

УДК644-4

Определение эффективной концентрации бетулина, вводимого в рецептуру вареных колбас, по яркости*Канд. техн. наук С.В. Мурашев, s.murashev@mail.ru**А.А. Николаева, libenka11@yandex.ru**Д.Б. Петухова, petuxovadarja@yandex.ru**Университет ИТМО**191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

К числу наиболее важных технологических задач, которые необходимо решать при производстве вареных колбасных изделий, является получение стабильного ярко-красного цвета. Цвет изделий непосредственно зависит от правильного выполнения режимов термической обработки, рН среды и восстановителей, вводимых в рецептуру колбас. В данной работе предложена схема определения эффективной концентрации восстановителя на основе использования такой цветовой характеристики изделия, как яркость. Она включает на первом этапе построение корреляционных зависимостей между рН и цветовым тоном, а на втором этапе включение в анализ концентрации восстановителя, вводимого в состав колбас. Грамотно подобранные антиоксиданты позволят улучшить процесс цветообразования и сохранения постоянства цветовых характеристик при хранении.

В данной работе приведены результаты исследований воздействия бетулина на процесс цветообразования. Из трех цветовых характеристик цветового тона, яркости и насыщенности, приводятся данные по яркости.

Ключевые слова: вареные колбасы, восстановители, бетулин, цветовые характеристики, яркость

Determination of the effective concentration of betulin input into the formulation of cooked sausages in brightness*Ph. D. S.V. Murashev, s.murashev@mail.ru**A.A. Nikolaeva, libenka11@yandex.ru**D.B. Petukhova, petuxovadarja@yandex.ru**ITMO University**191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

Among the most important technological challenges that must be addressed in the production of cooked sausages is to obtain a stable bright red color.

Color products directly dependent on the correct execution of heat treatment, the pH and reducing the input into the formulation sausages.

In this paper we proposed a scheme to determine the effective concentration of the reducing agent on the basis of the use of such characteristics as color brightness. It includes the first phase of construction of the correlations between pH and color tone, and the second stage inclusion in the analysis of the concentration reducing agent introduced into the sausage.

Properly selected antioxidants will improve the process of color formation and preservation of the color characteristics during storage.

This paper presents the results of studies on the effects of betulin on the process of color formation. Of the three characteristics of color hue, luminance and saturation, the data on the brightness.

Keywords: boiled sausage, reducing agents, betulin, color performance, brightness.

На формирование и стабилизацию цвета вареных колбасных изделий большое влияние оказывают рН и восстановительная среда, создаваемая донорами электронов. Величина рН среды определяет условия денитрификации и возможность гидролиза нитрита до азотистой кислоты. Удаление летучей азотистой кислоты из зоны образования цвета приводит к безвозвратной потере нитрита при формировании цвета колбасы.

Дополнительно свойством азотистой кислоты является ее неустойчивость при кислых значениях рН, вследствие чего она распадается с образованием двуокиси азота, которая представляет собой сильный окислитель, ухудшающий цвет колбас.

Для устранения пороков окраски колбасных изделий используются восстановители. Обычно с той целью используется аскорбиновая кислота или ее соли. При этом чрезмерно большие количества аскорбиновой кислоты ухудшают окраску изделий.

Механизму образования цвета мяса посвящены работы [1, 2], а вопросы стабилизации цвета мяса рассмотрены в работах [3–6]. Влияние взаимодействия иона железа в миоглобине с кислородом или другими молекулами на цвет мяса исследованы в [7, 8].

Определенные вещества, извлекаемые из растительного сырья, представляют интерес для технологии мяса. Так, например, обогатить колбасные изделия и повысить их биологическую ценность можно использованием в рецептурах колбас биоактивных веществ, содержащихся в растительном сырье. Недостаточно оцененным до настоящего времени источником таких веществ могут стать зелень фенхеля, кориандр и другие культуры [9, 10]. Одним из таких растительных веществ является также пентациклический тритерпеновый спирт ряда лупана – бетулин.

В данной работе в качестве восстановителя используется бетулин. Бетулин и сопутствующие ему компоненты (бетулиновая и олеановая кислоты, лупеол и др.), извлекаемые из коры березы, обладают уникальными, часто взаимодополняющими свойствами, имеющими широкий спектр действия, и которые могут быть востребованы в различных отраслях, в том числе, и мясоперерабатывающей промышленности.

Представляя собой порошок белого или светло бежевого цвета иногда со слабовыраженным вяжущим вкусом, бетулин является не токсичным, устойчивым к действию солнечного света и кислорода соединением с достаточно высокой температурой плавления (240...260°C), что делает его стабильным и способным длительное время сохранять свои первоначальные свойства.

Обширная сырьевая база и высокое содержание основного компонента в сырье, в совокупности с простотой извлечения и низкой эффективной концентрацией при внесении в пищевые продукты, делают использование бетулина экономически оправданным.

Применительно к производству вареных колбас первостепенное значение приобретают такие свойства бетулина и близких к нему компонентов бересты как эмульгирующее действие и способность создавать эмульсии, а также антиоксидантная активность. Сочетание эмульгирующего и антиоксидантного эффектов в молекулярном механизме действия бетулина создает благоприятные предпосылки для его использования в производстве вареных колбасных изделий. Аскорбиновая кислота или ее соли не обладают эмульгирующей способностью.

Эмульгирующая способность позволяет стабилизировать жир, что влияет на качество, выход и хранение вареных колбас. Антиоксидантная активность блокирует развитие нежелательных окислительных процессов, улучшает и стабилизирует цвет колбас, что также положительно влияет на качество и длительность хранения колбасных изделий. И это без учета других позитивных последствий действия бетулина и родственных ему соединений, экстрагируемых из коры березы, на свойства пищевых продуктов.

В связи с этим в данной работе используется бетулин, обладающий такими важнейшими для производства вареных колбас свойствами, как эмульгирующая способность и антиоксидантное действие. Целью работы является исследование влияния бетулина на яркость вареных колбас,

и определение его эффективной концентрации, позволяющей достичь максимального эффекта при минимальной концентрации, вводимой в рецептуру колбас.

Объекты и методы исследования

Вареные колбасы получали по общепринятой технологии, включающей весь комплекс термической обработки, необходимой для формирования цвета колбас. Для формирования розово-красного цвета использовалась нитритная соль, а в качестве восстановителя в рецептуру колбас добавлялся бетулин. Бетулин вводился в вареные колбасы в концентрациях: 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 и 0,9%. В контрольный образец вареной колбасы бетулин не вводился. Хранение полученных колбас осуществлялось при температуре $0...+4^{\circ}\text{C}$.

В вареных колбасах в охлажденном состоянии проводилось определение рН стандартным потенциометрическим методом [11]. Одновременно периодически осуществлялась цифровая фотосъемка образцов колбас с помощью оптико-электронной системы, описанной в [12], с последующей компьютерной обработкой цифровых изображений по алгоритму [13], что позволяло получать распределения яркости для колбасных изделий. В данной работе использовалась часть всего диапазона распределения яркости от 100 до 220. Для более точной локализации максимумов, полученные распределения яркости обрабатывались по методу наименьших квадратов.

Результаты и их обсуждение

Для вареных колбас, полученных с добавлением бетулина и без него, в ходе холодильного хранения определялось изменение яркости. На рис. 1 представлен типичный пример изменений, происходящих с яркостью колбасных изделий. В остальных случаях, включая контрольный вариант, получены аналогичные результаты, отличающиеся величинами максимумов и их положением на оси абсцисс.

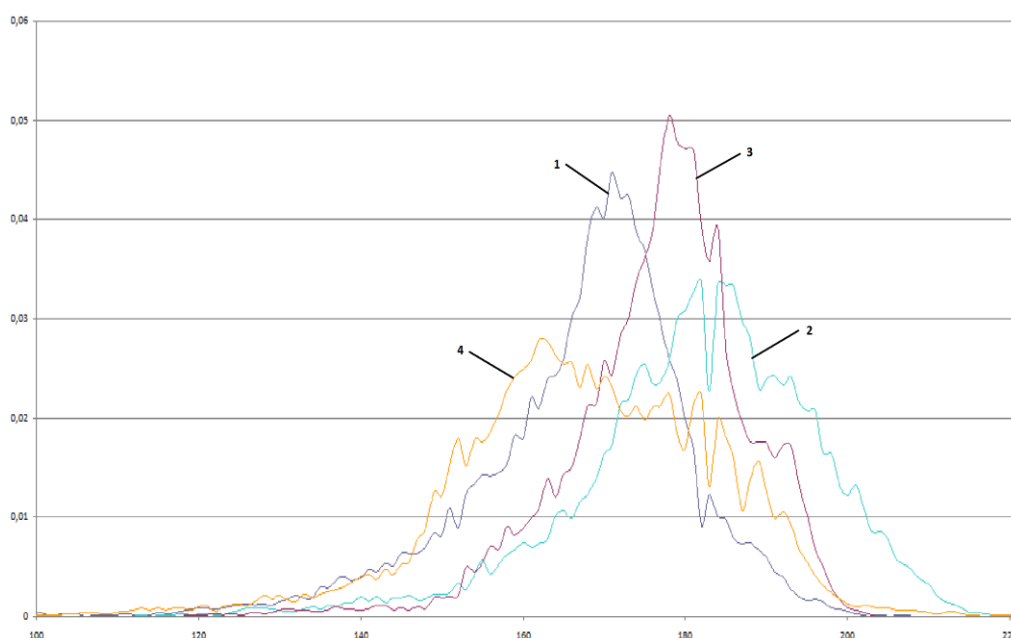


Рис. 1. Изменения в распределении яркости вареных колбас, полученных с добавлением 0,1% бетулина, происходящие во время хранения:

1 – исходная колбаса после приготовления, 2 – через 4 суток хранения, 3 – через 6 суток хранения, 4 – через 9 суток хранения

Положение максимума яркости колбас во время хранения, пример которого приведен на рис. 1, изменяется как по абсциссе, так и по ординате. Это позволяет проанализировать изменения положения максимума яркости с целью выявления вызывающих эти изменения причин. Анализ следует начать с

влияния рН на изменение яркости, поскольку на формирование цвета колбас и его стабильность большое влияние оказывает именно этот показатель.

Поэтому для каждой концентрации бетулина в вареных колбасах и для контрольного варианта колбасы проведено сопоставление между абсциссой или ординатой максимума в распределении яркости, с одной стороны, и, одновременно, определяемым для соответствующего образца колбасы значением рН. Характерные примеры соответствующих корреляционных зависимостей представлены на рис. 2 и рис. 3.

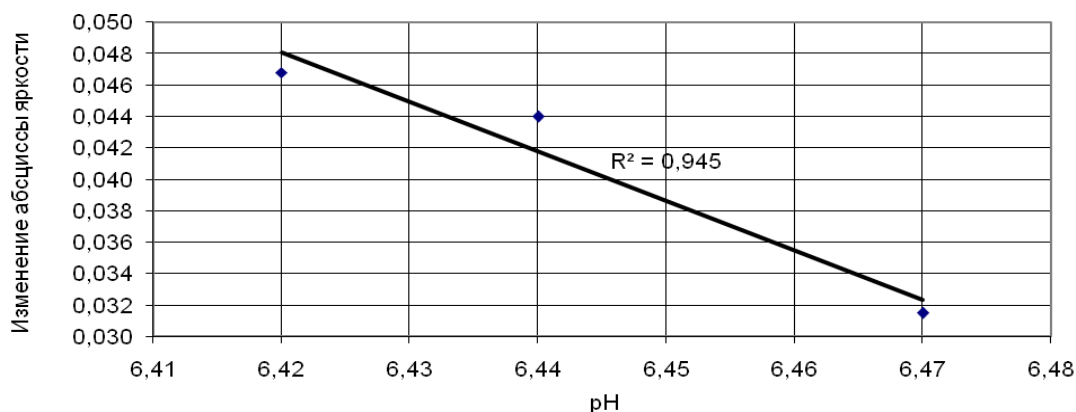


Рис. 2. Корреляционная зависимость между абсциссой максимума яркости и рН вареных колбас, полученных с использованием 0,7% бетулина

Тангенсы угла наклона прямых, примеры которых представлены на рис. 2 и 3, отличаются для колбас, полученных с различным содержанием бетулина. Различия в тангенсах углов наклона корреляционных прямых в зависимости от содержания бетулина в колбасах позволяют включить в анализ второй важнейший фактор, влияющий на образование цвета колбас, – действие восстановителей. В связи с этим были построены зависимости коэффициента a (тангенс угла наклона прямых на рис. 2 и 3) от концентрации бетулина в колбасе. Такие зависимости были построены отдельно для абсцисс и ординат максимумов распределения яркости. Указанные зависимости представлены на рис. 4 и рис. 5.

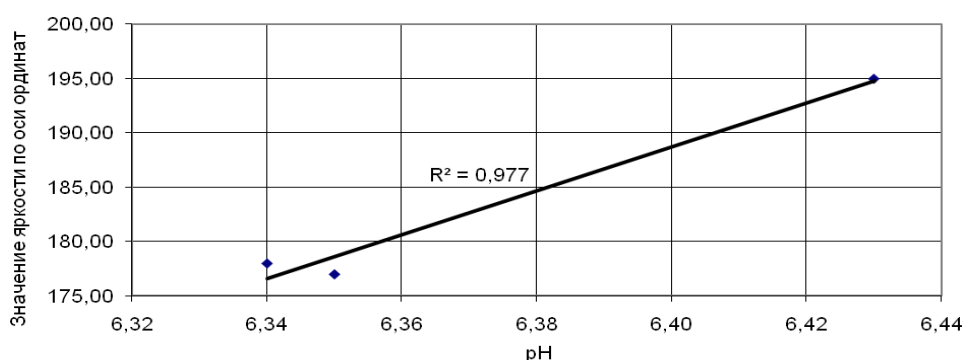


Рис. 3. Корреляционная зависимость между ординатой максимума яркости и рН вареных колбас, полученных с использованием 0,7% бетулина

Линия тренда для представленного на рис. 4 расположения точек, полученного в зависимости от концентрации бетулина, имеет наклон, но отсутствует экстремум. Отсутствие четко выраженного максимума на рис. 4 не позволяет использовать данную зависимость для определения оптимальной концентрации бетулина.

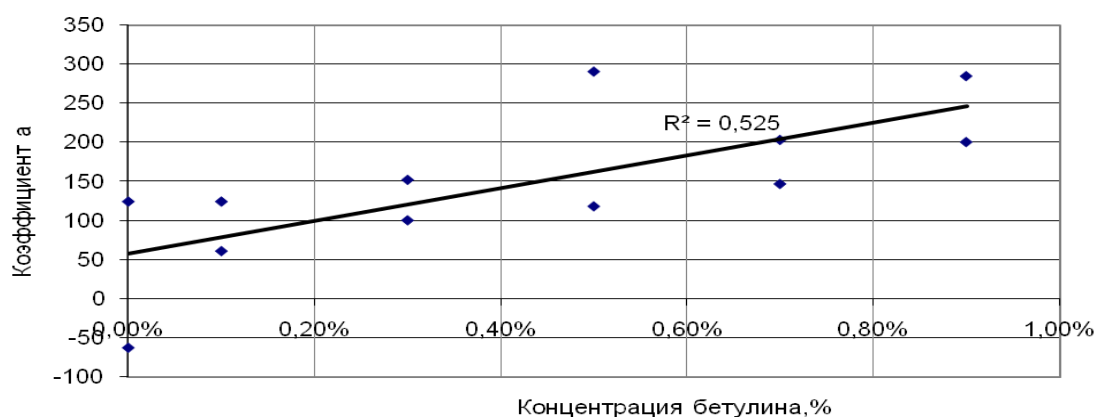


Рис. 4. Зависимость тангенса угла наклона прямых линий тренда (коэффициент a в уравнениях прямых $y = ax + b$) в корреляционных зависимостях абсциссы максимума яркости от величины рН (пример на рис. 2) от концентрации бетулина, использованного в вареной колбасе

Для зависимости, представленной на рис. 5, коэффициент a (тангенс угла наклона корреляционных прямых ординаты максимума яркости от рН) имеет четкий экстремум. Максимальное значение коэффициент a имеет при концентрации экзогенного восстановителя в колбасе, равной 0,3%. При более значительных концентрациях восстановителя происходит уменьшение коэффициента a , так что при концентрации бетулина 0,9% он приобретает отрицательное значение.

Следовательно, высокие концентрации восстановителя вызывают противоположное действие на яркость вареных колбас по сравнению с оптимальной концентрацией равной 0,3%.

Результаты, полученные на основании исследования яркости для оптимальной концентрации бетулина, вводимого в рецептуру вареных колбас, подтвердили ранее полученные данные на основании определения цветового тона, для которого оптимальная концентрация бетулина находится в диапазоне 0,1...0,3% [14].



Рис. 5. Зависимость тангенса угла наклона прямых линий тренда (коэффициент a в уравнениях прямых $y = ax + b$) в корреляционных зависимостях ординаты максимума распределения яркости от величины рН (пример на рис. 3) от концентрации бетулина, использованной в вареной колбасе

Идентичная ситуация наблюдается и для высоких концентраций аскорбиновой кислоты, под влиянием которых происходит образование метпигмента и холеглобина, ухудшающих цвет мясных изделий. Проведенные исследования позволили установить влияние бетулина на яркость вареных колбас и определить его концентрацию, при которой производимый эффект достигает максимальной величины.

Выводы

Бетулин, добавляемый в рецептуры вареных колбас, изменяет положение абсциссы и ординаты максимума распределения яркости. В сравнительно небольшой концентрации 0,3% он улучшает яркость колбас. Более высокие концентрации бетулина поначалу снижают ранее достигнутый эффект,

а еще более значительный рост содержания бетулина в колбасных изделиях до 0,9% приводит уже к обратному результату.

Предложенная схема анализа результатов исследований, основанная на использовании такой характеристики, как яркость, по существу, представляет собой методику определения эффективной концентрации восстановителя на качество колбасных изделий.

Литература

1. *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.
2. *Лисицин А.Б., Семенова А.А., Носонова В.В.* Применение лактата натрия в мясной промышленности. Мясная индустрия, 2005. № 6. С. 16-18.
3. *Семенова А.А.* Новый методический документ по комплексной оценке пищевых красителей // Все о мясе. 2008. № 4. С. 36-39.
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. *Прокофьев А.А., Степанова Н.Ю.* Пищевая ценность свежей и замороженной зелени фенхеля // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. науч. трудов. СПб.: Изд-во СПбГАУ. 2014. С. 436-439.
6. *Прокофьев А.А., Степанова Н.Ю.* Пищевая ценность и агробиологические особенности фенхеля // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. науч. трудов. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2 часть. 2013. С. 527-530.
7. *Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А.* Методы исследования мяса и мясопродуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.
8. *Алехин А.А., Горбунова Е.В., Кортаев 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.
9. *Горбунова Е.В., Кортаев 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.
10. *Косой В.Д., Дорохов В.П.* Совершенствование производства колбас. М.: ДеЛи принт, 2006. 766 с.
11. *Бражников А.М.* Теория термической обработки мясопродуктов. М.: Агропромиздат, 1987. 271 с.
12. *Мурашев С.В., Петухова Д. Б., Светличная В.Д.* Особенности изменения цветового тона вареных колбасных изделий, возникающие под влиянием бетулина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 4(22).