

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2026-2-2642>
<https://elibrary.ru/PWBXAV>

Оригинальная статья
<https://fptt.ru>

Разработка продуктов профилактической направленности из мяса яка



Б. С. Тамабаева¹, Н. А. Кыдыралиев²,
Э. М. Абакирова^{1,*}, М. А. Азисова¹

¹ Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова^{ROR}, Бишкек, Кыргызстан

² Кыргызско-Турецкий университет «Манас»^{ROR}, Бишкек, Кыргызстан

Поступила в редакцию: 19.12.2025

Принята после рецензирования: 20.01.2026

Принята к публикации: 10.03.2026

*e-mail: mairambekovna@mail.ru

© Б. С. Тамабаева, Н. А. Кыдыралиев, Э. М. Абакирова,

М. А. Азисова, 2026



Аннотация.

Пищевая отрасль Кыргызской Республики располагает значительным сырьевым потенциалом. Одной из важнейших государственных задач является оздоровление населения посредством обеспечения его качественными продуктами питания. В последние годы в Кыргызской Республике увеличилось число заболеваний, связанных с дефицитом железа и йода (анемия и болезни щитовидной железы). Цель исследования – разработать новый продукт на основе мяса яка, обогащенный йодом растительного происхождения, способный восполнять дефицит микроэлемента в организме, а также комплексно оценить его минеральный состав, органолептические свойства и микробиологическую безопасность.

Объекты исследования – образцы сушеной ламинарии (производство Китай) и мясо, полученное из лопаточной части яков-быков, выращенных в Кыргызской Республике. Минеральный состав определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, микробиологические показатели и содержание токсичных элементов (ртути, мышьяка, свинца, кадмия) и пестицидов – по стандартным методикам, оптимальную дозировку йодсодержащей добавки – органолептическим методом по 9-балльной шкале.

Установлено, что содержание йода в мясе яка составило 3,82 мкг/100 г, в ламинарии – 516,00 мкг/100 г. Оптимальная дозировка ламинарии – 1,5 % от массы сырья. В готовом продукте содержание йода достигло 20,9 мкг/100 г, что значительно выше, чем в контрольном образце без ламинарии (4,9 мкг/100 г). Несмотря на потери в процессе термообработки, количество железа в готовом рулете 5003,0 мкг/100 г (5,03 мг/100 г), при этом в рулете без ламинарии – 2610,0 мкг/100 г (2,61 мг/100 г).

Разработанный мясной рулет с ламинарией имеет профилактическую направленность и может быть рекомендован для обогащения рациона йодом и железом.

Ключевые слова. Пищевая добавка, ламинария, мясо яка, лопаточная часть, тепловая обработка, продукт функциональной направленности

Для цитирования: Тамабаева Б. С., Кыдыралиев Н. А., Абакирова Э. М., Азисова М. А. Разработка продуктов профилактической направленности из мяса яка. Техника и технология пищевых производств. 2026. Т. 56. № 2. С. 354–367. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2026-2-2642>

Functional Yak Meat Products



Bibikul S. Tamabaeva¹, **Nurudin A. Kydyraliev**²,
Eliza M. Abakirova^{1,*}, **Munara A. Azisova**¹

¹ *Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov*^{ROR}, Bishkek, Kyrgyzstan

² *Kyrgyz-Turkish Manas University*^{ROR}, Bishkek, Kyrgyzstan

Received: 19.12.2025
Revised: 20.01.2026
Accepted: 10.03.2026

*e-mail: mairambekovna@mail.ru
© B.S. Tamabaeva, N.A. Kydyraliev, E.M. Abakirova, M.A. Azisova, 2026



Abstract.

The Kyrgyz food industry relies on significant raw material potential. Improving public health through healthy food is one of the state's priorities, especially due to the growing incidence of anemia and thyroid diseases associated with iron and iodine deficiencies. This article describes a novel yak meatloaf fortified with plant-based iodine. To evaluate its ability to address micronutrient deficiencies, the authors conducted a comprehensive assessment of its mineral composition, sensory properties, and microbiological safety.

The experimental meatloaf consisted of shoulder-blade yak meat and dried kelp (imported from China). Its mineral composition was determined using inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy. The microbiological parameters, toxicity levels (mercury, arsenic, lead, cadmium), and pesticide content were analyzed using standard methods. The optimal dose of the iodine-containing supplement was determined via sensory assessment based on a nine-point scale.

The iodine content in the yak meat and kelp was 3.82 µg/100 g and 516.0 µg/100 g, respectively. The optimal proportion of kelp was found to be 1.5% of the raw material weight. The iodine content in the finished product reached 20.9 µg/100 g, compared to 4.87 µg/100 g in the control sample without kelp. The iron content in the final meatloaf reached 5.03 mg/100 g, compared to 2.61 mg/100 g in the control sample.

Despite heat-induced losses, the final meatloaf contained 20.9 µg/100 g of iodine and 5.03 mg/100 g of iron. This kelp-fortified meatloaf demonstrated reliable functional properties and can be recommended for therapeutic diets fortified with iodine and iron.

Keywords. Additive, kelp, yak meat, shoulder blade meat, heat treatment, functional product

For citation: Tamabaeva BS, Kydyraliev NA, Abakirova EM, Azisova MA. Development of Preventive Yak Meat Products. Food Processing: Techniques and Technology. 2026;56(2):354–367. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2026-2-2642>

Введение

Одной из важнейших задач, стоящих перед мясной отраслью, является разработка продуктов из экологически чистого сырья. Наряду с повышением экологической безопасности вырабатываемой продукции, особого внимания заслуживают технологии, позволяющие обеспечить население продуктами, способствующими решению медико-социальных проблем, связанных с естественной нехваткой необходимых макро- и микроэлементов, в частности йода и железа. Актуальность вопроса определяется серьезными негативными последствиями недостатка йода, затрагивающими людей разных возрастных категорий (от влияния на репродуктивную функцию до умственного развития и трудовой деятельности) [1–3]. Дефицит йода – устойчивая тенденция, поэтому соответствующие вопросы сохраняют свою значимость [4, 5]. По последним глобальным оценкам, 1,88 млрд человек, включая 241 млн детей школьного возраста, не получают достаточного количества йода с пищей [6]. Хотя дефицит йода может быть более серьезным состоянием в раз-

вивающихся странах, он в равной степени затрагивает как их, так и развитые государства. Проблема йодного дефицита затрагивает все население Кыргызской Республики. Научные исследования подтверждают наличие зубной эндемии средней тяжести в большинстве регионов страны, что указывает на серьезность ситуации [7]. По данным на 2022 г., железодефицитная анемия была диагностирована у 88 159 человек, а болезни щитовидной железы – у 13 892 человек¹.

На сегодняшний день для борьбы с дефицитом йода применяют различные добавки, содержащие этот элемент, которые вводятся в продукты питания. Однако большая часть не обеспечивает желаемого эффекта из-за низкой активности йода и нестабильности при хранении. Наиболее перспективным направлением в профилактике йододефицита является биологический подход, основанный на обогащении рациона населения продуктами, содержащими йод в органической форме.

¹ Число заболеваний по основным группам. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. 2022. URL: www.stat.kg/ru/statistics/zdravoohranenie (дата обращения: 22.10.2025).

Введение функциональных компонентов в процессе производства позволяет целенаправленно изменять свойства продукта, формировать определенный химический состав и усиливать оздоровительный эффект.

Микроэлемент йод необходим для синтеза гормонов щитовидной железы – трийодтиронина и тироксина, что определяет его основную биологическую функцию. Преобладающую часть органического йода в крови (до 90 %) составляет тироксин. Основной путь поступления йода в организм – алиментарный, при этом на пищу приходится около 90 % от общего количества элемента.

Дефицит йода нередко приводит к железодефицитной анемии вследствие замедления метаболических процессов. Данное состояние характеризуется низким уровнем железа в крови, носит невыраженный характер и проявляется на поздних стадиях гипотиреоза [8].

Железо – распространенный многофункциональный биоэлемент, служащий основой для адекватной жизнедеятельности клеточных структур во всех физиологических системах организма. Ключевая роль железа заключается в кофакторной функции, обеспечивающей связывание, транспорт и депонирование молекулярного кислорода гемоглобином и миоглобином. Вместе с тем установлено, что данный микроэлемент выполняет не только перечисленные функции, но и является универсальным компонентом живой клетки, участвует в широком спектре метаболических процессов, поддерживает рост организма и обеспечивает тканевое, в частности митохондриальное дыхание, что делает его жизненно необходимым для существования клеток на протяжении всей эволюции.

Синтез гормонов щитовидной железы и поддержание высокого уровня иммунной защиты организма тесно связаны с деятельностью железосодержащих ферментов. Оптимальное содержание железа в организме обуславливает полноценную работу факторов неспецифической защиты, а также клеточного, гуморального и местного иммунитета.

Железодефицит в организме человека проявляется не только гематологически, но и вызывает дисфункцию клеточных систем, особенно в тканях с высокой потребностью в кислороде, где нарушения обмена железа индуцируют ряд неблагоприятных эффектов. Недостаточное поступление этого незаменимого микронутриента приводит к нарушению синтеза гемоглобина, что неизбежно влечет анемию. Последствия этого – нарушение питания органов и тканей, а также, во многих случаях, поведенческие аномалии и психопатологические проявления, связанные со снижением уровня железа.

Дефицит железа оказывает отрицательное влияние на синтез гормонов в щитовидной железе, что приводит к снижению активности тиропероксидазы – гемзависимого фермента, играющего ключевую роль в этом процессе. Железодефицитная анемия ухудшает усвоение йода, тогда как восполнение этого состояния способствует повышению результативности йодотерапии [8].

В результате хранения и кулинарной обработки содержание йода в пищевых продуктах значительно уменьшается. В процессе приготовления продуктов питания потери йода зависят от степени измельчения продукта и способа термообработки: при жарке они составляют 65 %, при варке – около 48 % [9].

Термическая обработка мясoproductов осуществляется разными методами, выбор которых определяется поставленной задачей. При нагревании происходит изменение свойств готовых изделий, что связано преимущественно с эндогенными изменениями в мясе и испарением отдельных компонентов. При этом способ термообработки и наличие защитного покрытия на поверхности продукта определяют количество и состав испаряющихся веществ.

В индустрии переработки мяса и секторе общественного питания наблюдается тенденция к внедрению технологии термообработки при пониженных температурных условиях и увеличенной продолжительности, известной как «Sous-Vide». Данная технология при производстве продуктов позволяет значительно уменьшить нежелательные потери, ухудшающие органолептические характеристики готового изделия. Метод включает в себя герметичную упаковку мясного изделия в термостойкий полимер и последующую термообработку при пониженных температурных режимах. Таким образом, технология «Sous-Vide» позволяет сохранить ценные характеристики продукта, свести к минимуму потери его массы в процессе производства, сделать его более привлекательным для потребителя с точки зрения вкуса, запаха и внешнего вида, а также продлить срок хранения [10]. Результаты исследований [11, 12] продемонстрировали, что экспозиция в режиме низких положительных температур на протяжении длительного времени способствует повышению нутритивной ценности, оптимизации структуры, улучшению органолептических показателей и увеличению выхода готового продукта.

С учетом научных работ отечественных и зарубежных авторов [13–16] выделены ключевые стадии процесса приготовления продуктов питания посредством тепловой обработки «Sous-Vide». На подготовительном этапе сырье подвергается предварительной обработке: для мясных полуфабрикатов это включает жиловку, посол, вымачивание, внесение вкусовых добавок и формовку изделия. При приготовлении сложных блюд с использованием круп, овощей и мяса к перечисленным операциям добавляются промывка и нарезка овощного сырья, а также контроль качества зерновых.

Упаковка полуфабриката предусматривает размещение изделий после формовки в полимерные гибкие пакеты, предназначенные для использования при высоких температурах. Сначала рассчитывается удельная масса продукта (на 1 см² площади пакета), затем пакет помещается в вакуумную среду, где барометрическое давление снижается с интенсивностью 1,5–2,0 %/с

до достижения уровня вакуума 97,0–99,9 %, после чего процесс завершается герметичным запаиванием пакета.

Качество упакованных полуфабрикатов достигается продолжительной термообработкой в щадящем температурном режиме при 65–95 °С. Варочный котел, используемый для данного процесса, оборудован для обеспечения точного контроля: он оснащен датчиком температуры греющей среды, напольным датчиком для определения температуры в толще изделия в интервале 45–65 °С и термостатом теплоносителя. Равномерный прогрев достигается за счет применения погружного циркулятора и барботера. Время обработки, необходимое для достижения нужного результата, варьируется от 2 до 17 ч и зависит от особенностей обрабатываемого изделия.

Инновационные исследования российских ученых позволили усовершенствовать метод тепловой обработки «Sous-Vide», что открыло новые возможности для выпуска высококачественных мелкокусковых полуфабрикатов из говядины [13]. На основании этого установлено, что температурный режим в пределах 363–368 К является наиболее благоприятным для термообработки подмороженных мелкокусковых полуфабрикатов из говядины, упакованных в вакуумную полимерную тару. Данный процесс способствует улучшению органолептических характеристик конечного продукта, повышая его сочность и увеличивая концентрацию экстрактивных веществ. При этом питательность продукта возрастает на 7–8 %, а его выход повышается на 15–20 %. Указанные изменения способствуют увеличению срока хранения до 3 суток без учета специальных температурных режимов.

Н. С. Родионова и др. [17] создали технологию, позволяющую улучшить качество свиного полуфабриката, которая включает в себя вакуумирование полуфабриката в полимерную упаковку с последующей термической обработкой при температуре 59 °С. По сравнению с традиционным способом обработки, разработанный метод обеспечивает повышение биологической ценности полуфабриката в интервале 10–15 %, снижение технологических потерь и увеличение выхода конечного продукта на 15–20 % [17].

Таким образом, технология «Sous-Vide» обладает рядом значительных преимуществ:

- минимальные потери массы продукта в процессе приготовления;
- повышение пищевой ценности продукта благодаря уменьшению потерь витаминов и других полезных веществ, разрушающихся при высоких температурах;
- сохранение естественного вкуса и аромата продукта, улучшение внешнего вида, консистенции (нежная и сочная).

Научные публикации в области термообработки методом «Sous-Vide» касались в основном таких видов мясного сырья, как свинина и говядина, что выявлено по результатам аналитического обзора отечественных и зарубежных литературных источников. Влияние

данного метода на мясо яка при производстве мясопродуктов остается неизученным, поскольку соответствующие публикации не были обнаружены.

Разработка функциональных продуктов питания началась в Японии в 1980 гг. В настоящее время их доля в общем объеме производства продовольствия составляет около 1 %. Функциональные продукты обладают потребительскими свойствами, которые определяются их питательной ценностью, вкусом и положительным воздействием на организм [18]. Категория функциональных продуктов объединяет широкий перечень и включает практически все продукты природного происхождения, а также обогащенные необходимыми для здоровья питательными веществами. Компоненты функционального назначения должны иметь научно обоснованную оздоровительную эффективность, быть безвредными при интеграции в сбалансированное питание, не оказывать негативного влияния на пищевую ценность конечного продукта, иметь природное происхождение и возможность перорального употребления.

Создание функциональных продуктов питания достигается путем обогащения их нутриентами в процессе производства, а также применением сырья с заданным компонентным составом, что позволяет повысить оздоровительный эффект готового продукта [18]. Разработка подобных пищевых продуктов предусматривает совершенствование их состава. При создании новых рецептур необходимо включать ингредиент, определяющий функциональное назначение продукта, а именно – йод. При разработке мясных продуктов с профилактическим действием необходимо выбирать легкоусвояемый йод [19, 20]. Обогащение мясных продуктов йодом достигается путем добавления данного элемента в основное сырье и вспомогательные компоненты рецептуры, а также применения сырья и продуктов, уже содержащих йод. Примером служат мясные изделия, произведенные из мяса яка и с йод-содержащей добавкой – ламинарией.

Мясо кыргызских яков трех лет первой категории, выращенных в Атбашинском районе Нарынской области (Кыргызская Республика), планируется использовать в виде основного компонента разрабатываемого продукта. Большая часть поголовья яков (28 818 голов) Кыргызстана сосредоточена в Нарынской области, что значительно превышает численность этих животных в других областях республики. Являясь экологически безопасным сырьем, мясо яков отличается высоким уровнем белка – от 20 до 23 % – и легко усвояемого железа (4,0–5,5 мг/100 г), необходимого организму человека. Это не просто продукт питания, а уникальное региональное сырье, эксклюзивный деликатес, сочетающий в себе пищевую ценность, экологичность и экономическую выгоду [21–23]. Мясо яка – ценный источник белка, не уступающий другим видам животного сырья. При этом его низкая калорийность делает продукт особенно востребованным для создания диетических и специализированных продуктов

питания, которые отвечают современным требованиям к здоровому питанию и потребительским предпочтениям. Для повышения содержания органического йода в мясном продукте в состав рецептуры планируется включить ламинарию.

Ламинария – эффективный концентратор йода: его количество достигает в среднем до 0,3 % от сухой массы. Исследования показали, что йод в ламинарии присутствует в составе комплексов с другими микроэлементами (селеном, железом, цинком и медью), что способствует его лучшему усвоению организмом. Содержание йода в морской капусте может значительно варьироваться – от 50 до 700 мкг/100 г – в зависимости от времени сбора. Биодоступность йода в ламинарии обусловлена его преобладанием в органической форме, прочно связанной с белками водорослей и легко усваиваемой организмом. Наряду с этим в составе водорослей присутствуют и неорганические формы йода (например йодиды и йодаты). Ламинария также содержит большое количество биоактивных веществ, в частности альгиновую кислоту в концентрации до 30 % от веса высушенного материала, полисахариды (ламинарин, маннит), моносахариды фруктозы и целый комплекс витаминов (в т. ч. витамины группы В, аскорбиновую кислоту и β -каротин), а также жизненно важные макро- и микроэлементы, клетчатку и др. Благодаря гидрофильной природе и способности к адсорбции, полисахариды морских водорослей могут связывать и выводить из кишечника как эндогенные, так и экзогенные токсины. Пищевые волокна в ламинарии снижают уровень холестерина, замедляют развитие атеросклеротических изменений и нормализуют функциональную активность желудочно-кишечного тракта [24].

Цель исследования – разработать новый продукт на основе мяса яка, обогащенный йодом растительного происхождения, способный восполнять дефицит микроэлемента в организме, а также комплексно оценить его минеральный состав, органолептические свойства и микробиологическую безопасность.

В связи с этим в рамках исследования поставлены следующие задачи:

- исследовать минеральный состав основного сырья – мяса яка и ламинарии (йодсодержащей добавки) – для оценки целесообразности их использования при производстве функционального продукта из мяса яка;
- изучить минеральный состав мясных изделий с добавлением ламинарии (опытная группа) и без нее (контроль), чтобы определить степень обогащения продукта йодом.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования – образцы сушеной ламинарии (производство Китай), приобретенные в торговых точках Кыргызской Республики, а также мясо лопаточной части яков-быков (возраст – 3 года, первая категория упитанности), выращенных в Ат-Башинском районе Нарынской области (Кыргызская Республика). Согласно

результатам проведенных исследований, возраст, пол, упитанность и природно-климатические условия содержания животных определяют химический состав мяса. Наилучшим соотношением белков, жиров, влаги и сухих веществ обладает мясо, полученное от яков в возрасте от полутора до трех лет. По вкусовым качествам и технологическим свойствам оно превосходит мясо более взрослых животных (старше 3,5 лет) [25]. В качестве объектов изучения использовали шесть вариантов рулета, в состав которых добавляли ламинарию в количестве от 0,25 до 2,00 % от массы исходного сырья, а также контрольный образец, изготовленный без добавки. Изучен минеральный состав исходного сырья, модельных и контрольных образцов до и после термообработки. Кроме того, выявляли оптимальное количество йодсодержащей добавки (% от массы основного сырья).

Для определения минерального состава применяли метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой с использованием спектрометров ICAP 6000/7000/PRO (OrbiTrap Elite, США). Данный метод основан на количественном анализе спектра излучения, возникающего при термическом испарении пробы в электрической дуге, путем измерения интенсивности специфических спектральных линий. Концентрацию элемента устанавливали путем сопоставления интенсивности его спектральных линий в анализируемом образце с интенсивностью линий в эталонных пробах известного состава.

Микробиологические исследования выполнены в соответствии со стандартными методиками, предусматривающими определение общего количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), количества бактерий группы кишечных палочек (БГКП), а также наличия *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* и сульфитредуцирующих клостридий.

Для оценки показателей безопасности выполняли подготовку проб для измерения токсичных элементов: ртути – колориметрическим методом, мышьяка – инверсионно-вольтамперометрическим методом, свинца и кадмия – методом пламенной атомной абсорбции. Анализы проводили по общепринятым стандартным методам. Контроль пестицидов осуществляли в соответствии с МУ 2142-80 «Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое». Для определения предпочтительной дозировки йодсодержащей добавки (% от массы основного сырья) применяли органолептический метод по 9-балльной шкале.

Результаты и их обсуждение

Предварительные исследования показали, что на количественное содержание железа в мясе яка влияет высокогорный фактор. В связи с этим в качестве основного сырья использовано мясо яков, обитающих в условиях высокогорья Нарынской области Ат-Башинского

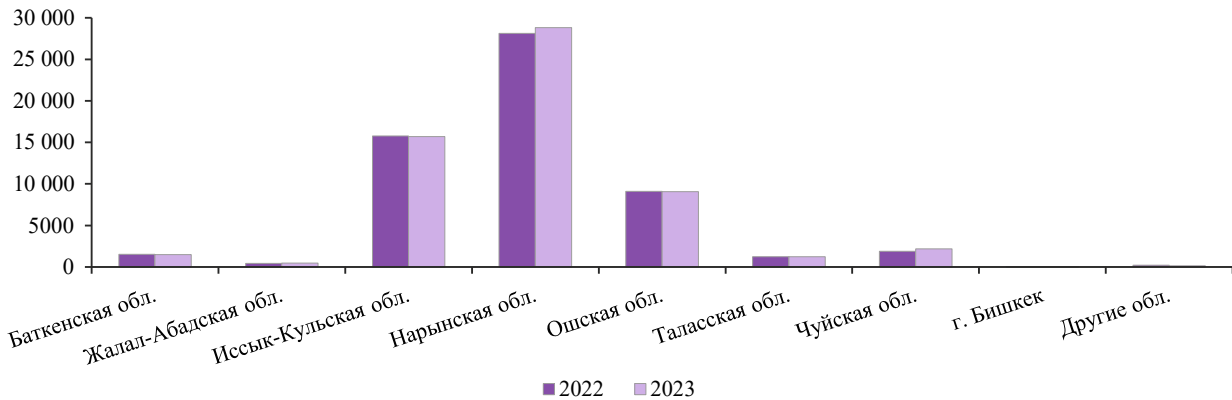


Рисунок 1. Поголовье яков за период 2022–2023 гг. (Кыргызская Республика), голов

Figure 1. Yak population in 2022–2023 (Kyrgyzstan), head

района (Кыргызская Республика), поскольку здесь локализовано наибольшее поголовье (рис. 1). Установлено, что содержание железа в мясе яка (4,35 мг/100 г) выше, чем в говядине (2,80 мг/100 г) [21]. Более высокое содержание железа в мясе яка по сравнению с говядиной делает его перспективным сырьем для производства мясopодуlктов и способствует профилактике анемии, которая является серьезной проблемой среди населения Кыргызской Республики.

Анатомическое положение части туши влияет на концентрацию минеральных веществ в мясе, что необходимо учитывать при производстве мясных изделий. При создании нового продукта из мяса яка был применен классический метод производства вареного рулета². Предварительный анализ показал, что содержание йода в мясе яка варьировалось от 1,52 до 3,82 мкг/100 г в зависимости от анатомического положения части туши. Максимальный показатель зафиксирован в лопаточной части (3,82 мкг/100 г), минимальный – в поясничной (1,52 мкг/100 г); в остальных отрубях (тазобедренном, грудном, спинном и шейном) значения составили 2,06; 2,67; 2,29 и 3,38 мкг/100 г соответственно. На основании этого для производства нового мясного изделия использовано мясо лопаточной части яка.

Далее экспериментально исследован минеральный состав лопаточной части туши яка (рис. 2 и 3). Установлено низкое содержание йода в мясе яка – 3,82 мкг/100 г, тогда как содержание легкоусвояемого гемового железа составило 4350,00 мкг/100 г (4,35 мг/100 г).

Анализ данных, представленных на рисунке 2, также свидетельствует о том, что в лопаточной части мяса яка присутствуют такие необходимые для нормальной жизнедеятельности организма элементы, как цинк, медь, селен и др. В исследуемом сырье содержится больше фосфора и калия, но меньше кальция и натрия по сравнению с результатами, полученными ранее. Также

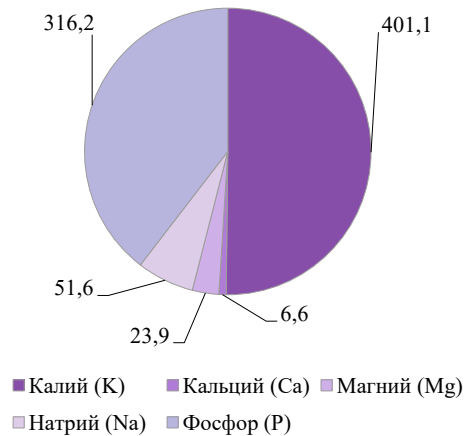


Рисунок 2. Макроэлементы лопаточной части туши яков, мг/100 г

Figure 2. Macronutrients in yak shoulder blade meat, mg/100 g

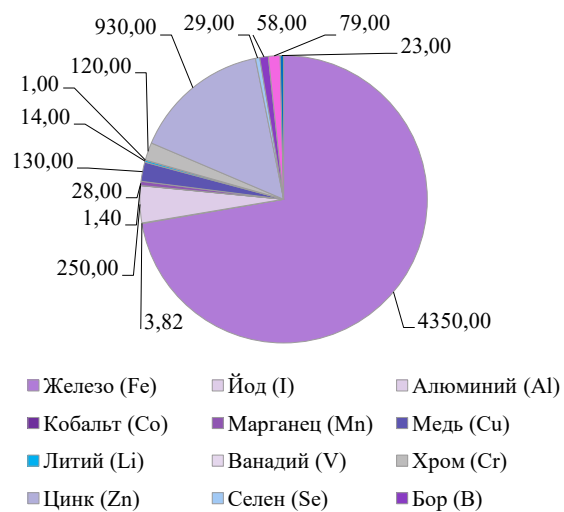


Рисунок 3. Микроэлементы лопаточной части туши яков, мкг/100 г

Figure 3. Microelements in yak shoulder blade meat, µg/100 g

² Юхевич К. П. Сборник рецептов мясных изделий и колбас. СПб.: Наука, 1998. 316 с.

отмечено повышенное содержание гемового железа и магния, что согласуется с имеющимися литературными сведениями [23].

Предварительная оценка минерального состава мяса яка выявила в нем низкое содержание йода. В связи с этим в качестве источника йода при производстве обогащенного мясного продукта выбрана сушеная ламинария китайского производства как доступная и эффективная йодсодержащая добавка, широко представленная в розничной сети страны. Ламинария в качестве обогатителя исследовалась и применялась как функциональная добавка многими учеными из разных стран.

Известна технология приготовления паштетов для профилактики дефицита йода. Для обогащения йодом использовались морские водоросли – ламинария и фукусы. Экспериментальные исследования показали улучшение состава паштетов: влажность возросла на 2,9–4,6 %, содержание белка увеличилось на 0,2–1,1 %, углеводов – на 1,9–3,0 %. Кроме того, содержание минеральных веществ в исследуемых образцах превысило контрольные значения в 1,5 раза. Обогащение паштетов привело к значительному увеличению концентрации йода и селена: в 4–7 раз по сравнению с исходными значениями, что свидетельствует о высокой биодоступности данных микроэлементов и потенциальной эффективности обогащенного продукта для компенсации дефицита йода и селена в организме.

Российские ученые предложили подход к созданию рубленых полуфабрикатов, предполагающий комбинацию мясного и рыбного сырья с добавлением морских водорослей. Данные продукты обогащены черноморской цистозирой и фукусами – морскими водорослями, обладающими соответствующими свойствами, и рекомендованы для восполнения дефицита селена и йода [26].

Для обогащения рациона биодоступным йодом предлагается использовать эламин, полученный из морской капусты. На его основе создан ассортимент полезных для здоровья продуктов, в состав которых входит 1 % эламина (в сухом виде) от массы продукта³.

В процессе производства вареных колбас в фарш вводят 66,14 г экстракта фукуса (морской водоросли) на каждые 100 кг сырья. Обогащение придает продукту профилактические свойства за счет содержания йода в количестве 0,098 мг/100 г [27]. Состав разработанных специализированных консервов был улучшен благодаря увеличению количества макро- и микроэлементов. В результате обработки исходного мясного сырья установлено существенное обогащение минерального состава: отмечается увеличение калия в 1,5–2,0 раза, кальция – в 7,5–13,0 раз, магния – в 3–4 раза, железа – в 3 раза и селена – в 15 раз.

³ Янчева М. А., Полуца А. В. Использование морских водорослей в производстве мясных кулинарных изделий. Конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Технология – 2007»: матер. X всеукр. науч.-прак. конф. 2007. С. 42–46.

Введение экстракта ламинарии в фарш «Пикантный» и паштет «Диетический» привело к увеличению содержания йода до 29,7 и 60,6 мкг/100 г соответственно. Данные уровни йода покрывают 19,9 и 40,7 % от рекомендованной суточной нормы потребления йода.

Альгиновая кислота, присутствующая в ламинарии в виде солей кальция, натрия и других металлов, является ключевым фактором, определяющим ее высокую ценность. Она обладает радиозащитными свойствами, что определяет ее значительную роль. Разработанные консервированные продукты (паштет и фарш) содержат альгиновую кислоту в количестве 0,125 и 0,223 мг/100 г соответственно [28]. Содержание минеральных веществ в сушеной ламинарии, использованной при производстве нового продукта, представлено на рисунках 4 и 5.

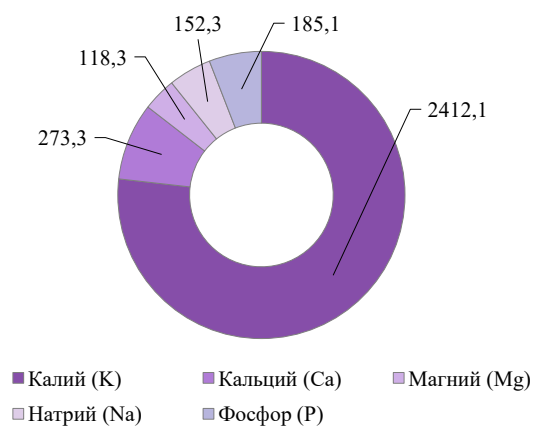


Рисунок 4. Макроэлементы ламинарии сушеной, мг/100 г

Figure 4. Macronutrients in dried kelp, mg/100 g

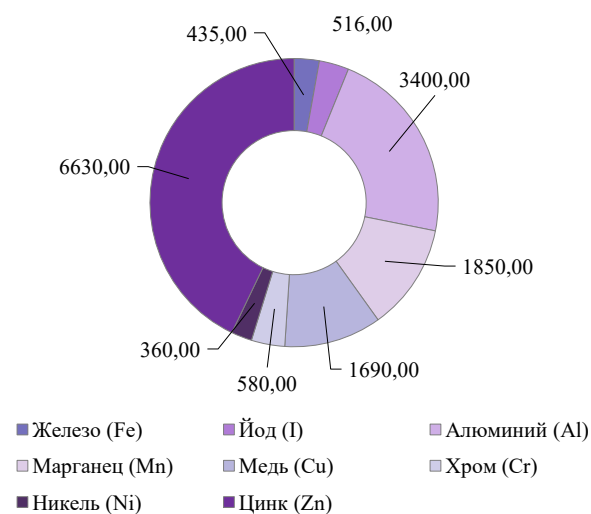


Рисунок 5. Микроэлементы ламинарии сушеной, мкг/100 г

Figure 5. Microelements in dried kelp, µg/100 g

Сушеная ламинария является концентратом органического йода. В мясе яка содержание йода очень низкое – 3,82 мкг/100 г, тогда как в ламинарии сушеной содержится 516,00 мкг/100 г, что делает возможным использование ее в качестве компонента, придающего функциональные свойства готовому продукту.

До разработки технологии нового функционального продукта – рулета из мяса яка – было определено количество добавляемой ламинарии.

Для контрольного образца использовали рецептуру и технологию классического вареного рулета, в кото-

ром вместо свинины применяли мясо яка и ламинарию (табл. 1, рис. 6). С учетом технологического процесса производства вареного рулета полутуши яка раздвигали, выделяли лопаточную часть, которую подвергали обвалке. Полученные куски мяса жиловали, удаляя соединительную ткань от мышечной. Далее направляли на шприцевание рассолом 10 % от массы сырья и выдерживали до 72 ч. Куски мяса направляли на массирование.

Мясо яка уникально по составу, отличается от других видов мяса своей структурой и характеризуется

Таблица 1. Рецепт вареного рулета

Table 1. Yak meatloaf formulation

Наименование	Норма расхода, кг/100 кг
Сырье несоленое (свинина – лопаточная часть без костей, сухожилий и хрящей, цельномышечная)	100,0
Специи и пряности на заливочный рассол	
нитритно-посолочная смесь (НПС)	6,0
ламинария	1,5

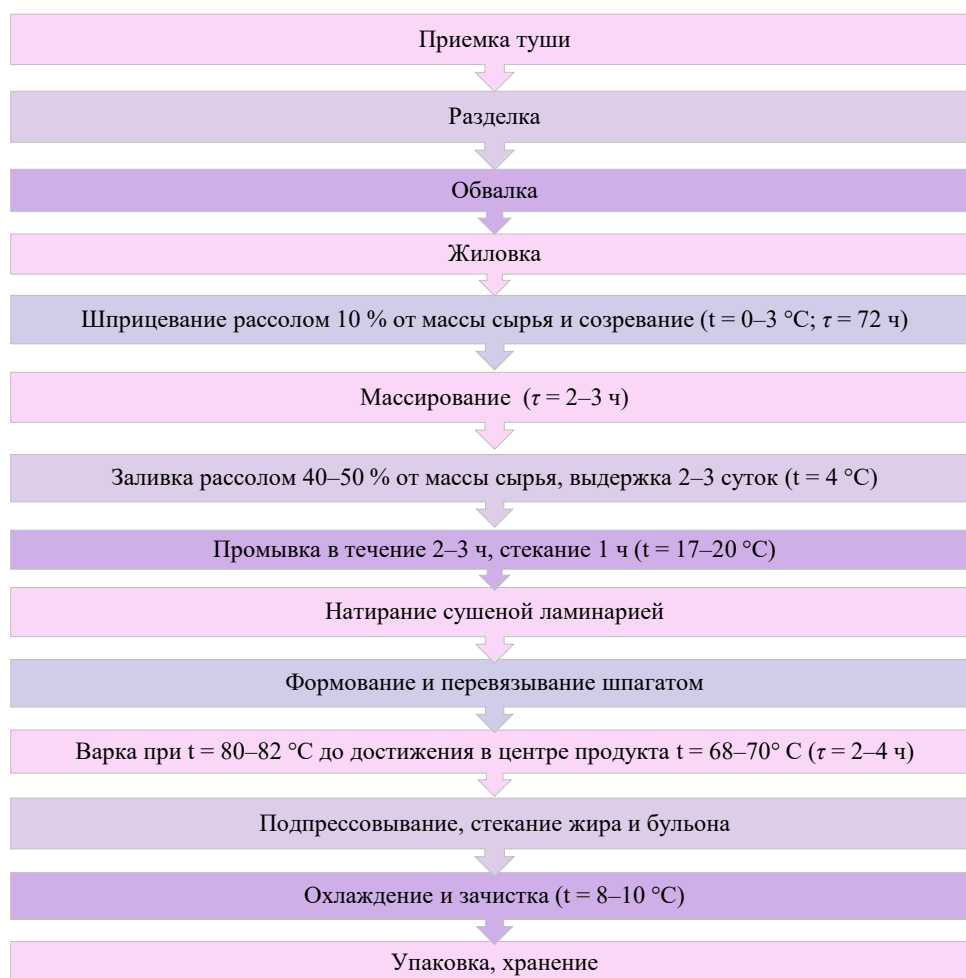


Рисунок 6. Технологическая схема производства вареного рулета

Figure 6. Technological scheme of yak meatloaf production

некоторой жесткостью, что, по-видимому, связано с физическими нагрузками, сопряженными с особенностями обитания животного в условиях высокогорья. Чтобы придать сырью с грубыми мышечными волокнами более нежную структуру и улучшить его способность связывать воду, в мясном производстве применяются различные технологии. В Кыргызской Республике на предприятиях мясной промышленности при изготовлении изделий из ветчины в качестве основного метода обработки используют массирование.

После массирования заливали рассолом 40–50 % от массы сырья и выдерживали 2–3 суток при температуре 4 °С. Под воздействием соли в мясе активизируются биохимические процессы, которые обогащают его веществами, придающими характерный вкус и улучшающими структуру [29]. Для равномерного распределения соли по поверхности мясо промывали в течение 2–3 ч, затем давали стечь в течение 1 ч. Перед формованием производили натирку сушеной ламинарией, предварительно мелкоизмельченной в виде порошка, в разных пропорциях. После этого куски мяса скручивали в виде рулета, перевязывали шпагатом, подвергали тепловой обработке, охлаждали, упаковывали и направляли на хранение.

Что касается количества добавляемой ламинарии, то оптимальная дозировка была определена путем

выработки шести опытных образцов с внесением разного количества добавки, а также контрольного образца без ламинарии. Процентное содержание ламинарии в опытных образцах варьировалось от 0,25 до 2,50 % от массы сырья. Образцы рулетов с различным содержанием ламинарии представлены в таблице 2.

Для определения оптимальной дозировки йодсодержащей добавки ламинарии была создана дегустационная комиссия. Технологические свойства мяса и мясопродуктов формируются под влиянием таких факторов, как содержание питательных веществ, вкусовые характеристики, органолептические показатели, а также биологическая и энергетическая ценность. Вкус мяса определяется его нежностью, сочностью, ароматом, текстурой мышечной ткани и наличием жировых прослоек (мраморности) [30]. Органолептический метод, основанный на сенсорном восприятии, играет важную роль в оценке качества мяса и мясопродуктов. Этот метод, ориентированный на потребителя, позволяет получить наиболее полное представление о вкусовых характеристиках готового продукта [32]. Оценивали показатели качества: внешний вид, цвет, консистенция, запах и вкус. Для органолептического анализа использовали 9-балльную шкалу. На рисунках 7 и 8 представлены результаты органолептических исследований, отображающие средние показатели.

Таблица 2. Компоненты для рулетов из мяса яков

Table 2. Yak meatloaf: Ingredients

Наименование	Образцы						
	Контроль	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Мясо яка посоленное (лопаточная часть), кг	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ламинария, кг	–	0,25	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50

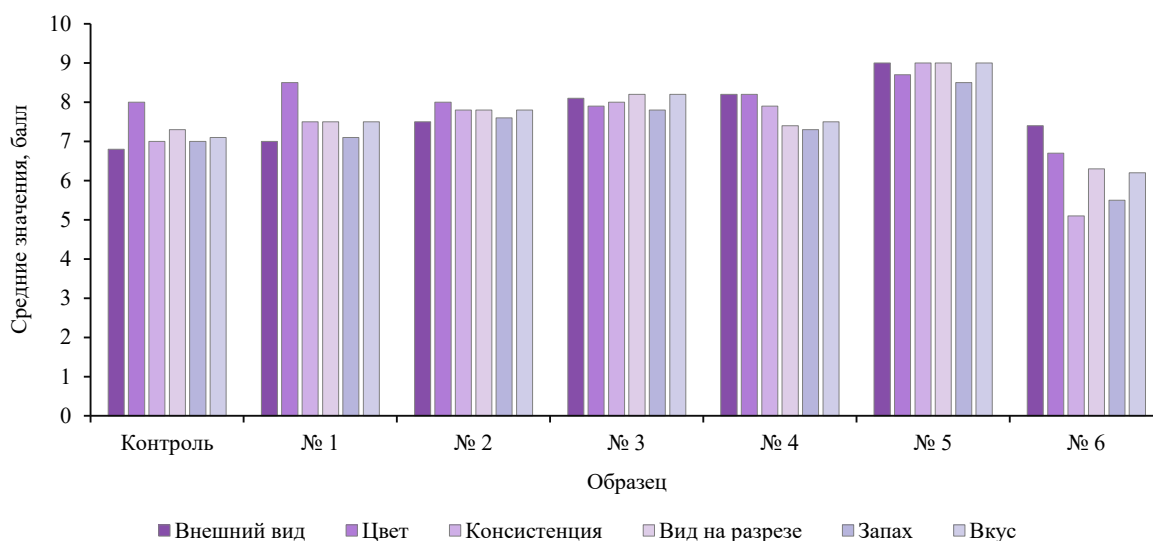


Рисунок 7. Результаты органолептического анализа изготовленных рулетов

Figure 7. Sensory assessment of yak meatloaf

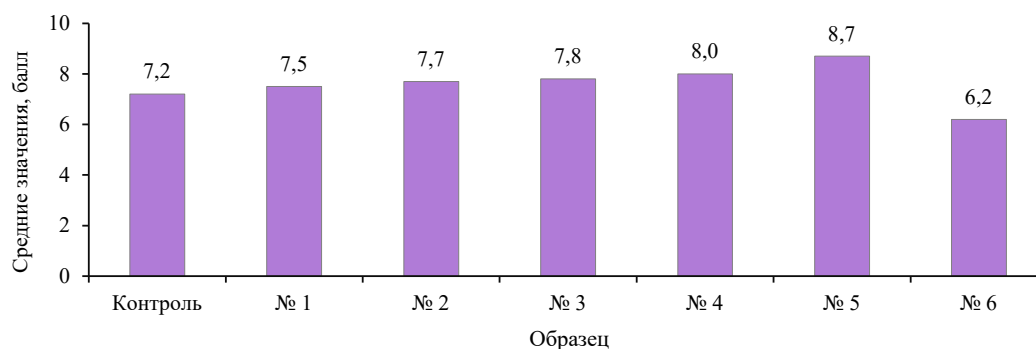


Рисунок 8. Средние значения органолептического анализа изготовленных рулетов

Figure 8. Assessment of yak meatloaf: Mean values

Таблица 3. Содержание минеральных веществ в готовом продукте

Table 3. Mineral content in the finished product

Наименование	Продукт			
	Без ламинарии		С ламинарией	
	До тепловой обработки	После тепловой обработки	До тепловой обработки	После тепловой обработки
Макроэлементы, мг/100 г				
Калий (K)	406,4	386,2	468,3	457,0
Кальций (Ca)	29,7	18,2	58,4	36,4
Магний (Mg)	22,5	18,5	31,5	19,2
Натрий (Na)	1608,3	1035,5	1900,6	1438,6
Фосфор (P)	392,8	371,1	396,2	377,5
Микроэлементы, мкг/100 г				
Железо (Fe)	4100,0	2610,0	7290,0	5030,0
Йод (I)	5,2	4,9	29,5	20,9
Алюминий (Al)	2320,0	2193,2	2560,0	2450,0
Кобальт (Co)	2,8	2,0	4,0	3,0
Марганец (Mn)	110,6	90,0	180,0	120,0
Медь (Cu)	130,5	97,0	150,0	110,0
Литий (Li)	10,8	9,0	13,0	11,0
Ванадий (V)	1,6	1,0	8,0	5,0
Хром (Cr)	120,3	80,0	210,0	130,0
Цинк (Zn)	4620,3	4550,0	4700,0	4680,0
Селен (Se)	58,9	53,0	60,0	55,0
Бор (B)	98,1	90,0	130,0	120,0
Никель (Ni)	81,2	50,0	100,0	70,0
Олово (Sn)	36,7	30,0	50,0	40,0

Анализ органолептических свойств рулетов показал, что наиболее оптимальными оказались образцы № 4 и № 5, которые продемонстрировали высокие вкусовые качества и полностью соответствовали установленным стандартам. Единственным недостатком было наличие запаха морской капусты. На основе органолептической оценки выбран образец № 5, показавший наилучшие результаты.

После того как оптимальное содержание ламинарии в рецептуре было установлено на уровне 1,5 % от массы исходного сырья, приступили к изготовлению рулетов.

Разработанная технология имела отличия от общепринятой (рис. 6). После посола и созревания куски мяса натирали сушеной ламинарией, для равномерного ее распределения по всему объему их подвергали масированию и последующей обработке. Контрольный образец изготавливали без ламинарии.

Особый интерес представляло содержание йода и железа в готовом продукте в двух вариантах: с ламинарией и без. В связи с этим был исследован минеральный состав вареного рулета из мяса для обоих вариантов (табл. 3).

В изделии с добавлением ламинарии содержание йода составляет 20,9 мкг/100 г, тогда как в контрольном образце без ламинарии – только 4,9 мкг/100 г. Таким образом, рулет, обогащенный ламинарией, представляет собой перспективный продукт для профилактики заболеваний щитовидной железы, обусловленных недостатком йода в рационе. В готовом продукте с ламинарией содержание железа составило 5003,0 мкг/100 г (5,03 мг/100 г), а в рулете без ламинарии – 2610,0 мкг/100 г (2,61 мг/100 г). Данные по степени покрытия суточной нормы потребления йода и железа представлены в таблице 4.

Согласно полученным данным, 100 г готового продукта содержат 5,03 мг железа, что обеспечивает 27,94 % от суточной нормы потребления этого вещества человеком, а также 13,93 % суточной потребности в йоде. Следовательно, готовый рулет относится к продуктам с функциональными свойствами.

Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясных продуктов» устанавливает требования к показателям безопасности. Безопас-

ность пищевых продуктов заключается в их способности не вызывать у человека токсических, канцерогенных, мутагенных, аллергенных и других нежелательных реакций.

Для обеспечения безопасности потребителей вся мясная продукция на финальном этапе выпуска подвергается строгому контролю: проверяется наличие токсичных элементов и пестицидов (табл. 5), а также проводится микробиологическая экспертиза (табл. 6).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что разработанный продукт отвечает всем требованиям по безопасности готового продукта. Все вышеперечисленные показатели свидетельствуют о целесообразности использования мяса яков как основного сырья для выработки вареного рулета, обогащенного ламинарией.

Выводы

Ввиду значительной распространенности заболеваний щитовидной железы и железодефицитной анемии, обусловленных дефицитом йода и железа, среди

Таблица 4. Степень покрытия суточной нормы

Table 4. The degree of coverage of the daily allowance

Наименование	Суточная потребность (Нормы ФП МР 2.3.1.2432-08)	Содержание элемента в 100 г готового продукта	% покрытия суточной нормы
Железо (Fe), мг	18	5,03	27,94
Йод (I), мкг	150	20,90	13,93

Таблица 5. Безопасность вареного рулета

Table 5. Safety test

Показатель	Вареный рулет	Допустимые уровни по ТР ТС 021/2011
Токсичные элементы, мг/кг		
свинец	0,100	0,500
мышьяк	0,050	0,100
кадмий	0,010	0,050
ртуть	0,004	0,030
Пестициды, мг/кг		
сумма изомеров ГХЦГ (гексахлорциклогексан) α -, β -, γ -	0,050	0,100
ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) и его метаболиты (4,4-ДДД и 4,4-ДДЕ)	0,050	0,100

Таблица 6. Микробиологические показатели вареного рулета

Table 6. Microbiological parameters

Показатель	Допустимые уровни (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 034/2013)	Результат
Бактерии группы кишечной палочки (колиформы) в 1,0 г продукта	не допускаются	не обнаружены
Патогенные бактерии, в т. ч. сальмонеллы и <i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г продукта	не допускаются	не обнаружены
<i>Staphylococcus aureus</i> в 1,0 г продукта	не допускаются	не обнаружены
Сульфитредуцирующие кластридии в 0,01 г продукта	не допускаются	не обнаружены

наиболее уязвимых слоев населения Кыргызской Республики и большинства стран Центральной Азии актуализируется задача разработки и поиска эффективных мер профилактики и терапии данных патологий. Перспективным направлением представляется создание обогащенных продуктов питания.

Для преодоления данного вызова требуется поиск и освоение новых источников сырья. В этом контексте возрастает значимость продуктов и получаемых ресурсов, способных обеспечить максимальный уровень безопасности конечной продукции. Данная тенденция подтверждается растущей популярностью мяса яка, поголовье которого демонстрирует устойчивый рост.

В соответствии с поставленной целью исследования минеральный состав основных рецептурных компонентов, определены органолептические и микробиологические показатели готового вареного рулета.

Предварительное исследование по определению концентрации йода в различных частях туши яка показало, что максимальное значение (3,82 мкг/100 г) выявлено в лопаточной части. Также был проанализирован минеральный состав йодсодержащей добавки – ламинарии, в которой обнаружено высокое содержание органического йода – 516,00 мкг/100 г. В связи с этим использование лопаточной части туши яка и ламинарии, богатой органическим йодом и железом, было признано целесообразным для производства мясного рулета с целью получения функционального продукта. Установлено, что добавление ламинарии в количестве 1,5 % от массы сырья обеспечивает содержание йода в готовом продукте на уровне 20,9 мкг/100 г. Также подтверждена целесообразность использования мяса яка в качестве основного сырья для вареного рулета благодаря высокому содержанию гемового железа, необходимого для профилактики анемии. В резуль-

тате содержание этого микроэлемента в готовом продукте достигло 5003,0 мкг/100 г (5,03 мг/100 г).

Определены органолептические показатели готового продукта, которые продемонстрировали высокие вкусовые качества и полное соответствие установленным стандартам. Микробиологические параметры и показатели безопасности готового продукта свидетельствуют о том, что разработанный продукт отвечает всем требованиям безопасности.

При исследовании минерального состава вареного рулета с ламинарией было выявлено высокое содержание в нем как микро-, так и макроэлементов. Содержание железа увеличилось на 18,49 %, а йода – в 4 раза по сравнению с контрольным образцом. В 100 г готового рулета содержится 5,03 мг/100 г железа, что покрывает 27,94 % от рекомендуемой суточной нормы, и 20,9 мкг/100 г йода (13,93 % суточной потребности), что позволяет отнести данный продукт к категории функциональных и рекомендовать его для людей с заболеваниями, связанными с нехваткой йода и железа.

Критерии авторства

Авторы в равной степени участвовали в подготовке и написании статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

All authors contributed equally to the study conception, research design, and manuscript preparation.

Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Чагина Е. А., Турмова Е. П., Козырева О. Р., Воропаева А. В. Патогенетическая роль йода в организме человека. *International journal of professional science*. 2022. № 11–1. С. 97–104. [Chagina EA, Turmova EP, Kozyreva OR, Voropaeva AV. The pathogenetic role of iodine in the human body. *International Journal of Professional Science*. 2022;11–1:97–104. (In Russ.)] https://doi.org/10.54092/25421085_2022_111_97
2. Ханахмедова К. Ш., Сулейманова Р. Г., Исаханова М. М., Хидириева З. М., Магомедова И. М. Структура распространенности болезней щитовидной железы среди городского и сельского населения. *Вестник новых медицинских технологий электронное издание*. 2022. Т. 16. № 2. С. 66–70. [Hanahmedova KSH, Suleymanova RG, Isahanova MM, Khidirieva ZM, Magomedova IM. The structure of the prevalence of forms of thyroid gland disease. *Journal of New Medical Technologies, eEdition*. 2022;16(2):66–70. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2022-2-2-1>
3. Абдулхабирова Ф. М., Безлепкина О. Б., Бровин Д. Н., Вадина Т. А., Мельниченко Г. А. и др. Клинические рекомендации «Заболевания и состояния, связанные с дефицитом йода». *Проблемы эндокринологии*. 2021. Т. 67. № 3. С. 10–25. [Abdulkhairova FM, Bezlepkina OB, Brovin DN, Vadina TA, Melnichenko GA, et al. Clinical practice guidelines “Management of iodine deficiency disorders”. *Problems of Endocrinology*. 2021;67(3):10–25. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14341/probl12750>
4. Lazarus JH. The importance of iodine in public health. *Environmental Geochemistry and Health*. 2015;37(4):605–618. <http://dx.doi.org/10.1007/s10653-015-9681-4>
5. Трошина Е. А. Устранение дефицита йода – забота о здоровье нации. *Экскурс в историю, научные аспекты и современное состояние правового регулирования проблемы в России. Проблемы эндокринологии*. 2022. Т. 68. № 4.

- C. 4–12. [Troshina EA. Elimination of iodine deficiency is a concern for the health of the nation. An excursion into the history, certain aspects and features of the regulation of the legal regulation of the problem in Russia. *Problems of Endocrinology*. 2022;68(4):4–12. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14341/probl13154>
6. Andersson M, Karumbunathan V, Zimmermann MB. Global iodine status in 2011 and trends over the past decade. *The Journal of Nutrition*. 2012;142:744–750. <https://doi.org/10.3945/jn.111.149393>
7. Орозбаева Ж. М. Распространение эндемического зоба у жителей г. Жалалабад за 2013–2015 годы и его профилактики. Актуальные научные исследования в современном мире. 2017. № 3–3. С. 96–101. [Orozbaeva ZhM, Distribution of endemic goiter among residents of Jalalabad for 2013–2015 and its prevention. *Actual Scientific Research in the Modern World*. 2017;3–3:96–101. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/YKGAACR>
8. Черняев С. И. О взаимозависимой роли йода, селена и железа в профилактике алиментарных заболеваний. *Sciences of Europe*. 2016. № 5 (5). С. 59–62. [Chernyaev SI. On the interdependent role of iodine, selenium and iron in the prevention of nutritional diseases. *Sciences of Europe*. 2016;5(5):59–62. (In Russ.)]
9. Гуринович Г. В., Хренов В. А., Патракова И. С., Патшина М. В. Исследование влияния способов тепловой обработки на физико-химические свойства говядины в зависимости от технологии созревания. *Пищевые системы*. 2022. № 4. Т. 4. С. 28–33. [Gurinovich GV, Khrenov VA, Patrakova IS, Patshina MV. Studying an effect of thermal treatment methods on physico-chemical properties of beef depending on aging technology. *Food Systems*. 2022;4(4):28–33. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-4-376-382>
10. Dominguez-Hernandez E, Salaseviciene A, Ertbjerg P. Lowtemperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Science*. 2018;143:104–113. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.032>
11. Mortensen LM, Frost MB, Skibsted LH. Long-time low-temperature cooking of beef: Three dominant time-temperature behaviours of sensory properties. *Flavour*. 2015;3:2. <https://doi.org/10.1186/2044-7248-4-2>
12. Cui ZK, Yan H, Manoli T, Mo HZ, Bi J, et al. Advantages and challenges of sous vide cooking. *Food Science and Technology Research*. 2021;27(1):25–34. <https://doi.org/10.3136/fstr.27.25>
13. Родионова Н. С., Попов Е. С. Sous-vide обработка мелкокусковых полуфабрикатов из говядины: режимы и показатели качества. *Пищевая промышленность*. 2015. № 10. С. 32–34. [Rodionova NS, Popov ES. Sous-vide processing of small-grain semi-finished beef products: Modes and quality indicators. *The Food Industry*. 2015;(10):32–34. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ULVWRX>
14. Радченко М. В. Исследование влияния длительной низкотемпературной тепловой обработки на качественные характеристики вареных продуктов из свинины с различным ходом автолиза: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. Орел, 2016. 218 с. [Radchenko MV. Effect of prolonged low-heat treatment on the quality of boiled pork products with different autolysis processes: Cand. Tech. Sci. Diss.: 05.18.04. Orel; 2016. 218 p. (In Russ.)]
15. Salaseviciene A, Vaiciulyte-Funk L, Koscelkovskienė I. Impact of low temperature, prolonged time treatment and vacuum depth on the porcine muscle quality and safety: *Proceedings 9th Baltic Conf. on Food Science and Technology «Food for Consumer Well-Being»*. Jelgava, 2014. pp. 333–335.
16. Де-Соуза Л. Д. К. Совершенствование технологии тепловой обработки предварительно вакуумированных пищевых систем на основе круп, овощей и мяса птицы: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Воронеж, 2013. 144 с. [De Souza LDK. Improving the technology of heat treatment of pre-vacuumed food systems based on cereals, vegetables, and poultry: Cand. Tech. Sci. Diss.: 05.18.01. Voronezh, 2013. 144 p. (In Russ.)]
17. Фофанова Т. С. Технология су-вид – некоторые аспекты качества и микробиологической безопасности. Теория и практика переработки мяса. 2018. № 3. С.59–68. [Fofanova TS. Su-vide technology – several aspects of quality and microbiological safety. *Theory and Practice of Meat Processing*. 2018;3(1):59–68. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2018-3-1-59-68>
18. Борисова А. В., Шаярова М. В., Шишкина Н. Ю. Функциональные продукты питания: связь между теорией, производством и потребителем. *Новые технологии*. 2021. Т. 17. № 1. С. 21–32. [Borisova AV, Shayarova MV, Shishkina NYu. Functional food: Relationship between the theory, the production and a consumer. *New Technologies*. 2021;17(1):21–32. (In Russ.)] <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32>
19. Trumbo PR. FDA regulations regarding iodine addition to foods and labeling of foods containing added iodine. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2016;104:864–867. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.110338>
20. Антипова Л. В., Бессонова Л. П., Ибрагимова З. Р. Применение йодис-концентрата в получении йодированных мясных продуктов. *Все о мясе*. 2014. № 3. С. 32–35. [Antipova LV, Bessonova LP, Ibragimova ZR. The use of iodis concentrate in the production of iodized meat products. *All About Meat*. 2014;(3):32–35. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/SHMXTF>
21. Тамабаева Б. С., Абакирова Э. М. Разработка рецептуры и технологии продуктов из мяса яка. *Наука, общество, технологии: проблемы и перспективы взаимодействия в современном мире*. Под ред. Ивановской И. И. Петрозаводск: Новая наука, 2022. С. 255–298. [Tamabaeva BS, Abakirova EM. Formulation and technology development of yak meat products. *Science, society, technology: Problems and prospects of interaction in the modern world*. In: Ivanovskaya II, editor. *Petrozavodsk: A New Science*; 2022. pp. 255–298. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/CCFEBV>
22. Zhang Q, Kakade A, Jing X. Insights into the merits and market potential of yak meat. *Animal Frontiers*. 2023;13:24–31. <https://doi.org/10.1093/af/vfad054>

23. Баженова Б. А., Забалуева Ю. Ю., Данилов М. Б., Вторушина И. А., Бадмаева Т. М. Мясо яков, как перспективное сырье для производства мясопродуктов. *Техника и технология пищевых производств*. 2018. Т. 48. № 3. С. 16–33. [Bazhenova BA, Zabalueva YuYu, Danilov MB, Vtorushina IA, Badmaeva TM. Yak meat as a lucrative raw material for meat products. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(3):16–33. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-16-33>
24. Стаценко Е. С. Разработка технологии кулинарного изделия с использованием обогащающей добавки на основе сои и ламинарии. *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 8. С. 107–110. [Statsenko ES. Development of culinary product technology using enriching additives based on soy and kelp. *Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex*. 2020;34(8):107–110. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10819>
25. Абдыкеримов А. А., Самыкбаев А. К., Бекжанова Э. А., Искембаева А. М., Буйлашев У. Т. Яководство Кыргызстана. *Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина*. 2016. № 1. С. 66–70. [Abdykerimov AA, Samykbaev AK, Bekzhanova EA, Iskembayeva AM, Buylashev UT. Yak of the Kyrgyz Republic. *Bulletin of the Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin*. 2016;(1):66–70. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/WBWFBS>
26. Агунова Л. В. Анализ производства мясных продуктов функционального назначения для коррекции йододефицитных состояний. *Восточный Европейский журнал передовых технологий*. 2015. № 2. С. 9–14. [Agunova LV. Analysis of the production of functional meat products for the correction of iodine deficiency conditions. *Eastern European Journal of Advanced Technologies*. 2015;(2):9–14. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39693>
27. Красовская Е. С., Почичкая И. М., Алексеенко М. С. Изучение биологически активных веществ, позволяющих прогнозировать функциональные свойства паст и паштетов рыбных с фукусом. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2024. Т. 17. № 3. С. 76–85. [Krasovskaya ES, Pochitskaya IM, Alekseenko MS. The study of biologically active substances that make it possible to predict the functional properties of fish pastes and pates with fucus. *Food Industry: Science and Technology*. 2024;17(3):76–85. (In Russ.)]
28. Толкунова Н. Н., Бидюк А. Я., Свергуненко С. Л. Экстракт фукуса – новое решение проблемы йодной недостаточности. *Пищевая промышленность*. 2004. № 2. С. 74–75. [Tolkunova NN, Bidyuk AY, Svergunenko SL. Fucus extract is a new solution to the problem of iodine deficiency. *The Food Industry*. 2004;(2):74–75. (In Russ.)]
29. Тамабаева Б. С., Абакирова Э. М. Разработка функционального продукта из мяса яка. *Ползуновский вестник*. 2023. № 4. С. 127–132. [Tamabaeva BS, Abakirova EM. Development of functional product from yak meat. *Polzunovskiy Vestnik*. 2023;(4):127–132. (In Russ.)] <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2023.04.016>
30. Зеленев Г. Н. Органолептическая оценка качества говядины мясных телок различных генотипов. *Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии*. 2016. № 2. С. 123–126. [Zelenov GN. Organoleptic assessment of beef quality of meat heifers of various genotypes. *Bulletin of the Ulyanovsk Agricultural Academy*. 2016;2;123–126. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/WEZYVX>
31. Левахин В. И., Попов В. В., Сиразетдинов Ф. Х. Новые приемы высокоэффективного производства говядины. М.: Вестник РАСХН, 2011. 412 с. [Levakhin VI, Popov VV, Sirazetdinov FH. New methods of highly efficient beef production. Moscow: *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*; 2011. 412 p. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/QLCIXT>

Дополнительная информация об авторах / Additional information about the authors

Тамабаева Бибикуль Сулеевна / Bibikul S. Tamabaeva ORCID 0000-0002-0892-2363; eLIBRARY SPIN 6199-5872
Кыдыралиев Нурудин Абдыназарович / Nurudin A. Kydyraliev ORCID 0000-0002-6168-8772; eLIBRARY SPIN 1211-9498
Абакирова Элиза Майрамбековна / Eliza M. Abakirova ORCID 0009-0004-4662-8271; eLIBRARY SPIN 2156-8302
Азисова Мунара Азисовна / Munara A. Azisova ORCID 0009-0003-2397-4289; eLIBRARY SPIN 4379-1902