ПИТАНИЕ

https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150

УДК 637.5.03

Сравнительная оценка способов термической обработки мяса цесарки

Е. В. Литвинова[1] , С. Н. Кидяев[1] , В. Л. Лапшина[1] , В. В. Никитин[2]

[1] ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», Москва, Россия

[2] Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва, Россия

Корреспонденция:
Литвинова Елена Викторовна, Московский государственный университет пищевых производств, 125080, г. Москва, Волоколамское ш., 11
E-mail: litvinovaev@mgupp.ru

Конфликт интересов:
авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов

Поступила: 03.09.2022
Принята: 29.09.2022
Опубликована: 30.09.2022

Copyright: © 2022 Авторы

АННОТАЦИЯ

Введение. Изучение качественных показателей мяса цесарки в зависимости от способов термической обработки приобретает особую актуальность в контексте повышения интереса к обеспечению эффективного здоровьесбережения населения и продвижения практик наилучших доступных технологий.

Целью оригинального исследования являлось проведение сравнительной оценки изменения показателей качества мяса цесарки в зависимости от различных способов термической обработки (запекание, sous-vide).

Материалы и методы. В рамках выполнения работы руководствовались ТР ТС 021/2011, ТР ТС 034/2013, МУК 4.2.2747-10 и ГОСТ.

Результаты. В результате проведенных исследований установлено, что мясо цесарки является источником полноценного белка (много триптофана и изолейцина), сбалансированной липидной фракции, что позволяет его рекомендовать для лечебного, функционального детского и диетического питания. Разработана технология sous-vide продукта из мяса цесарки с высокими функционально-технологическими свойствами и органолептическими показателями.

Выводы. Установлено, что разработанный продукт содержит на 2,96 % больше влаги, 0,4 % белка, имеют более нежную консистенцию и доступность действию пищеварительных ферментов (на 1,69 %), по сравнению с продуктом, запеченным в полиэтилентерефталатовом пакете.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

термическая обработка, мясо цесарки, продукт из мяса, запекание, sous-vide

Для цитирования: Литвинова, Е. В., Кидяев, С. Н., Лапшина, В. Л., & Никитин, В. Н. (2022). Сравнительная оценка способов термической обработки мяса цесарки. *Health, Food & Biotechnology*, *4*(3), 28–40. https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150

FOOD

https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150

Comparative Evaluation of Heat Treatment of Guinea Fowl Meat

Elena V. Litvinova[1], Sergey N. Kidyaev[1], Viktoria L. Lapshina[1], Vladimir V. Nikitin[2]

[1] Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

[2] All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry — branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science, Moscow, Russia

Correspondence:
Elena V. Litvinova
Moscow State University of Food Production, 11,Volokolamskoe highway, 125080, Moscow, Russia
E-mail: litvinovaev@mgupp.ru

Declaration of competing interest: none declared.

Received: 03.09.2022
Accepted: 29.09.2022
Published: 30.09.2022

Copyright: © 2022 The Authors

ABSTRACT

Introduction. The study of quality indicators of guinea fowl meat, depending on the methods of heat treatment, is of particular relevance in the context of increasing interest in ensuring effective health protection of the population and promoting the practices of the best available technologies.

Purpose. The purpose of the original study was to conduct a comparative assessment of changes in the quality of guinea fowl meat depending on various methods of heat treatment (baking, sous-vide).

Materials and methods. The work was guided by TR CU 021/2011, TR CU 034/2013, MG 4.2.2747-10, and all-Union State Standard.

Results. As a result of the research, it was found that guinea fowl meat is a source of complete protein (a lot of tryptophan and isoleucine), a balanced lipid fraction, which allows it to be recommended for therapeutic, functional children's and dietary nutrition. A sous-vide technology has been developed for a product made from guinea fowl meat with high functional and technological properties and organoleptic characteristics.

Conclusions. It has been established that the developed product contains 2.96 % more moisture, 0.4 % protein, has a more delicate texture and accessibility to the action of digestive enzymes (by 1.69 %), compared with the product baked in a polyethylene terephthalate bag.

KEYWORDS

heat treatment, guinea fowl meat, meat product, roasting, sous-vide

To cite: Litvinova, E. V., Kidyaev, S. N., Lapshina, V. L., & Nikitin, V. N. (2022). Comparative evaluation of methods of heat treatment of guinea fowl meat. *Health, Food & Biotechnology*, *4*(3), 28–40. https://doi.org/10.36107/hfb.2022.i3.s150

ВВЕДЕНИЕ

Питание направлено не только на удовлетворение первостепенных физиологических потребностей человека, но и позволяет приобщиться к национальным традициям и культуре различных народов. В современных реалиях производства без использования инновационных технологий довольно затруднительно быть конкурентоспособным.

Именно поэтому разрабатываются новые технологии приготовления продуктов питания, позволяющие заинтересовать современного потребителя, который все чаще стремится к здоровому образу жизни.

Например, для быстрого и эффективного процесса приготовления пищи разработана система Cook&Chill, которая позволяет готовить одновременно большое количество не только однородной, но и разнородной продукции, которая впоследствии быстро охлаждается (с 65 до 10 °С) и хранится в холодильнике (Karmanova, 2017).

Широко распространены и новейшие технологии в системе обработки продуктов. Большой интерес в этом вопросе представляет технология sous-vide, которая способствует получению продукции высокого качества, сокращению потерь при тепловой обработке и увеличению сроков годности продуктов питания. На сегодняшний день sous-vide является одной из главных инноваций в технологии приготовления пищевых продуктов (Jiang 2022).

В индустриальном питании sous-vide является продолжением, разработанной корпорацией W.R. Grace, технологии CapKold, которая предусматривает применение крупнотоннажного оборудования, обеспечивающего выработку кулинарной продукции до 30 т в день при высоких санитарно-гигиенических показателях продукта в процессе его приготовления, упаковку при температуре 85 °С, близкой к температуре пастеризации в барьерном пакете, и быстрое охлаждение в специальных барабанах с ледяной водой. Технология CapKold официально разрешена в странах ЕС, как одна из наиболее безопасных, сертифицирована по HACCP и направлена на предотвращение возможных нарушений на каждом этапе производства. Кроме того, система управления CapKold предполагает автоматизированное управление всеми операциями технологического цикла производства продуктов питания (Mason,1990).

Sous-vide — процесс термической обработки сырья, герметично упакованного в термостабильные пакеты под вакуумом, осуществляемый при строго контролируемых температурах в течение длительного времени с последующим быстрым охлаждением (до достижения температуры 3 °С в центре продукта) и хранением при низкой температуре (Diaz, 2008). История данного способа приготовления началась в стране гурманов и ресторатором — Франции.

Уместным будет отметить, что сущность технологии была впервые описана Б. Румфордом в далеком 1799 г. В 1960-х гг метод использования говячего воздуха вместо водяной бани был повторно описан американскими и французскими инженерами и первоначально использовался в исследовательских лабораториях. Только спустя некоторое время данную технологию внедрили в промышленность с целью производства специализированных продуктов питания пролонгированных сроков годности для госпиталей.

Изобретателем данной технологии в области приготовления пищевых продуктов считается шеф-повар ресторана «La Maison Troisgros» Ж. Пралю, который, используя вакуум, в 1974 г. приготовил фуа-гра с сохраненнной консистенцией и без потери ценного жира.

Однако развитию данной технологии доведения продуктов до кулинарной готовности, мир обязан не только Ж. Пралю. Первоначально, данный способ приготовления считался сегментом элитарной технологии, которая разрабатывалась не для учреждений высокой кухни. Глава компании быстрого питания Wimpy›s — Ж. Борель, задался вопросом о том, как жесткому мясу с высоким содержанием соединительной ткани, придать органолептические показатели, соответствующие тем, что у высококачественной продукции конкурентов. С этой целью он обратился к Б. Гуссо (биохимик по образованию), который в то время работал в лаборатории Sepial. В результате проведенных исследований, Б. Гуссо обнаружил, что длительный нагрев предварительно упакованного в пакет мяса на водяной бане при 60 °С размягчает волокна соединительной и мышечной ткани, сохраняя его сочность. Биохимик публично представил свои результаты перед научным сообществом в рамках конференции в Международном институте холода в 1974 г. Хочется отметить, что Б. Гуссо провёл многочисленные исследования в этой области и даже обучал поваров в рамках курсов повышения квалификации, а в 1986 г. совместно с известным поваром Ж. Робушо, разработал новое меню для Национальной компании французских железных дорог, которое полностью было основано на приготовлении продуктов в вакууме.

После работ Ж. Пралю и Б. Гуссо разработанная технология быстро стала популярной в европейских ресторанах. На американском контитенте sous-vide приобрела популярность не сразу, причиной тому являлось настороженное отношение к данной технологии Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов, которое было озабочено безопасностью продуктов, обработанных при низкой тем-

пературе. Тем не менее, в 2000 г. француз Ж. Бертолон продемонстрировал известным американским поварам преимущества sous-vide и после этого практически любой ресторан со звездой Мишлен имел установку для приготовления продукции в вакууме. В 2010-х годах, после появления сравнительно недорогих устройств, метод стал массово использоваться не только в ресторанах, но и в домашнем хозяйстве (Fofanova, 2018).

Преимущества технологии sous-vide:
- высокая экономическая эффективность — снижение расходов на электроэнергию в 4 раза;
- существенное снижение потерь биологически активных веществ при тепловой обработке;
- увеличение выхода продукта (потери составляют около 7 %);
- формирование привлекательных органолептических показателей, т.к. низкотемпературная обработка способствует сохранности клеточных мембран, например, мышечной и соединительной ткани мяса;
- обеспечение высоких санитарно-гигиенических показателей готовой продукции — минимизация контакта продукта с источниками микробиальной контаминации в процессе производства продукции;
- расходные материалы на приготовление, в частности, пакеты из барьерного материала, могут служить упаковкой в логистическом цикле транспортировки продукта.

Недостатки технологии sous-vide:
- высокая стоимость промышленного оборудования для внедрения sous-vide;
- ограниченность приготовления продуктов питания (технологию не применяют при приготовлении продуктов из фарша или, имеющих твердую поверхность, например, продукция гидробионтов — лобстер, мидии и т. д.);
- длительность процесса приготовления;
- отсутствие аппетитной румяной корочки на готовой к употреблению продукции, поскольку образование меланоидинов в результате реакции Майяра инициируется при температуре около 154 °C. Скорость реакции Майяра возможно ускорить добавлением редуцирующих сахаров (глюкозы, фруктозы или лактозы) и увеличением pH (например, путем добавления щепотки пищевой соды);
- ограничение температуры в процессе приготовления. Например, мясное сырье не следует доводить до кулинарной готовности sous-vide при 52 °C, поскольку процесс приготовления может затянуться до 4 ч, вследствие чего возникает риск прорастания активированных спор с последующим размножением вегетативных клеток патогенов, например, Clostridium botulinum. В данном случае необходимо выбирать более высокие температуры для тех продуктов, приготовление которых занимает более 4 ч (Fofanova, 2018).

Оборудование для sous-vide

Для выпуска продукции по технологии sous-vide можно использовать конвекционные печи, пищеварочные котлы, а также специальные термостаты sous-vide. Специалистами было доказано, что в конвекционных печах не удается равномерно нагреть пищу при полной загрузке оборудования, а нагревание пакета происходит медленнее (на 70–200 % дольше), чем в термостате sous-vide. Предполагается, что данный эффект является результатом относительно неравномерного распределения пара в теплообменной среде при температурах ниже 100 °C. В отличие от пароконвектомата, термостат sous-vide нагревает водяную баню равномерно и обычно обеспечивает погрешность в менее чем 0,05 °C. Несмотря ни на что, и то, и другое оборудование используют.

Данная технология востребована во многих странах мира, в том числе и в РФ. Sous-vide позволяет сохранить легколетучие полезные вещества, тем самым — повысить спрос на подобную продукцию. Мясная отрасль в этом вопросе, конечно, не отстает, поскольку развивается «в ногу со временем». Например, испанским исследованием установлена целесообразность применения метода sous-vide при производстве продуктов из баранины. В последние 10–20 лет, зафиксировано снижение потребления баранины на душу населения в Испании, в том числе и из-за традиционных способов ее приготовления. Ученые считают, что технология sous-vide является прекрасной альтернативой для успешной коммерциализации данного вида мяса.

Интерес представляет и производство с помощью sous-vide продуктов из мяса птицы, а также национальных мясных изделий, например, донер-кебаба — традиционного турецкого блюда. В настоящее время для реализации в розничной торговле полуфабрикат после термообработки упаковывают и предлагают к продаже в замороженном или охлажденном виде. Обработка мясного продукта в вакууме можно рассматривать как новый способ производства и упаковки этого вида изделия при существенном улучшении запаха, вкуса и сочности по сравнению с традиционной технологией (Roldan, 2013).

Опираясь на вышеизложенное, можно сделать вывод, что данная технология не случайно приобретает популярность как на предприятиях общественного питания, так и в индустрии производства готовых к употреблению продуктов, в том числе из мяса разных видов животных (сельскохозяйственных и промысловых), за счет формирования привлекательных органолептических показателей пищевых продуктов.

В этой связи очевидна высокая актуальность исследований и практических разработок, направленных на со-

здание новых и совершенствование существующих технологий и технических средств термической обработки мясного сырья.

Целью работы являлось проведение сравнительной оценки изменения показателей качества мяса цесарки в зависимости от различных способов термической обработки (запекание, sous-vide).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили охлажденные тушки цесарки. Опытные образцы тушек цесарки подвергались термической обработке до достижения кулинарной готовности с использованием запекания и технологии sous-vide.

При выполнении исследований по определению показателей пищевой ценности использовали следующие методики: массовую долю влаги — по ГОСТ 9793–2016; массовую долю белка — на полуавтоматическом приборе Kjeltec System 1002 «Tecator» (FOSS, Дания); массовую долю жира — по GOST 23042–2015, массовую долю золы — по ГОСТ 31727–2012 (ISO 936:1998).

При изучении степени переваримости белков «in vitro» применяли метод Покровского-Ертанова (модифицированный прибор МГУПБ, Россия).

Величину pH определяли с помощью pH-метра «Testo-205», с диапазоном измерений pH — 0,5÷14 (Testo, Германия).

Структурно-механические свойства мясных продуктов, в частности, напряжение среза и работу резания, оценивали с помощью универсальной испытательной машине «Instron — 1140» с использованием приставки «Kramer Shear Press».

Руководствуясь ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 034/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции», МУК 4.2.2747–10 Методы санитарно-паразитологической экспертизы мяса и мясной продукции, проводили микробиологические исследования и изучали показатели безопасности разработанных продуктов питания.

Органолептическим испытаниям подвергали образцы, ориентируясь на ГОСТ ISO 11037–2013.

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

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Алгоритм осуществления эксперимента подразумевал проведение научных наблюдений, расчёт и анализ полученных результатов.

В настоящее время цесарка набирает популярность среди потребителя, что способствует росту промышленного производства. Данное обстоятельство требует глубокого изучения данного вида мясного сырья и разработки технологий продуктов из мяса цесарки.

На первом этапе исследований была проведена оценка химического состава различных частей тушки цесарки (Таблица 1). В частности, оценивали грудные и бедренные мышцы, поскольку они присутствуют в тушке птицы в наибольшем количестве и обеспечивают высокий выход бескостного мяса.

Грудная мышца тушки цесарки содержит больше сбалансированного белка по сравнению с бедренной мышцей.

При исследовании разных частей туши цесарки, установлены различия в содержании незаменимой аминокислоты — метионин и заменимых аминокислот — аргинина и аспарагиновой (Таблица 2). В частности, в грудных

Таблица 1

Химический состав различных частей тушки цесарки

Наименование показателя	Содержание, %	
	грудная мышца	бедренная мышца
Массовая доля влаги	76,72 ± 1,13	76,18 ± 1,18
Массовая доля белка	3,98 ± 0,23	3,04 ± 0,19
Массовая доля жира	21,21 ± 0,56	21,02 ± 0,65
Массовая доля золы	1,06 ± 0,02	1,07 ± 0,03

Таблица 2

Аминокислотный состав различных частей тушки цесарки

Наименование показателя	Содержание, г/100 г белка	
	грудная мышца	бедренная мышца
Валин	4,51 ± 0,13	4,62 ± 0,12
Изолейцин	4,45 ± 0,03	4,44 ± 0,09
Лейцин	8,26 ± 0,09	8,27 ± 0,07
Лизин	7,19 ± 0,03	7,20 ± 0,13
Метионин	2,51 ± 0,08	2,30 ± 0,10
Треонин	4,38 ± 0,03	4,35 ± 0,07
Триптофан	2,15 ± 0,09	2,21 ± 0,05
Фенилаланин	3,97 ± 0,15	4,04 ± 0,18
Общее	37,42 ± 0,18	37,43 ± 0,31

мышцах содержится больше метионина (на 0,19 г/100 г) по сравнению с бедренными мышцами, однако, бедренные мышцы превосходят грудные мышцы по содержанию фенилаланина — на 0,20 г/100 г белка.

Соотношение ненасыщенных и насыщенных жирных кислот в липидах грудной мышцы цесарки составило 1,69:1 (Таблица 3). Данный показатель в липидах бедренной мышцы цесарок равен 1,38:1. Результаты исследований свидетельствуют, что наибольшее содержание ненасыщенных жирных кислот наблюдается в грудной мышце.

Таблица 3

Жирнокислотный состав различных частей тушки цесарки

Наименование показателя	Содержание, %	
	грудная мышца	бедренная мышца
Насыщенные	35,17	38,03
Мононенасыщенные	38,23	35,34
Полиненасыщенные	21,30	17,13
Линоленовая (ω_3)	0,17	0,30

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что мясо цесарки является ценным белковым продуктом со сбалансированным амино- и жирнокислотным составом.

Известно, что мясо цесарки лишено каких-либо национальных и религиозных ограничений при использовании, что требует расширения линейки продуктов из данного вида сырья.

Следующий этап работы заключался в сравнительной оценке способов термической обработки мяса цесарки.

В лабораторных условиях была проведена опытная выработка продуктов из мяса цесарки, подвергнутых запеканию в пакете и обработке sous-vide с использованием маринада (горчица, сухой лук, сухой чеснок, кориандр, куркума, сладкая паприка, молотый черный перец) (Рисунок 1).

При запекании в пакете тушку птицы подвергали обработке маринадом и упаковывали в полиэтилентерефталатовый пакет. Затем проводили термическую обработку, которую осуществляли в шкафах с электрическим обогревом при температуре 130 °С до достижения температуры в центре продукта 81 ± 1 °С.

Затем готовые продукты охлаждали при температуре 2 °С до температуры в центре продукта не выше 6 °С.

Рисунок 1

Визуализация технологического процесса доведения тушки цесарки до кулинарной готовности по технологии sous-vide

Взвешивание тушки цесарки

Маринование и взвешивание

Упаковка и вакуумирование

Термическая обработка в варочном котле

Внешний вид продукта после термической обработки

Технология sous-vide выполнялась в несколько стадий.

1. Подготовка сырья (перед закладкой в пакет продукт подвергали обработке маринадом).

2. Упаковка продукта
   Тушку цесарки помещали в вакуумный пакет толщиной 85 мкм, изготовленный из композитных полимерных материалов с высокобарьерными свойствами, который обеспечивал максимальное защиту поверхности продукта, тем самым увеличивая его срок годности. Как только в пакете создалась вакуумная среда, что поспособствовало увеличению теплопроводности. Этот процесс помог сконцентрировать всю влагу внутри пакета, без возможности вытекания или испарения, что послужило приготовлению кулинарного изделия «в собственном соку».

3. Термическая обработка продукта
   Упакованный продукт помещали в Cook Tank (варочный котел) для варки при пониженных температурных показателях. Контейнер, в который погружалась вакуумированная тушка цесарка, изготовлена из нержавеющей стали. Расстояние между дном емкости и нижней границей защитного кожуха нагревательного элемента составило 4,5 см. Наливали горячую воду температурой 50 °С, что позволило снизить затраты электроэнергии для ввода оборудования в рабочий режим. Температура обработки составила 75 °С в течение 6 ч.

4. Охлаждение продукта
   Охлаждение проводили на аппарате Cook Tank. Процесс заключался в добавлении холодной воды температурой около 1 °С, что позволяло охладить продукт в течение 45–65 мин.

5. Хранение при температуре не выше 4 °С.

Визуализация технологического процесса производства мяса цесарки sous-vide представлен на Рисунке 1.

Применяемые параметры тепловой обработки влияют на показатели выхода готового продукта. Так, установлено, что выход продукта при использовании процесса запекания на 2,2 % ниже выходу продукта из мяса цесарки, приготовленной по технологии sous–vide. Разность выходов обусловлена большим содержанием остаточной влаги в мясе цесарке sous-vide.

Влияние параметров тепловой обработки на такие показатели как кислотность (pH) влагоудерживающую способность (ВУС) представлены в Таблице 5. ВУС грудной и бедренной мышц, подвергнутые технологии sous-vide выше по сравнению с запеканием (Таблица 5), что коррелирует с показателями выхода готового продукта. как свидетельствуют результаты исследований, влагоудерживающая способность бедренных мышц выше на 1,5 %, чем грудных. Видно, что влагоудерживающая способность и грудных и бедренных мышц выше у продукта по технологии sous-vide примерно на 2,3 %, что, возможно, связано с небольшими денатурационно-коагуляционными изменениями белковых макромолекул мясного сырья при нагреве.

Таблица 4

Выход и энергетическая ценность продуктов из мяса цесарки

Наименование показателя	Способ приготовления	
	Продукт, запеченный в пакете	Продукт sous-vide
Выход, %	83,1 ± 0,4	86,2 ± 0,3
Энергетическая ценность, ккал/100 г	156,83	144,85

Таблица 5

Физико-химические показатели продуктов из мяса цесарки

Наименование показателя		Способ приготовления	
		Продукт, замеченный в пакете	Продукт sous-vide
pH	грудная мышца	6,10 ± 0,02	6,14 ± 0,04
	бедренная мышца	6,01 ± 0,04	6,05 ± 0,05
Влагоудерживающая способность (ВУС), % к общей влаге	грудная мышца	59,21 ± 0,27	60,43 ± 0,21
	бедренная мышца	60,00 ± 0,34	61,71 ± 0,32

Для потребителя одними из определяющих являются органолептические показатели, которые влияют на потребительский спрос продуктов питания.

Независимой дегустационной комиссией кафедры «Технологии и биотехнологии мяса и мясных продуктов» проведена органолептическая оценка готовых изделий по 5-ти бальной шкале, результаты которой представлены на рисунке 4.

Ссылаясь на диаграмму в рисунке 4, можно сделать положительное заключение о вкусовых характеристиках продукта по технологии sous-vide. Продукт имел нежную и сочную консистенцию, которую дегустационная комиссия отметила отдельно. По сравнению с продук-

Рисунок 2

Напряжения среза продуктов из мяса цесарки

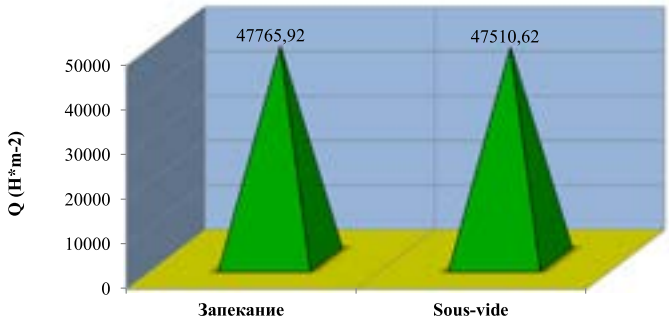


Рисунок 3

Работа резания продуктов из мяса цесарки

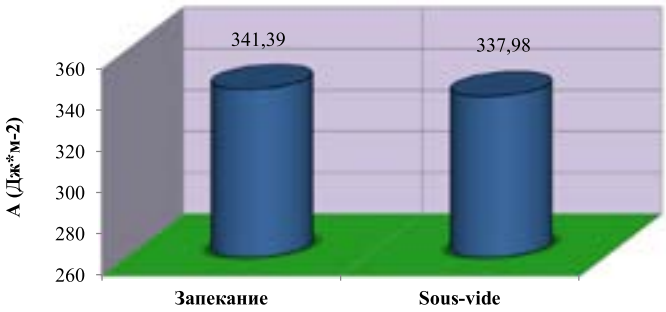
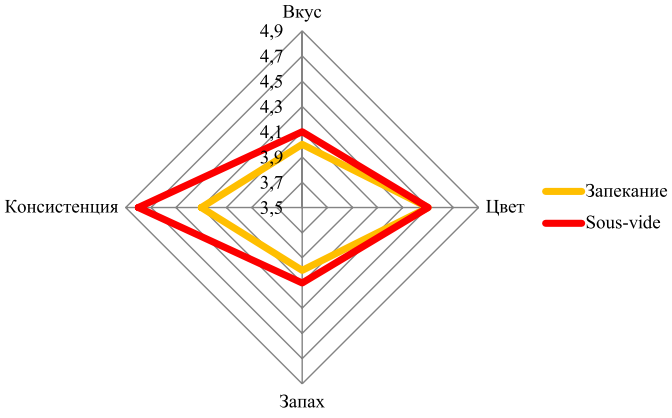


Рисунок 4

Балльная система оценки органолептических показателей продуктов из мяса цесарки



том, запечённым в пакете, мясо цесарки по технологии sous-vide отличалось более выраженным ароматом.

В инструментальном плане результаты органолептических исследований подтверждаются данными напряжения срезу и работы резания.

При запекании мяса цесарки, продукт обладал более выявленной чёткой структурной организацией. Структурно-механические свойства мясных продуктов определяются как количеством общей влаги, так и долей влаги, прочно связанной со структурными элементами. Результаты, характеризующие напряжение среза и работа резания продуктов из мяса цесарки, представлены на Рисунках 2 и 3.

Более рыхлой, водянистой и нежной консистенцией характеризовался продукт из цесарки по технологии sous-vide, Напряжение среза и работа резания у данного образца было на 255,3 Н • m^{-2} и 3,41 Дж • m^{-2}, соответственно, по сравнению с образцом, подвергнутым запеканию.

Пищевую ценность продуктов оценивали по переваримости in vitro пищеварительными ферментами пепсином и трипсином. Проведенный анализ данных не выявил достоверных различий между способами воздействия, на данный показатель у различных видов мышц цесарок.

Таблица 6

Показатели переваримости продуктов из мяса цесарки

Наименование показателя		Способ приготовления	
		Продукт, замеченный в пакете	Продукт sous-vide
Грудная мышца	пепсином	7,01 ± 0,25	7,20 ± 0,41
	трипсином	9,01 ± 0,19	9,02 ± 0,34
Общее значение		16,02 ± 0,43	16,22 ± 0,23
Бедренная мышца	пепсином	6,10 ± 0,35	6,39 ± 0,14
	трипсином	8,07 ± 0,27	7,97 ± 0,11
Общее значение		14,17 ± 0,34	14,36 ± 0,28

В ходе исследований установлено, что продукт из мяса цесарки sous-vide более доступен действию ферментов желудочно-кишечного тракта по сравнению образцом, запеченным в пакете (Таблица 6). Переваримость грудных мышц на 3,80 %, а бедренных на 2,80 % выше у продукта sous-vide. Следует отметить, что расщепление грудных мышц пищеварительными ферментами на 10,43 % выше, чем бедренных, что связано с меньшим содержанием в них соединительнотканных белков (Таблица 7).

Показатели биологической ценности продуктов из мяса цесарки высокие, независимо от способа приготовления.

Изучая химический состав продукта, различного по способу приготовления, обнаружены следующие расхождения в итоговых показателях (Таблица 7).

Таблица 7

Химический состав продуктов из мяса цесарки

Наименование показателя	Способ приготовления	
	Продукт, замеченный в пакете	Продукт sous-vide
Массовая доля влаги, %	65,69	67,26
Массовая доля белка, %	26,99	27,19
Массовая доля жира, %	5,43	4,01
Массовая доля золы, %	1,89	1,54

Анализирую химический состав продукта мяса цесарки было выявлено, что содержание влаги в изделии sous–vide больше показателя продукта в пакете на 3,5%. Объяснить этот результат можно тем, что при обработке, выделившаяся влага в продукте sous-vide осталась в вакуумной упаковке в виде бульона.

Как видно из полученных данных способ приготовления оказывал заметное влияние на содержание белка. В тушках цесарок, подвергнутых обработке sous-vide, количество белка было значительно выше, чем в тушках, подвергнутых запекаканию в пакете на 1,03 %, что обусловлено большей потерей влаги в тушках цесарок при запекании, упакованных в пакеты.

При определении показателей массовой доли золы в образцах продуктов из мяса цесарки не выявлено различий при сравнении различных способов обработки.

Микробиологические показатели являются одними и зосновных при разработке продуктов питания, в том числе из мяса. Поэтому были изучены микробиологические показатели выработанных образцов продуктов из мяса цесарки в процессе хранения. Результаты представлены в таблице 8.

Образцы хранили в течение 8 сут, относительной влажности воздуха не выше 75 % при температуре 4 °С.

Результаты исследований показали, что во всех образцах готовой продукции количество КМАФАнМ не превышает допустимых норм (Требования ТР ТС 021/2011 и приложения 2 к МУК 4.2.1847–04.). В составе продуктов отсутствовали следы кишечных инфекций и сульфитредуцирующих клостридий, что подтверждает пищевую безопасность продуктов.

Таблица 8

Микробиологические показатели продуктов из мяса цесарки в процессе хранения

Продолжительность хранения	КМАФАнМ, КОЕ/г (см³) не более	БГКП (колиформы), не допускаются в массе продукта	Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в массе продукта
Требования ТР ТС 021/2011	**$1{,}0 \cdot 10^3$**	**1,0**	**0,1**
Продукт, запеченный в пакете			
0 сут	менее $1{,}0 \cdot 10^1$	не обнаружено	не обнаружено
1 сут	$8{,}0 \cdot 10^1$		
2 сут	$3{,}2 \cdot 10^2$		
3 сут	$5{,}4 \cdot 10^2$		
4 сут	$9{,}1 \cdot 10^2$		
5 сут	$1{,}1 \cdot 10^3$		
6 сут	$1{,}0 \cdot 10^3$		
7 сут	$1{,}4 \cdot 10^3$		
8 сут	$1{,}6 \cdot 10^3$		
9 сут	$2{,}5 \cdot 10^3$		
Продукт sous-vide			
0 сут	менее $1{,}0 \cdot 10^1$	не обнаружено	не обнаружено
1 сут	$1{,}3 \cdot 10^1$		
2 сут	$2{,}1 \cdot 10^1$		
3 сут	$6{,}7 \cdot 10^1$		
4 сут	$9{,}4 \cdot 10^1$		
5 сут	$1{,}3 \cdot 10^2$		
6 сут	$4{,}0 \cdot 10^2$		
7 сут	$8{,}2 \cdot 10^2$		
8 сут	$1{,}5 \cdot 10^3$		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опираясь на представленные результаты, можно сделать вывод о том, что мясо цесарки является источником полноценного белка (много триптофана и изолейцина), сбалансированной липидной фракции, что позволяет его рекомендовать для лечебного, функционального детского и диетического питания.

Разработана технология для получения продукта из мяса цесарки с высокими функционально-технологическими свойствами и органолептическими показателями. Установлено, что разработанный продукт содержит на 2,96 % больше влаги, 0,4 % белка, имеют более нежную консистенцию и доступность действию пищеварительных ферментов (на 1,69 %), по сравнению с продуктом, запеченным в полиэтилентерефталатовом пакете.

В результате проведенных исследований выявлен характер изменения свойств мяса цесарки в зависимости от способов термической обработки (запекание, sous-vide). Установлено, что наименьшие изменения претерпевает мясо цесарки, подевергнутое термической обработке по технологии sous-vide.

Установлено, что продукт из мяса цесарки по технологии sous-vide стабилен в течение 8 сут при температуре 4 °С по микробиологическим показателям, что соответствуют рекомендуемым нормам ТР ТС 021/2011 и приложения 2 к МУК 4.2.1847–04.

ВКЛАД АВТОРОВ

Литвинова Е. В. — концептуализация, разработка методологии исследования, создание рукописи.

Кидяев С. Н. — верификация данных, редактирование рукописи.

Лапшина В. Л. — визуализация, проведение исследования.

Никитин В. В. — администрирование данных.

ЛИТЕРАТУРА

Agnelli, M.E., & Mascheroni, R.H. (2002). Quality evaluation of foodstuffs frozen in a cryomechanical freezer. *Journal of Food Engineering*, 52(3), 257–263. https://doi.org/10.1016/S0260–8774(01)00113–3

Beltrán, J.A., & Bellés, M. (2019). Effect of Freezing on the Quality of Meat. In the *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (Vol. 2, pp. 493–497). Amsterdam: Elsevier.

Bertram, H. C., Andersen, R. H., & Andersen, H. J. (2007). Development in myofibrillar water distribution of two pork qualities during 10-month freezer storage. *Meat Science*, *75*(1), 128–133. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.06.020

Birdseye, C. (1933). Preservation of perishable foods by new quick-freezing methods. *Journal of the Franklin Institute*, *215*(4), 411–424. https://doi.org/10.1016/S0016–0032(33)90043–5

Cassius, E.O. (2017). Long-term red meat preservation using chilled and frozen storage combinations: A review. *Meat Science*, *125*, 84–94. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.025

Damez, J. L., & Clerjon, S. (2008). Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. *Meat Science*, *80*(1), 132–149. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.039

Damez, J.L., & Clerjon, S. (2013). Quantifying and predicting meat and meat products quality attributes using electromagnetic waves: An overview. *Meat Science*, *95*(4), 879–896. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.037

Diaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D., & Banon, S. (2008). Microbial, physical–chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous-vide method. *Meat Science*, *80*, 287–292.

Egelandsdal, B., Bjarnadottir, S., Mebre Abie, S., Zhu, H., Kolstad, H., Bjerke, F., Martinsen, Ø. G., Mason, A., & Münch, D. (2019). Detectability of the degree of freeze damage in meat depends on analytic tool selection. *Meat Science*, *152*, 8–19. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.002

Farouk, M. M., Wieliczko, K. J., & Merts, I. (2004). Ultrafast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef. *Meat Science*, *66*(1), 171–179. https://doi.org/10.1016/S0309–1740(03)00081–0

Fofanova, T.S. (2018). Sous vide technology — some aspects of quality and microbiological safety. *Theory and Practice of Meat Processing*, *3*(1), 59–68.

George, R.M. (1993). Freezing processes used in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 4, 134–138. https://doi.org/10.1016/0924–2244(93)90032–6

Gordon, G.G., & Murray, A.C. (1991). Freezing Effects on Quality, Bacteriology and RetailCase Life of Pork. *Food Science*, *56*(4), 891–894. https://doi.org/10.1111/ j.1365–2621.1991.tb14599.x

Gorlov, I.F., Pershina, E.I., & Tikhonov, S.L. (2013). Identification and prevention of the formation of meat with PSE and DFD properties and quality assurance for meat products from feedstocks exhibiting an anomalous autolysis behavior. *Foods and Raw Materials*, 1, 15–21.

Gurinovich, G.V., & Patrakova, I.S. (2013). Effect of wheat germ on the functional properties and oxidation stability of ground meat systems. *Foods and Raw materials*, 1, 3–10.

Hanenian, R., & Mittal G.S. (2004). Effect of freezing and thawing on meat quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2, 74–80.

Karmanova, A. E. (2017). Innovative technologies in catering. *Innovative economy: prospects for development and improvement*, *1*(19), 134–141.

Kim, H.-W., Kim, J.-H., Seo, J.-K., Setyabrata, D., & Brad Kim, Y. H. (2018). Effects of aging/freezing sequence and freezing rate on meat quality and oxidative stability of pork loins. *Meat Science*, 139, 162–170. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.024

Koohmaraie, M. (1992). Effect of pH, temperature, and inhibitors on autolysis and catalytic activity of bovine skeletal muscle μ-calpain. *Journal of Animal Science*, *70*(10), 3071–3080. https://doi.org/10.2527/1992.70103071x

Lepetit, J., Salé, P., & Dalle, R. (2002). Electrical impedance and tenderisation in bovine meat. *Meat Science*, *60*(1), 51–62. https://doi.org/10.1016/S0309–1740(01)00104–8

Ma, J. (2020). Prediction of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of various processed pork meats using improved hyperspectral imaging technique. *Food Chemistry*, *321*(15). https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126695

Mason, L.H., Church, I.J., Ledward, D.A., & Parsons, A.L. (1990). The sensory quality of foods produced by conventional and enhanced cook chill methods. *International Journal of Food Science & Technology, 25(3), 247–259.* doi: 10.1111/j.1365–2621.1990.tb01082.x

Mortensen, M., Andersen, H. J., Engelsen, S. B., & Bertram, H. C. (2006). Effect of freezing temperature, thawing and cooking rate on water distribution in two pork qualities. *Meat Science*, *72*(1), 34–42. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.05.027

Pearce, K. L., Rosenvold, K., Andersen, H. J., & Hopkins, D. L. (2011). Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review. *Meat Science*, *89*(2), 111–124. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.007

Pellissery, A. J, Vinayamohan, P. G., Amalaradjou, M. A. R., & Venkitanarayanan, K. (2020). Spoilage bacteria and meat quality. *Meat Quality Analysis*, 307–334. https://doi.org/10.1016/B978–0-12–819233-7.00017–3

Poznyakovskiya, V. M., Gorlovb, I. F., Tikhonovc, S. L., & Shelepov, V. G. (2015). About the quality of meat with PSE and DFD properties. *Foods and Raw Materials*, 3, 104–110.

Roldan, M., Antequera, T., Martin, A., Mayoral, A. I., & Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature–time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural fea tures of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Science*, 93, 572–578.

Ryu, Y. C., & Kim, B. C. (2006). Comparison of histochemical characteristics in various pork groups categorized by postmortem metabolic rate and pork quality. *Journal of Animal Science*, *84*(4), 894–901. https://doi.org/10.2527/2006.844894x

Sales L.A., Mendes Rodrigues, L., Guimarães Silva, D. R., Fontes, P. R., de Almeida Torres Filho, R., de Lemos Souza Ramos, A., & Ramos, E. M. (2020). Effect of freezing/irradiation/thawing processes and subsequent aging on tenderness, color, and oxidative properties of beef. *Meat Science*, 163. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108078

Sebranek, J. G., Sang, P. N., Topel, D. G., & Rust, R. E. (1979). Effects of Freezing Methods and Frozen Storage on Chemical Characteristics of Ground Beef Patties. *Journal of Animal Science*, *48(*5), 1101–1108. https://doi.org/10.2527/jas1979.4851101x

Jiang, S., Xue, D., Zhang, Z., Shan, K.; Ke, W., Zhang, M., Zhao, D., Nian, Y., Xu, X., Zhou, G., & Li, C. (2022). Effect of Sous-vide cooking on the quality and digestion characteristics of braised pork. *Food Chemistry, 315, 1–13.* https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131683.

Tan Y., Nookuea W., Li H., Thorin E., & Yan J. (2017). Cryogenic technology for biogas upgrading combined with carbon capture — a review of systems and property impacts. *Energy Procedia*, 142, 3741–3746. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.270

Tarrant, P. V. (1989). The Effects of Handling, Transport, Slaughter and Chilling on Meat Quality and Yield in Pigs: A Review. *Irish Journal of Food Science and Technology*, *13*(2), 79–10. https://www.jstor.org/stable/25619576

Tomovic, V. M. (2008). Effects of rapid chilling of carcasses and time of deboning on weight loss and technological quality of pork semimembranosus muscle. *Meat Science*, *80*(4), 1188–1193. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.013

Xu, Z. (2019). The effect of freezing time on the quality of normal and pale, soft and exudative (PSE)-like pork. *Meat Science*, 152,1–7. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.003

Xiong, Y. L. (2017). The Storage and Preservation of Meat: I–Thermal Technologies. *Lawrie´s Meat Science*, 8, 205–230. https://doi.org/10.1016/B978–0-08–100694-8.00007–8

REFERENCES

Agnelli, M.E., & Mascheroni, R.H. (2002). Quality evaluation of foodstuffs frozen in a cryomechanical freezer. *Journal of Food Engineering*, *52*(3), 257–263. https://doi.org/10.1016/S0260–8774(01)00113–3

Beltrán, J.A., & Bellés, M. (2019). Effect of Freezing on the Quality of Meat. In the *Encyclopedia of Food Security and Sustainability* (Vol. 2, pp. 493–497). Amsterdam: Elsevier.

Bertram, H. C., Andersen, R. H., & Andersen, H. J. (2007). Development in myofibrillar water distribution of two pork qualities during 10-month freezer storage. *Meat Science*, *75*(1), 128–133. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.06.020

Birdseye, C. (1933). Preservation of perishable foods by new quick-freezing methods. *Journal of the Franklin Institute*, *215*(4), 411–424. https://doi.org/10.1016/S0016–0032(33)90043–5

Cassius, E.O. (2017). Long-term red meat preservation using chilled and frozen storage combinations: A review. *Meat Science*, *125*, 84–94. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.025

Damez, J. L., & Clerjon, S. (2008). Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. *Meat Science*, *80*(1), 132–149. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.039

Damez, J.L., & Clerjon, S. (2013). Quantifying and predicting meat and meat products quality attributes using electromagnetic waves: An overview. *Meat Science*, *95*(4), 879–896. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.037

Diaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D., & Banon, S. (2008). Microbial, physical–chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous-vide method. *Meat Science*, *80*, 287–292.

Egelandsdal, B., Bjarnadottir, S., Mebre Abie, S., Zhu, H., Kolstad, H., Bjerke, F., Martinsen, Ø. G., Mason, A., & Münch, D. (2019). Detectability of the degree of freeze damage in meat depends on analytic tool selection. *Meat Science*, *152*, 8–19. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.002

Farouk, M. M., Wieliczko, K. J., & Merts, I. (2004). Ultrafast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef. *Meat Science*, *66*(1), 171–179. https://doi.org/10.1016/S0309–1740(03)00081–0

Fofanova, T.S. (2018). Sous vide technology — some aspects of quality and microbiological safety. *Theory and Practice of Meat Processing*, *3*(1), 59–68.

George, R.M. (1993). Freezing processes used in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 4, 134–138. https://doi.org/10.1016/0924–2244(93)90032–6

Gordon, G.G., & Murray, A.C. (1991). Freezing Effects on Quality, Bacteriology and Retail Case Life of Pork. *Food Science*, *56(*4), 891–894. https://doi.org/10.1111/j.1365–2621.1991.tb14599.x

Gorlov, I.F., Pershina, E.I., & Tikhonov, S.L. (2013). Identification and prevention of the formation of meat with PSE and DFD properties and quality assurance for meat products from feedstocks exhibiting an anomalous autolysis behavior. *Foods and Raw Materials*, 1, 15–21.

Gurinovich, G.V., & Patrakova, I.S. (2013). Effect of wheat germ on the functional properties and oxidation stability of ground meat systems. *Foods and Raw materials*, 1, 3–10.

Hanenian, R., & Mittal G.S. (2004). Effect of freezing and thawing on meat quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2, 74–80.

Karmanova, A. E. (2017). Innovative technologies in catering. *Innovative economy: prospects for development and improvement*, *1*(19), 134–141.

Kim, H.-W., Kim, J.-H., Seo, J.-K., Setyabrata, D., & Brad Kim, Y. H. (2018). Effects of aging/freezing sequence and freezing rate on meat quality and oxidative stability of pork loins. *Meat Science*, *139*, 162–170. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.024

Koohmaraie, M. (1992). Effect of pH, temperature, and inhibitors on autolysis and catalytic activity of bovine skeletal muscle μ-calpain. *Journal of Animal Science*, *70*(10), 3071–3080. https://doi.org/10.2527/1992.70103071x

Lepetit, J., Salé, P., & Dalle, R. (2002). Electrical impedance and tenderisation in bovine meat. *Meat Science*, *60*(1), 51–62. https://doi.org/10.1016/S0309–1740(01)00104–8

Ma, J. (2020). Prediction of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of various processed pork meats using improved hyperspectral imaging technique. *Food Chemistry*, *321*(15). https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126695

Mason, L.H., Church, I.J., Ledward, D.A., & Parsons, A.L. (1990). The sensory quality of foods produced by conventional and enhanced cook chill methods. *International Journal of Food Science & Technology, 25(3), 247–259.* doi: 10.1111/j.1365–2621.1990.tb01082.x

Mortensen, M., Andersen, H. J., Engelsen, S. B., & Bertram, H. C. (2006). Effect of freezing temperature, thawing and cooking rate on water distribution in two pork qualities. *Meat Science*, *72*(1), 34–42. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.05.027

Pearce, K. L., Rosenvold, K., Andersen, H. J., & Hopkins, D. L. (2011). Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review.

Meat Science, *89*(2), 111–124. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.007

Pellissery, A. J, Vinayamohan, P. G., Amalaradjou, M. A. R., & Venkitanarayanan, K. (2020). Spoilage bacteria and meat quality. *Meat Quality Analysis*, 307–334. https://doi.org/10.1016/B978–0-12–819233-7.00017–3

Poznyakovskiya, V. M., Gorlovb, I. F., Tikhonovc, S. L., & Shelepov, V. G. (2015). About the quality of meat with PSE and DFD properties. *Foods and Raw Materials*, 3, 104–110.

Roldan, M., Antequera, T., Martin, A., Mayoral, A. I., & Ruiz, J. (2013). Effect of different temperature–time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural fea tures of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Science*, 93, 572–578.

Ryu, Y. C., & Kim, B. C. (2006). Comparison of histochemical characteristics in various pork groups categorized by postmortem metabolic rate and pork quality. *Journal of Animal Science*, *84*(4), 894–901. https://doi.org/10.2527/2006.844894x

Sales L.A., Mendes Rodrigues, L., Guimarães Silva, D. R., Fontes, P. R., de Almeida Torres Filho, R., de Lemos Souza Ramos, A., & Ramos, E. M. (2020). Effect of freezing/irradiation/thawing processes and subsequent aging on tenderness, color, and oxidative properties of beef. *Meat Science*, 163. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108078

Sebranek, J. G., Sang, P. N., Topel, D. G., & Rust, R. E. (1979). Effects of Freezing Methods and Frozen Storage on Chemical Characteristics of Ground Beef Patties. *Journal of Animal Science*, *48*(5), 1101–1108. https://doi.org/10.2527/jas1979.4851101x

Jiang, S., Xue, D., Zhang, Z., Shan, K.; Ke, W., Zhang, M., Zhao, D., Nian, Y., Xu, X., Zhou, G., & Li, C. (2022). Effect of Sous-vide cooking on the quality and digestion characteristics of braised pork. *Food Chemistry, 315, 1–13*. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131683.

Tan Y., Nookuea W., Li H., Thorin E., & Yan J. (2017). Cryogenic technology for biogas upgrading combined with carbon capture — a review of systems and property impacts. *Energy Procedia*, *142*, 3741–3746. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.270

Tarrant, P. V. (1989). The Effects of Handling, Transport, Slaughter and Chilling on Meat Quality and Yield in Pigs: A Review. *Irish Journal of Food Science and Technology*, *13*(2), 79–10. https://www.jstor.org/stable/25619576

Tomovic, V. M. (2008). Effects of rapid chilling of carcasses and time of deboning on weight loss and technological quality of pork semimembranosus muscle. *Meat Science*, *80*(4), 1188–1193. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.013

Xu, Z. (2019). The effect of freezing time on the quality of normal and pale, soft and exudative (PSE)-like pork. *Meat Science*, *152*,1–7. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.003

Xiong, Y. L. (2017). The Storage and Preservation of Meat: I–Thermal Technologies. *Lawrie´s Meat Science*, 8, 205–230. https://doi.org/10.1016/B978–0-08–100694-8.00007–8