

# Квалиметрическая оценка антиоксидантной активности пищевых антиокислителей в мясных системах

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), г. Москва, Российская Федерация

С.Н. Кидяев, Е.В. Литвинова, И.А. Кашеварова, Т.Н. Данильчук

## КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Кидяев Сергей Николаевич

E-mail: kidaevsn@mgupp.ru

## ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования доступны по запросу у корреспондирующего автора.

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Кидяев, С.Н., Литвинова, Е.В., Кашеварова, И.А., & Данильчук, Т.Н. (2024).

Квалиметрическая оценка антиоксидантной активности пищевых антиокислителей в мясных системах. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 32(2), 79–88.

<https://doi.org/10.36107/spfp.2024.2.488>

ПОСТУПИЛА: 24.09.2023

ДОРАБОТАНА: 06.09.2024

ПРИНЯТА: 15.06.2024

ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2024

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.



## АННОТАЦИЯ

**Введение:** Окисление липидов является одной из основных причин ухудшения качества мясных продуктов при их хранении. Под действием тканевых ферментов, а также в результате микробиологической контаминации значительно снижается качество мясных рубленых полуфабрикатов при хранении. Применение растительных экстрактов, обладающих антиоксидантной активностью в производстве рубленых фаршей представляется устойчивым вариантом снижения потребления синтетических антиокислителей.

**Цель:** обоснование эффективности использования экстракта розмарина как антиокислителя для мясных систем и сравнительная квалиметрическая оценка активности экстракта розмарина и изоаскорбата натрия в процессе хранения мясных фаршей.

**Материалы методы:** Образцы рубленого фарша, изготовленные из свинины жилованной колбасной и говядины 2 сорта, в соотношении 1:1, с добавлением шпика, соли и экстракта розмарина (ЭР) в количестве 0,2 %. В качестве контрольного образца использовали образец фарша без добавления антиокислителей. В образцах фаршей изучали показатели окислительной стабильности по времени индукционного периода (час.) на приборе Rancimat по ГОСТ 31758–2012, а также органолептические показатели по ГОСТ 9959–2015 “Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки”, изменение pH осуществляли с помощью портативного pH-метра Testo 205.

**Результаты:** В статье приведены экспериментальные данные по изучению органолептических, физико-химических показателей мясных фаршей, а также показатели их стабильности в процессе хранения (pH, оценка времени индукции). Проведена сравнительная оценка эффективности натуральных и искусственных антиокислителей.

**Выводы:** Экспериментально подтверждена целесообразность использования экстракта розмарина. Установлено, что добавление экстракта розмарина способствует продлению срока хранения, повышению устойчивости продукта к окислению. Доказано, что использование экстракта розмарина для стабилизации липидов мясного фарша позволяет снизить скорость образования продуктов гидролиза, первичного и вторичного окисления. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы в производстве колбасных изделий и рубленых полуфабрикатов.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

рубленые полуфабрикаты; экстракт розмарина; антиоксидантная активность; изоаскорбат натрия; окислительная порча

# Qualimetric Assessment of the Antioxidant Activity of Food Antioxidants in Meat Systems

Sergey N. Kidayev, Elena V. Litvinova, Irina A. Kashevarova, Tatyana N. Danilchuk

Russian Biotechnological University,  
Moscow, Russian Federation

## CORRESPONDENCE:

**Kidayev Sergey Nikolaevich**  
E-mail: kidaevsn@mgupp.ru

## DATA AVAILABILITY:

Data from the current study are available upon request from the corresponding author.

## FOR CITATIONS:

Kidayev, S.N., Litvinova, E.V., Kashevarova, I.A., & Danilchuk, T.N. (2024). Qualimetric assessment of the antioxidant activity of food antioxidants in meat systems. *Storage and Processing of Farm Products*, 32(2), 79-88. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.2.488>

**RECEIVED:** 24.09.2023

**REVISED:** 06.09.2024

**ACCEPTED:** 15.06.2024

**PUBLISHED:** 30.06.2024

## DECLARATION OF COMPETING

**INTEREST:** none declared.



## ABSTRACT

**Introduction:** Lipid oxidation is one of the main reasons for the deterioration of the quality of meat products during their storage. Under the influence of tissue enzymes, as well as as a result of microbiological contamination, the quality of chopped semi-finished meat products during storage is significantly reduced. The use of plant extracts with antioxidant activity in the production of minced meat seems to be a sustainable option for reducing the consumption of synthetic antioxidants.

**Purpose:** substantiation of the effectiveness of using rosemary extract as an antioxidant for meat systems and comparative qualimetric assessment of the activity of rosemary extract and sodium isoascorbate during the storage of minced meat.

**Materials and Methods:** Samples of minced meat made from trimmed pork and 2nd grade beef, in a 1:1 ratio, with the addition of fat, salt and rosemary extract (RE) in the amount of 0.2%. A sample of minced meat without the addition of antioxidants was used as a control sample. In the minced meat samples, the indicators of oxidative stability were studied according to the time of the induction period (hours) on the Rancimat device in accordance with GOST 31758–2012, as well as organoleptic indicators in accordance with GOST 9959–2015 “Meat and meat products. General conditions for organoleptic assessment”, pH changes were carried out using a Testo 205 portable pH meter.

**Results:** The article presents experimental data on the study of organoleptic, physico-chemical parameters of minced meat, as well as indicators of their stability during storage (pH, assessment of induction time). A comparative assessment of the effectiveness of natural and artificial antioxidants was carried out.

**Conclusion:** The feasibility of using rosemary extract has been experimentally confirmed. It has been established that the addition of rosemary extract helps to extend shelf life and increase the resistance of the product to oxidation. It has been proven that the use of rosemary extract to stabilize the lipids of minced meat can reduce the rate of hydrolysis products formation, as well as primary and secondary oxidation. The experimental data obtained can be used in the production of sausages and minced semi-finished products.

## KEYWORDS

chopped semi-finished products; rosemary extract; antioxidant activity; sodium isoascorbate; oxidative spoilage

## ВВЕДЕНИЕ

Современный ритм жизни диктует производителю необходимость расширения линейки продуктов питания готовых к употреблению или требующих термической обработки только в домашних условиях (Hoffman, 2023; Коликова, 2022; Якимова, 2023). Вследствие окислительной нестабильности жировой фракции мясной системы, возможно ухудшение качественных показателей пищевых продуктов с образованием соединений, негативно влияющих на здоровье человека (Volumar, 2016; Ромашенко, 2019; Васюкова, 2021). Искусственные консерванты широко используются мясной промышленностью для контроля химической, микробиологической и ферментативной деструкции, а также для увеличения срока годности, безопасности и качества мясных продуктов (Донскова, 2021). Однако сообщения о токсикологическом и канцерогенном воздействии этих добавок, а также предпочтения потребителей в отношении натуральных или растительных пищевых консервантов подтолкнули мясную промышленность искать им натуральные альтернативы (Ansarian, 2022; Wang, 2023; Zhang, 2022).

Для замедления окисления липидов необходимы различные подходы, такие как устранение факторов, способствующих окислению липидов, или использование антиоксидантов (Nugreeva, 2014). Традиционно в сегменте пищевой промышленности широко используется множество антиоксидантов, таких как диатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, аскорбиновая кислота, галловая кислота, лецитин и токоферолы. Антиоксидантная эффективность различных антиоксидантов в мясных продуктах была предметом исследований довольно долгое время (Savani, 2023; Hadidi, 2022; Хуссайне, 2022).

Однако, несмотря на все положительные стороны, которые могут принести в продукт искусственные антиоксиданты, эти добавки остаются синтетическими по своей природе. Тенденция перехода потребителей на продукты с натуральным составом носит глобальный характер, поэтому существует растущий потребительский спрос на продукты с надписью «без искусственных пищевых добавок» (Smaoui, 2022; Зимняков, 2015). Применение натуральных антиоксидантов в производстве мясных полуфабрикатов представляется устойчивым вариантом снижения потребления синтетических антиоксидантов. Пищевая промышленность сегодня

предпочитает недорогие натуральные добавки вместо синтетических (Lerecka, 2023; Du, 2023).

Наилучшей стратегией увеличения срока годности и повышения окислительной стабильности жировой фракции является внесение синтетических и природных антиоксидантов. Природные антиоксиданты в рецептуре пищевых систем способствуют получению продукта с «чистой» этикеткой (без использования пищевых добавок).

В существующих реалиях специалисты отрасли, находясь в поисках источников пищевых антиоксидантов, все чаще обращаются к растительному сырью (лекарственное сырье и ароматические травы) (Ahmadi, 2022; Патракова, 2021; Aala, 2023; Tamkutè, 2022). Антиоксидантная активность растительных производных в основном связана с присутствием фенольных соединений, таких как карнозиновая кислота и карнозол, которые являются основными антиоксидантными компонентами экстрактов розмарина (*Rosmarinus officinalis* L) (Song, 2020). Благодаря сильной антиоксидантной эффективности экстракт розмарина широко используется в пищевой промышленности в качестве технологического антиоксиданта для продления срока годности продуктов (Jalal, 2023; Hu, 2022; Мелехина, 2021).

Экстракт розмарина продемонстрировал и различные полезные эффекты для здоровья, такие как противовоспалительное, противораковое, антибактериальное и противогрибковое действие (Banages, 2022; ). Около 90% активности экстракта розмарина как антиоксиданта связано с соединениями карнозиновой кислоты и карнозола. Эти соединения могут нейтрализовать гидропероксидные радикалы, что оказывает сильное влияние на перекисное окисление липидов во время окислительного процесса, поскольку ингибирует его распространение и, следовательно, выход первичных продуктов окисления. В системе на основе белков и липидов карнозиновая кислота и карнозол эффективно хелатируют железо и удаляют пероксильные радикалы (Yadollahi, 2023; Шарыгина, 2011). Этот эффект у экстракта розмарина выше, чем у антиоксидантов, таких как бутилгидрокситолуол и бутилгидроксианизол (Banages, 2022; Kaur, 2021; Serdaroglu, 2023).

Розмарин является одним из наиболее перспективных, универсальных и наиболее изученных натуральных консервантов, которые снижают скорость

окислительных реакций и рост микробов в мясных продуктах, тем самым продлевая срок их хранения (Jalal, 2023; Banages, 2022). Многообещающие биологические и функциональные характеристики связаны с высокой антиоксидантной активностью розмарина и обусловлены присутствием биоактивных соединений, таких как фенольные дитерпены, флавоноиды и тритерпены. Эти биоактивные вещества хорошо известны своими антиоксидантными, противомикробными, противовоспалительными, противоопухолевыми и нейропротекторными свойствами (Хуссайне, 2022; Маюрникова, 2021).

Целью настоящего исследования являлось обоснование эффективности использования экстракта розмарина как антиоксиданта для мясных систем и сравнительная квалиметрическая оценка активности экстракта розмарина и изоаскорбата натрия в процессе хранения мясных фаршей.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Материалы

Объектами исследования были образцы рубленого фарша, изготовленные из свинины и говядины, в соотношении 1:1, с добавлением шпика, пищевой соли и экстракта розмарина (ЭР) в количестве 0,2% или синтетического антиоксиданта изоаскорбата натрия (ИН) (пищевая добавка E-316) в количестве 0,2%. В качестве контрольного образца использовали образец фарша без добавления антиоксидантов. Готовые образцы фарша упаковывали в пластиковые

Таблица 1

Рецептура мясных рубленых полуфабрикатов

Наименование сырья и ингредиентов	Контроль кг	Образец 1 (0,2 % ИН) кг	Образец 2 (0,2 % ЭР) кг
Свинина	44	44	44
Говядина	44	44	44
Шпик	4	4	4
Вода	7	7	7
Соль	1	1	1
Изоаскорбат натрия	-	0,2	-
Экстракт розмарин	-	-	0,2
Итого	100	100,2	100,2

ые контейнеры под пищевой пленкой и хранили при температуре  $0 \pm 2$  °С в течение 14 сут.

Рецептура фарша рубленых полуфабрикатов представлена в Таблице 1.

Внешний вид экстракта розмарина, применяемого в данном исследовании, представлен на Рисунке 1.

Рисунок 1

Внешний вид экстракта розмарина



### Методы и инструменты

Сенсорный анализ полученных образцов фарша проводила экспертная комиссия в составе 15 человек по таким показателям как внешний вид, цвет и запах согласно ГОСТ 9959–2015 Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки.

Концентрацию ионов водорода образцов фарша определяли с помощью портативного рН-метра Testo 205, действующего на основе принципа определения степени активности ионов водорода в пищевой системе.

Окислительную стабильность фарша оценивали по времени индукционного периода (час.) на приборе Rancimat по ГОСТ 31758–2012. Метод Rancimat является ускоренным испытанием на окисление. Через образец, помещенный в реакционный сосуд пропускают воздух при постоянной повышенной температуре. В таких условиях происходит окисление жирных кислот. Легкоиспаряющиеся вторичные продукты реакции переносятся потоком воздуха в измерительную ячейку и абсорбируются в измерительном растворе (деионизованная вода). В измерительной ячейке непрерывно записывается значение электропроводности, которое повышается при абсорбции продуктов реакции, таким образом

детектируется их присутствие. Время, которое потребовалось для обнаружения вторичных продуктов реакции называют индукционным периодом, временной диапазон, характеризующий окислительную стабильность пищевой системы.

Полученные результаты обрабатывали, используя общепринятые методы вариационной статистики. Различия показателей считали достоверными при значениях достоверного интервала  $\geq 0,05$ .

## Процедура исследования

На первом этапе работы готовили образцы рубленых полуфабрикатов и вносили образцы пищевых антиоксидантов (экстракт розмарина и изоаскорбат натрия). Далее проводили органолептические и физико-химические испытания образцов.

Следующим этапом выступило исследование окислительной стабильности фаршей на приборе Rancimat. Создавались искусственные условия быстрого окисления за счет пропуска воздуха через продукт при постоянной повышенной температуре. В таких условиях происходит окисление жирных кислот. После выполнения экспериментальной части работы проводили анализ и статистическую обработку полученных данных.

ре Rancimat. Создавались искусственные условия быстрого окисления за счет пропуска воздуха через продукт при постоянной повышенной температуре. В таких условиях происходит окисление жирных кислот. После выполнения экспериментальной части работы проводили анализ и статистическую обработку полученных данных.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Оценка органолептических показателей пищевых систем

Согласно методологии и общей схеме проведения исследования после выработки рубленых полуфабрикатов проведена оценка органолептических и физико-химических показателей пищевых систем. Результаты сенсорного анализа образцов фарша представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Результаты сенсорного анализа образцов фарша мясных рубленых полуфабрикатов

Наименование показателя	Контроль	Образец 1 (0,2 % ИН)	Образец 2 (0,2 % ЭР)
<b>После выработки</b>			
Внешний вид	Однородная мясная масса без включений костей, хрящей, сухожилий		
Цвет	Красный с белыми включениями шпика		
Запах	Свойственный свежему мясу свинины и говядины		
<b>4 сут</b>			
Внешний вид	Однородная мясная масса без включений костей, хрящей, сухожилий		
Цвет	Красный с белыми включениями шпика		
Запах	Свойственный свежему мясу свинины и говядины		
<b>8 сут</b>			
Внешний вид	Однородная мясная масса без включений костей, хрящей, сухожилий		
Цвет	Красноватый с сероватыми пятнами	Бледно-красный	
Запах	Затхлый	Специфический, свойственный мясу свинине и говядине	
<b>11 сут</b>			
Внешний вид	Однородная мясная масса без включений костей, хрящей, сухожилий		
Цвет	Серо-розовый	Бледно-розовый с блестящим налетом	Розоватый с сероватыми пятнами
Запах	Характерный запах порчи, гнилостный	Легкий специфический посторонний, химический	Свойственный мясу свинины и говядины
<b>14 сут</b>			
Внешний вид	Однородная мясная масса без включений костей, хрящей, сухожилий		
Цвет	Серо-розовый с зеленоватым оттенком	Бледно-розовый с сероватым оттенком	
Запах	Гнилостный	Специфический, посторонний, химический	Специфический, свойственный мясу свинины и говядины с кисловатым оттенком

Внешний вид образцов фаршей мясного рубленого полуфабриката после выработки и на 14 сут хранения представлен на Рисунке 2.

**Рисунок 2**

Внешний вид образцов рубленого фарша



Примечание. А – после выработки; Б – на 14 сут хранения

Согласно данным Таблицы 2 и Рисунка 2 все образцы фарша с добавлением ЭР на протяжении всего срока хранения сохранили цвет. На 14 сутки все образцы с ЭР приобрели бледно-розовый цвет с равномерным сероватым оттенком. Фарш с синтетическим антиоксидантом приобретал специфический легкий оттенок химического запаха.

Результаты сенсорной оценки показали, что при добавлении синтетического антиоксиданта в фарш срок годности составил 9–10 сут. Образцы фарша на 11 сут проявляли химический запах. Срок годности контроля составляет менее 7 сут, при этом контрольный образец к 8 суткам хранения приобрел характерные признаки порчи. И только использование ЭР может продлить срок хранения более чем на 11 сут. На 14 сут все образцы фаршей характеризовались признаками порчи.

### Результаты физико-химических пищевых систем

Результаты исследований физико-химических показателей (рН) фаршей из свинины и говядины с добавлением синтетического и натурального антиоксидантов представлены в Таблице 3.

**Таблица 3**

Результаты исследований физико-химических показателей (рН) фаршей из свинины и говядины с добавлением синтетического и натурального антиоксидантов

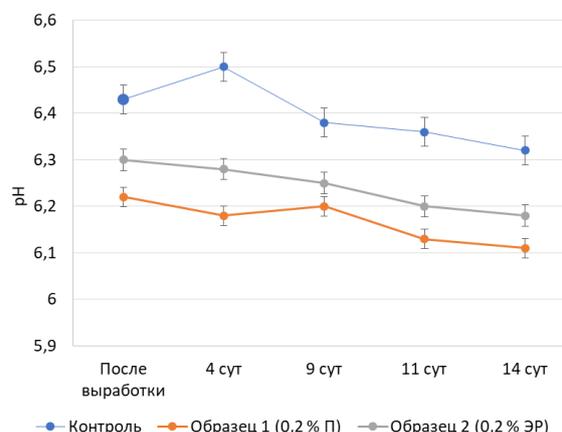
Образцы фарша	рН
<b>После выработки</b>	
Контроль	6,40 ± 0,01
Образец 1 (0,2 % ИН)	6,11 ± 0,01
Образец 2 (0,2 % ЭР)	6,22 ± 0,01
<b>4 сут</b>	
Контроль	6,40 ± 0,02
Образец 1 (0,2 % ИН)	6,22 ± 0,02
Образец 2 (0,2 % ЭР)	6,21 ± 0,01
<b>9 сут</b>	
Контроль	6,66 ± 0,01
Образец 1 (0,2 % ИН)	6,18 ± 0,02
Образец 2 (0,2 % ЭР)	6,24 ± 0,01
<b>11 сут</b>	
Контроль	6,33 ± 0,01
Образец 1 (0,2 % ИН)	6,17 ± 0,01
Образец 2 (0,2 % ЭР)	6,16 ± 0,02
<b>14 сут</b>	
Контроль	6,37 ± 0,02
Образец 1 (0,2 % ИН)	6,17 ± 0,01
Образец 2 (0,2 % ЭР)	6,20 ± 0,03

Фоновые значения рН в исследуемых образцах фарша были на уровне нормального (NOR) мяса, которое характеризуется нормальным развитием автолиза, натуральным розоватым цветом. В ходе хранения происходит постепенное снижение рН.

Динамика изменения рН рубленого фарша из свинины и говядины с добавлением синтетического и натурального антиоксидантов представлена на Рисунке 3.

**Рисунок 3**

Динамика изменения рН рубленого фарша из свинины и говядины с добавлением синтетического и натурального антиоксиданта



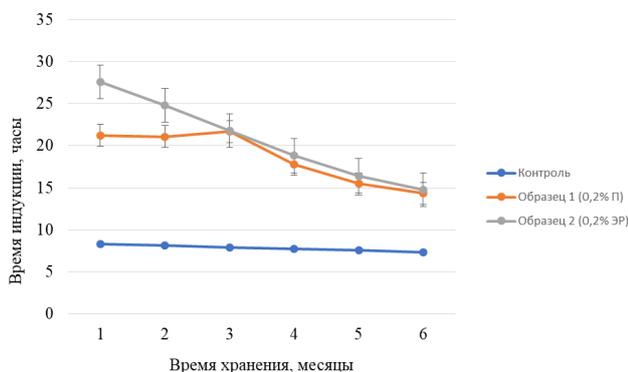
При сравнении образцов фаршей с внесенными антиоксидантами определено наиболее благоприятное влияние этого экстракта розмарина на развитие биохимических процессов мясного сырья.

### Изучение стабильности мясной системы в процессе хранения

Для определения окислительной стабильности фарша в процессе хранения образцы фарша были заморожены и хранились в морозильной камере в течение шести мес. В течение данного периода определяли скорость прогоркания на приборе Rancimat на основании оценки времени индукции — стандартного параметра проверки качества масел и жиров в пищевой промышленности, для этого измеряется время, которое требуется мясному фаршу для образования вторичных продуктов окисления (Рисунок 4).

**Рисунок 4**

Определение окислительной стабильности фарша из свинины и говядины с добавлением искусственного и натурального антиоксидантов



Согласно диаграмме, ЭР демонстрирует значительную антиоксидантную эффективность. К 6-му мес хранения образец с добавлением ЭР имел наибольшую устойчивость к окислению, по сравнению с контрольным образцом, а по сравнению с образцом с синтетическим антиоксидантом имел незначительное превосходство.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Окисление липидов уменьшает пищевую и биологическую ценность мясных продуктов, главным образом изменяя химический состав жиров (высвобождение жирных кислот, образование перекисей и вторичных продуктов окисления) и снижая уровни жирораство-

римых витаминов (А, Д, Е, К, биотин, каротиноиды). Карбонильные соединения, спирты и другие побочные продукты окисления также приводят к появлению нежелательных привкусов и запахов, что отрицательно сказывается на качестве готового продукта и сокращает его срок годности (Volumar, 2016).

Постепенное ухудшение органолептических характеристик мясных продуктов наблюдается не только при длительном хранении. Прогорклый или осаленный привкус может проявляться в термически обработанных изделиях даже при краткосрочном хранении в холодильнике. Процесс окисления жиров ускоряется при повышенной температуре, свободном доступе кислорода, воздействии прямого солнечного света, наличии ионов металлов с переменной валентностью, а также липолитических ферментов, таких как липаза и фосфолипаза (Volumar, 2016)). Следовательно, для предотвращения окислительной порчи необходимо минимизировать воздействие всех перечисленных факторов, однако полного их исключения обычно оказывается недостаточно, и к тому же невозможно.

Исследования показывают, что использование антиоксидантов позволяет успешно контролировать окисление жиров в мясных продуктах. Антиоксиданты не только защищают жировой компонент пищи, но и ингибируют воздействие свободных радикалов на организм человека (Song, 2020; Volumar, 2016). Добавление антиоксидантов в мясные продукты на этапе производства защищает не только жиры, но и миоглобин, стабилизируя таким образом цветные характеристики продуктов.

Фенольные соединения розмарина обладают способностью отдавать водород, удалять свободные радикалы и разрывать радикальные цепные реакции (Song, 2020). Исследователями были выделены олеосмолы, представляющие собой вязкую жидкость, экстрагированную из специй, которая содержит не только эфирное масло, но и некоторые нелетучие компоненты, такие как пигменты, жирные масла и фенольные антиоксиданты (Song, 2020). Однако полученный антиоксидант сложен в выделении и применении.

Volumar (2016) для сохранения качества мясных полуфабрикатов использовал упаковку с экстрактом розмарина под высоким давлением. Было обнаружено, что лучшим методом ограничения окисления липидов является упаковка с активным

розмарином, но данный способ подразумевает дополнительные затраты на способ внесения полученного экстракта. Российские ученые Шарыгина и Байдалинова (2011) обосновали возможность применения различных экстрактов розмарина в замороженных мясных полуфабрикатах и сравнили нескольких видов коммерческих экстрактов розмарина. Результаты настоящего исследования не противоречат представленным исследованиям, проводились в сравнении с искусственным антиоксидантом и подтверждают эффективность и обоснованность внесения натурального экстракта розмарина в мясные системы, предназначенные для длительного хранения, поскольку в существующих реалиях потребителю интересен тренд на ЗОЖ без использования продуктов с пищевыми добавками, имеющими Е-код.

Вероятно, уменьшение числа пищевых добавок с Е-кодами при маркировке пищевых продуктов позволит спрогнозировать повышение спроса на данную ассортиментную линейку. Подтверждение данной гипотезы требует проведения маркетинговых исследований для доказательной базы и формирования конкретных выводов о целевой аудитории. Данный аспект представляет интерес как с научной, так и производственной точки зрения, что позволяет сделать вывод о необходимости пролонгации исследований в данном направлении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Квалиметрическая оценка антиоксидантной активности пищевых антиоксидантов (экстракт розмарина, изоаскорбат натрия) в мясных системах в течение 14 суток хранения позволила сделать вывод, что экстракт розмарина способен ингибировать окисление липидов и белков и, таким образом, продлевать срок годности рубленого фарша из свинины и говядины. Концентрация экстракта розмарина в количестве 0,2% снижала скорость окисления липидов в липопротеиновых комплексах

мясного сырья. Кроме того, сравнительная органолептическая, физико-химическая оценка фаршей, выработанных с использованием экстракта розмарина, синтетического антиоксиданта и без их использования (контроль) показала, что внесение экстракта розмарина и синтетического антиоксиданта позволяло исследуемым образцам дольше соответствовать требованиям ТР ТС 021/2013 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции». Контрольный образец характеризовался изменением цвета и аромата, начиная с 8 суток хранения. Однако применение натурального растительного экстракта позволяет получить продукт с «чистой» этикеткой, привлекая больший интерес и вызывая высокий потребительский спрос. Таким образом, экстракт розмарина может быть рекомендован для использования в технологии колбасных изделий и мясных рубленых полуфабрикатов, поскольку является натуральной и равноценной альтернативой синтетическим антиоксидантам. В этой связи целесообразно проведение дальнейших исследований по сравнительной оценке свойств экстракта розмарина и других синтетических антиоксидантов для разработки рекомендаций производителям пищевых продуктов.

## АВТОРСКИЙ ВКЛАД

**Кидяев Сергей Николаевич:** концептуализация; разработка методологии исследования; создание рукописи.

**Литвинова Елена Викторовна:** верификация данных; редактирование рукописи.

**Кашеварова Ирина Алексеевна:** визуализация; проведение исследования.

**Данильчук Татьяна Николаевна:** администрирование данных.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Васюкова, А. Т., Эдварс, Р. А., & Васюков, М. В. (2021). Влияние состава сырья на качество мясоовощных полуфабрикатов для детей. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 83(4), 148–153. <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-4-148-153>
- Vasyukova, A. T., Edwards, R. A., & Vasyukov, M. V. (2021). The influence of the composition of raw materials on the quality of meat and vegetable semi-finished products for children. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 83(4), 148–153. (In Russ.) <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-4-148-153>
- Донскова, Л. А., Волков, А. Ю., Коткова, В. В., Лейберова, Н. В., & Тохириён, Б. Т. (2021). Профиль жирных кислот куриного фарша механической обвалки, обработанного высоким гидростатическим давлением. *Индустрия питания*, 6(4), 64–75. <http://doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-4-7>
- Donskova, L. A., Volkov, A. Yu., Kotkova, V. V., Leiberova, N. V., & Tokhiriyon, B. T. (2021). Fatty acid profile of mechanically deboned chicken mince treated with high hydrostatic pressure. *Food Industry*, 6(4), 64–75. (In Russ.) <http://doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-4-7>
- Коликова, Е. Г., & Шибкова, Д. З. (2022). Инструментарий и диагностика оценки культуры питания подростков как базового компонента образа жизни. *Проблемы современного образования*, 2, 171–182. <http://doi.org/10.31862/2218-8711-2022-2-171-182>
- Kolikova, E. G., & Shibkova, D. Z. (2022). Toolkit and diagnostic assessment of adolescent nutrition culture as a basic component of their lifestyle. *Problems of Modern Education*, 2, 171–182. (In Russ.) <http://doi.org/10.31862/2218-8711-2022-2-171-182>
- Маярникова, Л. А., Бычкова, Е. С., Ломовский, И. О., Белякова, Д. А., & Бычков, А. Л. (2021). Методология разработки продуктов питания с высокой антиоксидантной активностью. *Ползуновский вестник*, 4, 90–96. <http://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.012>
- Mayurnikova, L. A., Bychkova, E. S., Lomovsky, I. O., Belyakova, D. A., & Bychkov, A. L. (2021). Methodology for the development of food products with high antioxidant activity. *Polzunovskiy Vestnik*, 4, 90–96. (In Russ.) <http://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.012>
- Мелехина, М. Д., & Степаненко, Е. И. (2021). Влияние растительных пищевых компонентов на сохранение качества солёной рыбы. *Вестник молодежной науки*, 2(29), 8. [https://doi.org/10.46845/2541-8254-2021-2\(29\)-8-8](https://doi.org/10.46845/2541-8254-2021-2(29)-8-8)
- Melekhina, M. D., & Stepanenko, E. I. (2021). The influence of plant food components on the preservation of salted fish quality. *Bulletin of Youth Science*, 2(29), 8. (In Russ.) [https://doi.org/10.46845/2541-8254-2021-2\(29\)-8-8](https://doi.org/10.46845/2541-8254-2021-2(29)-8-8)
- Патракова, И. С., Гуринович, Г. В., & Мышалова, О. М. (2021). Окислительно-восстановительный потенциал как показатель стабильности мясных систем. *Ползуновский вестник*, 1, 66–73. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.009>
- Patrakova, I. S., Gurinovich, G. V., & Myshalova, O. M. (2021). Oxidation-reduction potentials an indicator of the stability of meat systems. *Polzunovskiy Vestnik*, 1, 66–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.009>
- Ромашенко, А. С., & Савельева, О. В. (2019). Негативные последствия быстрого темпа жизни для здоровья человека. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, 5–2, 27–29. <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2019-10906>
- Romashenko, A. S., & Saveleva, O. V. (2019). Negative consequences of a fast-paced life for human health. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 5–2, 27–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2019-10906>
- Хуссайне, Р., & Сучкова, Е. П. (2022). Исследование антиоксидантной активности экстрактов ароматических растений, полученных с применением ферментативной ультразвуковой экстракции. *Международный научно-исследовательский журнал*, 8(122), 87–89. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.65>
- Hussaine, R., & Suchkova, E. P. (2022). Study of the antioxidant activity of aromatic plant extracts obtained with enzymatic ultrasound extraction. *International Research Journal*, 8(122), 87–89. (In Russ.) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.65>
- Шарыгина, Я. И., & Байдалинова, Л. С. (2011). Использование экстрактов розмарина как антиоксидантов в технологии мясных замороженных полуфабрикатов. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 320–321(2–3), 35–37.
- Sharygina, Ya. I., & Baidalinova, L. S. (2011). Use of rosemary extracts as antioxidants in technology of frozen meat semi-finished products. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Food Technology*, 320–321(2–3), 35–37. (In Russ.)
- Якимова, Е. А. (2023). Продукты здорового питания: конкуренция производителей на российском рынке. *Научные исследования экономического факультета*, 15(1), 71–108. <https://doi.org/10.38050/2078-3809-2023-15-1-71-108>
- Yakimova, E. A. (2023). Healthy food products: Competition among manufacturers in the Russian market. *Scientific Research of the Faculty of Economics*, 15(1), 71–108. (In Russ.) <https://doi.org/10.38050/2078-3809-2023-15-1-71-108>
- Aala, J., Ahmadi, M., & Golestan, L. (2023). Effect of multifactorial free and liposome-coated of bay laurel (*Laurus nobilis*) and rosemary (*Salvia rosmarinus*) extracts on the behavior of *Listeria monocytogenes* and *Vibrio parahaemolyticus* in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) stored at 4 °C. *Environmental Research*, 216–2, 114478. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114478>
- Ahmadi, A., Shahidi, S-A., & Safari, R. (2022). Evaluation of stability and antibacterial properties of extracted chlorophyll from alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Food and*

- Chemical Toxicology*, 163, 112980. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2022.112980>
- Ansarian, E., & Aminzare, M. (2022). Nanoemulsion-based basil seed gum edible film containing resveratrol and clove essential oil: In vitro antioxidant properties and its effect on oxidative stability and sensory characteristic of camel meat during refrigeration storage. *Meat Science*, 185, 108716. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108716>
- Banares, C., Chabni, A., & Reglero, G. (2022). Oxidative stability of microalgae oil and its acylglycerol mixture obtained by enzymatic glycerolysis and the antioxidant effect of supercritical rosemary extract. *LWT*, 171, 114150. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114150>
- Bolumar, T., LaPeña, D., & Skibsted, L. H. (2016). Rosemary and oxygen scavenger in active packaging for prevention of high-pressure induced lipid oxidation in pork patties. *Food Packaging and Shelf Life*, 7, 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.foodpack.2016.01.002>
- Du, Q., Tu, M., & Pan, D. (2023). Plant-based meat analogs and fat substitutes, structuring technology and protein digestion: A review. *Food Research International*, 170, 112959. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112959>
- Hadidi, M., Orellana-Palacios, J. C., & Aghababaei, F. (2022). Plant by-product antioxidants: Control of protein-lipid oxidation in meat and meat products. *LWT*, 169, 114003. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114003>
- Hu, Y., Wang, Y., & Pan, D. (2022). Individual effects of rosemary extract and green tea polyphenols on the physicochemical properties of soybean oil–myosin emulsion with l-arginine or l-lysine. *Food Chemistry*, 395, 133582. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133582>
- Hoffman, D. J., & Posluszny, H. (2023). Nutrition transition, diet change, and its implications. *Encyclopedia of Human Nutrition*, 4, 435–443. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821848-8.00153-0>
- Hygreeva, D., Pandey, M. C., & Radhakrishna, K. (2014). Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. *Meat Science*, 98, 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.006>
- Kaur, R., Gupta, T. B., & Bronlund, J. (2023). The potential of rosemary as a functional ingredient for meat products—a review. *Food Reviews International*, 39(4), 2212–2232. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1950173>
- Łepecka, A., Szymański, P., Okoń, A., & Zielińska, D. (2023). Antioxidant activity of environmental lactic acid bacteria strains isolated from organic raw fermented meat products. *LWT*, 174, 114440. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114440>
- Savani, P., Puthiyedath, A., & Chandran, R. K. (2023). Evaluation of the sensory properties and antioxidant activity of clean rosemary extracts for an effective replacement of EDTA in Mayonnaise. *Applied Food Research*, 3, 100302. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100302>
- Serdaroglu, M., Can, H., & Sari, B. (2023). Effects of natural nitrite sources from arugula and barberry extract on quality characteristic of heat-treated fermented sausages. *Meat Science*, 198, 109090. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109090>
- Smaoui, S., & Tavares, L. (2022). Application of eco-friendly active films and coatings based on natural antioxidant in meat products: A review. *Progress in Organic Coatings*, 166, 106780. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.106780>
- Song, X-C., Canellas, E., Wrona, M., & Becerril, R. (2020). Comparison of two antioxidant packaging based on rosemary oleoresin and green tea extract coated on polyethylene terephthalate for extending the shelf life of minced pork meat. *Food Packaging and Shelf Life*, 26, 100588. <https://doi.org/10.1016/j.foodpack.2020.100588>
- Tamkutė, L., & Jančiukė, G. (2022). Cranberry and black chokeberry extracts isolated with pressurized ethanol from defatted by supercritical CO<sub>2</sub> pomace inhibit colorectal carcinoma cells and increase global antioxidant response of meat products during in vitro digestion. *Food Research International*, 161, 111803. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111803>
- Wang, Y., Zhou, X., Liu, M., Zang, H., Zhang, R., Yang, H., Jin, S., Qi, X., Shan, A., & Feng, X. (2023). Quality of chicken breast meat improved by dietary pterostilbene referring to up-regulated antioxidant capacity and enhanced protein structure. *Food Chemistry*, 405, Part A, 134848. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134848>
- Yadollahi, F., Soltani, M., & Modarresi, M. H. (2023). Efficacy of vitamin E with or without probiotic, astaxanthin or rosemary extract on microbiological and chemical characteristics of fresh and frozen fillet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Reports*, 28, 101426. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101426>
- Zhang, D., & Ivane, N. M. (2022). Recent trends in the micro-encapsulation of plant-derived compounds and their specific application in meat as antioxidants and antimicrobials. *Meat Science*, 191, 108842. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108842>