

*С.А. Гордынец, Ж.А. Яхновец, Т.В. Кусонская, И.В. Калтович<sup>1</sup>,*

*О.В. Шуляковская<sup>2</sup>*

*РУП «Институт мясо-молочной промышленности»<sup>1</sup>*

*ГУ «РНПЦ гигиены»<sup>2</sup>*

## **ФОРМИРОВАНИЕ ОКРАСКИ МЯСОПРОДУКТОВ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НИТРИТА НАТРИЯ**

*Изучено влияние композиций пищевых добавок на стабилизацию окраски колбас вареных с пониженным содержанием нитрита натрия. Установлено положительное влияние на формирование окраски витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С; янтарной кислоты и лактата кальция.*

### **Введение**

Для придания мясопродуктам в процессе их технологической обработки цвета, близкого к естественному цвету мяса, и необходимых органолептических показателей в посолочную смесь добавляют нитриты, которые издавна применяются в мясной промышленности как цветостабилизирующие, консервирующие и антиокислительные добавки. Кроме того, они участвуют в формировании вкусоароматических характеристик мясных продуктов.

Наряду с плюсами применение нитритов имеет и свои минусы: нитриты являются мутагенами и вызывают образование в кислой среде желудка токсичных соединений — нитрозаминов. Неполное восстановление нитритов приводит к накоплению токсичных веществ в организме человека, оказывая негативное влияние на его здоровье. На сегодняшний день вопрос о возможных путях снижения содержания нитрита натрия в мясных изделиях является актуальным. Отсутствие на данный момент веществ, способных функционально заменить нитрит натрия, не позволяет исключить его из рецептур мясных продуктов, поэтому необходимо вести работы по изысканию способов формирования окраски мясопродуктов с пониженным содержанием нитрита натрия.

Цель работы – изучить влияние композиций пищевых добавок на стабилизацию окраски колбас вареных с пониженным содержанием нитрита натрия.

### **Материалы (объекты) и методы исследования**

Объектами исследований являлись опытные образцы колбас вареных с пониженным содержанием нитрита натрия и контрольный образец.

Опытные и контрольный образец изготавливались на УП «Минский мясокомбинат» и имели одинаковый состав мясного сырья, но разное

содержание нитрита натрия (в контрольном образце – 0,5 мг%; в опытных образцах – 0,26 мг%). Кроме того, опытные образцы колбас содержали композиции пищевых добавок, разработанные с целью стабилизации окраски мясопродуктов с пониженным содержанием нитрита натрия.

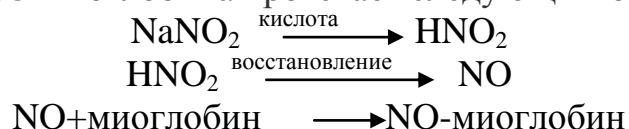
Определение интенсивности окраски колбасных изделий проводили в соответствии с «Методикой определения интенсивности окраски мясных изделий», разработанной ГУ «РНПЦ гигиены». Для определения интенсивности окраски используется спектрофотометр Cary 50 (фирма «Varian», Австралия), обеспечивающий измерения в диапазоне длин волн 200 – 800 нм. Метод основан на экстракции пигментов мяса и мясопродуктов водным раствором ацетона и последующем измерении оптической плотности экстракта. Влияние композиций на красный цвет колбас определяли при длине волны 540 нм.

Содержание нитрита натрия, нитрозопигментов, нитрозаминов, витаминов В1, В2, РР, С, микробиологических показателей определяли по общепринятым методикам.

### Результаты и их обсуждение

Окраска свежего мяса обусловлена содержанием в нем пигментов: миоглобина, гемоглобина, цитохрома. Основным красящим пигментом мяса является миоглобин – 90 % и только около 10 % приходится на долю гемоглобина. На глубину до 4 см свежее мясо окрашено оксимиоглобином. В более глубоких слоях мясо темнее из-за наличия миоглобина. Хорошо известно, что добавленный к мясу нитрит реагирует с мышечными пигментами и гемоглобином, способствуя образованию цвета соленого мяса. Образование окраски мяса при посоле является результатом сложных биохимических реакций. После введения нитрита окраска мяса меняется от пурпурно-красной до коричневой, обусловленной наличием метмиоглобина. Покраснение мяса в процессе посола обусловлено продуктом восстановления нитрита – окисью азота, а не самим нитритом. Окись азота, реагируя с миоглобином мяса, превращает его в NO-миоглобин (нитрозомиоглобин), который и является красящим веществом соленого мяса.

Образование NO-миоглобина протекает следующим образом:



Переход нитрита в окись азота протекает только в кислой среде в присутствии восстановителей. Оптимальное значение pH находится в пределах 5,2–5,7. Установлено, что при pH мяса более 6,0 образование нитрозопигментов протекает с меньшей скоростью и пониженным выходом нитрозопигментов. Без участия кислорода образуется NO – миоглобин и метмиоглобин.

При денатурации NO-миоглобина образуется NO-гемохром, который и является веществом, придающим окраску солено-вареным колбасным

изделиям.

Быстрота и интенсивность окрашивания зависят от степени расщепления нитрита натрия и количества оксида азота, накапливающегося в мясе. При этом значительная часть добавляемого нитрита натрия (до 40 %) остается неиспользованной и обнаруживается в готовом продукте в виде остаточного нитрита. Учитывая, что нитраты и нитриты относятся к сильнодействующим веществам, по решению Всемирной организации здравоохранения их максимальная суточная доза для человека должна составлять не более 5 мг на один кг массы тела [1].

В Беларуси для вареных колбас принята концентрация нитрита, обеспечивающая традиционное окрашивание, составляет 5 мг%, а в отдельных случаях – 3 мг%, для полукопченых – 7,5 мг%, с сохранением привычных органолептических свойств. Окраска вареных колбас, содержащих белковые компоненты животного и растительного происхождения, достигается введением 5 мг% нитрита натрия и 30 мг% аскорбиновой кислоты или ее соли.

Необходимо учитывать, что введение белковых компонентов смещает рН среды от оптимального для формирования окраски, что приводит к значительному увеличению остаточного количества нитрита. Следует отметить, что снижение величины рН при производстве вареных колбас положительно влияет на развитие окраски, но нежелательно по другим технологическим соображениям, так как с падением рН снижается водосвязывающая способность мяса, имеющая большое значение в технологии изготовления вареных колбасных изделий. В этой связи в практике производства вареных колбас следует искать компромиссное решение [5].

Установлено, что при введении в фарш вареных колбас, содержащих белки молока или сои, нитрита в дозе 70 мг/кг остаточное количество его составило 50–70 мг/кг; в дозе менее 70 мг/кг – 40–60 мг/кг и только в исключительных случаях – 30–50 мг/кг. При значительном снижении количества вводимого нитрита при выработке комбинированных продуктов нужное традиционное окрашивание не достигается. В этом случае желаемая окраска обеспечивается за счет создания соответствующих окислительно-восстановительных условий или дополнительного обогащения систем гемовыми пигментами крови.

Таким образом, снижение количества нитритов необходимо, во-первых, из-за высокого уровня остаточного нитрита и, во-вторых, из-за образования N-нитрозаминов, обладающих канцерогенной активностью.

Введение в колбасные фарши некоторых веществ способствует оптимизации условий цветообразования мясопродуктов, снижению концентрации остаточного нитрита и нитрозаминов. К числу испытанных в настоящее время цветоформирующих соединений может быть отнесена большая группа органических кислот с выраженными редуцирующими свойствами, органические и неорганические комплексные соединения, природные и синтетические красители и другие пищевые добавки.

Специалистами РУП «Институт мясо-молочной промышленности» разработаны и на базе УП «УНИТЕХПРОМ БГУ» изготовлены композиции пищевых добавок для стабилизации цвета мясопродуктов с пониженным содержанием нитрита натрия (табл. 1).

Таблица 1. Композиции пищевых добавок для стабилизации окраски мясопродуктов с пониженным содержанием нитрита натрия

Наименование ингредиента	Количество, г (на 10 кг мясного сырья)
<b>Композиция 1</b>	
Витамин В <sub>1</sub>	0,15
Витамин В <sub>2</sub>	0,1
Витамин РР	1,5
Витамин С	7,5
<b>Композиция 2</b>	
Витамин РР	1,5
Витамин С	7,5
Лактат кальция	50
<b>Композиция 3</b>	
Витамин РР	1,5
Витамин С	7,5
Янтарная кислота	3
<b>Композиция 4</b>	
Витамин РР	1,5
Витамин С	7,5
Лимонная кислота	1,0
<b>Композиция 5</b>	
Аскорбиновокислый натрий	1,9
Лимонная кислота	0,5
<b>Композиция 6</b>	
Лактат кальция	50
Аскорбиновокислый натрий	0,8
<b>Контроль</b>	
Аскорбиновокислый натрий	0,8

Примечание:

В композиции 1-6 добавлено по 0,26 г нитрита натрия; в контроль добавлено 0,5 г нитрита натрия.

При составлении композиций руководствовались данными литературы о влиянии различных веществ на оптимизацию цветообразования мясопродуктов.

Для безопасности здоровья человека и сохранения естественного цвета мяса предпочтительнее обрабатывать его легкоусвояемыми и эндогенными по отношению к человеческому организму веществами. Одновременно такие вещества могут быть эндогенными и к животным организмам, и к его мышечной ткани.

Одним из таких веществ является молочная кислота. Она образуется и легко метаболизируется в организме человека и животных. В мышечной ткани выделяется L-энантиомер молочной кислоты. Молочнокислые бактерии вырабатывают рацемическую смесь L- и D-изомеров. Соли

молочной кислоты **лактаты** – натрия (Е 325), калия (Е 326) и кальция (Е 327), поступающие вместе с продуктами, также хорошо усваиваются организмом человека, не раздражая слизистую оболочку желудка. Ограничения на использование касаются D-лактатов в продуктах детского питания. Микроорганизмы влияют на изменение окраски мяса, в связи с этим большое значение приобретает антимикробное действие лактатов. Лактаты подавляют развитие как аэробных, так и анаэробных микроорганизмов, что связано с влиянием молочной кислоты, за счет которой происходит подавление гликолиза в аэробных и анаэробных микроорганизмах, что вызывает ингибирование их метаболизма, роста и развития [4].

Для стабилизации окраски мясопродуктов интерес представляют некоторые витамины [3]. Так, **рибофлавин** представляет интерес с точки зрения его применения в качестве пищевого красителя.

Интерес представляет **никотинамид (витамин РР)**. Никотинамид растворяется в воде, не разрушается при кипячении, автоклавировании и под воздействием окислителей и света. Использование никотинамида концентрацией не более 60 мг% улучшает цвет мяса при хранении в анаэробных условиях. Никотинамид, не реагируя с железом  $Fe^{3+}$  геминового красящего вещества, снимает накопление метмиоглобина в результате сохранения восстановительной способности ферментов мяса по отношению к метмиоглобину. Это обеспечивает устойчивый цвет мясных продуктов при минимальном содержании нитритов.

**Витамин С (аскорбиновая кислота)** обладает хорошими восстановительными свойствами, что послужило основанием для ее широкого применения в технологии производства мясных продуктов, в частности для интенсификации и стабилизации их цвета. Эффективное усиление окраски мясопродуктов достигается за счет создания соответствующих окислительно-восстановительных условий и определенной величины рН. Общеизвестно, что оптимальная концентрация водородных ионов для связывания нитрита лежит в пределах рН от 5,0 до 6,2. Чем ниже рН, тем быстрее идут процессы нитрозирования, тем меньше остается остаточного нитрита: при рН 5,05 в продукте сохраняется 5% нитрита от его исходной концентрации, при рН 5,75–21 %, при рН 6,2 и выше – 60 %.

Механизм действия пищевых добавок по отношению к нитриту можно разделить на рН снижающие и восстановители. В качестве рН снижающих используют молочную и лимонную кислоты, восстановителями служат аскорбиновая, изоаскорбиновая (эриторбиновая) кислоты и их натриевые соли (аскорбаты и эриторбаты).

Аскорбиновая кислота увеличивает восстановительный потенциал мясной системы. Это определяет эффективность ее применения. В присутствии аскорбиновой кислоты или ее производных двуокись азота не образуется, так как указанные соединения, вступая в реакцию с азотистой кислотой, восстанавливают ее до окиси азота. Кроме того, аскорбиновая

кислота способна восстанавливать окисные формы гемовых пигментов. Одна из важнейших функций аскорбиновой кислоты связана с тем, что она предохраняет нитрозопигменты от окисления, что важно для продления срока хранения готовых продуктов.

Наиболее сильным комплексообразователем из оксикислот является **лимонная кислота**, которая способна связывать следы меди и железа и выводить их из реакции разрушения гидроперекисей, уменьшая тем самым число свободных активных радикалов. Лимонная кислота защищает аскорбиновую от разрушающего действия тяжелых металлов, и в этом плане целесообразно их совместное применение.

**Янтарная кислота и ее соли** проявляют синергический эффект по отношению к аскорбиновой кислоте и оказывают влияние на стабилизацию окраски мясопродуктов.

Образование нитрозаминов в обжаренных различными способами соленых продуктах можно уменьшить и даже предотвратить внесением в посолочную смесь органических нитритов в комбинации с аскорбатом или изоаскорбатом.

**Тиамин** обладает антиоксидантными свойствами в отношении аскорбиновой кислоты, поэтому совместное применение тиамина с этим витамином при обогащении мясных продуктов будет способствовать их стабилизации и сохранности.

Изучали влияние композиций пищевых добавок на сохранение цвета вареных колбасных изделий. Для этого на УП «Минский мясокомбинат» изготовлены образцы изделий колбасных вареных (1 опытный и 6 контрольных), отличительной особенностью которых было использование в рецептурах различных композиций пищевых добавок. Рецептуры экспериментальных образцов изделий колбасных вареных представлены в таблице 2.

По содержанию нитрозопигментов опытные образцы можно расположить в следующей убывающей последовательности: с использованием композиции № 3 (витамин РР, витамин С, янтарная кислота), композиции № 1 (витамин В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С), композиции № 6 (лактат кальция, аскорбиновокислый натрий), композиции № 2 (витамин РР, витамин С, лактат кальция), композиции № 5 (аскорбиновокислый натрий, лимонная кислота), композиции № 4 (витамин РР, витамин С, лимонная кислота). Наибольшее содержание нитрозопигментов наблюдается в контрольном образце.

Результаты таблицы 3 показывают, что в опытных образцах (1–6) остаточный нитрит натрия не обнаружен, а в контрольном образце остаточный нитрит соответствует установленным требованиям [2].

Было изучено влияние пищевых добавок на накопление нитрозопигментов в вареных колбасах. Наиболее высокое содержание нитрозопигментов в % к общим пигментам наблюдается в образцах № 3 – 76,22 %, № 1 – 63,74 %, № 6 – 59,01 % (см. табл. 3).

Изучение устойчивости окраски опытных образцов колбасных

изделий в процессе хранения показало, что менее устойчивая окраска у образца с использованием композиции № 3 (витамин РР, витамин С, янтарная кислота), несмотря на то, что данный образец имеет более интенсивную окраску по сравнению с другими опытными образцами.

Таблица 2. Экспериментальные образцы изделий колбасных вареных

Сырье	Количество (на 10 кг сырья)						
	контроль	опыт 1	опыт 2	опыт 3	опыт 4	опыт 5	опыт 6
<b>Основное сырье, кг</b>							
Говядина жилованная высшего сорта	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Свинина жилованная полужирная	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Яйца куриные или меланж	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Молоко коровье цельное сухое или обезжиренное	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Пряности и материалы, г</b>							
Соль поваренная пищевая	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0
Сахар-песок	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Перец душистый молотый	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Орех мускатный или кардамон	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Нитрит натрия	0,5	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Аскорбиново-кислый натрий	7,6	–	–	–	–	–	–
Композиция 1	–	9,25	–	–	–	–	–
Композиция 2	–	–	59,0	–	–	–	–
Композиция 3	–	–	–	12,0	–	–	–
Композиция 4	–	–	–	–	10,0	–	–
Композиция 5	–	–	–	–	–	2,4	–
Композиция 6	–	–	–	–	–	–	50,8

Наблюдается небольшое снижение устойчивости окраски в конце срока хранения в образцах с использованием композиции № 2 (витамин РР, витамин С, лактат кальция) — на 6,1 % и композиции № 5 (аскорбиновокислый натрий, лимонная кислота) – на 5,7 % (рис. 1).

В других образцах колбасных изделий значимых различий по

изменению устойчивости окраски до и после хранения не установлено.

Таблица 3. Влияние пищевых добавок на накопление нитрозопигментов и остаточное содержание нитрита натрия в вареных колбасах

№ образца	Содержание нитрита натрия, мг/100 г		Общие пигменты, единицы оптической плотности	Нитрозопигменты, единицы оптической плотности	Содержание нитрозопигментов, % к общим
	внесено	остаток			
1	2,6	0	0,2067 ± 0,0010	0,1318 ± 0,0004	63,74
2	2,6	0	0,2058 ± 0,0010	0,1139 ± 0,0000	55,35
3	2,6	0	0,2069 ± 0,0012	0,1577 ± 0,0014	76,22
4	2,6	0	0,2047 ± 0,0003	0,0855 ± 0,0007	41,75
5	2,6	0	0,2049 ± 0,0006	0,1046 ± 0,0002	51,04
6	2,6	0	0,2059 ± 0,0001	0,1215 ± 0,0014	59,01
контроль	5,0	2,8	0,2242 ± 0,0017	0,2079 ± 0,0015	92,75

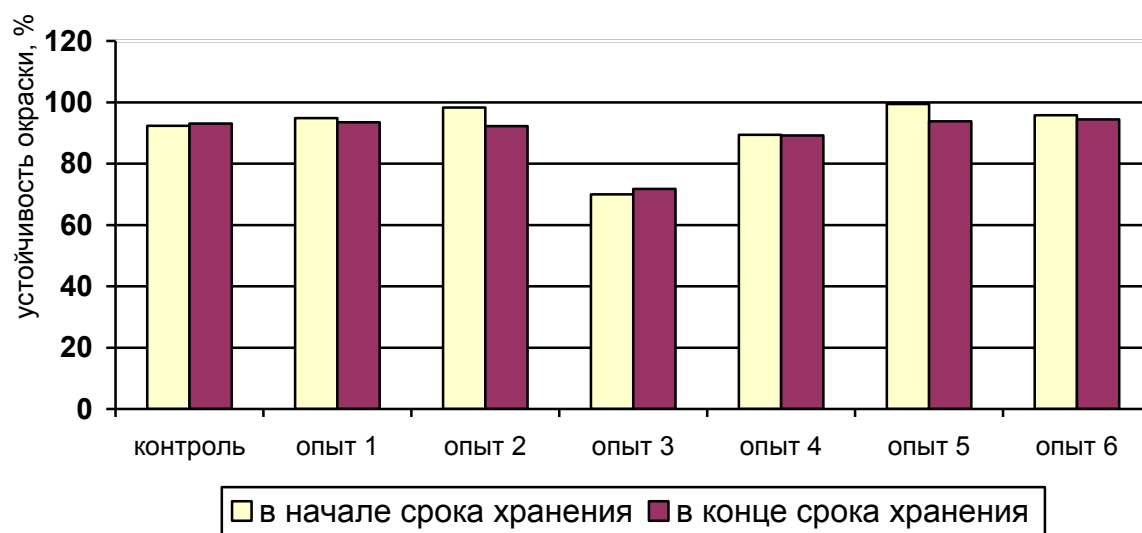


Рис. 1. Устойчивость окраски колбасных изделий, %

Изучали содержание нитрозаминов в колбасных изделиях с пониженным содержанием нитрита натрия. В соответствии с требованиями, установленными в Санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 09.06.2009 г. № 63, содержание нитрозаминов в колбасных изделиях не должно превышать 0,002 мг/кг. Исследования показали, что наиболее низкое содержание нитрозаминов в образце с использованием композиции № 2 (витамин РР, витамин С, лактат кальция). Все опытные образцы по содержанию нитрозаминов и по микробиологическим показателям соответствовали установленным



Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требования Таможенного союза [2].

В контрольном образце наблюдается превышение по содержанию нитрозаминов на 15 % по сравнению с установленной нормой (рис. 2).

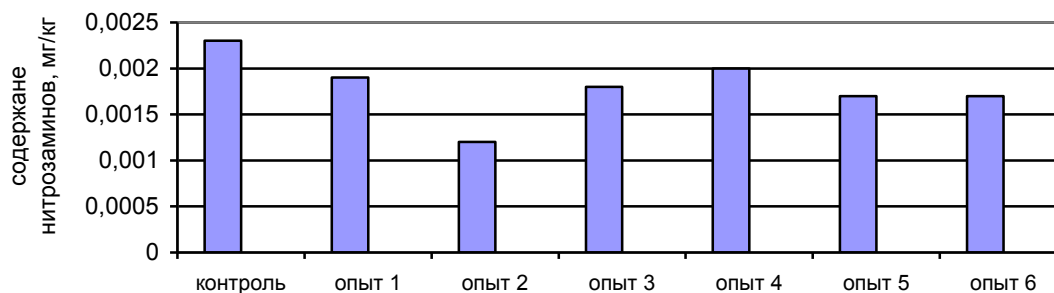


Рис. 2 Содержание нитрозаминов в колбасных изделиях

Изучали сохранность витаминов в начале и конце срока хранения на примере образца 1. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4. Сохранность витаминов в процессе хранения

Наименование витамина	Содержание витаминов, мг/100 г		
	внесено	в начале срока хранения	в конце срока хранения
В1	1,50	1,49	1,48
В2	1,00	0,95	0,95
РР	15,00	14,9	14,8
С	75,00	75,2	71,1

Данные таблицы 4 показывают, что содержание витаминов В1, В2, РР не изменилось, содержание витамина С уменьшилось на 5,5 %.

### Выводы

Таким образом, в результате исследований опытных образцов колбасных изделий с пониженным содержанием нитрита натрия установлено, что:

- наиболее высокое содержание нитрозопигментов наблюдается в образцах с использованием композиций № 3 (витамин РР, витамин С, янтарная кислота) – 76,22 %; № 1 (витамин В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С) – 63,74 %; № 6 (лактат кальция, аскорбиновокислый натрий) – 59,01 %;

- в образце с использованием композиции № 3 (витамин РР, витамин С, янтарная кислота) окраска менее устойчива по сравнению с другими опытными образцами;

- наблюдается небольшое снижение устойчивости окраски в конце срока хранения в образцах с использованием композиции № 2 (витамин РР, витамин С, лактат кальция) – на 6,1 % и композиции № 5 (аскорбиновокислый натрий, лимонная кислота) – на 5,7 %;

- в образце с использованием композиции № 1 (витамин В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С) содержание витаминов в начале и конце срока хранения не изменилось, за исключением уменьшения содержания витамина С на 5,5 %;

- по интенсивности и устойчивости окраски преимущество имеют опытные образцы колбасных изделий с использованием композиций № 1 (витамин В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С) и № 6 (лактат кальция, аскорбиновокислый натрий);

- все опытные образцы колбасных изделий по микробиологическим показателям и содержанию нитрозаминов соответствовали требованиям, установленным санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям Таможенного союза [2].

## Литература

1. Гордынец, С.А. Формирование цвета мясопродуктов с использованием смеси посолочно-нитритной / С.А. Гордынец, Л.П. Шалушкова // Продуктбу. – 2008. – № 1(3). – С. 46–48.

2. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования Таможенного союза. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 707 с.

3. Жемчужников, М.Е. Влияние лактатов натрия и кальция на сохранение цвета мясного сырья / М.Е. Жемчужников, С.В. Мурашев // Мясная индустрия. – 2010. – № 11. – С. 62–64.

4. Позняковский, В.М. Использование витаминов при производстве мясных продуктов: обзорная информация / В.М. Позняковский, А.Н. Богатырев, В.Б. Спиричев. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1986. – 24 с.

5. 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.

*S.A. Gordynets, Zh.A. Yakhnovets, T.V. Kusonskaya, I.V. Kaltovich,  
O.V. Shulyakovskaya*

## **FORMATION OF COLOURING OF MEAT PRODUCTS WITH THE LOWERED CONTENT OF NITRITE OF SODIUM**

### **Summary**

Influence of compositions of food additives on stabilization of coloring of sausages boiled with the lowered content of nitrite of sodium is studied. Positive influence on formation of coloring of vitamins В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С, amber acid and calcium lactate is established.