ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)
https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-41-49
Оригинальная статья
УДК 637.5: 666.66.022.39
http://fptt.ru/

Исследование процессов окисления комбинированных мясных систем с мясом птицы и льняной мукой

Г. В. Гуринович*, П. В. Санников, И. С. Патракова

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

**e-mail: ggv55@yandex.ru.ru*

Дата поступления в редакцию: 03.07.2018
Дата принятия в печать: 20.09.2018

© Г. В. Гуринович, П. В. Санников, И. С. Патракова, 2018

Аннотация. Современным направлением в технологии мясных продуктов является использование в рецептурах различные виды растительного сырья. Это позволяет повысить технологические свойства мяса, а также стабилизировать сроки хранения готовых изделий. Одной из перспективных растительных культур, обладающих антиоксидантными свойствами, является льняная мука. Целью исследования является изучение влияния льняной муки на окислительные процессы комбинированного фарша на основе мяса птицы и выявление синергетического эффекта льняной муки с добавками антиокислительной направленности, включая аскорбиновую кислоту (0,05 %), цитрат натрия (0,03 %) и α-токоферол (0,02 %). В работе приведены результаты экспериментальных исследований процессов окисления липидных и белковых фракций фарша полукопченых колбас в зависимости от уровня введения льняной муки отдельно или в комбинации с добавками антиокислительного действия. Установлено, что введение в мясной фарш гидратированной льняной муки в количестве 5–10 % приводит к ингибированию процесса окисления липидов. В комбинированных фаршах при температуре хранения от 0 °С до 4 °С содержание вторичных продуктов окисления остается в допустимых пределах, определенных нормами безопасности (2 мг МА/кг), вплоть до 4-х суток, в отличие от контрольного фарша, для которого этот уровень превышен после 3-х суток хранения. Установлены показатели, характеризующие развитие процессов окисления цветоформирующих белков фарша при добавлении льняной муки, включая количество общих пигментов, метпигментов, нитрозопигментов, гемового железа. По совокупности показателей доказано стабилизирующее влияние льняной муки на окраску комбинированных фаршевых систем. Максимальный синергетический эффект, с точки зрения ингибирования процессов окисления липидной и белковой составляющей комбинированных фаршей, обеспечивают комплексы льняной муки и цитрата натрия, а также льняной муки, цитрата натрия и α-токоферола.

Ключевые слова. Льняная мука, мясо птицы, окисление, липиды, пигменты, цветовые характеристики

Для цитирования: Гуринович, Г. В. Исследование процессов окисления комбинированных мясных систем с мясом птицы и льняной мукой / Г. В. Гуринович, П. В. Санников, И. С. Патракова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 3. С. 41–49. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-41-49.

Original article
Available online at http://fptt.ru/

Oxidation Processes of Combined Meat Systems with Poultry Meat and Flaxseed Flour

G.V. Gurinovich*, P.V. Sannikov, I.S. Patrakova

Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

**e-mail: ggv55@yandex.ru.ru*

Received: July 03, 2018
Accepted: September 20, 2018

© G.V. Gurinovich, P.V. Sannikov, I.S. Patrakova, 2018

Abstract. It is a modern trend to use various types of plant materials in food formulae. Such an approach improves the technological properties of meat and prolongs the shelf-life of finished products. Flaxseed flour is one of the most advantageous plant crops with antioxidant properties. The present research features the effect of flaxseed flour on the oxidative processes of combined minced poultry and the synergistic effect of flaxseed flour with antioxidant additives, including ascorbic acid (0.05%), sodium citrate (0.03%), and α-tocopherol (0.02%). The paper presents an experimental research on oxidation of lipid and protein fractions of minced meat in semi-smoked sausages according to the amount of flaxseed flour that was introduced in the formula alone or in combination with various additives of antioxidant action. When 5–10% of hydrated flaxseed flour was added into the minced meat, it resulted in an inhibition of lipid oxidation. In the combined minced meat at a storage temperature of 0–4°C, the content of secondary oxidation products remained within the acceptable limits defined by safety standards (2 mg MA/kg) up to 4 days. However, this level was exceeded after only 3 days of storage in the control sample. The experiment made it possible to define the indicators characterizing the development of oxidation processes of the color-forming proteins of minced meat with the addition of flaxseed flour, including the amount of common pigments, metpigments, nitric oxide pigments, and heme iron. The indicators proved the stabilizing effect of flax flour on the coloration of the

combined minced meat systems. From the point of view of inhibiting the oxidation of the lipid and protein components, the maximum synergistic effect was provided by two combinations: 1) flaxseed flour and sodium citrate; 2) flaxseed flour, sodium citrate, and α-tocopherol.

Keywords. Flaxseed flour, poultry meat, oxidation, lipids, pigments, color characteristics

For citation: Gurinovich G.V., Sannikov P.V., and Patrakova I.S. Oxidation Processes of Combined Meat Systems with Poultry Meat and Flaxseed Flour. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 3, pp. 41–49. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-41-49.

Введение

В последние годы наметилась устойчивая тенденция к повышению доли мяса птицы не только в рационе питания населения, но и в рецептурах промышленно выпускаемых мясных продуктов. Положительная динамика уровня потребления сырья этого вида характерна для всех регионов страны. Доля потребления, в зависимости от региона, оценивается от 35 % до 70 %. Такое положение обусловлено высокой биологической ценностью, усвояемостью и низкой аллергенностью сырья, а также доступностью мяса птицы для производителей по стоимости и объемам его производства [5]. На сегодняшний день в производстве мясных продуктов широко применяются все виды сырья от разделки тушек птицы, включая кусковое мясо, мясо механической обвалки и субпродукты. Рациональное и комплексное использование всех видов сырья позволяет вырабатывать широкий ассортимент колбасных, кулинарных и деликатесных соленых изделий.

Новые возможности в расширении ассортимента, повышении качества и безопасности продуктов из мяса птицы создает использование натурального и обработанного растительного сырья, а также отдельных компонентов, выделенных из него. Характерной особенностью различных видов растительного сырья является то, что оно, помимо пищевой ценности, обладает другими качествами и сочетает в себе свойства различных групп наиболее известных пищевых добавок, например, влагоудерживающего агента, эмульгаторов-стабилизаторов, антиокислителей. Эти свойства в значительной мере востребованы, в том числе в технологии изделий из мяса птицы, функциональные свойства которого, а также стабильность к процессам окисления несколько ниже, чем мяса скота.

Из названных процессов особого внимания заслуживает окисление. Оно оказывает значительное влияние на качество и безопасность изделий, а его развитие сопровождается нежелательными изменениями во вкусе, аромате, пищевой ценности. Развитие неприятного запаха и вкуса обусловлено накоплением летучих кетонов и альдегидов, которые являются конечными продуктами распада гидроперекисей. В свою очередь, альдегиды и кетоны способны реагировать с белками, создавая еще более органолептически неприятные соединения [16]. Развитие окисления липидов становится причиной изменения цвета мясных продуктов, поскольку процессы окислительного разрушения пигментов и липидов взаимосвязаны, о чем свидетельствуют результаты многочисленных исследований [2, 17, 22]. Специфическими катализаторами окислительных процессов в мясных системах являются ионы металлов, которые способствуют распаду гидроперекисей, увеличению содержания свободных радикалов и ускорению процессов окисления.

К эффективным ингибиторам процессов окисления относятся вещества растительного происхождения. Традиционно в этом качестве используется розмарин, орегано, зеленый чай и шалфей. Изучается эффективность и возможность практического использования гвоздичного дерева, коричника китайского, горчицы черной, других [7, 10]. Антиокислительное действие сои и продуктов его переработки связывают с комплексом биофлавоноидов [8]. Для широкого круга специалистов, занимающихся проблемами ингибирования процессов свободно-радикального окисления липидов пищевой продукции в процессе ее производства и хранения, несомненный интерес представляют исследования новых видов растительного сырья, обеспечивающих интегральный эффект. Это позволяет реализовать принцип комплексной переработки природного сырья с максимальным использованием его ценных свойств.

К перспективным видам отечественного белкового сырья относится льняная мука, представляющая собой продукт помола семян льна и последующего обезжиривания полученной массы. Льняная мука – это концентрированный источник пищевых и биологических компонентов. Содержание в муке легкоусвояемого сбалансированного белка достигает 30 % и уступает в этом отношении только содержанию его в соевой муке. Это безглютеновое сырье, богатое клетчаткой (до 30 % сухих веществ), полиненасыщенными жирными кислотами (омега-3 и омега-6), витаминами B_1, B_2, B_6, микроэлементами [21].

Антиоксидантные компоненты льняной муки представлены комплексом фенольных соединений, и витамином Е. В большинстве исследований антиокислительную активность семян льна и продуктов его переработки связывают именно с фенольными компонентами, представленными различными соединениями, включая фенолы, фенольные кислоты, флавоноиды, лигнаны и другие. В зависимости от структуры антиоксиданты могут захватывать радикалы с различной скоростью и поэтому проявляют различную активность [25]. Среди продуктов антиоксидантной природы льняной муки особого внимания заслуживают лигнаны – фенольные соединения, и димеры, содержащие

дибензобутановую группу. Ингибирование процессов липидного окисления связывают с действием диглюкозида секоизоларицирезинола, который является предшественником лигнанов в организме человека, укрепляющих внутренние барьеры клеток и препятствующих размножению раковых опухолей. Обзор и анализ результатов исследований позволяет говорить о том, что при ингибировании процессов окисления липидов активность лигнанов льна сопоставима и даже превосходит такие известные препараты, как синтетический бутилоксианизол и природные экстракты розмарина [13]. Способность лигнанов поглощать гидроксильные радикалы обуславливает также их способность оказывать оздоровительный эффект на организм человека [12, 19]. Поэтому, продукты, обогащенные лигнанами, относятся к продуктам здорового питания и имеют существенное значение в профилактике гормонально-ассоциированных раковых заболеваний, остеопороза и сердечно-сосудистых заболеваний. Антиоксидантная активность лигнанов подтверждается исследованиями на пищевых продуктах, обогащенных льняной мукой, главным образом хлебобулочных изделий. Так в исследованиях Белявской И. с соавторами доказано, что использование льняной муки в составе хлебобулочных изделий способствует повышению их антиоксидантной емкости [1].

Менее изученным является вопрос использования льняной муки в технологии мясных продуктов и влияния ее на окислительную стабильность мясных систем. Имеющиеся данные связаны с изучением влияния рационов кормления, обогащенных семенами льна, на качество и стабильность мяса при хранении [11, 23]. Относительно качества и стабильности мясных изделий с продуктами переработки льна можно отметить следующие работы. В работе Рудницкой Ю. установлено, что введение в мясные фарши льняной муки приводит к повышению полифенольных соединений, количество которых остается достаточно высоким в процессе приготовления полуфабрикатов и их последующего разогрева, что позволяет предположить более высокую стабильность изделий в процессе хранения [6]. Исследовании в Waszkowiak K. установлено, что введение в фарш мясных полуфабрикатов 1,5 % водных экстрактов на основе льняной муки замедляет накопление первичных продуктов окисления в фарше в процессе холодильного хранения в течение 3 месяцев при –18 °С в большей степени, чем экстракты розмарина. Добавление в фарш 3 % обезжиренной льняной муки обеспечивает ингибирующий эффект, сопоставимый с экстрактами розмарина [24]. Исходя из приведенных данных, следует признать, что исследования в этом направлении представляют несомненный научный и практический интерес и имеют целью разработку безопасных мясных продуктов, предназначенных для улучшения качества питания населения.

Целью работы являлось исследование влияния льняной муки на процессы окисления липидов мясного сырья в составе фарша полукопченых колбас и взаимосвязанного с ними окисления белков, а также выявление синергетического эффекта от использования льняной муки в совокупности с пищевыми добавками антиокислительного действия.

Объекты и методы исследования

Объекты исследований – фарш полукопченых колбас на основе красного куриного мяса ручной обвалки (КР) и мяса птицы механической обвалки (МПМО) при соотношении 1:1 (контрольный образец). В опытных образцах 5 % и 10 % красного мяса заменено на льняную муку (ЛМ) с уровнем гидратации 1:5. Для приготовления фарша мясо птицы ручной обвалки измельчали (2–3мм), охлажденное МПМО использовали без предварительной подготовки. В качестве посолочных компонентов использованы нитритно-посолочная смесь (НПС) «НИСО» и поваренная соль в расчетных количествах, определенных, исходя из нормативного уровня введения нитрита натрия и содержания его в составе НПС. Продолжительность выдержки сырья в посоле составляла 24 часа при температуре от 0 °С до 4 °С. Выдержанное в посоле мясное сырье смешивали с предварительно гидратированной льняной мукой. Подготовленные фарши формовали в белкозиновую оболочку и выдерживали при температуре 0–4 °С в течение 5 суток с отбором проб для исследований через каждые 24 часа.

В качестве антиокислителей, вводимых в рецептуру совместно с льняной мукой, использованы аскорбиновая кислота, цитрат натрия, α-токоферол.

Развитие процессов окисления липидной фракции контролировали методом, основанным на реакции тиобарбитуровой кислоты с малоновым альдегидом, образующимся при окислении ненасыщенных жирных кислот, содержащихся в мясе, и на последующем измерении абсорбции образовавшейся окраски на спектрофотометре при длине волны 535 нм (ТБЧ) [3].

Определяли интегральные цветовые характеристики методом цветометрического контроля качества мяса и мясопродуктов в системе Lab, рекомендованной Международной комиссией освещения (МКО, 1978). Для определения цвета фарша в экспериментальных условиях использовали компаратор цвета КЦ-3 шаровый. В автоматическом режиме прибор рассчитывает значения коэффициентов цветности при источнике С, воспроизводящем условия дневного освещения. С учётом координат цветности источника выполняется расчёт показателей цвета в системе CIE Lab [18]. Каждое измерение проводили с трехкратной повторностью, за результат измерения принимали среднее арифметическое трех измерений. Для статистической обработки данных использовали компьютерную программу MS Excel.

Общее количество пигментов определяли методом экстракции пигментов соляно-кислым ацетоном с последующим измерением оптической плотности растворов на спектрофотометре при длине волны

640 нм [15]; содержание нитрозопигментов – методом экстракции пигментов водным раствором ацетона из гомогенизированной навески и последующим измерением оптической плотности экстракта при длине волны 540 нм [4]; количество метпигментов – по методу Krzywicki [14]; гемового железа – по методу Clark E. с соавторами [8].

Результаты и их обсуждение

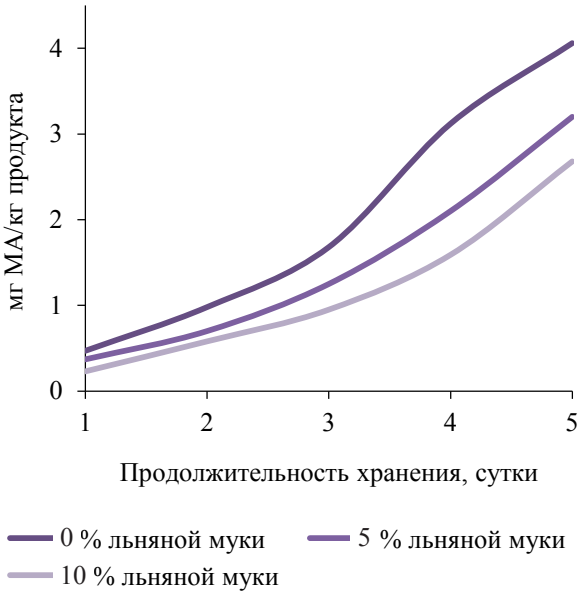
Зависимость образования вторичных продуктов окисления в фарше от уровня введения льняной муки в исследованный период хранения приведена на рисунке 1а. При анализе экспериментальных данных использовали пороговое значение содержания малонового альдегида (МА), при котором продукт считается безопасным – 2 мг/кг [20].

Как следует из полученных данных, при соблюдении режимов хранения (0–4 °С) развитие процесса окисления в контрольном фарше происходит достаточно быстро с увеличением количества малонового альдегида от 0,47 мг/кг фарша на первые сутки выдержки до 4,06 мг/кг на 5 сутки.

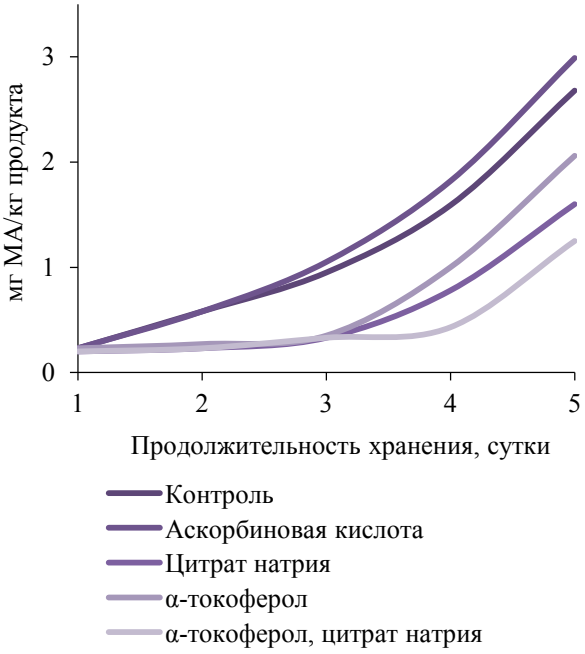
Для опытных образцов установлена общая тенденция, согласно которой введение в мясной фарш льняной муки приводит к ингибированию процесса образования вторичных продуктов окисления. Так для фарша с 5 % уровнем введения льняной муки количество вторичных продуктов окисления на каждый из периодов определения оказалось меньше, чем в контрольном образце на 21 %, 29 %, 26 %, 33 % и 21 % соответственно. Для фарша с массовой долей льняной муки 10 % уменьшение количества вторичных продуктов оказалось еще более значимым и составило 51 %, 41 %, 43 %, 49 %, и 34 % относительно контрольного фарша. Это свидетельствует о высокой антиоксидантной активности компонентов муки, которая сохраняется на практически одном уровне в течение длительного времени, что позволяет пролонгировать период безопасного хранения мясных продуктов. В опытных фаршах с 5 % и 10 % льняной муки содержание вторичных продуктов окисления остается в пределах, соответствующих норме безопасного потребления вплоть до 4 суток хранения, в то время как для контрольного образца уже через 3 суток эта норма была превышена.

В процессах окисления липидов мясных систем существенную роль играют ионы металлов переменной валентности, в частности ионы железа, которые входят в состав небелковой части мышечных пигментов. Наиболее активными в процессе окисления являются ионы Fe^{3+} и негемовое железо. Содержание этих компонентов зависит от состояния пигментов мяса, степени вовлечения их в реакцию с нитритом натрия. Учитывая взаимозависимость процессов окисления липидов и цветоформирующих белков мяса, изучена динамика накопления вторичных продуктов окисления в комбинированных фаршах с льняной мукой и антиоксидантами, предназначенными для белковой части фарша, а именно с аскорбиновой кислотой и цитратом натрия. Результат исследований представлены на рисунке 1б. Уровень введения льняной муки в фарш – 10 %.

Согласно полученным данным, использование цитрата натрия приводит к снижению интенсивности образования вторичных продуктов окисления и удлинению периода безопасного хранения. Относительно контрольного фарша с 10 % льняной мукой через каждые 24 часа количество вторичных продуктов оказалось меньше на 13 %, 60 %, 65 %,



(а)



(б)

Рисунок 1 – Влияние состава фарша на образование малонового альдегида в период его холодильного хранения (0–4 °С)

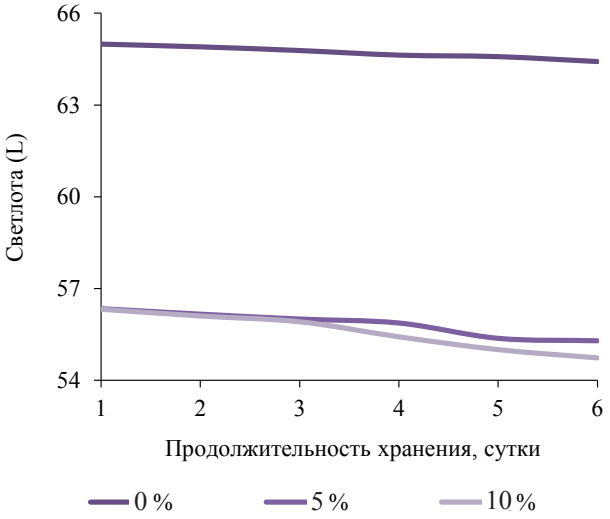
Figure 1 – The effect of minced meat composition on the formation of malonic aldehyde during cold storage (0–4°C)

51 %, 40 %. Введение в комбинированный мясной фарш цитрата натрия и α-токоферола приводят к образованию еще более устойчивой к окислению мясной системы. Количество малонового альдегида в фарше с названным комплексом добавок остается на уровне, соответствующем начальному, в течение 4 суток хранения. На последние сутки хранения в мясных фаршах, содержащих цитрат натрия и α-токоферол, определяемое количество малонового альдегида оказалось не более 2 мг/кг МА. Антиокислительную активность цитрата натрия следует объяснять связыванием ионов металлов в хелатные соединения, а токоферола – способностью гидроксильной группы хроманольного кольца восстанавливать свободный радикал.

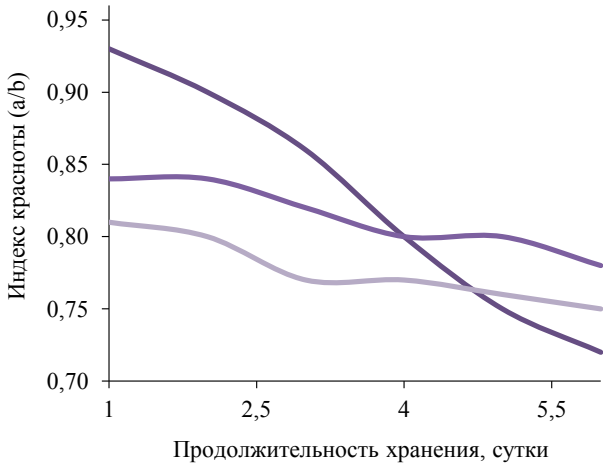
Совместное использование в рецептуре аскорбиновой кислоты и льняной муки не привело к повышению эффективности действия последней.

Параллельно с изучением процессов окисления оценивали влияние льняной муки на окраску фаршей и ее изменение в зависимости от состава фарша. Окраску фарша в зависимости от уровня введения льняной муки, а также стабильность цветоформирующих белков фаршей к процессам окисления оценивали на основании измерения цветовых характеристик методом неразрушающего контроля в системе CIE Lab (рис. 2, 3).

Установлено, что внесение льняной муки в фаршевые системы приводит к уменьшению интенсивности окраски (L). Увеличение уровня введения муки с 5 % до 10 % не оказывает существенного влияния на величину показателя светлоты. В обоих случаях он оказался меньше, чем для контрольного фарша на 13,5 %. В период выдержки при низких положительных температурах интенсивность окраски опытных образцов сохраняется практически на исходном уровне и несколько увеличивается на 5 и 6 сутки выдержки. На фоне незначительных изменений интенсивности окраски фарша более существенные изменения выявлены



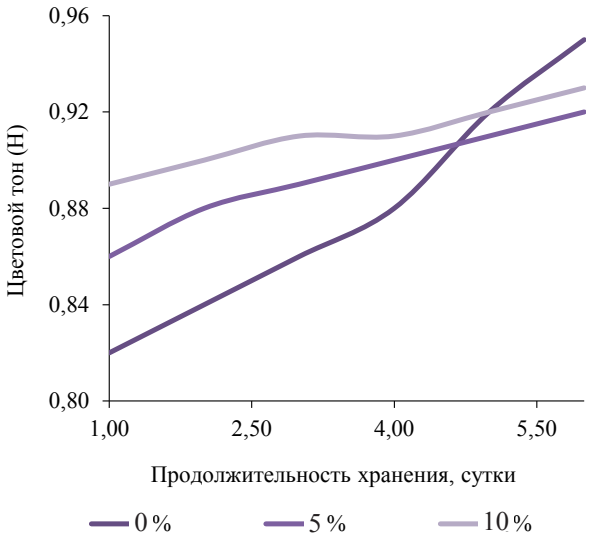
(а)



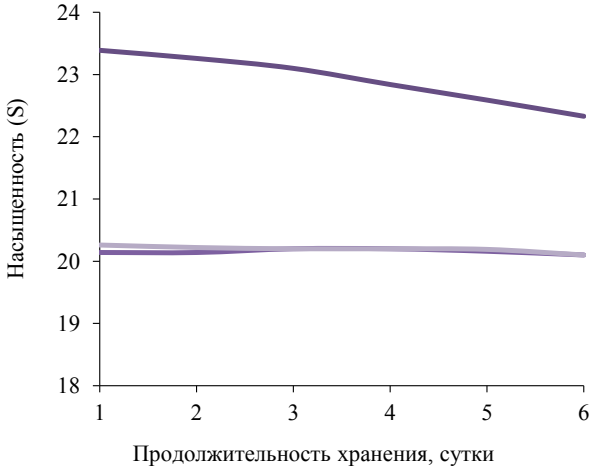
(б)

Рисунок 2 – Влияние льняной муки и продолжительности хранения на светлоту (L) и индекса красноты (a/b) комбинированных мясных систем

Figure 2 – The effect of flax flour and storage time on the lightness (L) and redness index (a/b) of the combined meat systems



(а)



(б)

Рисунок 3 – Влияние льняной муки и продолжительности хранения на показатель цветового тона (а) и насыщенности цвета (б)

Figure 3 – The effect of flax flour and storage time on the indexes of color tone (a) and color saturation (b)

Таблица 1 – Влияние льняной муки на соотношение пигментов мясных фаршей

Table 1 – The effect of flax flour on the ratio of minced meat pigments

Уровень введения ЛМ %	АО	Уровень введения АО, %	Количество			Гемовое железо, мг/кг	pH
			общих пигментов мг/кг	метпигментов, % от форм пигментов	нитрозопигментов, % от общих		
0	–	–	53,72 ± 0,08	32,80 ± 0,18	50,00 ± 0,45	4,74 ± 0,08	6,20 ± 0,05
5	–	–	51,00 ± 0,10	31,80 ± 0,22	44,00 ± 0,40	4,25 ± 0,08	6,25 ± 0,05
10	–	–	47,60 ± 0,11	30,02 ± 0,20	42,86 ± 0,46	4,20 ± 0,08	6,32 ± 0,03
10	Аскорбиновая кислота	0,05	47,60 ± 0,09	29,21 ± 0,22	63,63 ± 0,32	4,12 ± 0,08	6,18 ± 0,04
10	α-токоферол	0,02	47,60 ± 0,13	27,80 ± 0,28	58,24 ± 0,40	3,80 ± 0,08	6,26 ± 0,02
10	Цитрат натрия	0,03	47,60 ± 0,12	28,42 ± 0,26	60,00 ± 0,58	3,90 ± 0,08	6,39 ± 0,05
10	Цитрат натрия, α-токоферол	0,03 0,02	47,60 ± 0,21	25,55 ± 0,30	72,72 ± 0,37	3,72 ± 0,08	6,28 ± 0,06

в показателях, характеризующих ее качество. Об этом свидетельствует такой показатель как «индекс красноты» (рис. 2б).

Установлено, что для контрольного фарша «индекс красноты» на начальный этап хранения составляет 0,94. На каждый из периодов хранения его значение снижается на 2,2 %, 7,5 %, 13,9 %, 19,3 % и 22,6 % соответственно. Снижение «индекса красноты» следует связывать с изменением количественного соотношения форм миоглобина. С внесением антиоксиданта, в качестве которого выступает льняная мука, значения этого показателя стабилизируются. Внесение 5 % и 10 % льняной муки в мясной фарш снижает «индекс красноты» на 9,7 % и 10,8 % относительно контроля. В следующие сутки хранения разница значений остается на одном и том же уровне.

Также для характеристики цвета использовали цветовой тон и насыщенность (рис. 3а, б). Показатель цветового тона устанавливает принадлежность окраски образца к определенному оттенку цвета, а насыщенность показывает долю яркости окраски цвета.

Установлено, что введение льняной муки в рецептуру мясных фаршей стабилизирует окраску в течение всего периода хранения, о чем свидетельствуют значения цветового тона и насыщенности.

Для подтверждения данных, полученных цветометрическим контролем, а также для оценки влияния антиокислителей (АО) на белковую составляющую фарша было изучено содержание форм пигментов в комбинированных фаршах в зависимости от состава (табл. 1).

Полученные данные свидетельствуют о том, что замена мяса птицы ручной обвалки на льняную муку снижает количество пигментов мяса, участвующих в реакции цветообразования, а также количество гемового железа. Так для мясной системы с уровнем введением 5 % ЛМ содержание общих пигментов, метпигментов и нитрозопигментов уменьшилось на 5,1 %, 1,0 % и 6,0 % относительно контрольного. Для фаршевой системы с уровнем введения ЛМ 10 % значения этих показателей практически остаются на том же уровне. С ростом уровня введения льняной муки активная кислотность опытных образцов увеличивается.

Использование в составе комбинированного фарша с 10 % ЛМ приводит к увеличению количества нитрозопигментов, наибольшему в случае введения аскорбиновой кислоты и комплекса цитрата натрия и α-токоферола. Выявлено снижение метпигментов для этих фаршевых систем, как наиболее активных окислителей.

Полученные данные согласуются с результатами оценки стабильности липидной фракции в зависимости от состава фаршей.

Выводы

Установлено, что введение 5 % и 10 % льняной муки в мясной фарш снижает количество образования вторичных продуктов окисления на конечный период хранения с 4,1 мг МА/кг до 3,2 мг МА/кг и 2,7 мг МА/кг. При этом уровень безопасного хранения соответствует 4 суткам холодильного хранения. Существенное ингибирование процессов окисления липидов и белков выявлены в системах, содержащих 10 % льняной муки и 0,03 % цитрата натрия или комплекса цитрата натрия (0,03 %) и α-токоферола (0,02 %).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Льняная мука – источник антиоксидантов в хлебобулочных изделиях для здорового питания / И. Г. Белявская, Т. Г. Богатырева, Т. А. Юдина [и др.] // Пищевая промышленность. – 2015. – № 4. – С. 32–34.

2. Гоноцкий, В. А. Динамика качественных характеристик мяса птицы при хранении / В. А. Гоноцкий, Л. П. Федина // Мясная индустрия. – 2004. – Т. 6, № 1. – С. 25–28.

3. ГОСТ Р 55810-2013 Мясо и мясные продукты. Метод определения тиобарбитурового числа. – М.: Стандартинформ, 2014. – 8 с.

4. Журавская, Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н. К. Журавская, Л. Т. Алехина, Л. М. Отряшенкова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.

5. Махонина, В. Н. Сравнительная оценка биологической ценности мясного сырья убойных животных и птицы / В. Н. Махонина // Птица и птицепродукты – 2016. – № 3. – С. 26–28.

6. Рудницкая, Ю. И. Пищевая ценность мясных рубленых изделий с добавлением «Муки льняной» / Ю. И. Рудницкая, И. П. Березовикова // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – Т.19, № 4. – С. 42–45.

7. Karre, E. A. An overview of some natural antioxidants used in meat and poultry products. Master of Science / E. A. Karre. – Kansas, 2009. – 71 p.

8. Antioxidant effects of soy sauce on color stability and lipid oxidation of raw beef patties during cold storage / H.-W. Kim, Y.-S. Choi, J.-H. Choi [et al.] // Meat Science. – 2013. – Vol. 95, № 3. – P. 641–646. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.006.

9. Clark, E. M. Haem and Total Iron in Ready-to-Eat Chicken / E. M. Clark, A. W. Mahoney, C. E. Carpenter // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1997. – Vol. 45, № 1. – P. 124–126. DOI: https://doi.org/10.1021/jf960054l.

10. Falowo, B. A. Review natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products / B. A. Falowo, P. O. Fayemi, V. Muchenje // Food Research International. – 2014. – Vol. 64. – P. 171–181. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.022.

11. Impact of extruded flaxseed meal supplemented diet on growth performance, oxidative stability and quality of broiler meat and meat products / F. M. Anjum, M. F. Haider, M. I. Khan [et al.] // Lipids in Health and Disease. – 2013. – Vol. 12, № 1. – P. 13. DOI: https://doi.org/10.1186/1476-511X-12-13.

12. Health effects with consumption of the flax lignan secoisolariciresinol diglucoside / J. L. Adolphe, S. J. Whiting, B. H. Juurlink [et al.] // British Journal of Nutrition. – 2010. – Vol. 103, № 7. – P. 929–938. DOI: https://doi.org/10.1017/S0007114509992753.

13. Kasote, D. M. Flaxseed phenolics as natural antioxidants / D. M. Kasote // International Food Research Journal. – 2013. – Vol 20, № 1. – P. 27–34.

14. Krzywicki, K. The determination of haem pigment in meat / K. Krzywicki // Meat Science. – 1982. – Vol. 7, № 1. – P. 29–36. DOI: https://doi.org/10.1016/0309-1740(82)90095-X.

15. Lee, B. J. A comparison of carnosine and ascorbic acid on color and lipid stability in a ground beef patties model system / B. J. Lee, D. G. Hendricks, D. P. Cornforth // Meat Science. – 1999. – Vol. 51, № 3. – P. 245–253. DOI: https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00121-1.

16. Lindsay, R. C. Flavors / R. C. Lindsay; Eds. S. Damodaran, K. Pakrin, O. R. Fennema. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2007. – P. 639–687.

17. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control / C. Faustman, Q. Sun, R. Mancini [et al.] // Meat Science. – 2010. – Vol. 86, № 1. – P. 86–94. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.025.

18. Ozer, O. The effects of butylated hydroxyanisole, ascorbic acid, and α-tocopherol on some quality characteristics of mechanically deboned chicken patty during freeze storage / O. Ozer, C. Saricoban // Czech Journal of Food Sciences. – 2010. – Vol. 28, № 2. – P. 150–160.

19. Potential protective properties of flax lignan secoisolariciresinol diglucoside / M. Imran, N. Ahmad, F. Anjum [et al.] // Nutrition Journal. – 2015. – Vol. 14, № 1. – P. 7. DOI: https://doi.org/10.1186/s12937-015-0059-3.

20. Sahoo, J. Effect of Natural Antioxidants and Vacuum Packaging on the Quality of Buffalo Meat Nuggets during Refrigerated Storage / J. Sahoo, A. S. R. Anjaneyuld // Meat Science. – 1997. – Vol. 47, № 3–4. – P. 223–230. DOI: https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00053-3.

21. Sensory evaluation and nutritional value of cakes prepared with whole flaxseed flour / E. A. Moraes, M. Dantas, D. Morais [et al.] // Food Science and Technology. – 2010. – Vol. 30, № 4. – P. 974–979. DOI: http://doi.org/10.1590/S0101-20612010000400021.

22. Sodium chloride or heme protein induced lipid oxidation in raw, minced chicken meat and beef / H. R. Gheisari, J. K. S. Moller, C. E. Adamsen [et al.] // Czech Journal of Food Sciences. – 2010. – Vol. 28, № 5. – P. 364–375.

23. Effect of linseed and the combination of conjugated linoleic acid and linseed on the quality and oxidative stability of pig meat and subcutaneous fat // E. Vaclavkova, Z. Volek, J. Belkova [et al.] // Veterinarni Medicina. – 2016. – Vol. 61, № 8. – P. 428–435. DOI: https://doi.org/10.17221/117/2015-VETMED.

24. Waszkowiak, K. Effect of flaxseed meals and extracts on lipid stability in a stored meat product / K. Waszkowiak, M. Rudzinska // Journal American Oil Chemistry Society. – 2014. – Vol. 91, № 6. – P. 979–987. DOI: https://doi.org/10.1007/s11746-014-2438-x.

25. Zanwar, A. A. In vitro antioxidant activity of ethanolic extract of Linum usitatissimum / A. A. Zanwar, M. V. Hegde, S. L Bodhankar // Pharmacologyonline. – 2010. – Vol. 1. – P. 683–696.

References

1. Belyavskaya I.G., Bogatyreva T.G., Yudina T.A., et al. Flax floura Source of Antioxidants in Bakery Products for a Healthy Diet. *Food processing industry*, 2015, no. 4, pp. 32–34. (In Russ.).

2. Gonotskiy V.A. and Fedina L.P. Dinamika kachestvennykh kharakteristik myasa ptitsy pri khranenii [Dynamics of qualitative characteristics of poultry meat during storage]. *Meat Industry*, 2004, vol. 6, no. 1, pp. 25–28. (In Russ.).

3. State Standart 55810-2013. Meat and meat products. Method for determination of tiobarbituric acid reactive assay. Moscow: Standartinform Publ., 2014. 8 p.

4. Zhuravskaya N.K., Alekhina L.T., and Otryashenkova L.M. *Issledovanie i kontrol' kachestva myasa i myasoproduktov* [Research and quality control of meat and meat products]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 296 p. (In Russ.).

5. Makhonina V.N. Biological value comparative assessement of meat raw material from slaughtered animals and poultry. *Poultry and Poultry Processing*, 2015, no. 3, pp. 26–28. (In Russ.).

6. Rudnitskaya Y.I. and Berezovikova I.P. Nutritional Quality of Minced Meat Products with "Flax Flour" Addition. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2010, vol. 19, no. 4, pp. 42–45. (In Russ.).

7. Karre E.A. *An overview of some natural antioxidants used in meat and poultry products.* Master of Science, Kansas, 2009. 71 p.

8. Kim H.-W., Choi Y.-S., Choi J.-H., et al. Antioxidant effects of soy sauce on color stability and lipid oxidation of raw beef patties during cold storage. *Meat Science*, 2013, vol. 95, no. 3, pp. 641–646. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.006.

9. Clark E.M., Mahoney A.W., and Carpenter C.E. Haem and Total Iron in Ready-to-Eat Chicken. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1997, vol. 45, no. 1, pp. 124–126. DOI: https://doi.org/10.1021/jf9600054l.

10. Falowo B.A., Fayemi P.O., and Muchenje V. Review natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products. *Food Research International*, 2014, vol. 64, pp. 171–181. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.022.

11. Anjum F.M., Haider M.F., Khan M.I., Sohaib M., and Arshad M.S. Impact of extruded flaxseed meal supplemented diet on growth performance, oxidative stability and quality of broiler meat and meat products. *Lipids in Health and Disease*, 2013, vol. 12, no. 1, pp. 13. DOI: https://doi.org/10.1186/1476-511X-12-13.

12. Adolphe J.L., Whiting S.J., Juurlink B.H.J., Thorpe L.U., and Alcorn J. Health effects with consumption of the flax lignan secoisolariciresinol diglucoside. *British Journal of Nutrition*, 2010, vol. 103, no. 7, pp. 929–938. DOI: https://doi.org/10.1017/S0007114509992753.

13. Kasote D.M. Flaxseed phenolics as natural antioxidants. *International Food Research Journal*, 2013, vol 20, no. 1, pp. 27–34.

14. Krzywicki K. The determination of haem pigment in meat. *Meat Science*, 1982, vol. 7, no. 1, pp. 29–36. DOI: https://doi.org/10.1016/0309-1740(82)90095-X.

15. Lee B.J., Hendricks D.G., and Cornforth D.P. A comparison of carnosine and ascorbic acid on color and lipid stability in a ground beef patties model system. *Meat Science*, 1999, vol. 51, no 3, pp. 245–253. DOI: https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00121-1.

16. Lindsay R.C. Flavors. *In: Damodaran S., Pakrin K., and Fennema O.R. (eds) Fennema's Food Chemistry*. Boca Raton, FL: CRC Press Publ., 2007, pp. 639–687.

17. Faustman C., Sun Q., Mancini R., and Suman S.P. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*, 2010, vol. 86, no. 1, pp. 86–94. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.025.

18. Ozer O. and Saricoban C. The effects of butylated hydroxyanisole, ascorbic acid, and α-tocopherol on some quality characteristics of mechanically deboned chicken patty during freeze storage. *Czech Journal of Food Sciences*, 2010, vol. 28, no. 2, pp. 150–160.

19. Imran M., Ahmad N., Anjum F., et al. Potential protective properties of flax lignan secoisolariciresinol diglucoside. *Nutrition Journal*, 2015, vol. 14, no. 1, pp. 7. DOI: https://doi.org/10.1186/s12937-015-0059-3.

20. Sahoo J. and Anjaneyuld A.S.R. Effect of Natural Antioxidants and Vacuum Packaging on the Quality of Buffalo Meat Nuggets during Refrigerated Storage. *Meat Science*, 1997, vol. 47, no. 3–4, pp. 223–230. DOI: https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00053-3.

21. Moraes E.A., Dantas M., Morais D., et al. Sensory evaluation and nutritional value of cakes prepared with whole flaxseed flour. *Food Science and Technology*, 2010, vol. 30, no. 4, pp. 974–979. DOI: http://doi.org/10.1590/S0101-20612010000400021.

22. Gheisari H.R., Moller J.K.S., Adamsen C.E., and Skibsted L.H. Sodium chloride or heme protein induced lipid oxidation in raw, minced chicken meat and beef. *Czech Journal of Food Sciences*, 2010, vol. 28, no. 5, pp. 364–375.

23. Vaclavkova E., Volek Z., Belkova J., et al. Effect of linseed and the combination of conjugated linoleic acid and linseed on the quality and oxidative stability of pig meat and subcutaneous fat. *Veterinarni Medicina*, 2016, vol. 61, no. 8, pp. 428–435. DOI: https://doi.org/10.17221/117/2015-VETMED.

24. Waszkowiak K. and Rudzinska M. Effect of Flaxseed Meals and Extracts on Lipid Stability in a Stored Meat Product. *Journal American Oil Chemistry Society*, 2014, vol. 91, no. 6, pp. 979–987. DOI: https://doi.org/10.1007/s11746-014-2438-x.

25. Zanwar A.A., Hegde M.V., and Bodhankar S.L. In vitro antioxidant activity of ethanolic extract of Linum usitatissimum. *Pharmacologyonline*, 2010, vol. 1, pp. 683–696.

Гуринович Галина Васильевна
д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии продуктов питания животного происхождения, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: ggv55@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0001-7869-4151

Galina V. Gurinovich
Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Food Products of Animal Origin Technology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: ggv55@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0001-7869-4151

Санников Павел Валерьевич
аспирант кафедры технологии продуктов питания животного происхождения, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (951) 160-14-83, e-mail: mr.spv12@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-7940-1867

Патракова Ирина Сергеевна
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии продуктов питания животного происхождения, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru
https://orcid.org/0000-0001-6147-0899

Pavel V. Sannikov
Postgraduate Student of the Department of Technology of Food Products of Animal Origin, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (951) 160-14-83, e-mail: mr.spv12@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-7940-1867

Irina S. Patrakova
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology of Food Products of Animal Origin, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru
https://orcid.org/0000-0001-6147-0899