



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИТАМИНОВ И РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ЦВЕТА ВАРЕННЫХ КОЛБАС

Д.В. Вихров, магистрант

С.В. Агафонова, канд. техн. наук, доцент

andronova_sv@bk.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Исследовано влияние на цвет вареных колбас таких компонентов, как концентраты витаминов: тиамина, рибофлавина, ниацина и аскорбиновой кислоты, а также свекольного сока и ферментированного риса при различном содержании нитрита натрия. Представлены органолептические показатели образцов вареных колбас, приведено содержание в них общих пигментов, полученное спектрофотометрическим анализом.

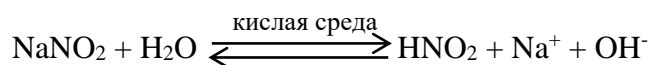
вареная колбаса, витамины, свекла, ферментированный рис, нитрит натрия, миоглобин, нитрозомиоглобин

Формирование цвета колбасных изделий – сложный процесс, зависящий от многих факторов. Образование цвета мяса зависит от формы белка миоглобина – сложного белка, состоящего из белковой части (глобина) и небелковой (гема). Гем, в свою очередь, состоит из атома железа, который ответственен за формирование различного оттенка мяса, так как способен легко окисляться и отдавать электрон, и четырёх гетероциклических пиррольных колец, связанных метиленовыми мостиками. В результате изменения атома железа могут образовываться три формы миоглобина. В присутствии кислорода воздуха миоглобин окисляется и образует оксимиоглобин, нестойкое соединение, которое придает мясу светло-красный цвет. Под воздействием света, воздуха, времени выдержки, нагрева происходит более глубокое окисление. Железо гема при этом переходит из двухвалентного в трехвалентное, и соединение превращается в метмиоглобин коричнево-серого цвета. Соотношение производных миоглобина, одновременно присутствующих в мясе, и определяет цвет мяса.

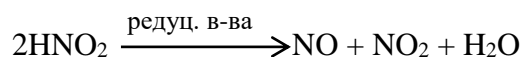
При производстве мясных изделий (в том числе колбас) под действием хлористого натрия усиливаются процессы изменения пигментов мышечной ткани, вследствие чего исчезает присущая мясу окраска. Поэтому для формирования и стабилизации цвета используют нитрит натрия, чаще всего закладывая его в рецептуру в составе посолочных смесей или рассолов [1]. Применение в современном колбасном производстве нитрита натрия подробно описано в работе [2].

Образование цвета основано на свойстве миоглобина активно связывать окись азота, образуя устойчивое соединение розово-красного цвета, не разрушающееся при высоких температурах. Схема протекания данного процесса приведена ниже:

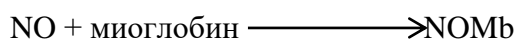
1) нитрит натрия гидролизуется водой как соль слабой кислоты и сильного основания (при этом в кислой среде гидролиз усиливается):



2) под действием редуцирующих веществ и микроорганизмов, содержащихся в мясе, азотистая кислота восстанавливается до окиси азота:



3) при взаимодействии окиси азота и миоглобина образуется нитрозомиоглобин:



Нитрозомиоглобин не обесцвечивается при термической обработке колбас, переходя в нитрозохромоген.

Для стабилизации окраски колбас необходимо строго придерживаться технологических режимов при внесении в рецептуру нитрита натрия. Некачественное выполнение определенных требований может привести к возникновению нежелательных реакций, ухудшающих процесс образования цвета. Так, например, при длительной выдержке мясного сырья в посоле в присутствии кислорода воздуха, света и низких значениях рН возможно образование метмиоглобина из нитрозомиоглобина. Поваренная соль (хлористый натрий), входящая в состав посолочной смеси, также вызывает образование метмиоглобина, мешающего получению нитрозомиоглобина.

Для благоприятного протекания реакции образования нитрозомиоглобина необходимы следующие условия:

1) Кислая среда – в такой среде происходит образование азотистой кислоты. Чем ниже рН, тем быстрее получается окись азота. Оптимальное значение рН для образования нитрозомиоглобина находится в диапазоне от 5,6 до 6,0. При более низких значениях рН часть азотистой кислоты может потеряться в результате распада нитрита натрия, более высокие значения способствуют замедлению распада нитрита натрия.

2) Наименее устойчивыми нитрозопигменты являются при значениях рН от 5,7 до 6,2. Их стабильность увеличивается при смещении значения в ту или иную сторону от данного предела.

3) Также большое влияние на стабилизацию цвета в колбасном изделии оказывают антиоксиданты, стабилизаторы и восстановители, которые добавляются в рецептуру колбас. Наиболее перспективным направлением для данных целей является применение жирорастворимых и водорастворимых витаминов [3–5]. К наиболее часто применяемым в производстве витаминов относится аскорбиновая кислота, которая, являясь восстановителем, превращает нитрит в окись азота. При этом осуществляется восстановление метмиоглобина мяса в миоглобин. Одновременно аскорбиновая кислота взаимодействует с кислородом воздуха, тем самым защищая пигменты мяса от окисления, стабилизирует окраску. Нитрит натрия, взаимодействуя с аскорбиновой кислотой, восстанавливается до окиси азота. Поэтому при посоле мяса с применением аскорбиновой кислоты ускоряется образование NOMb. Аскорбиновая кислота вступает в реакцию непосредственно и с азотистой кислотой, поэтому действие веществ, подавляющих восстановление, не сказывается (рисунок).

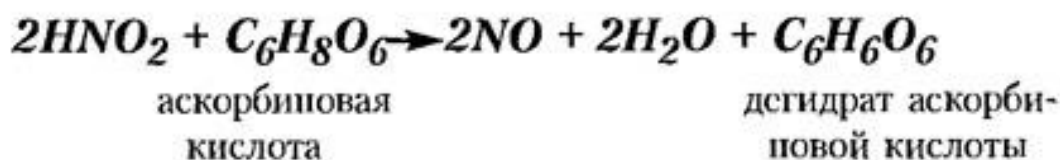


Рисунок – Взаимодействие аскорбиновой кислоты с азотистой кислотой

Тиамин обладает антиоксидантными свойствами в отношении аскорбиновой кислоты, рибофлавин применяется в пищевом производстве в качестве красителя и образует из аминокислоты триптофана ниацин (или витамин РР), который по своему составу структурно близок к гемю. Использование витамина РР улучшает цвет мясного продукта при хранении в анаэробных условиях. Не реагируя с железом, он дезавуирует накопление метмиоглобина в результате сохранения восстановительной способности ферментов мяса [6–8]. Поэтому ис-

пользование данных витаминов в едином комплексе наиболее целесообразно для формирования цвета колбас.

Так, в работе [2] было рассмотрено использование витаминно-минерального комплекса «Биомакс» в технологии вареных колбас. В результате математического моделирования эксперимента были выявлены оптимальные количества добавки «Биомакс» и нитрита натрия, которые необходимо вводить в мясное сырье из расчета на 100 г сырья: 370,9 и 5,8 мг соответственно. В России количество нитрита натрия регламентировано на уровне 7,5 мг на 100 г сырья. Руководствуясь данными математического моделирования, удалось добиться уменьшения количества вносимой в рецептуру добавки Е 250 практически на 23%. Было установлено, что при таких количествах вышеприведенных ингредиентов цвет витаминизированной вареной колбасы приближен к цвету традиционного изделия при снижении дозировки нитрита натрия. Продукт соответствует требованиям ГОСТ 52196-2011 «Изделия колбасные вареные. Технические условия» по органолептическим показателям. Также данный продукт обладает повышенной биологической ценностью, является функциональным по содержанию таких водорастворимых витаминов, как тиамин, рибофлавин, ниацин и аскорбиновая кислота [2]. Поскольку «Биомакс» является комплексной добавкой и содержит минеральные вещества и другие водорастворимые витамины, следующей задачей стало исследование влияния на цвет вареных колбас чистых витаминных концентратов – тиамина, рибофлавина, ниацина и аскорбиновой кислоты.

Опираясь на проведенные ранее исследования [2], а также руководствуясь данными, полученными учеными из Кемеровского технологического института [5, 6], были выявлены оптимальные количества данных витаминных концентратов (таблица 1).

Образцы вареной колбасы для исследований готовились в соответствии с требованиями ГОСТ 52196-2011 «Изделия колбасные вареные. Технические условия». Общая рецептура приведена ниже (таблица 2) [2].

В данную рецептуру также были внесены необходимые для обогащения компоненты, использовалось различное количество нитрита натрия.

Для придания готовому продукту красного цвета существует возможность добавления в его рецептуру свекольного сока. Свекла (лат. *Béta vulgaris*) – однолетнее, двулетнее или многолетнее травянистое растение; вид рода Свёкла семейства Амарантовые (таблица 3).

Таблица 1 – Оптимальные количества витаминов для обогащения вареных колбас, мг/100 г сырья [2, 5, 6]

Наименование показателя	Витамины			
	Тиамин	Рибофлавин	Ниацин	Аскорбиновая кислота
Количество, мг	0,1	0,3	1,5	225,0

Таблица 2 – Общая рецептура вареной колбасы, кг/100 кг сырья

Наименование ингредиента	Масса, кг/100 кг сырья
Говядина жилованная 1-го сорта	33,0
Свинина жилованная полужирная	37,0
Шпик свиной	25,0
Молоко сухое цельное	2,0
Белок соевый изолированный	1,0
Крахмал картофельный	2,0
Вода	15,0
Соль поваренная пищевая	2,0
Каррагинаны	0,3
Полифосфат натрия	0,3
Сахар-песок	2,0
Перец черный мускатный	0,2
Орех мускатный молотый	0,05

Таблица 3 – Научная классификация свёклы обыкновенной

Домен	Эукариоты
Царство	Растения
Отдел	Цветковые
Класс	Двудольные
Порядок	Гвоздичноцветные
Семейство	Амарантовые
Род	Свёкла
Вид	Свёкла обыкновенная
Международное название	<i>Beta vulgaris L.</i>

Корнеплоды свёклы содержат белок (1,6%), клетчатку (2,8%), сахара (6%), жиры (0,2%), значительное количество витаминов В₁, В₂, С, РР, витамин Р, фолиевую кислоту, бетаин, органические кислоты (лимонная, яблочная), микроэлементы (железо, магний, калий, кальций, йод), красящие вещества. Пигмент бетацианин, относящийся к флавоноидам, выступает в качестве основного красящего вещества. Бетацианин действует как антиоксидант и противовоспалительный агент. Данный пигмент является водорастворимым и активно взаимодействует с кислородом, т.е. подвержен окислению. Бетацианин, а также витамины, входящие в состав свёклы, могут оказывать стабилизирующее действие на цвет вареных колбас.

Свекольный сок, располагая витаминным и минеральным составом, оказывает положительное влияние на здоровье человека. Так, сок свёклы поддерживает в здоровом состоянии ногти, волосы, кожу; обеспечивает функциональность желез внутренней секреции, глаз, ЦНС; улучшает тканевое обновление с кровяной циркуляцией, укрепляет сосуды, ускоряет заживление ран и поддерживает нормальное состояние мышц и нервов; повышает защитные функции организма против вирусов и инфекций различного рода; регулирует уровень холестерина, нормализует количество сахара в крови; артериальное давление, улучшает работу кишечника и почек; устраняет раздражительность, депрессию; снижает кислотность желудочного сока; поддерживает кислотно-щелочной баланс организма. Поэтому применение свекольного сока в производстве вареной колбасы позволит не только придать готовому изделию, но и сделать конечный продукт полезным для людей различных групп населения, повысить его биологическую ценность.

Еще одним компонентом, используемым для придания цвета колбасным изделиям, является ферментированный рис. По природе своей он является органическим продуктом, который получают ферментацией риса особыми грибковыми культурами *Monascus purpureus*. За счёт отсутствия в составе искусственных и синтетических компонентов ферментированный рис нейтрален на вкус и абсолютно безвреден. Он придаёт колбасным изделиям устойчивую окраску. Рекомендуются норма расхода добавки от 0,5 до 2 г на 1 кг фарша в зависимости от используемого сырья, количества добавок и применяемых рецептов. Однако за счёт введения витаминов в фарш колбасных изделий в наших исследованиях мы добавляли меньшее количество ферментированного риса.

В ходе исследований было приготовлено семь экспериментальных образцов вареной колбасы, отличающихся друг от друга количеством вносимых витаминных концентратов и нитрита натрия. Образцы готовили по следующей технологической схеме: размораживание, измельчение, куттерование, наполнение фаршем оболочек, термическая обработка, охлаждение [2]. В рецептуру некоторых образцов был добавлен сырой свекольный сок и ферментированный рис (таблица 4).

В приготовленных образцах колбас определяли общее содержание пигментов и содержание аскорбиновой кислоты (таблица 5). Общее содержание пигментов в образцах вареных колбас определяли фотоколориметрическим методом (длина волны 540 нм) с солянокислым ацетоном [9].

Анализируя данные таблиц 5 и 6 можно сделать вывод, что полная замена нитрита натрия на витаминные концентраты (образец № 1) не позволяет добиться нужной цветовой характеристики колбасы.

Таблица 4 – Количество витаминных концентратов, нитрита натрия и свекольного сока, вносимое в рецептуру, на 100 г сырья

Образец	Витаминные концентраты				Нитрит натрия, мл	Свекольный сок, мл	Ферментированный рис, г
	С, мг	В ₁ , мл	В ₂ , мл	РР, мл			
1	225	0,1	0,3	1,5	0	–	–
2	112,5	0,05	0,15	0,75	1,5	–	–
3	112,5	0,05	0,15	0,75	2,5	–	–
4	225	0,1	0,3	1,5	3,5	–	–
5	168,75	0,075	0,225	1,125	1,5	20	–
6	168,75	0,075	0,225	1,125	3,5	20	–
7	225	0,1	0,3	1,5	1,5	–	5

Таблица 5 – Общее содержание пигментов в образцах вареной колбасы

Наименование показателя	Содержание в образцах колбас						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Общее содержание пигментов, единицы оптической плотности	0,045	0,051	0,072	0,124	0,174	0,214	0,059

Таблица 6 – Органолептическая оценка вареной колбасы

Наименование показателя	Характеристика образцов вареной колбасы, образцы:						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Цвет и вид фарша на разрезе	Серый, с легким розовым оттенком, фарш перемешан равномерно, включения шпика и специй	Светло-розовый, фарш перемешан равномерно, включения шпика и специй			Ярко-розовый, фарш равномерно перемешан, включения специй и шпика	Ярко-красный, фарш равномерно перемешан, включения специй и шпика	Светло-розовый, фарш равномерно перемешан, включения специй и шпика
Внешний вид	Батоны с чистой сухой поверхностью						
Вкус и запах	Свойственные данному продукту, без посторонних привкуса и запаха, в меру солёный, с ароматом пряностей				Свойственные данному продукту, без посторонних привкуса и запаха, в меру солёный, терпкое послевкусие от свекольного сока, с ароматом пряностей		Свойственные данному продукту, без посторонних привкуса и запаха, в меру солёный, приятный пряный вкус, с ароматом пряностей
Консистенция	Упругая						
Форма и размер батонов	Прямые батоны размерами до 30 см						

Даже при максимальном уровне обогащения витаминами цвет колбасы характеризуется как серый с едва уловимым розовым оттенком. Образец отличается наименьшим содержанием пигментов (0,045 ед. оптической плотности). Минимальное обогащение витаминами

уже при наименьшей дозировке нитрита натрия позволяет получить колбасу с приемлемой цветовой характеристикой (образец №2). Внесение свекольного сока при минимальном содержании нитрита натрия (образец №5) дает возможность получить изделие ярко-розового цвета, наиболее приятного для потребителя. Колбаса с добавлением свекольного сока отличается терпким послевкусием, которое, в целом, не вызывает негативных ощущений у дегустаторов. При этом образец с добавлением ферментированного риса при таком же уровне нитрита натрия (образец №7) характеризуется гораздо меньшей интенсивностью розового окрашивания.

Таким образом, внесение концентратов водорастворимых витаминов в комплексе со свекольным соком позволяет эффективно снизить количество вносимого нитрита натрия в вареную колбасу без негативного влияния на органолептические характеристики продукта, а также оказывает положительное влияние на биологическую ценность продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогов, И. А. Общая технология мяса и мясопродуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – Москва: Колос, 2000. – 367 с.
2. Вихров, Д.В. Использование витаминно-минерального комплекса «Биомакс» в технологии вареной колбасы / Д.В. Вихров, С.В. Агафонова, Л.С. Байдалинова // Вестник молодежной науки. – 2016.
3. Винникова, Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов / Л.Г. Винникова // Продукты питания. – 2006. – 600 с.
4. Мурашев, С.В. Особенности изменения цветового тона вареных колбасных изделий, возникающие под влиянием бетулина / С.В. Мурашев, В.Д. Светличная, Д.Б. Петухова // НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – № 4. – 2014. – С. 131.
5. Северин, Е.С. Биохимия: учебник для вузов/ Е.С. Северин. – 5-е изд. – Москва, 2009. – 768 с.
6. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский; под общ. ред. В.Б. Спиричева. – 2-е изд., стер. – Новосибирск: Изд-во Сиб. унив., 2005. – 548 с.
7. Толкунов, С.Н. Обеспечение приемлемых цветовых характеристик колбасного фарша при низком уровне добавления нитритов / С.Н. Толкунов, А.Я. Бидюк, Н.Н. Толкунова // Пищевая промышленность. – 2006. – №8. – С. 32.
8. Патракова, С.И. Технология функциональных мясопродуктов: учебно-методический комплекс / И.С. Патракова, Г.В. Гуринович. – Кемерово. Изд-во Кемеровского технологического института пищевой промышленности. 2007. – 128 с.
9. Современные методы анализа мяса и мясопродуктов / Э.Ш. Юнусов [и др.] – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 156 с.

THE USE OF VITAMIN CONCENTRATES AND PRODUCTS COMRADE OF PLANT ORIGIN IN THE TECHNOLOGY OF COOKED SAUSAGE

D. Vikhrov, student

S. Agafonova, Candidate of technical sciences, Associate Professor
andronova_sv@bk.ru

Kaliningrad State Technical University

In this work, we investigated the effect of sodium nitrite and vitamins to change the formation and coloring of sausage products from the point of view of chemistry and biochemistry. Considered components such as beets and fermented rice, shows the chemical composition of beet and its positive effect to the human body. Conducted physico-chemical studies and sensory evalua-

tion of cooked sausages confirmed the efficiency of vitamin concentrates and botanicals to reduce the dosage of sodium nitrite.

cooked sausage, vitamins, beets, fermented rice, sodium nitrite, myoglobin, nitrosomyoglobin