

УДК644-4

Изменение колориметрических свойств охлажденного мяса курицы при хранении

Канд. техн. наук **Мурашев С.В.**, асп. **Писаровская Е.А.**, асп. **Петухова Д.Б.**

s.murashev@mail.ru

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Цвет мышечной ткани и особенности, происходящих в ней изменений, тесно связаны с энергетикой клеток. В этой связи различают красные и белые мышечные волокна. В красных мышечных волокнах при жизни животных большая часть необходимой энергии производится с использованием кислорода. Аккумуляция кислорода в красных мышечных волокнах осуществляется с использованием миоглобина, который является пигментом определяющим цвет мяса. Поэтому охранение красного цвета свежего мяса в значительной степени зависит от стабильности ярко красного пигмента мышечной ткани – оксимиоглобина. Однако оксимиоглобин способен к спонтанному самоокислению. Совокупность процессов инициируемых окислением иона железа гемовой группы сопровождается генерацией активных форм кислорода и гидроксильных ионов. В белых мышечных волокнах основой энергетики является анаэробный гликолиз, не нуждающийся в кислороде и миоглобине как его аккумуляторе. Учитывая, что мышечные ткани различаются по содержанию миоглобина, интерес представляет исследование мясного сырья с различной степенью пигментации.

Ключевые слова: колориметрия, цветовой тон, белое мясо курицы, хранение, охлажденное состояние.

Change of colorimetric properties the cooled meat of chicken at storage

Ph.D. Murashev S.V., Pissarovskaya E.A., Petukhova D.B.

s.murashev@mail.ru

ITMO University

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

Color of muscular tissue and the feature happening in it changes are closely connected with power of cages. In this regard distinguish red and white muscle fibers. In red muscle fibers during lifetime of animals the most part of necessary energy is made with oxygen use. Accumulation of oxygen in red muscle fibers is carried out with use of a myoglobin which is the pigment defining color of meat. Therefore protection of red color of fresh meat substantially depends on stability of brightly red pigment of muscular tissue – an oksimioglobin. However оксимиоглобин it is capable to spontaneous autoxidation. Set of the processes initiated by oxidation of an ion of iron of gemovy group is followed by generation of active forms of oxygen and hydroxyl ions. In white muscle fibers fundamentals of power is the anaerobic glycolysis which isn't needing oxygen and a myoglobin as its accumulator. Considering that muscular tissue differ according to the maintenance of a myoglobin, research of meat raw materials with various extent of pigmentation is of interest.

Keywords: colorimetry, color tone, white meat of chicken, storage, the cooled state.

Получение необходимой пигментации мясных изделий составляет важную часть технологии производства. Теоретические вопросы пигментации рассмотрены в ряде работ [1–4]. Использование для стабилизации цвета мяса аминокислотных лигандов рассмотрено в работе [5, 6]. Использование с аналогичными целями лактатов кальция и натрия, а также экстракта дрожжей исследовано в работах [7–9]. Очень перспективным средством обработки мяса для стабилизации цвета является обработка газообразными лигандами [10, 11]. Особенности изменения цветового тона вареных колбасных изделий рассмотрены в [12].

Белые мышечные волокна существенно отличаются от красных мышечных волокон по особенностям своего функционирования. Принципиальное отличие заключается в том, что основой энергетики белых мышечных волокон является анаэробный гликолиз, не нуждающийся в кислороде и миоглобине как его аккумуляторе. Учитывая, что мышечные ткани различаются по содержанию миоглобина, то существенный интерес представляет исследование мясного сырья с различной степенью пигментации.

Мышечные ткани животных и птицы могут существенно различаться по содержанию миоглобина, в связи с тем что существуют белые и красные мышечные волокна и их соотношение в зависимости от особенностей функционирования конкретной мышцы изменяется. Поэтому интерес представляет исследование мясного сырья с различной степенью пигментации. В данной работе исследуется изменение цветового тона белого мяса курицы при хранении в охлажденном состоянии.

Объекты и методы исследования

Хранение охлажденного белого мяса курицы осуществляли при температуре $0...+4$ °С в течение восьми суток. Регулярно, каждые сутки, в течение всего периода хранения осуществлялась цифровая фотосъемка поверхности мяса курицы с помощью оптико-электронной системы, описанной в [13], с последующей компьютерной обработкой цифровых изображений по алгоритму [14], что позволяло получать распределения цветового тона. Для более точной локализации максимумов, полученные распределения цветового тона обрабатывались по методу наименьших квадратов.

Результаты и их обсуждение

Установлены два диапазона, в пределах которых наблюдаются изменения в распределениях цветового тона по мере холодильного хранения мяса курицы – это от 0 до 10 и от 170 до 185. Соответствующие диапазоны цветового тона представлены на рис. 1 и 2.

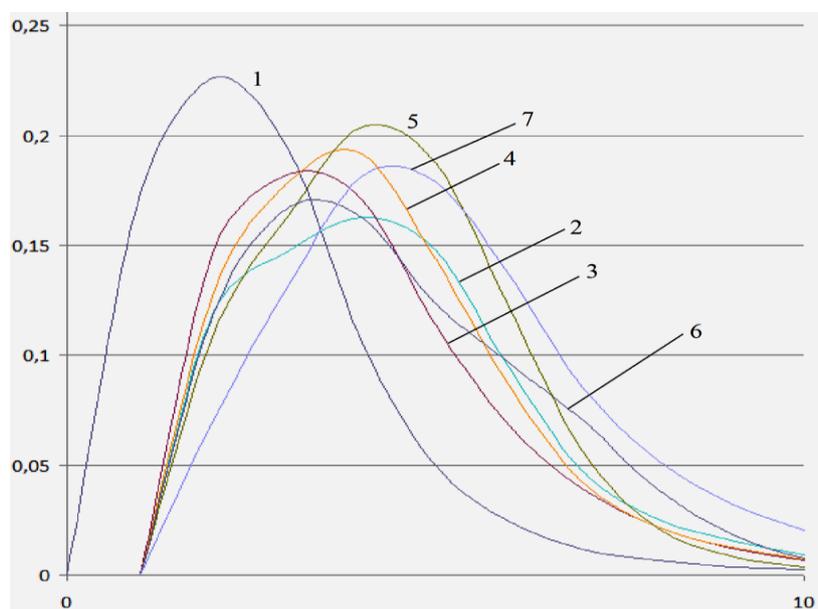


Рис. 1 Влияние продолжительности хранения в охлажденном состоянии на распределение цветового тона белого мяса курицы в диапазоне от 0 до 10:
1 – исходное мясо; 2 – через сутки хранения; 3 – двое суток хранения;
4 – трое суток хранения; 5 – четверо суток хранения;
6 – пять суток хранения; 7 – семь суток хранения.

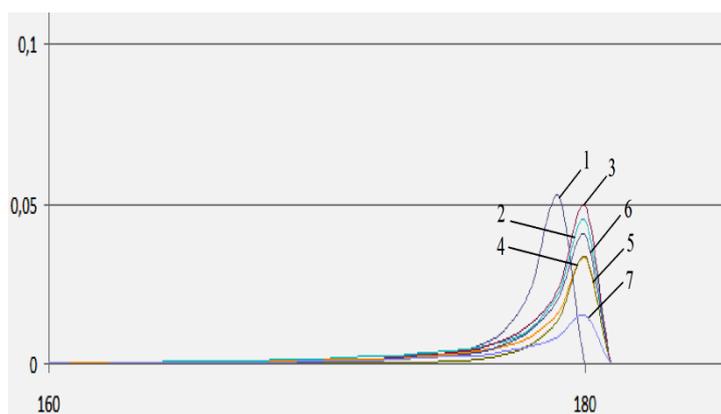


Рис. 2. Влияние продолжительности хранения в охлажденном состоянии на распределение цветового тона белого мяса курицы в диапазоне от 170 до 185:

**1 – исходное мясо; 2 – через сутки хранения; 3 – двое суток хранения;
4 – трое суток хранения; 5 – четверо суток хранения;
6 – пять суток хранения; 7 – семь суток хранения.**

Положение максимумов распределения цветового тона в обоих диапазонах изменяются по мере хранения, как по абсциссе, так и по ординате. Это позволяет проанализировать изменения, происходящие с распределением цветового тона при хранении.

На рис. 3 и 4 представлено смещение абсциссы максимума распределения цветового тона, расположенного в диапазоне 0...10, при хранении. Как следует из результатов, представленных на рис. 3, абсцисса максимума при хранении постепенно увеличивается, и это смещение хорошо характеризуется линейным уравнением (рис. 4). Линейная зависимость смещения абсциссы максимума распределения в диапазоне 0...10 позволяет использовать эту закономерность для определения длительности хранения и степени свежести белого мяса курицы.

Положение ординаты максимума распределения для цветового тона белого мяса курицы при хранении в диапазоне 0...10 представлено на рис. 5 и 6. Изменение ординаты при хранении происходит в достаточно узком диапазоне 0,15...0,20. Тем не менее, линейный тренд (рис. 6) в данном случае имеет низкое значение R^2 . Однако даже если бы горизонтально расположенный тренд имел значение R^2 близкое к 1, то его нельзя было бы использовать для прогнозирования или определения качественных характеристик мяса.

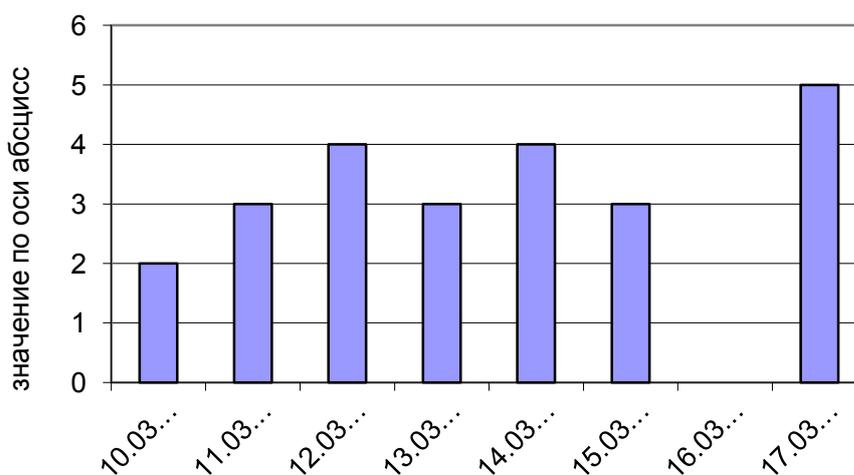


Рис. 3. Смещение абсциссы максимума цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 0...10 при хранении.

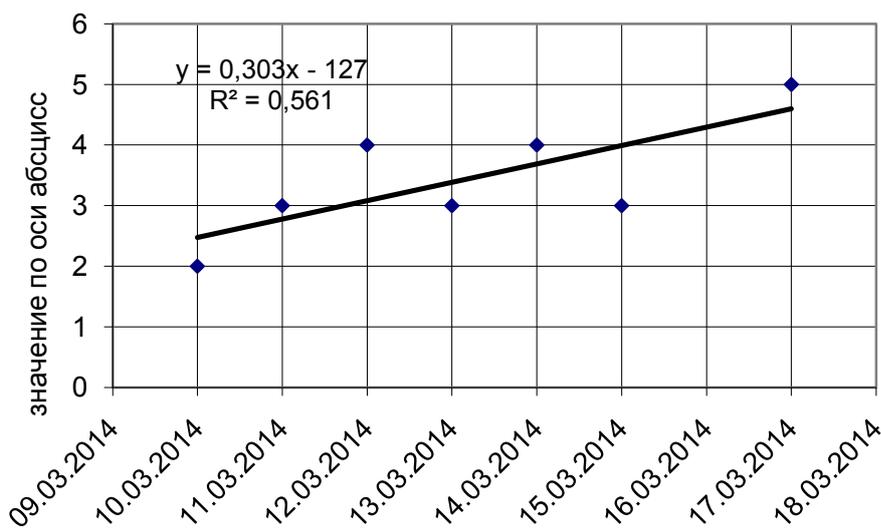


Рис. 4. Линейная зависимость изменения абсциссы для максимума цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 0...10 при хранении.

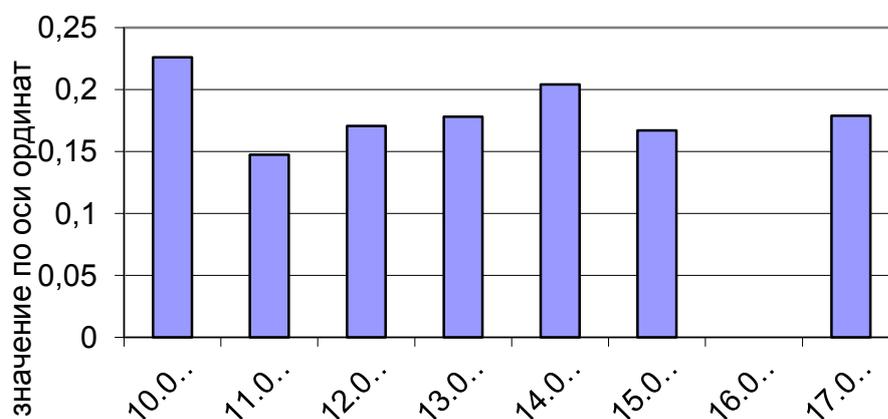


Рис. 5. Смещение ординаты максимума для цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 0...10 при хранении.

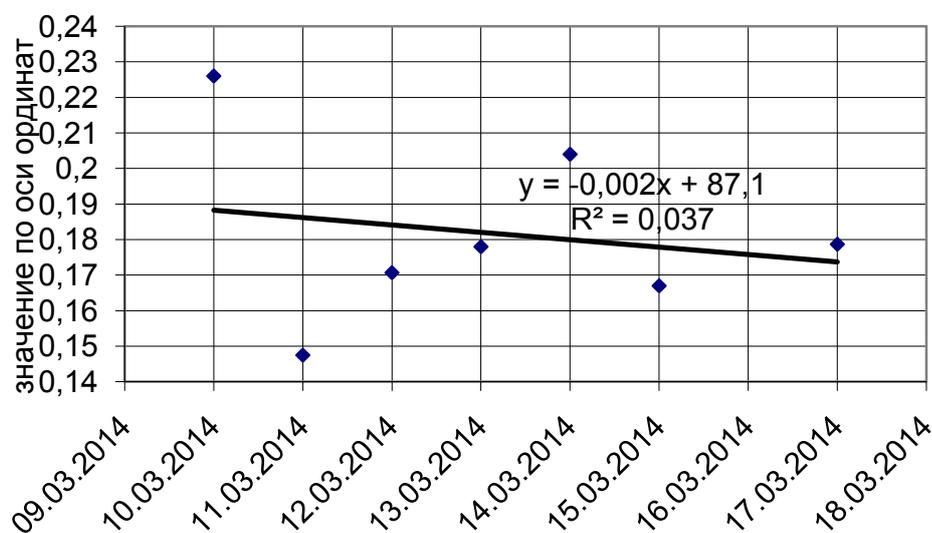


Рис. 6. Линейная зависимость изменения положения ординаты для максимума цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 0...10 при хранении.

На рис. 7 и 8 представлено смещение абсциссы максимума распределения цветового тона, расположенного в диапазоне 170...185, при хранении. Как следует из результатов, представленных на рис. 8, изменение абсциссы экстремума при хранении имеет максимум. Сложный характер изменения данной зависимости не позволяет ее использовать в целях прогнозирования сроков хранения или определения свежести мяса.

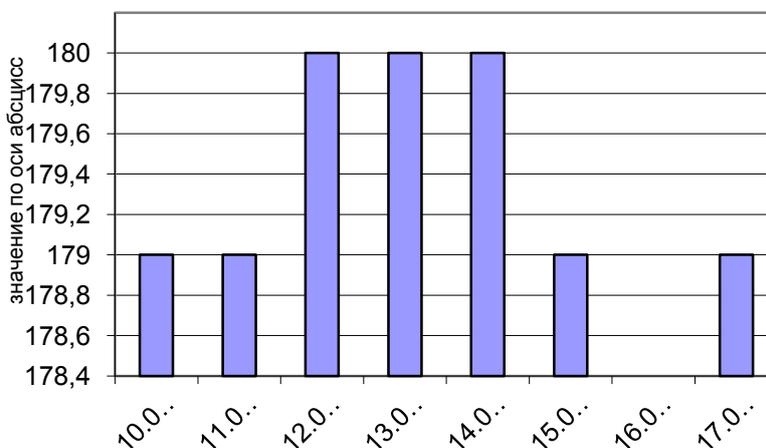


Рис. 7. Смещение абсциссы для экстремума цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 170...185 при хранении.

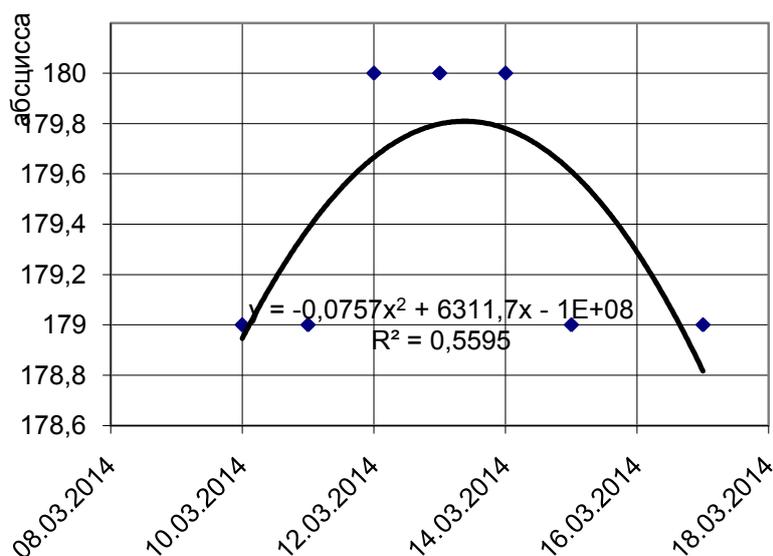


Рис. 8. Смещение абсциссы для экстремума цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 170...185 при хранении.

Положение ординаты для максимума распределения цветового тона белого мяса курицы при хранении в диапазоне 170...185 представлено на рис. 9 и 10. Изменение ординаты максимума в диапазоне 170...185 носит достаточно устойчивый линейный характер (рис. 10), что создает потенциальные предпосылки для ее использования с целью определения параметров хранения белого мяса курицы.

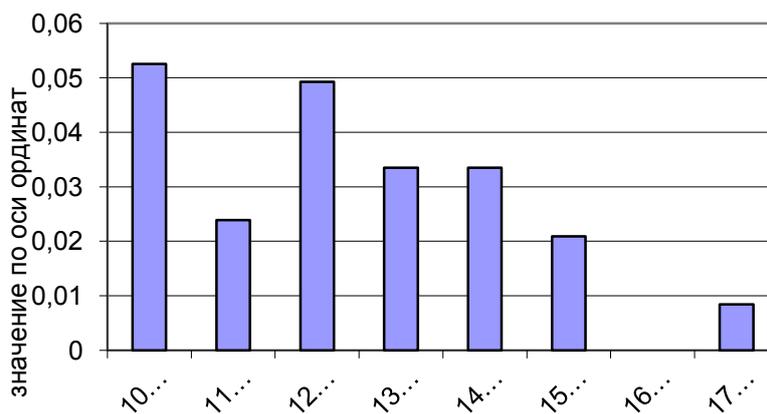


Рис. 9. Смещение ординаты для максимума цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 170...185 при хранении.

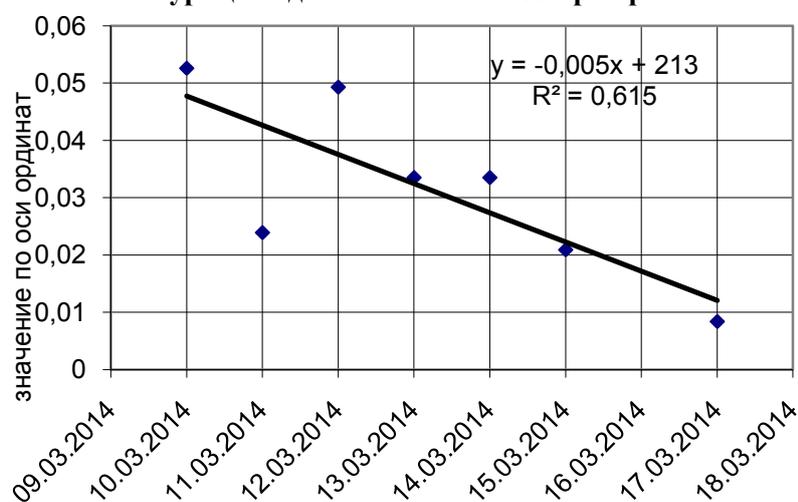


Рис. 10. Линейная зависимость изменения ординаты для максимума цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 170...185 при хранении.

Выводы

Установлено линейное изменение абсциссы для максимума цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 0...10 и аналогичная зависимость изменения ординаты для максимума цветового тона белого мяса курицы в диапазоне 170...185 при хранении.

Это создает благоприятные предпосылки, после выполнения необходимых уточнений, для использования линейных закономерностей с целью определения продолжительности хранения и свежести белого мяса курицы.

Список литературы

1. Мурашев С.В., Воробьев С.А., Жемчужников М.Е. Физические и химические причины возникновения красного цвета мяса. // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2010. – № 1(9).
2. Мурашев С.В., Воробьев С.А. Моделирование цветовых переходов между формами миоглобина. // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2011. – №2(12).
3. Мурашев С.В., Большакова О.С. Влияние металл-лигандного взаимодействия в гемовой группе на цвет форм миоглобина. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 3(21).
4. Парамонова А.П., Мурашев С.В. Стабильность железопорфириновых комплексов красного цвета и свойства лиганд // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 4(22).
5. Мурашев С.В., Воробьев С.А. Обработка свежего мяса аминокислотными лигандами для стабилизации цвета. // Мясная индустрия. – 2010. – №10. – С. 38-40.

6. Мурашев С.В., Воробьев С.А. Способ стабилизации цвета свежего мяса // Патент РФ № 2410980. Заявл. 21.09.2009. Оpubл. 10.02.11. Бюл. № 4.
7. Жемчужников М.Е., Мурашев С.В. Влияние лактатов натрия и кальция на сохранение цвета мясного сырья // Мясная индустрия. – 2010. – №11. – С.62-64.
8. Мурашев С.В., Жемчужников М.Е. Исследование цветовых характеристик мясного сырья для оценки антиокислительных свойств дрожжевого экстракта // Все о мясе. – 2010. – № 6. – С. 52-57.
9. Мурашев С.В., Жемчужников М.Е. Способ стабилизации цвета свежего мяса // Патент РФ № 2416917. Заявл. 21.09.2009. Оpubл. 27.04.11. Бюл. № 12.
10. Воробьев С.А., Мурашев С.В. Использование газовых сред для стабилизации цвета мяса // Мясная индустрия –2011, №8. – С. 52-54.
11. Мурашев С.В., Воробьев С.А. Жемчужникова М.Е. Влияние обработки охлажденного мяса на корреляцию между рН и красным цветом // Все о мясе. – 2012. – №3. – С. 38-41.
12. Медведев Я.В., Шлейкин А.Г. Гем -зависимое перекисное окисление в мясе при холодильном хранении // Вестник Международной академии холода. 2013. №2.
13. Алехин А.А., Горбунова Е.В., Коротаев В.В., Ольховский А.М., Петухова Д.Б., Чертов А.Н. Оптико-электронная система экспресс-анализа руд твердых полезных ископаемых оптическим методом // Известия высших учебных заведений. Приборостроение.2013. Т. 56. № 11. С. 15-20.
14. Горбунова Е.В., Коротаев В.В., Петухова Д.Б., Чертов А.Н. Адаптивный алгоритм цветового анализа минеральных объектов // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2014. Т. 12. № 7. С. 25-31.
15. Ишевский А.Л., Iniesta F.M. Перспективы и риски агропромышленного комплекса Российской Федерации в условиях закона убывающей эффективности. // Вестник Международной академии холода. 2014. № 3. С. 53-57.

References

1. Murashev S.V., Vorob'ev S.A., Zhemchuzhnikov M.E. Fizicheskie i khimicheskie prichiny vznoknoveniya krasnogo tsveta myasa. *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv.* – 2010. – № 1(9).
2. Murashev S.V., Vorob'ev S.A. Modelirovanie tsvetovykh perekhodov mezhdu formami mioglobina. *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv.* – 2011. – №2(12).
3. Murashev S.V., Bol'shakova O.S. Vliyanie metall-ligandnogo vzaimodeistviya v gemovoi grupe na tsvet form mioglobina. // *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv.* – 2014. – № 3(21).
4. Paramonova A.P., Murashev S.V. Stabil'nost' zhelezoporfirinovykh kompleksov krasnogo tsveta i svoistva ligand // *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv.* – 2014. – № 4(22).
5. Murashev S.V., Vorob'ev S.A. Obrabotka svezhego myasa aminokislotnymi ligandami dlya stabilizatsii tsveta. *Myasnaya industriya.* – 2010. – №10. – S. 38-40.
6. Murashev S.V., Vorob'ev S.A. Sposob stabilizatsii tsveta svezhego myasa // Patent RF № 2410980. Zayavl. 21.09.2009. Opubl. 10.02.11. Byul. № 4.
7. Zhemchuzhnikov M.E., Murashev S.V. Vliyanie laktatov natriya i kal'tsiya na sokhranenie tsveta myasnogo syr'ya. *Myasnaya industriya.* – 2010. – №11. – S.62-64.
8. Murashev S.V., Zhemchuzhnikov M.E. Issledovanie tsvetovykh kharakteristik myasnogo syr'ya dlya otsenki antiokislitel'nykh svoistv drozhzhevo go ekstrakta. *Vse o myase.* – 2010. – № 6. – S. 52-57.
9. Murashev S.V., Zhemchuzhnikov M.E. Sposob stabilizatsii tsveta svezhego myasa // Patent RF № 2416917. Zayavl. 21.09.2009. Opubl. 27.04.11. Byul. № 12.
10. Vorob'ev S.A., Murashev S.V. Ispol'zovanie gazovykh sred dlya stabilizatsii tsveta myasa. *Myasnaya industriya* – 2011, №8. – S. 52-54.
11. Murashev S.V., Vorob'ev S.A. Zhemchuzhnikova M.E. Vliyanie obrabotki okhlazhdennogo myasa na korrelyatsiyu mezhdu rN i krasnym tsvetom. *Vse o myase.* – 2012. – №3. – S. 38-41.
12. Medvedev Ya.V., Shleikin A.G. Gem -zavisimoe perekisnoe okislenie v myase pri kholodil'nom khranении. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda.* 2013. №2.
13. Alekhin A.A., Gorbunova E.V., Korotaev V.V., Ol'khovskii A.M., Petukhova D.B., Chertov A.N. Optiko-elektronnaya sistema ekspress-analiza rud tverdykh poleznykh iskopaemykh opticheskim metodom // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Priborostroenie.* 2013. Т. 56. № 11. S. 15-20.
14. Gorbunova E.V., Korotaev V.V., Petukhova D.B., Chertov A.N. Adaptivnyi algoritm tsvetovogo analiza mineral'nykh ob'ektov // *Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy.* 2014. Т. 12. № 7. S. 25-31.
15. Ishevskii A.L., Iniesta F.M. Perspektivy i riski agropromyslennogo kompleksa Rossiiskoi Federatsii v usloviyakh zakona ubyvyayushchei effektivnosti. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda.* 2014. № 3. S. 53-57.