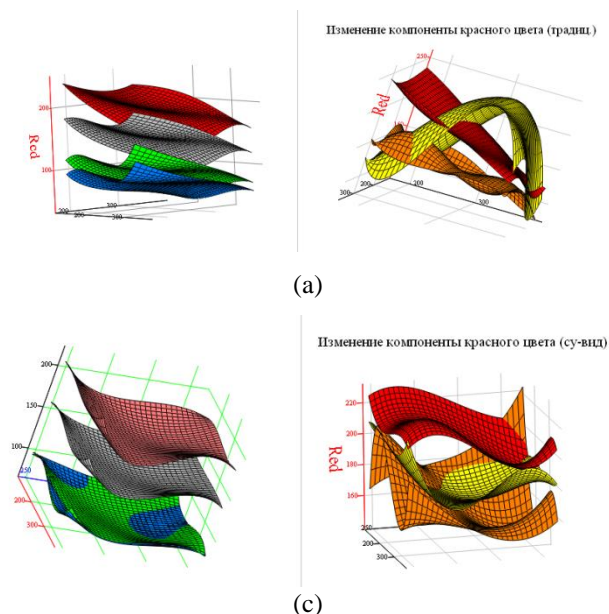
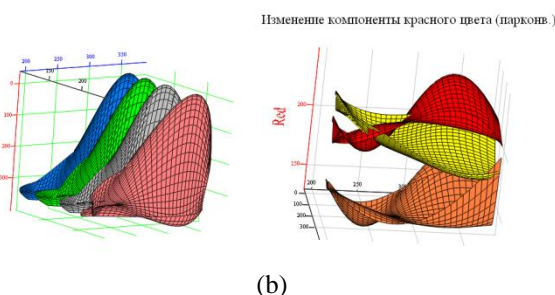


Рисунок 3. Статистическая информация о количестве пикселей

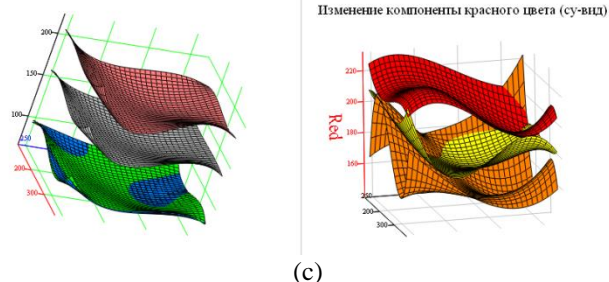
Figure 3. Statistical information about the number of pixels



(a)



(b)



(c)

Как видно из представленных выше графиков, в процессе приготовления наиболее резкие изменения красного цвета происходят при традиционном способе. Здесь поведение цветовой компоненты красного цвета полуготового изделия (способ 1, поверхность желтого цвета) имеет пересечения с двумя другими графиками.

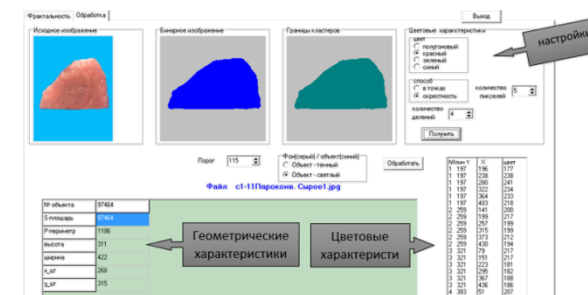


Рисунок 4. Геометрические характеристики объектов

Figure 4. Geometric characteristics of objects

Для определения цветовых характеристик изображение делится по горизонтали и вертикали на количество частей, указанных в настройках программы. Яркости цвета можно вычислять в точках или как среднее окрестности точек. Данные сохраняются в таблице, на основе которой затем вычисляются и сравниваются изменение цвета мяса в процессе готовки.

На графиках поверхностей (рисунок 5) видно, что разница по цветам (красный, зеленый, синий и полутонный) отличается только яркостью. Формы поверхностей идентичны друг другу. Слева представлены графики RGB-цветов в начале термообработки, справа – в процессе термообработки: ■ – сырое; ■ – полуготовое; ■ – готовое

Рисунок 5. Изменение цвета при способе: (a) – 1; (b) – 2; (c) – 3

Figure 5. Color change by method: (a) – 1; (b) – 2; (c) – 3

При тепловой обработке в пароконвектомате происходит более плавный цветовой переход. При наиболее медленном процессе приготовления по технологии су-вид изделие имеет плавное изменение цвета и график поверхности полуготового мяса (способ 3, поверхность желтого цвета) расположен преимущественно между

графиками сырого (красный) и готового (оранжевый) изделия.

Заключение

Наиболее щадящими способами тепловой обработки мяса являются приготовление в пароконвектомате и метод су-вид, что важно при создании продуктов здорового питания.

Методы цифровой обработки изображений для исследования цветовых характеристик образцов мяса позволяют увидеть процессы, происходящие при тепловой обработке, регулировать и корректировать технологию приготовления мясных продуктов, анализировать геометрические и цветовые характеристики готовых изделий.

Литература

- 1 Domínguez R., Munekata P., Mirian P., Olalla L.-F. et al. Immobilization of oils using hydrogels as strategy to replace animal fats and improve the healthiness of meat products // Food Science. 2021. V. 37. P. 135–144. doi: 10.1016/j.cofs.2020.10.005
- 2 Iwatani S., Yamamoto N. Functional food products in Japan: A review // Food Science and Human Wellness. 2019. V. 8, № 2. P. 96–101. doi: 10.1016/j.fshw.2019.03.011
- 3 Намсараева З.М., Хамаганова И.В., Дамдинова Т.Ц. Технология приготовления функционального продукта из конины в соусе // Техника и технология пищевых производств. 2021. № 1. С. 77–85. doi: 10.21603/2074-9414-2021-1-77-85
- 4 Ткаль В.А., Жуковская И.А., Шараева А.В., Водолазова Н.Н. Цифровые методы экспресс-диагностики качества веществ различной физико-химической природы // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. 2016. Т. 8. № 1. С. 55–72.
- 5 Chang W.-C., Hu Y.-T., Ting Y. Development of a topical applied functional food formulation: Adlay bran oil nanoemulgel // LWT. 2019. V. 117. P. 117. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108619
- 6 Погожева А.В., Смирнова Е.А. К здоровью нации через многоуровневые образовательные программы для населения в области оптимального питания // Вопросы питания. 2020. Т. 4. № 4. С. 262–272. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10060
- 7 Asomaning J., Zhao Y.-Y., Curtis J.M. The development of a choline rich cereal based functional food: Effect of processing and storage // LWT. 2016. V. 75. P. 447–452. doi: 10.1016/j.lwt.2016.09.022
- 8 Никифорова А.П., Дамдинова Т.Ц. Оценка качества пищевых продуктов методом цифровой обработки изображений // Контроль качества продукции. 2019. № 3. С. 32–39.
- 9 Дамдинова Т.Ц., Никифорова А.П., Прудова Л.Ю., Бубеев И.Т. Использование методов цифровой обработки изображений для определения влагосвязывающей способности мясных и рыбных продуктов // Программные системы и вычислительные методы. 2019. № 3. С. 20–29. doi: 10.7256/2454-0714.2019.3.30646.
- 10 Томашевич И.Б. Система компьютерного зрения для измерения цветовых параметров мяса и мясных продуктов: Обзор // Теория и практика переработки мяса. 2018. № 4. С. 4–15.
- 11 Ruiz-Carrascal J., Roldan M., Refolio F., Perez-Palacios T. et al. Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2019. V. 16. P. 100138. doi: 10.1016/j.ijgfs.2019.100138
- 12 Ayub H., Ahmad A. Physicochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat // International journal of gastronomy and food science. 2019. V. 17. P. 100145. doi: 10.1016/j.ijgfs.2019.100145
- 13 Park C.H., Lee B., Oh E., Kim Y.S. et al. Combined effects of sous-vide cooking conditions on meat and sensory quality characteristics of chicken breast meat // Poultry Science. 2020. V. 99. №. 6. P. 3286-3291. doi: 10.1016/j.psj.2020.03.004
- 14 Baldwin D.E. Sous vide cooking: A review // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2012. V. 1. №. 1. P. 15-30. doi: 10.1016/j.ijgfs.2011.11.002
- 15 Gómez I., Ibañez F. C., Beriain M. J. Physicochemical and sensory properties of sous vide meat and meat analog products marinated and cooked at different temperature-time combinations // International Journal of Food Properties. 2019. V. 22. №. 1. P. 1693-1708. doi: 10.1080/10942912.2019.1666869
- 16 Ortuño J. et al. Effects of sous vide vs grilling methods on lamb meat colour and lipid stability during cooking and heated display // Meat Science. 2021. V. 171. P. 108287. doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108287
- 17 Zhu X. et al. Actinidin pretreatment and sous vide cooking of beef brisket: Effects on meat microstructure, texture and in vitro protein digestibility // Meat science. 2018. V. 145. P. 256-265. doi: 10.1016/j.meatsci.2018.06.029
- 18 Hong G.E., Kim J.H., Ahn S.J., Lee C.H. Changes in meat quality characteristics of the sous-vide cooked chicken breast during refrigerated storage // Korean journal for food science of animal resources. 2015. V. 35. №. 6. P. 757. doi: 10.5851/kosfa.2015.35.6.757
- 19 Can Ö. P., Harun F. Shelf life of chicken meat balls submitted to sous vide treatment // Brazilian Journal of Poultry Science. 2015. V. 17. P. 137-144. doi: 10.1590/1516-635x1702137-144
- 20 Botinestean C., Hossain M., Mullen A.M., Kerry J.P. et al. The influence of the interaction of sous-vide cooking time and papain concentration on tenderness and technological characteristics of meat products // Meat Science. 2021. V. 177. P. 108491. doi:10.1016/j.meatsci.2021.108491


References

- 1 Domínguez R., Munekata P., Mirian P., Olalla L.-F. et al. Immobilization of oils using hydrogels as strategy to replace animal fats and improve the healthiness of meat products. Food Science. 2021. vol. 37. pp. 135–144. doi: 10.1016/j.cofs.2020.10.005
- 2 Iwatani S., Yamamoto N. Functional food products in Japan: A review. Food Science and Human Wellness. 2019. vol. 8. no. 2. pp. 96–101. doi: 10.1016/j.fshw.2019.03.011
- 3 Namsaraeva Z.M., Hamaganova I.V., Daminova T.Ts. Technology of preparation of a functional product from horse-meat in sauce. Technics and technology of food production. 2021. no. 1. pp. 77–85. doi: 10.21603/2074-9414-2021-1-77-85 (in Russian).
- 4 Tkalya V.A., Zhukovskaya I.A., Sharaeva A.V., Vodolazova N.N. Digital methods of express diagnostics of the quality of substances of various physical and chemical nature. Radioelectronics. Nanosystems. Information Technology. 2016. vol. 8. no. 1. pp. 55–72. (in Russian).
- 5 Chang W.-C., Hu Y.-T., Ting Y. Development of a topical applied functional food formulation: Adlay bran oil nanoemulgel. LWT. 2019. vol. 117. pp. 117. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108619
- 6 Pogozheva A.V., Smirnova E.A. Towards the health of the nation through multilevel educational programs for the population in the field of optimal nutrition. Nutrition issues. 2020. vol. 4. no. 4. pp. 262–272. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10060 (in Russian).


- 7 Asomaning J., Zhao Y.Y., Curtis J.M. The development of a choline rich cereal based functional food: Effect of processing and storage. LWT. 2016. vol. 75. pp. 447–452. doi: 10.1016/j.lwt.2016.09.022
- 8 Nikiforova A.P., Damdinova T.Ts. Evaluation of food quality by digital image processing. Product quality control. 2019. no. 3. pp. 32–39. (in Russian).
- 9 Damdinova T.Ts., Nikiforova A.P., Prudova L.Yu., Bubeev I.T. The use of digital image processing methods to determine the moisture binding capacity of meat and fish products. Software systems and computational methods. 2019. no. 3. pp. 20–29. doi: 10.7256/2454–0714.2019.3.30646. (in Russian).
- 10 Tomashevich I.B. Computer vision system for measuring the color parameters of meat and meat products: Review. Theory and practice of meat processing. 2018. no. 4. pp. 4–15. (in Russian).
- 11 Ruiz-Carrascal J., Roldan M., Refolio F., Perez-Palacios T. et al. Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2019. vol. 16. pp. 100138. doi: 10.1016/j.ijgfs.2019.100138
- 12 Ayub H., Ahmad A. Physicochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat. International journal of gastronomy and food science. 2019. vol. 17. pp. 100145. doi: 10.1016/j.ijgfs.2019.100145
- 13 Park C.H., Lee B., Oh E., Kim Y.S. et al. Combined effects of sous-vide cooking conditions on meat and sensory quality characteristics of chicken breast meat. Poultry Science. 2020. vol. 99. no. 6. pp. 3286–3291. doi: 10.1016/j.psj.2020.03.004
- 14 Baldwin D.E. Sous vide cooking: A review. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2012. vol. 1. no. 1. pp. 15–30. doi: 10.1016/j.ijgfs.2011.11.002
- 15 Gómez I., Ibañez F. C., Beriain M. J. Physicochemical and sensory properties of sous vide meat and meat analog products marinated and cooked at different temperature-time combinations. International Journal of Food Properties. 2019. vol. 22. no. 1. pp. 1693–1708. doi: 10.1080/10942912.2019.1666869
- 16 Ortuño J. et al. Effects of sous vide vs grilling methods on lamb meat colour and lipid stability during cooking and heated display. Meat Science. 2021. vol. 171. pp. 108287. doi: 10.1016/j.meatsci.2020.108287
- 17 Zhu X. et al. Actinidin pretreatment and sous vide cooking of beef brisket: Effects on meat microstructure, texture and in vitro protein digestibility. Meat science. 2018. vol. 145. pp. 256–265. doi: 10.1016/j.meatsci.2018.06.029
- 18 Hong G.E., Kim J.H., Ahn S.J., Lee C.H. Changes in meat quality characteristics of the sous-vide cooked chicken breast during refrigerated storage. Korean journal for food science of animal resources. 2015. vol. 35. no. 6. pp. 757. doi: 10.5851/kosfa.2015.35.6.757
- 19 Can Ö. P., Harun F. Shelf life of chicken meat balls submitted to sous vide treatment. Brazilian Journal of Poultry Science. 2015. vol. 17. pp. 137–144. doi: 10.1590/1516-635x1702137-144
- 20 Botinestean C., Hossain M., Mullen A.M., Kerry J.P. et al. The influence of the interaction of sous-vide cooking time and papain concentration on tenderness and technological characteristics of meat products. Meat Science. 2021. vol. 177. pp. 108491. doi:10.1016/j.meatsci.2021.108491

Сведения об авторах


Зоригма М. Намсараева к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов общественного питания, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, ул. Ключевская, 40в, г. Улан-Удэ, 670013, Россия, zorigma@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8373-0428>

Инга В. Хамаганова д.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов общественного питания, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, ул. Ключевская, 40в, г. Улан-Удэ, 670013, Россия, xiv2609@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9953-7654>

Татьяна Ц. Дамдинова к.т.н., доцент, кафедра инженерной и компьютерной графики, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, ул. Ключевская, 40в, г. Улан-Удэ, 670013, Россия, dtatyanac@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3597-3262>

Вклад авторов

Зоригма М. Намсараева обзор литературных данных по исследуемой проблеме, проведение эксперимента

Инга В. Хамаганова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, консультация в ходе исследования


Татьяна Ц. Дамдинова цифровая обработка изображений

Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors


Zorigma M. Namsaraeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, catering food technology department, East Siberia State University of Technology and Management, 40b, Kluchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, zorigma@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8373-0428>

Inga V. Khamaganova Dr. Sci. (Engin.), professor, catering food technology department, East Siberia State University of Technology and Management, 40b, Kluchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, xiv2609@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9953-7654>

Tatyana Ts. Damdinova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, engineering and computer graphics department, East Siberia State University of Technology and Management, 40b, Kluchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, dtatyanac@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3597-3262>

Contribution

Zorigma M. Namsaraeva review of literature data on the problem under study, conducting an experiment

Inga V. Khamaganova review of literary sources on the problem under study, consultation during the study

Tatyana Ts. Damdinova digital imaging

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 26/04/2021	После редакции 17/05/2021	Принята в печать 02/06/2021
Received 26/04/2021	Accepted in revised 17/05/2021	Accepted 02/06/2021