

Комплексная технология получения сырокопченых изделий пролонгированного срока хранения с пониженной концентрацией нитрита натрия

Т. Н. Данильчук, Д. Е. Ипатов

Российский биотехнологический университет («РОСБИОТЕХ»),
Москва, Россия

Корреспонденция:

Ипатов Дмитрий Евгеньевич,
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
125080, Россия, г. Москва,
Волоколамское шоссе, 11
E-mail: d.ipatov@profi.bio

Конфликт интересов:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 06.07.2023

Поступила после
рецензирования: 13.09.2023

Принята: 21.09.2023

Copyright: © 2023 Авторы

АННОТАЦИЯ

Введение. Спрос на мясные сырокопченые и сыровяленые продукты из свинины стабильно возрастает, что обуславливает разработку технологии, обеспечивающей стабильное качество готовой продукции в условиях нестабильности свойств исходного сырья.

Цель. Целью данной статьи является описание разработки технологии сырокопченых изделий пролонгированного срока хранения с пониженной концентрацией нитрита натрия с применением новых видов стартовых культур и натурального цитрусового экстракта.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись образцы мясных изделий из свинины (карбонад и грудинка), изготовленные с применением постферментативной термообработки, ферментированные с добавлением коммерческих стартовых культур (B-LC-78, Rosa, Easy Cure) от компании Chr. Hansen (Дания) и с добавлением композиции натуральных экстрактов цитрусовых.

Результаты. Авторами приведены экспериментальные данные по сенсорной оценке, микробиологическим исследованиям и анализу активности воды сырокопченых мясных продуктов, полученных с использованием комплексной технологии. Установлено, что применение композиции экстрактов цитрусовых позволяет улучшить цвет готового продукта и снизить содержание нитрита натрия, способствует пролонгации сроков хранения готовых продуктов. Даны практические рекомендации по подбору стартовых культур и технологических параметров постферментативной термообработки для производства отдельных видов мясных продуктов из свинины.

Выводы. Разработанная технология позволяет стабилизировать показатели качества мясных изделий и сократить продолжительность производственного цикла. Наиболее предпочтительной для производства сырокопченого карбонада является стартовая культура Rosa, а для производства сырокопченной грудинки – стартовая культура Easy Cure. Композиция экстрактов цитрусовых обладает антимикробной активностью и подходит для использования в производстве мясных сырокопченых продуктов. Показан потенциал применения композиции натуральных экстрактов цитрусовых в технологии мясных сырокопченых продуктов с постферментативной термообработкой для улучшения органолептических свойств, снижения нитрита натрия и пролонгации сроков хранения готовых продуктов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

стартовые культуры, натуральные экстракты, сырокопченые мясные изделия, термообработка, ферментирование, сенсорная оценка



Для цитирования: Данильчук, Т. Н., & Ипатов Д. Е. (2023). Комплексная технология получения сырокопченых изделий пролонгированного срока хранения с пониженной концентрацией нитрита натрия. *Health, Food & Biotechnology*, 5(2), 39-50. <https://doi.org/10.36107/hfb.2023.i2.s170>

<https://doi.org/10.36107/hfb.2023.i2.s170>

Complex Technology for the Production of Smoked Products of Prolonged Shelf Life with a Reduced Concentration of Sodium Nitrite

Tatiana N. Danilchuk, Dmitry E. Ipatov

Russian Biotechnological University
(BIOTECH University), Moscow, Russia

Correspondence:

Dmitry E. Ipatov

Russian Biotechnological University,
11, Volokolamskoe highway, Moscow,
125080, Russia

E-mail: d.ipatov@profi.bio

Declaration of competing interest:
none declared.

Received: 06.07.2023

Received in revised form: 13.09.2023

Accepted: 21.09.2023

Copyright: © 2023 The Authors

ABSTRACT

Introduction. The demand for smoked and cured pork meat products is steadily increasing. Particularly relevant is the development of technology that ensures stable quality of finished products in conditions of instability of the properties of the raw materials.

Purpose. The purpose of this article is to describe the development of technology for smoked products of prolonged shelf life with a reduced concentration of sodium nitrite using new types of starter cultures and natural citrus extract.

Materials and Methods. The objects of the study were samples of pork meat products (carbonade and brisket) made using post-enzymatic heat treatment, fermented with the addition of commercial starter cultures (B-LC-78, Rosa, Easy Cure) from the company Chr. Hansen (Denmark) and with the addition of a composition of natural citrus extracts. Sensory characteristics of the finished products were evaluated by the organoleptic method. The water activity was determined on the AquaLab 4TE analyzer. To ensure accurate measurements of water activity, this device allows you to control the temperature of the sample using internal temperature control in the range from 15 to 50 °C. Microbiological analysis of meat products using a composition of natural citrus extracts was carried out in accordance with GOST R 54354-2011.

Results. The article proposes a technology of raw smoked products using starter cultures of microorganisms, a composition of citrus extracts and post-enzymatic heat treatment. Commercial cultures of the company Chr Hansen (Denmark) were taken as starting cultures of microorganisms: Easy Cure, Rosa, BLC 78. The composition of citrus extracts was added during massaging. Post-enzymatic heat treatment was used as an additional safety measure for meat products to inactivate pathogenic microorganisms and to preserve the taste and nutritional value of the finished product. The authors suggest some practical recommendations on the selection of starter cultures and technological parameters of post-enzymatic heat treatment for the production of certain types of pork meat products.

Conclusions. The developed technology makes it possible to stabilize the quality indicators of meat products and reduce the duration of the production cycle. Rosa starter culture is the most preferred for the production of smoked carbonade, and Easy Cure starter culture is the most preferred for the production of smoked brisket. The composition of citrus extracts has antimicrobial activity and is suitable for use in the production of raw smoked meat products. The potential of using the composition of natural citrus extracts in the technology of raw smoked meat products with post-enzymatic heat treatment to improve organoleptic properties, reduce sodium nitrite and prolong the shelf life of finished products is shown.

KEYWORDS

starter cultures, natural extracts, raw smoked meat products, heat treatment, fermentation, sensory evaluation



To cite: Danilchuk, T. N., & Ipatov, D. E. (2023). Complex Technology for the Production of Smoked Products of Prolonged Shelf Life with a Reduced Concentration of Sodium Nitrite. *Health, Food & Biotechnology*, 5(2), 39-50. <https://doi.org/10.36107/hfb.2023.i2.s170>

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы была отмечена тенденция значительного повышения спроса на продукты потребления сырокопченых и сыровяленых мясных продуктов. При этом есть веские основания полагать, что в ближайшие годы спрос на такую продукцию будет и дальше существенно возрастать, а ее ассортимент значительно расширится. Стоит отметить, что на качество сырокопченых и сыровяленых колбас влияет множество факторов: подготовка мясного сырья и вспомогательных материалов, температурные параметры, режимы ферментации, сушки, рецептура, выбор стартовых культур и используемых пищевых добавок и многое другое (Halagarda & Wójciak, 2022; Семенова и соавт., 2019).

Учитывая имеющиеся тенденции и ориентацию потребителя на натуральные здоровые продукты питания, авторами исследования было принято решение исследовать влияние различных стартовых культур на органолептические свойства сырокопченых продуктов из свинины с постферментативной термообработкой.

Особенно важно в современном производстве подбирать технологию и применение стартовых культур при производстве качественного готового продукта.

Роль стартовых культур в ферментации мяса

Традиционные сыровяленые и сырокопченые продукты естественного созревания предполагают использование мяса собственного производства, не подвергавшегося заморозке и транспортированию на дальние расстояния, в связи с чем могут превосходить по качеству те изделия, в которые вводятся коммерческие закваски, обладающие отличительными качествами благодаря используемой технологии и свойствам сырого мяса (Halagarda & Wójciak, 2022). Однако, с учетом дефицита охлажденного сырья и с широким использованием дефростированного мяса, использование заквасок для производства колбасных и мясных изделий гарантировало бы получение продуктов со стабильными гигиеническими и органолептическими качествами за более короткое время созревания (Гашева, 2021; Afraei et al., 2022).

Молочнокислые бактерии и стафилококки являются наиболее значимыми микроорганизмами, используемыми в качестве заквасочных культур при переработке сырокопченых колбас (Fernandez & Caballero, 2023; Hu et al., 2022). Они вырабатывают достаточное количество молочной кислоты, чтобы снизить pH мяса до значений 4,8–5,0 (Bungenstock & Abdulmawjood, 2020). Стафилококки также являются очень важными агентами ферментации мяса. Штаммы и количество этих микро-

организмов в мясных продуктах зависят от условий процесса, в частности от pH и активности воды, которые участвуют в сохранении продукта, предотвращая прогорклость и приобретая типичный красный цвет благодаря каталазе и нитратредуктазе, а также участвуют в формировании аромата (Li et al., 2023; Sallan et al., 2022; Wang et al., 2018; Zang et al., 2018). Некоторые штаммы способны продуцировать антимикробные вещества (Bungenstock & Abdulmawjood, 2020; Casquete et al., 2011; Flores, 2018).

Постферментативная термообработка как дополнительная мера безопасности

Сыровяленые и сырокопченые изделия естественного созревания, как правило, считаются микробиологически стабильными продуктами. Однако эти продукты могут представлять опасность для здоровья потребителей, когда сырье загрязнено высоким уровнем патогенных бактерий и /или контроль антимикробных факторов недостаточен. Такой способ производства также может привести к развитию нежелательных микроорганизмов, которые могут поставить под угрозу безопасность и качество пищевых продуктов (Миколайчик и соавт., 2019; Manassi & Steinmetz de Souza, 2022; Ropars & Giraud, 2022). Эту проблему может решить постферментативная термообработка, которая в настоящее время используется в качестве дополнительной меры безопасности мясных продуктов после ферментации (Zdolec & Mikuš, 2022). Ее положительные эффекты, такие как инактивация патогенных микроорганизмов и лучшее сохранение вкусовых качеств и питательной ценности, дали этой технологии широкое применение (Соломенников & Сигаев, 2020; Askild & Holck, 2011).

В некоторых случаях этап нагревания/варки может использовать как после ферментации, так и перед этапом сушки. Этот влажный нагрев может быть осуществлен с помощью герметичной духовки или подачи пара для повышения относительной влажности выше 90 % на протяжении всего процесса приготовления и соблюдения требований по времени и температуре, необходимых для уничтожения паразитов *Trichinae*, сальмонеллы и /или кишечной палочки. При этом следует контролировать процесс нагрева, чтобы обеспечить надлежащую временную и температурную обработку. Например, в США часто используется постферментативная термообработка, при которой в конце ферментации обеспечивают температуру в толще изделия 58,3 °C, если нельзя исключить наличие *Trichinae* (Калужских, 2022; Li et al., 2023; Sallan et al., 2022).

Натуральные экстракты – путь
к созданию продуктов
с «чистой» этикеткой

Важным фактором при производстве продуктов питания является анализ потребительских предпочтений. Потребители готовы приобретать мясные продукты, которые являются питательными, безопасными, свежими и обладают хорошими органолептическими качествами. В мясных продуктах широко используются нитриты в качестве химических добавок для консервирования из-за их высокого ингибирующего воздействия на рост бактерий, способности замедлять окисление липидов, улучшать стабильность цвета, вкуса и текстуры. В тоже время нитриты в мясных продуктах подвергают риску здоровье потребителей и могут привести к ряду заболеваний, поэтому все большее число потребителей выбирают мясные продукты «с чистой этикеткой» – без искусственных красителей и консервантов (Ayaseh, 2022).

В связи с изложенным выше актуальным становится ограничение использования нитритов при переработке мяса путем замены их веществами, более безопасными для здоровья потребителей, в качестве которых могут применяться соединения природного происхождения, такие как растительные экстракты (Manzoor et al., 2022; Serdaroglu, 2023). Экстракты можно использовать и в качестве противомикробных средств в пищевых продуктах (Семенова и соавт., 2019; Табакаева и соавт., 2021; Bellucci & Paulo, 2021; Nowak et al., 2016).

В мясных технологиях нашли применение экстракты цитрусовых, розмарина, барбариса, шиповника и т.д. (Баженова и соавт., 2021; Валишев, 2022; Цурупа, 2021). Экстракты цитрусовых обладают рядом полезных свойств. Известно, что добавление экстракта цитрусовых в пищевые продукты улучшает качество продуктов без негативного влияния на их органолептические показатели при добавлении в нужном количестве. Применение цитрусового

экстракта по-прежнему открывает большие перспективы для разработки мясных продуктов с пользой для здоровья и экономики (Ademosun, 2022; McKenna, 2019).

Целью данной статьи является описание разработки технологии сырокопченых изделий продолжительного срока хранения с пониженной концентрацией нитрита натрия с применением новых видов стартовых культур и натурального цитрусового экстракта.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- (1) подобрать оптимальную стартовую культуру для каждого вида сырокопченых изделий;
- (2) снизить содержание нитрита натрия путем замены их на натуральный цитрусовый экстракт и пищевую соль;
- (3) оценить органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества готовых продуктов;
- (4) установить сроки хранения разработанных изделий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования

Объектами исследования являлись образцы мясных изделий из свинины (карбонад и грудинка), изготовленные с применением постферментативной термообработки, ферментированные с добавлением коммерческих стартовых культур (B-LC-78, Rosa, Easy Cure) от компании Chr. Hansen (Дания) и с добавлением композиции натуральных экстрактов цитрусовых. В Таблице 1 представлены основные характеристики исследуемых стартовых культур. Каждая из представленных культур обладает своими уникальными свойствами, которые могут быть использованы в зависимости от вида конечного продукта.

Таблица 1

Основные характеристики исследуемых коммерческих стартовых культур от компании Chr. Hansen

Наименование культуры	Композиция штаммов	Активность	Внешний вид
B-LC-78	<i>Staphylococcus carnosus</i>	Факультативная анаэробная Образование каталазы Образование нитрат редуктазы Липолиз и протеолиз	Измельченный порошок белого цвета с коричневатыми включениями
	<i>Pediococcus acidilactici</i>	Факультативная анаэробная Продукция DL (+/-)-молочной кислоты Образование бактериоцина	
Rosa	<i>Staphylococcus xylosus</i>	Факультативная анаэробная Образование каталазы	Гранулированный порошок от белого до коричневого цвета
	<i>Staphylococcus</i>	Образование нитрат редуктазы Липолиз и протеолиз	

Окончание Таблицы 1

Наименование культуры	Композиция штаммов	Активность	Внешний вид
Easy Cure LC	<i>Debaryomyces hansenii</i>	Аэробная	Гранулированный порошок от белого до коричневого цвета
	<i>Lactobacillus curvatus</i>	Факультативная анаэробная Продуцирование L (+)-молочной кислоты	
	<i>Staphylococcus carnosus</i>	Факультативная анаэробная Образование каталазы Образование нитрат редуктазы Липолиз и протеолиз	
	<i>Staphylococcus vitulinus</i>	Факультативная анаэробная Образование каталазы Образование нитрат редуктазы Липолиз и протеолиз	

Easy Cure LC — культура, которая способствует образованию стабильного и яркого цвета, формированию исключительных вкусо-ароматических свойств в сырокопченых и сыровяленых мясных продуктах с высоким уровнем pH исходного сырья. Культура также препятствует развитию патогенных микроорганизмов класса *Listeria monocytogenes*, так же препятствует окислению продукта. Дрожжи в составе культуры добавляют исключительный аромат.

B-LC-78 — стартовая культура для производства сырокопченых и сыровяленых мясных продуктов с высоким уровнем pH исходного сырья. Культура имеет высокую устойчивость к соли и способствует стабильности цвета, формированию исключительных вкусо-ароматических свойств, а также препятствует развитию патогенных микроорганизмов класса *Listeria monocytogenes*. Культура содержит смесь штаммов *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus acidilactici*. B-LC-78 хорошо подходит для всех видов ферментированных мясных продуктов с высоким уровнем pH исходного сырья.

Rosa — культура, которая способствует образованию стабильного и яркого цвета, формированию исключительных вкусо-ароматических свойств в сырокопченых и сыровяленых мясных продуктов с высоким уровнем pH исходного сырья при низких температурах ферментации. Rosa хорошо подходит для всех видов ферментированных мясных продуктов с высоким уровнем pH исходного сырья производимых при низких температурах.

В Таблице 2 представлены основные характеристики применяемой композиции натуральных экстрактов цитрусовых.

Композиции натуральных экстрактов цитрусовых — это натуральная приправа, изготовленная из фруктового экстракта и экстракта цитрусовых, инкапсулированных в мальтодекстрин или другой аналогичный пищевой наполнитель путем сублимационной сушки. Для его

экстракции и сушки используется только чистая вода без подогрева, без использования химических растворителей. Продукт содержит натуральный гидротирозол, тирозол, кофейную кислоту, п-кумаровую кислоту, антоцианы, катехины и полисахариды оливковых и цитрусовых плодов. Капсулирование лиофилизированного продукта обеспечивает значительную маскировку вкуса и цвета, а также устойчивость к высокой температуре. Композиция предназначена для добавления в продукты питания для улучшения вкуса и придания приятного легкого фруктового аромата.

Таблица 2
Основные характеристики применяемой композиции натуральных экстрактов цитрусовых

Показатель	Значение
Внешний вид	Светло-коричневый порошок
Запах (инкапсулированный продукт)	Очень легкий фруктовый аромат
Вкус (инкапсулированный продукт)	Легкая пикантная горчинка
Плотность	500 г/л
Растворимость в воде при 20°C	Мгновенно растворимый
pH (в 10 % водном растворе)	3,5 ± 0,1
Общее количество полифенолов	5000 ± 5 % мг/кг

Методы исследования

Для проведения сенсорного анализа была привлечена экспертная группа из 17 человек. Оценивались такие показатели как: насыщенность вкуса, кислинка во вкусе, сбалансированность вкуса, средиземноморская нота в аромате (интенсивность), яркость цвета, плотность структуры, монолитность. Параметры оценивались по 10-бальной шкале по интенсивности (например, 1 — наименее яркий цвет, 10 — наиболее яркий цвет).

Активность воды определяли на анализаторе AquaLab 4TE. Для обеспечения проведения точных измерений активности воды этот прибор позволяет управлять температурой образца с применением внутреннего температурного контроля в диапазоне от 15 до 50°C.

Микробиологический анализ мясных продуктов с применением композиции натуральных экстрактов цитрусовых проводили согласно ГОСТ Р 54354–2011.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данное исследование проводится впервые и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими разработками. Представленная технология позволяет получить продукты высокого качества без применения высокозатратных технологий, как например, использование дорогостоящего метода инкапсуляции ферментирующих бактерий (Afraei et al., 2022). Кроме того, органолептические показатели разработанных продуктов с натуральным экстрактом цитрусовых имеют высокую оценку в отличие от известного применения растительных экстрактов в работе A. Nowak (2016), которые приводят к ухудшению цвета мясных продуктов, а подобранные в данном исследовании щадящие режимы постферментативной термообработки, в отличие от известных, позволяют получить сочные изделия с насыщенным ароматом (Halagarda & Wójciak, 2022).

Для выбора оптимальной стартовой культуры были разработаны изделия мясные сырокопченые – грудинка и карбонад – с использованием каждой из трех стартовых культур: B-LC-78, Rosa, Easy Cure (Таблица 3). Технологический процесс производства выбранных сырокопченых продуктов состоит из следующих операций:

подготовка сырья, выделение грудинки, придание формы (обрядка), подготовка рассола, шприцевание рассолом на 25 % от массы сырья, массажирование в массажере с добавлением стартовых культур/композиции натуральных экстрактов цитрусовых 1,5–2 часа, созревание при 4 °С в течение 2–3 суток, подпекливание, стекание в течение 1,5 часов, постферментативная термообработка, включающая прогрев до 35 °С в течение 2 часов для активации процесса формирования цвета и аромата будущего продукта, копчение при 35 °С в течение 15 минут и ступенчатый прогрев в термокамере при температуре 45 °С в течение 1 часа и при температуре 52 °С до достижения температуры в центре продукта 48 °С в течение 4 часов, остывание в камере охлаждения, подмораживание с последующей нарезкой на слайсере, упаковка в вакуумные пакеты, хранение в холодильнике.

Рецептуры разработанных продуктов с применением стартовых культур и композиции натуральных экстрактов цитрусовых представлены в Таблице 3.

Результаты сенсорной оценки грудинки и карбонада с применением различных стартовых культур приведены на Рисунках 1 и 2, соответственно.

По результатам сенсорной оценки было выявлено, что наиболее предпочтительной стартовой культурой для производства сырокопченого карбонада является стартовая культура Rosa, а для производства сырокопченой грудинки – стартовая культура Easy Cure. Постферментативная термообработка благоприятно влияет на органолептические показатели всех образцов.

На следующем этапе исследовали возможность снижения содержания нитрита натрия в выбранных продуктах. Для этого в рецептуре мясных продуктов было

Таблица 3
Рецептуры разработанных продуктов с применением стартовых культур и композиции натуральных экстрактов цитрусовых

Наименование сырья и ингредиентов	Рассол, кг	Продукт, кг	Рассол, кг	Продукт, кг
	Образцы для выбора стартовых культур		Образцы со сниженным содержанием нитрита натрия	
Грудинка/карбонад		100,0		100,0
Profi Inject-Ham SK 2040	7,0	1,75	7,0	1,75
Нитрит натрия 0,6 %	18,0	4,5	12,6	4,5
Соль пищевая	–	–	5,4	–
Вода	75,0	18,75	75,0	18,75
	Обработка в массажерах:			
Композиция натуральных экстрактов цитрусовых	–	–	–	0,25
B-LC-78/ Rosa/ Easy Cure	–	0,25		0,25
Выход		110,05		110,17

Рисунок 1

Профилограмма сенсорных показателей образцов карбонада с применением различных стартовых культур

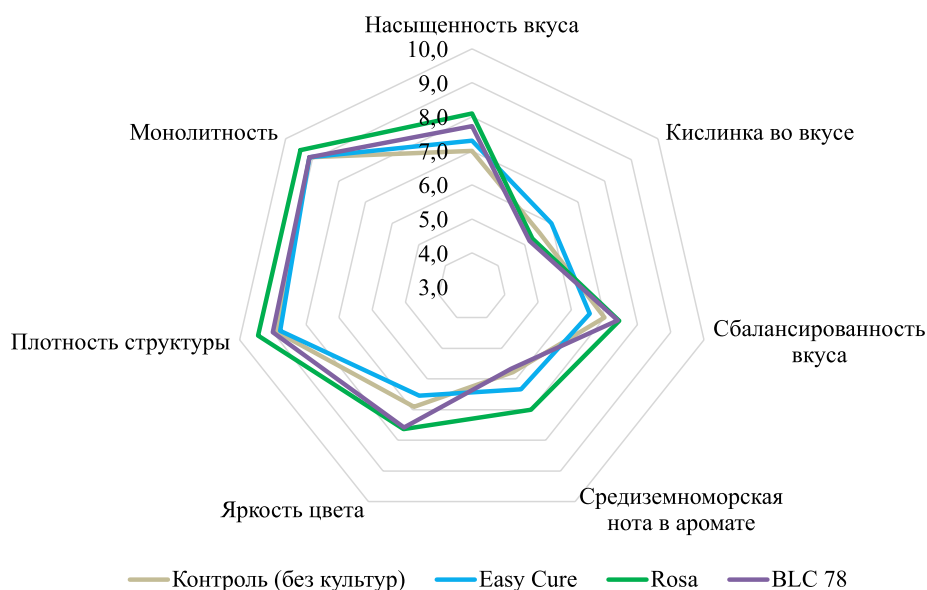
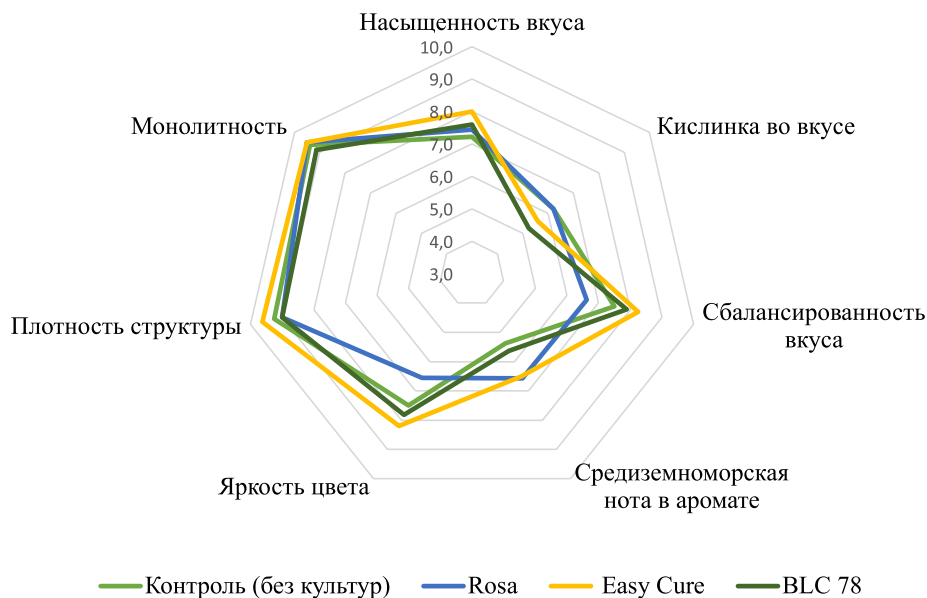


Рисунок 2

Профилограмма сенсорных показателей образцов грудинки с применением различных стартовых культур.



снижено содержание нитрита натрия на 30 % с заменой ее на пищевую соль, при добавлении в массажер 0,25 кг (на 100 кг грудинки/карбоната) композиции натуральных экстрактов цитрусовых с целью предотвращения ухудшения цвета изделий. В результате были получены продукты надлежащего качества, без заметных изменений органолептических показателей по сравнению с образцом, полученным только с использованием нитрита натрия. Результаты органолептического анализа образцов мясных сырокопченых продуктов представлены в Таблице 4.

Из данных Таблицы 4 видно, что органолептические показатели образцов мясных сырокопченых продуктов со сниженным содержанием нитрита натрия при добавлении композиции натуральных экстрактов цитрусовых соответствуют ГОСТ Р 55796–2013, улучшает аромат и вкус, способствует образованию приятного интенсивного (глубокого) красного цвета. Таким образом, для производства сырокопченых продуктов из свинины рекомендуется замена 30 % нитрита натрия на пищевую соль при добавлении в массажер композиции натуральных экстрактов цитрусовых.

Таблица 4
Результаты органолептического анализа образцов мясных сырокопченых продуктов со сниженным содержанием нитрита натрия

Показатель	Контрольный образец грудинки (без композиции натуральных экстрактов цитрусовых, без замены нитрита натрия)	Образец грудинки с добавлением композиции натуральных экстрактов цитрусовых и с заменой 30 % нитрита натрия на пищевую соль	Контрольный образец карбонада (без композиции натуральных экстрактов цитрусовых, без замены нитрита натрия)	Образец карбонада с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и с заменой 30 % нитрита натрия на пищевую соль
Внешний вид	Поверхность чистая, без выхватов мяса, шпика и шкуры, без бахромок и остатков щетины, края ровно обрезаны, с петель для подвешивания, в шкуре		Поверхность чистая, без выхватов мяса, края ровные с петель для подвешивания	
Форма	Прямоугольная, толщина в тонкой части не менее 3 см		Батоны прямой или слегка изогнутой формы	
Консистенция	Упругая			
Вид и цвет на разрезе	Жировая ткань с прослойками мышечной ткани глубокого розово-красного цвета, цвет жира белый с розовым оттенком, с толщиной шпика при прямом разрезе 1,5–2,5 см		Равномерно окрашенная мышечная ткань глубокого розово-красного цвета, без серых пятен, цвет жира белый с розовым оттенком	
Запах и вкус	Свойственные данному виду продукта, без посторонних привкуса и запаха с ароматом копчения, легкое цитрусовое послевкусие			

Кроме снижения нитрита натрия, композиция натуральных экстрактов цитрусовых способствует пролонгации сроков хранения готовых продуктов. Одними из показателей, влияющих на сроки хранения, является микробиологические показатели. В Таблице 5 представлены результаты микробиологического исследования посевов разработанных продуктов на КМАФАнМ на 3, 4 и 5 сутки.

Из таблицы видно, что показатели КМАФАнМ в образцах с применением композиции натуральных экстрактов цитрусовых значительно ниже контрольного и 2-го образцов, композиция натуральных экстрактов цитрусовых подавляет рост патогенных микроорганизмов и действует как природный консервант и антиоксидант.

Таблица 5
Результаты микробиологического исследования

Образец	КМАФАнМ, КОЕ (допустимое значение не более $2,5 \cdot 10^3$)		БГКП (допустимое значение не более $1,0 \cdot 10^3$)		Дрожжи/плесени (не нормируется)	
	Грудинка	Карбонад	Грудинка	Карбонад	Грудинка	Карбонад
1 посев – 3 сутки						
Образец 1 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и нитритом натрия)	$1,7 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^3$	не обнаружено	не обнаружено	менее $1 \cdot 10^1$	менее $1 \cdot 10^1$
Образец 2 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и сниженным содержанием нитрита натрия)	$1 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
2 посев – 5 сутки						
Образец 1 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и нитритом натрия)	$2,1 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	не обнаружено	не обнаружено	менее $1 \cdot 10^1$	менее $1 \cdot 10^1$
Образец 2 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и сниженным содержанием нитрита натрия)	$1,7 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^2$	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено

Окончание Таблицы 5

Образец	КМАФАнМ, КОЕ (допустимое значение не более $2,5 \cdot 10^3$)		БГКП (допустимое значение не более $1,0 \cdot 10^3$)		Дрожжи/плесени (не нормируется)	
	Грудинка	Карбонад	Грудинка	Карбонад	Грудинка	Карбонад
3 посева – 7 сутки						
Образец 1 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и нитритом натрия)	$2,4 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^1$
Образец 2 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и сниженным содержанием нитрита натрия)	$1,9 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$	не обнаружено	не обнаружено	менее $1 \cdot 10^1$	менее $1 \cdot 10^1$

Для установления сроков хранения был проведен анализ активности воды в образцах разработанных мясных продуктов. Активность воды – это важный показатель для контроля большинства биохимических и микробиологических реакций в пище, который в конечном итоге определяет ее стабильность и срок хранения. Роста активности воды в образцах с применением композиции натуральных экстрактов цитрусовых не выявлено, активность воды во всех образцах находится примерно на одном уровне ($A_w = 0.97 \pm 0,05$ для грудинки, $A_w = 0.98 \pm 0,05$ для карбонада).

Результаты анализа активности воды представлены в Таблице 6.

Таблица 6
Результаты анализа активности воды в разработанных мясных продуктах

Образец	Активность воды (A_w)	Температура, °C
Грудинка		
Образец 1 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и нитритом натрия)	$0.97 \pm 0,05$	$12 \pm 0,17$
Образец 2 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и сниженным содержанием нитрита натрия)	$0.97 \pm 0,05$	$12 \pm 0,17$
Карбонад		
Образец 1 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и нитритом натрия)	$0.98 \pm 0,04$	$12 \pm 0,17$
Образец 2 (с композицией натуральных экстрактов цитрусовых и сниженным содержанием нитрита натрия)	$0.98 \pm 0,04$	$12 \pm 0,17$

Из полученных данных микробиологического анализа и активности воды можно сделать вывод о том, что применение композиция натуральных экстрактов цитрусовых позволяет увеличить сроки хранения сырокопченых изделий до 7 суток при температуре от 0 до 8 °С и относительной влажности воздуха $75 \pm 5 \%$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований были выявлены наиболее предпочтительные композиции в составе стартовых культур для производства отдельных видов мясных продуктов из свинины с постферментативной термообработкой: наиболее предпочтительной для производства сырокопченого карбонада является стартовая культура Rosa, а для производства сырокопченной грудинки – стартовая культура Easy Cure. Установлено, что композиция экстрактов цитрусовых обладает антимикробной активностью и подходят для использования в производстве мясных сырокопченных продуктов. Применение экстрактов цитрусовых позволяет снизить количество нитрита натрия с сохранением сенсорных показателей качества готовых изделий. Результаты исследований указывают на потенциал применения композиции натуральных экстрактов цитрусовых в технологии мясных сырокопченных продуктов с постферментативной термообработкой для улучшения органолептических свойств, снижения нитрита натрия и пролонгации сроков хранения готовых продуктов.

ВКЛАД АВТОРОВ

Данильчук Т. Н.: руководство исследованием, разработка методологии исследования.

Ипатов Д. Е.: концептуализация, проведение исследования, ресурсы, создание рукописи и её редактирование.

ЛИТЕРАТУРА:

- Баженова, Б. А., Бурханова, А. Г., Забалуева Ю. Ю., & Добрецкий, Р. А. (2021). Исследование возможности иммобилизации антиоксидантов шиповника даурского включением в белково-липидный комплекс. *Техника и технология пищевых производств*, 51(2), 301–311. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-2-301-311>
- Валишев, А. А., & Ишевский, А. Л. (2022). Сравнительный анализ влияния хитозана, тмина, кориандра и зиры на качественные показатели вареных колбасных изделий. *Глобус*, 2(67), 14–35.
- Гашева, М. А. (2021). Подбор основных компонентов и изучение их влияния на показатели качества сырокопченых колбас. *Новые технологии*, (6), 26–34.
- Миколайчик, И. Н., Морозова, Л. А. & Ступина, Е. С. (2019). Обоснование и разработка технологического решения производства ферментированных колбас с применением стартовых культур. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*, 7(1), 51–57.
- Семенова, А. А., Лебедева Л. И., & Вережкина, М. И. (2019). Новая техническая документация на сырокопченые колбасы ускоренного созревания. *Все о мясе*, (6), 46–48.
- Соломенников, А. Е., & Сигаев, С. И. (2020). Влияние факторов неопределенности внешней среды и технологических особенностей производства колбасных изделий на устойчивое развитие предприятий мясоперерабатывающей промышленности России. *Сельское хозяйство*, (1), 1–14.
- Табакеева, О. В., Попова, А. В., Ивашина, Л. А., & Ивашина, В. А. (2021). Разработка рецептуры сыровяленого изделия на основе мяса яков с использованием экстракта ягод калины. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 11(176), 174–180.
- Цурупа, М. А., & Боровская, Л. В. (2021). Методы получения со2 экстрактов фитосырья и их применение в рыбной и мясной продукции. *The Scientific Heritage*, (81–2), 41–43. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-81-2-41-43>
- Ademosun, A. (2022). Citrus peels odyssey: From the waste bin to the lab bench to the dining table. *Applied Food Research*, (2), 100083. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100083>
- Afraei, M., Soleimanian-Zad, S., & Fathi, M. (2022). Improvement the texture of nitrite-free fermented sausages using microencapsulation of fermenting bacteria. *Food Bioscience*, 50, 102010, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102010>
- Askild, L. & Holck, L. A. (2011). Reduction of verotoxigenic *Escherichia coli* in production of fermented sausages. *Meat Science*, 89, 286–295. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.031>
- Ayaseh, A. (2022). Production of nitrite-free frankfurter-type sausages by combining ϵ -polylysine with beetroot extracts: An assessment of microbial, physicochemical, and sensory properties. *Food Bioscience*, 49, 101936. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101936>
- Bellucci, E. R., & Paulo, E. S. (2021). Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. *Meat Science*, 171, 108284 <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108284>
- Bungenstock, A., & Abdulmawjood, F. (2020). Evaluation of antibacterial properties of lactic acid bacteria from traditionally and industrially produced fermented sausages from Germany. *PLoS One*, 15, e0230345. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230345>
- Casquete, R., Benito, M. J., & Martín, A. (2011) Effect of autochthonous starter cultures in the production of «salchichón», a traditional Iberian dry-fermented sausage, with different ripening processes. *LWT – Food Science and Technology*, 44, 1562–1571. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.01.028>
- Fernández, M., & Caballero, N. (2023). Potential of selected bacteriocinogenic lactic acid bacteria to control *Listeria monocytogenes* in nitrite-reduced fermented sausages. *Food Control*, 150, 109724. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109724>
- Flores, M. (2018). Understanding the implications of current health trends on the aroma of wet and dry cured meat products. *Meat Science*, 144, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.016>
- Halagarda, M., & Wójciak, K. M. (2022). Health and safety aspects of traditional European meat products. *Meat Science*, 184, 108623. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108623>
- Hu, Y., Wang, J., & Liu, Q. (2022). Unraveling the difference in flavor characteristics of dry sausages inoculated with different autochthonous lactic acid bacteria. *Food Bioscience*, 47, 101778, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101778>
- Li, Y., Cao, Z., & Yu, Z. (2023). Effect of inoculating mixed starter cultures of *Lactobacillus* and *Staphylococcus* on bacterial communities and volatile flavor in fermented sausages. *Food Science and Human Wellness*, 12, 200–211. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.07.010>
- Manassi, C. F., & Steinmetz de Souza, S. (2022). Functional meat products: Trends in pro-, pre-, syn-, para- and post-biotic use. *Food Research International*, 154, 111035. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111035>
- Manzoor, A., Ahmad, S., & Basharat, Y. (2022). Effect of bioactive-rich mango peel extract on physicochemical, antioxidant and functional characteristics of chicken

- sausage. *Applied Food Research*, 2, 100183. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100183>
- McKenna, J. (2019). Evaluation of citrus fiber as a natural replacer of sodium phosphate in alternatively-cured all-pork Bologna sausage. *Meat Science*, 157, 107883. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107883>
- Nowak, A., Czyzowska, A., & Efenberger, M. (2016). Polyphenolic extracts of cherry (*Prunus cerasus* L.) and blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) leaves as natural preservatives in meat products. *Food Microbiology*, 59, 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.06.004>
- Ropars, J., & Giraud, T. (2022). Convergence in domesticated fungi used for cheese and dry-cured meat maturation: beneficial traits, genomic mechanisms, and degeneration. *Current Opinion in Microbiology*, 70, 102236. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2022.102236>
- Sallan, S., Kaban, G., & Kaya, M. (2022). The effects of nitrite, sodium ascorbate and starter culture on volatile compounds of a semi-dry fermented sausage. *LWT*, 153, 112540. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112540>
- Serdaroglu, M. (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>
- Wang, X., Zhang, Y., & Ren, H. (2018). Comparison of bacterial diversity profiles and microbial safety assessment of salami, chinese dry-cured sausage and chinese smoked-cured sausage by high-throughput sequencing. *LWT*, 90, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.011>
- Zang, J., Xu, Y., & Xia, W. (2018). Dynamics and diversity of microbial community succession during fermentation of suan yu, a chinese traditional fermented fish, determined by high throughput sequencing. *Food Research International*, 111, 565–573. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.076>
- Zdolec, N., & Mikuš, T. (2022). Chapter 8 – lactic acid bacteria in meat fermentation: dry sausage safety and quality. *Lactic Acid Bacteria in Food Biotechnology*. Elsevier, 145–159. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89875-1.00007-9>

REFERENCES

- Bazhenova, B. A., Burxanova, A. G., Zabalueva, Yu. Yu., & Dobreczkij, R. A. (2021). Study of the possibility of immobilization of rosehip antioxidants by inclusion in a protein-lipid complex. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv*, 51(2), 301–311. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-2-301-311>
- Valishev, A. A., & Ishevskij, A. L. (2022). Comparative analysis of the influence of chitosan, cumin, coriander and cumin on the quality indicators of cooked sausages. *Globus*, 2(67), 14–35.
- Gasheva, M. A. (2021). Selection of the main components and study of their influence on the quality indicators of smoked sausages. *Novye tekhnologii*, (6), 26–34.
- Mikolajchik, I. N., Morozova, L. A. & Stupina, E. S. (2019). Justification and development of a technological solution for the production of fermented sausages using starter coolers. *Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii*, 7(1), 51–57.
- Semenova, A. A., Lebedeva L. I., & Verevkina, M. I. (2019). New technical documentation for smoked sausages with accelerated maturation. *Vse o myase*, (6), 46–48.
- Solomennikov, A. E., & Sigaev, S. I. (2020). The influence of environmental uncertainty factors and technological features of sausage production on the sustainable development of meat processing enterprises in Russia. *Sel'skoe hozyajstvo*, (1), 1–14.
- Tabakaeva, O. V., Popova, A. V., Ivashina, L. A., & Ivashina, V. A. (2021). Development of receptors for a cured product based on yak meat using its extract of viburnum berries. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 11(176), 174–180.
- Czurupa, M. A., & Borovskaya, L. V. (2021). Methods for obtaining co2 extracts of phyto-raw materials and their use in meat and meat products. *The Scientific Heritage*, (81–2), 41–43. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-81-2-41-43>
- Ademosun, A. (2022). Citrus peels odyssey: From the waste bin to the lab bench to the dining table. *Applied Food Research*, (2), 100083. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100083>
- Afraei, M., Soleimanian-Zad, S., & Fathi, M. (2022). Improvement the texture of nitrite-free fermented sausages using microencapsulation of fermenting bacteria. *Food Bioscience*, 50, 102010. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102010>
- Askild, L. & Holck, L. A. (2011). Reduction of verotoxigenic *Escherichia coli* in production of fermented sausages. *Meat Science*, 89, 286–295. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.031>
- Ayaseh, A. (2022). Production of nitrite-free frankfurter-type sausages by combining ϵ -polylysine with beetroot extracts: An assessment of microbial, physicochemical, and sensory properties. *Food Bioscience*, 49, 101936. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101936>
- Bellucci, E. R., & Paulo, E. S. (2021). Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. *Meat Science*, 171, 108284. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108284>

- Bungenstock, A., & Abdulmawjood, F. (2020). Evaluation of antibacterial properties of lactic acid bacteria from traditionally and industrially produced fermented sausages from Germany. *PLoS One*, 15, e0230345. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230345>
- Casquete, R., Benito, M. J., & Martín, A. (2011) Effect of autochthonous starter cultures in the production of «salchichón», a traditional Iberian dry-fermented sausage, with different ripening processes. *LWT – Food Science and Technology*, 44, 1562–1571. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.01.028>
- Fernández, M., & Caballero, N. (2023). Potential of selected bacteriocinogenic lactic acid bacteria to control *Listeria monocytogenes* in nitrite-reduced fermented sausages. *Food Control*, 150, 109724. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109724>
- Flores, M. (2018). Understanding the implications of current health trends on the aroma of wet and dry cured meat products. *Meat Science*, 144, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.016>
- Halagarda, M., & Wójciak, K. M. (2022). Health and safety aspects of traditional European meat products. *Meat Science*, 184, 108623. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108623>
- Hu, Y., Wang, J., & Liu, Q. (2022). Unraveling the difference in flavor characteristics of dry sausages inoculated with different autochthonous lactic acid bacteria. *Food Bioscience*, 47, 101778. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101778>
- Li, Y., Cao, Z., & Yu, Z. (2023). Effect of inoculating mixed starter cultures of *Lactobacillus* and *Staphylococcus* on bacterial communities and volatile flavor in fermented sausages. *Food Science and Human Wellness*, 12, 200–211. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.07.010>
- Manassi, C. F., & Steinmetz de Souza, S. (2022). Functional meat products: Trends in pro-, pre-, syn-, para- and post-biotic use. *Food Research International*, 154, 111035. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111035>
- Manzoor, A., Ahmad, S., & Basharat, Y. (2022). Effect of bioactive-rich mango peel extract on physicochemical, antioxidant and functional characteristics of chicken sausage. *Applied Food Research*, 2, 100183. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100183>
- McKenna, J. (2019). Evaluation of citrus fiber as a natural replacer of sodium phosphate in alternatively-cured all-pork Bologna sausage. *Meat Science*, 157, 107883. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107883>
- Nowak, A., Czyzowska, A., & Efenberger, M. (2016). Polyphenolic extracts of cherry (*Prunus cerasus* L.) and blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) leaves as natural preservatives in meat products. *Food Microbiology*, 59, 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.06.004>
- Ropars, J., & Giraud, T. (2022). Convergence in domesticated fungi used for cheese and dry-cured meat maturation: beneficial traits, genomic mechanisms, and degeneration. *Current Opinion in Microbiology*, 70, 102236. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2022.102236>
- Sallan, S., Kaban, G., & Kaya, M. (2022). The effects of nitrite, sodium ascorbate and starter culture on volatile compounds of a semi-dry fermented sausage. *LWT*, 153, 112540. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112540>
- Serdaroglu, M. (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>
- Wang, X., Zhang, Y., & Ren, H. (2018). Comparison of bacterial diversity profiles and microbial safety assessment of salami, chinese dry-cured sausage and chinese smoked-cured sausage by high-throughput sequencing. *LWT*, 90, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.011>
- Zang, J., Xu, Y., & Xia, W. (2018). Dynamics and diversity of microbial community succession during fermentation of suan yu, a chinese traditional fermented fish, determined by high throughput sequencing. *Food Research International*, 111, 565–573. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.076>
- Zdolec, N., & Mikuš, T. (2022). Chapter 8 – lactic acid bacteria in meat fermentation: dry sausage safety and quality. *Lactic Acid Bacteria in Food Biotechnology*. Elsevier, 145–159. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89875-1.00007-9>