

Дмитрий Олегович Еременко^{1✉}, Татьяна Анатольевна Милохова², Юлия Викторовна Османова³, Оксана Петровна Чуб⁴

^{1,4}Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия

^{2,3}Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, Донецк, Россия

¹doeremenko@mail.sevsu.ru

²milohova1673@mail.ru

³hvjfif.78@list.ru

⁴opchub@mail.sevsu.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОТЛЕТНОЙ МАССЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ МЯСНОГО ФАРША, ЛАМИНАРИИ И РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Цель исследования – изучить влияние ламинарии, соевой муки и льняного масла на функционально-технологические (влагоудерживающая и жиропоглощительная способность) показатели модельных систем котлетной массы. Объекты исследования – модельные системы рубленой мясной массы, к которой добавляли ламинарию и нетрадиционное растительное сырье. Микробиологические показатели разработанного мясного фарша с ламинарией в течение всего срока хранения отвечали требованиям нормативной документации, что свидетельствует об эпидемиологической безопасности разработанного продукта. При обогащении модельных пищевых композиций йодидом калия йод сохранился на 42 %, ламинарией – на 61 %. Разработана модельная композиция котлетной массы с ламинарией, соевой мукой и льняным маслом. С уменьшением части соевой муки в котлетной массе влагоудерживающая способность увеличивалась с 47,2 до 48,8 %. При этом опытные образцы удерживали влагу на уровне контроля (48,2 %), что объясняется содержанием хлеба и его высокой влагоудерживающей способностью. С увеличением количества хлеба в котлетной массе растет относительная влагоудерживающая способность. Жиропоглощительная способность модельных котлет с ламинарией растет сравнительно с контролем: в опыте без содержания хлеба – на 2,3 %, в опыте с 50 %-й заменой хлеба – на 1,6 %. По результатам исследования химического состава готовых изделий, изготовленных из модельных композиций с ламинарией, следует отметить увеличение содержания белков на 3,2 %, йода – в 25,5 раза, селена – в 19,6 раза, фолиевой кислоты – в 5 раз, витамина Е – на 50 % по сравнению с контролем.

Ключевые слова: ламинария, мясной фарш, соевая мука, льняное масло, влагоудерживающая способность котлетной массы, жиропоглощительная способность котлетной массы

Для цитирования: Еременко Д.О., Милохова Т.А., Османова Ю.В., и др. Разработка технологии производства котлетной массы функционального назначения из мясного фарша, ламинарии и растительного сырья // Вестник КрасГАУ. 2025. № 4. С. 247–260. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-4-247-260.

Dmitry Olegovich Eremenko^{1✉}, Tatyana Anatolyevna Milokhova², Yulia Viktorovna Osmanova³, Oksana Petrovna Chub⁴

^{1,4}Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

^{2,3}Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Donetsk, Russia

¹doeremenko@mail.sevsu.ru

²milohova1673@mail.ru

³hvjfif.78@list.ru

⁴opchub@mail.sevsu.ru

DEVELOPING TECHNOLOGY TO PRODUCE CUTLET MASS OF FUNCTIONAL PURPOSE FROM MINCED MEAT, KELP AND VEGETABLE RAW MATERIALS

The aim of the study is to investigate the effect of kelp, soy flour and linseed oil on the functional and technological (water-holding and fat-absorbing capacity) indicators of model systems of cutlet mass. The objects of the study were model systems of minced meat mass, to which kelp and non-traditional plant raw materials were added. Microbiological indicators of the developed minced meat with kelp met the requirements of regulatory documentation throughout the shelf life, which indicates the epidemiological safety of the developed product. When enriching the model food compositions with potassium iodide, iodine was preserved by 42 %, with kelp – by 61 %. A model composition of cutlet mass with kelp, soy flour and linseed oil was developed. With a decrease in the proportion of soy flour in the cutlet mass, the moisture-holding capacity increased from 47.2 to 48.8 %. At the same time, the experimental samples retained moisture at the control level (48.2 %), which is explained by the bread content and its high moisture-holding capacity. With an increase in the amount of bread in the cutlet mass, the relative moisture-holding capacity increases. The fat-absorbing capacity of model cutlets with kelp increases compared to the control: in the experiment without bread content – by 2.3 %, in the experiment with 50 % replacement of bread – by 1.6 %. According to the results of the study of the chemical composition of finished products made from model compositions with kelp, it should be noted that the protein content increased by 3.2 %, iodine – by 25.5 times, selenium – by 19.6 times, folic acid – by 5 times, vitamin E – by 50 % compared to the control.

Keywords: kelp, minced meat, soy flour, flaxseed oil, moisture-retaining capacity of cutlet mass, fat-absorbing capacity of cutlet mass

For citation: Eremenko DO, Milokhova TA, Osmanova YuV, et al. Developing technology to produce cutlet mass of functional purpose from minced meat, kelp and vegetable raw materials. *Bulletin of KSAU*. 2025;(4):247-260. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-4-247-260.

Введение. В основе реализации современных продуктов в организации питания населения стоит очень значимая проблема по обоснованию оптимальных технологий переработки нетрадиционного растительного и животного сырья и на этой базе разработка новых подходов к использованию растительного и животного сырья в технологиях полуфабрикатов, блюд и кулинарных изделий с целью поддержания здоровья всех групп населения.

В связи с возникшими экологическими проблемами все более важное место в питании населения занимают продукты оздоровительного характера, обладая пищевой и биологической ценностью, высокими органолептическими показателями и функциональным действием на организм человека. Эта тенденция стала основой для разработки продуктов нового поколения – продуктов функционального питания.

Под это понятие попадают продукты, которые с помощью добавления определенных пищевых ингредиентов, кроме функции питания (поставка в организм пищевых веществ, таких как белки, жиры, углеводы, или минеральных веществ – кальция, магния) выполняют еще одну дополнительную функцию – приносят опре-

деленную пользу, например усиливают иммунитет организма или являются средством профилактики болезней, причиной возникновения которых является неполноценное питание.

Термин «функциональные продукты» впервые был употреблен в Японии в середине 80-х гг. прошлого века относительно пищевых продуктов, содержащих ингредиенты, которые, кроме того, что имели питательную ценность, характеризовались специфическим действием на функции организма.

Успех современных технологий мясных изделий на рынке во многом зависит от качественных показателей и привлекательного внешнего вида готового продукта. Переход на ресурсосберегающие технологии переработки пищевого сырья, поступление мяса с достаточно низкими функционально-технологическими свойствами, использование нового технологического оборудования, потребность в выпуске конкурентоспособной продукции, а также и наличие других причин определяют необходимость в постоянном обновлении ассортимента выпускаемой продукции за счет разработки и внедрения новых рецептур и технологий мясопродуктов.

В современной мясоперерабатывающей промышленности используются всевозможные способы улучшения качества выпускаемых пищевых продуктов и совершенствования ведения технологических процессов. Концепция современной переработки мясного сырья заключается в создании технологии комплексной переработки сырья. В основу этой концепции положено качество сырья и готового пищевого продукта как по химическому, так и по морфологическому составу; органолептическим показателям и показателям пищевой и биологической ценности; по структурно-механическим и технологическим свойствам.

На сегодняшний момент наибольшим спросом у населения пользуются мясные рубленые изделия, технология которых включает добавление репчатого лука, овощей, вкусовых, ароматических веществ и других ингредиентов, которые имеют приятный вкус и находятся в недорогом ценовом сегменте [1].

На предприятиях общественного питания и пищевой промышленности основой является комбинация из двух или более однородных мясных или мясо-грибных продуктов, к которым добавляется какой-нибудь жир, для придания продукции эластичности. В новых разработках технологий мясных рубленых изделий наряду с говядиной, свининой, субпродуктами первой и второй категории широко используют мясо и субпродукты птицы, мясо механической дробилки, растительное сырье, белки растительного и животного происхождения. Растительное сырье является источником биологически активных веществ, среди которых выделяются соединения, способные в минимальных количествах дать высокий фармакологический эффект: гликозиды, полисахариды, флавоноиды, дубильные вещества и др.

Изучение литературных данных по распространению, возможности культивирования, химическому составу растительного сырья позволило определить группу растений из 26 наименований, обладающих наибольшей функциональной активностью. Химический состав этого растительного сырья изучен многими исследователями.

Биологически активные вещества растительного происхождения повышают неспецифическую сопротивляемость организма болезнетворным воздействиям и улучшают адаптационные возможности последнего, как отмечает И.И. Брехман. Они совершенно безвредны для организма,

имеют большую широту терапевтического действия, проявляют свое адаптогенное действие только на соответствующем уровне [2].

По мнению авторов [3, 4], концепция современных функциональных пищевых продуктов рассматривает их не только как источники энергии и пластических веществ, но и как продукты, способные оказывать комплексное оздоровительное воздействие на организм человека. В основу базовой технологии производства продукта, обладающего высокой биологической ценностью, хорошими органолептическими свойствами, способностью к длительному хранению, была выбрана схема изготовления консервированных паштетов.

В Великобритании были исследованы результаты введения белкового изолята из соевых бобов в технологию мясных продуктов для школьных завтраков [5]. Белковый изолят из соевых бобов содержит 90 % белка, в состав которого входят все незаменимые аминокислоты, и практически не содержит углеводов. Введение белкового изолята в мясную котлетную массу для школьных завтраков позволяет снизить содержание в них жира и холестерина на 15 %. Кроме этого уменьшается содержание натрия в производимых продуктах.

В производстве мясных изделий функционального назначения в настоящее время используется широкий ассортимент добавок животного и растительного происхождения. В группе диетических добавок растительного происхождения значительный практический интерес также представляют морские водоросли, которые вместе с продуктами их переработки чаще всего применяются как структурообразователи, гидроколлоиды, добавки с эмульгирующими свойствами, которые содержат большое количество биологически активных веществ.

Учеными исследовались бурые водоросли (ламинария и фукус) с целью использования их в мясных фаршевых изделиях [6]. Добавление незначительного количества водорослей предусматривало обогащение макро- и микроэлементами, в частности йодом, селеном, незаменимыми и свободными аминокислотами, что улучшало влагоудерживающую способность фарша и его биологическую ценность. Учеными определены гидромодули водорослей: ламинарии – 3,5, фукусов – 4,0. Установлено, что максимально допустимое содержимое водорослей, при котором обеспечивается необходимая пластичность, соч-

ность, мясной вкус и запах, высокие физико-химические показатели качества, равняется 5 %. По утверждению ученых, исследованные гидроколлоиды дали возможность повысить выход мясных изделий от 5 до 10 %, увеличить влагоудерживающую способность фаршевых систем. Исследована зависимость функциональных свойств ламинарии (эмульгирующая способность и стабильность эмульсии) от температуры воды, которая добавлялась, pH и концентрации кухонной соли. Установлено, что повышение температуры воды приводит к определенному увеличению жироземлюющей способности, но одновременно и к значительному снижению стабильности эмульсии, особенно в диапазоне температур от 20 до 40 °C.

Сравнительно недавно в мясной промышленности начали использовать в качестве загустителей и стабилизаторов продукты переработки морских водорослей, карагинаны, агар, альгиновую кислоту и альгинат натрия.

Различные виды ламинарии использовались в пищевых целях с древних времен. Как правило, подготовленные части, обычно стебли, употребляются в пищу либо сразу после отваривания в бульоне или воде, либо после высушивания. Большая часть выращиваемых в промышленных масштабах растений используется для получения йода, альгина, которые широко используются в различных отраслях промышленности. Например, в Южной Корее из ламинарии готовят желе, в других странах она используется в свежем виде для салатов, которые для доставки и продажи в другие регионы подвергаются консервации. Китай остается лидером в производстве и потреблении продукции из ламинарии.

Цель исследования – изучить влияние ламинарии, соевой муки и льняного масла на функционально-технологические (влагоудерживающая и жиропоглощающая способность) показатели модельных систем котлетной массы.

Задачи: разработать модельную композицию котлетной массы с ламинарией, соевой мукой и льняным маслом; определить микробиологические показатели разработанного мясного фарша в течение всего срока хранения; изучить влияние обогащения разработанных модельных пищевых композиций йодидом калия и ламинарией; исследовать физико-химические и органолептические показатели разработанных композиций.

Объекты, материалы и методы. Исследование физико-химических, микробиологических, органолептических показателей проводили по стандартным общепринятым методикам. Была проведена математическая обработка экспериментальных исследований.

Исследование структурно-механических показателей проводилось в лаборатории общепромышленных дисциплин ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». Определение влагоудерживающей, водосвязывающей, жиропоглощающей способностей прессованием [7] проводилось в лаборатории кафедры технологии и организации производства продуктов питания им. А.Ф. Коршуновой Донецкого национального университета экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского. Также прессованием определялось состояние свободной и связанной влаги в модельных мясных системах.

Исследование микробиологических, физико-химических и органолептических показателей проводили по стандартным общепринятым методикам. При проведении экспериментальных исследований объектами исследования выбраны фарш мясной с добавками (ламинарией, соевой мукой и льняным маслом), мясные кулинарные изделия на его основе.

Материалы исследования для получения полуфабрикатов и готовых изделий – ламинария пищевая порошкообразная (далее – ламинария) (ТУ 9284-039-004622769); соевая мука (ГОСТ 3898-56); льняное масло (ТУ 9365-018-50554590); мясо котлетное говяжье (ТУ В 46.38.03); хлеб из пшеничной муки первого сорта (ГОСТ 26987-86); сухари панировочные (ГОСТ 28402-89).

Массовую долю жира определяли по экстракционно-весовым методам в аппарате Соклета в модификации Рушковского. Массовую долю белка определяли модифицированным методом Кьельдаля по ГОСТ 25011-81. Аминокислотный состав определяли расчетным способом. Аминокислотный скор белков определяли по формуле

$$AC = \frac{T}{B} \cdot 100,$$

где AC – аминокислотный скор, %; T – содержание аминокислоты в 1 г белка, мг; B – содержа-

ние аминокислоты в 1 г идеального белка ФАО/ВОЗ, мг.

Активную кислотность в модельных композициях котлет определяли потенциометрическим методом на приборе рН-340. Количество влаги определяли методом высушивания навески модельных композиций в сушильном шкафу СЭШ-3. Влажность вычисляли с учетом результатов ее взвешивания до и после сушки.

Степень сбалансированности незаменимых аминокислот устанавливали путем сравнения их сора со стандартным белком (метод предложен ФАО/ВОЗ (Boutrif E., 1991; FAO/WHO, 1973: 64-65; FAO/WHO, 1990). Жирнокислотный состав рубленых изделий определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе ShimadzuGC 14. Структурно-механические свойства определяли на ротационном вискозиметре Rheotest RN4.1, который имеет высокую степень автоматизации и чувствительности.

Результаты и их обсуждение. В результате изучения способов введения ламинарии в мясные пищевые системы [8–10] разработана технология мясного фарша с ламинарией. Технологический процесс представлен на рисунке 1.

Основные этапы приготовления мясного фарша функционального назначения:

– подготовка сырья: мясное сырье инспектируют на соответствие требованиям действующей нормативно-технической документации и охлаждают до температуры от 4 до 8 °С; ламинария в виде сухого порошка предварительно замачивается в воде в течение 30 мин с гидромодулем 1 : 3;

– приготовление фарша: мясо подвергается измельчению с помощью мясорубки либо блендера с диаметром отверстий решетки 3 мм; измельченное мясное сырье и ламинарию загружают в механическую мешалку для перемешивания в течение 3–5 мин до образования однородной массы.

Для обоснования сроков хранения проведено исследование изменения микробиологических показателей мясного фарша. Согласно требованиям нормативной документации, срок хранения мясного фарша при температурном режиме от 0–6 °С составляет 12 ч с момента окончания технологического процесса [10]. Опытный и контрольный образцы подвергались хранению в холодильном шкафу в течение 18 ч при температуре 2–6 °С и относительной влажности воздуха 80 %.

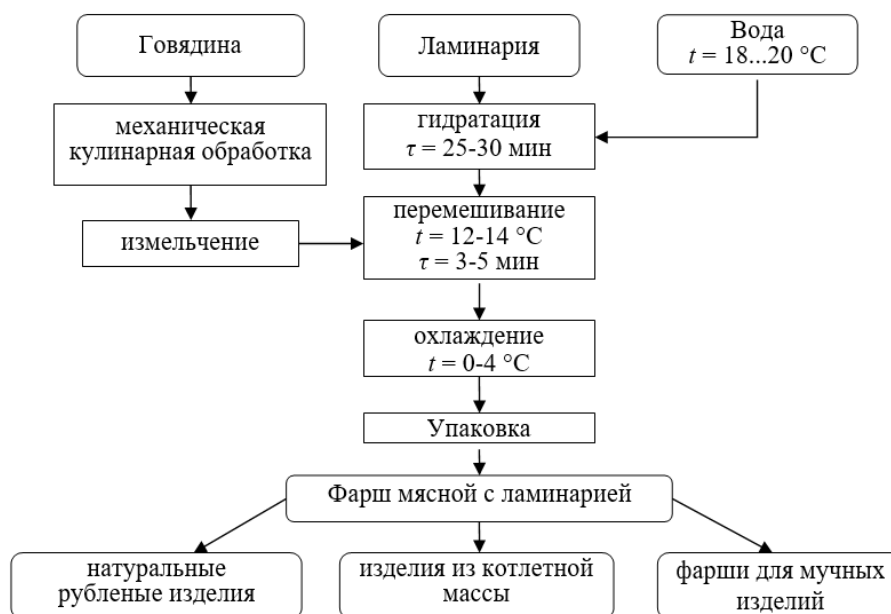


Рис. 1. Технологическая схема производства фарша мясного с ламинарией

Technological scheme of production of minced meat with kelp

Для установления микробиологической безопасности нового вида фарша с ламинарией опытным путем определяли общее количество факультативно анаэробных и мезофильных

аэробных микроорганизмов в 1 г продукта, наличие бактерий группы кишечной палочки, патогенных микроорганизмов. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Микробиологические показатели мясного фарша с ламинарией
Microbiological parameters of minced meat with kelp

Показатель	Норма	Срок хранения, ч	Фарш говяжий (контроль)	Фарш говяжий с ламинарией (опыт)
Количество мезофильных аэробных микроорганизмов (МАФАнМ) КУО в 1 г	$1 \cdot 10^6 - 1 \cdot 10^7$	6	$2,9 \cdot 10^5$	$9,5 \cdot 10^4$
		12	$7,6 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^5$
		18	$1,0 \cdot 10^6$	$3,5 \cdot 10^5$
Бактерии группы кишечных палочек в 0,001 г	Не допускается	6	Не обнаружено	
		12		
		18		
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонелла, в 25 г	Не допускается	6	Не обнаружено	
		12		
		18		

Контролем служил фарш из говядины, приготовленный по традиционной технологии. Для анализа отбирались пробы полуфабрикатов после 6, 12 и 18 ч хранения при температуре 4 °С и влажности 80 %. Выход и влагоудерживающая способность модельной фаршевой системы повышались по мере увеличения количества вводимой ламинарии. Цвет образцов мясного фарша с наименьшей заменой его ламинарией практически не отличался от контрольного образца.

Микробиологические показатели контрольного и опытного образцов в течение всего срока хранения отвечают требованиям нормативной документации (СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов»), что свидетельствует об эпидемиологической безопасности мясного фарша с ламинарией. Следовательно, фарш мясной с ламинарией, приготовленный по разработанной технологии, рекомендуется хранить в течение 12 ч при температуре от 0 до 6 °С.

Для подтверждения эффективности использования ламинарии с целью обогащения йодом проводили исследование сохранения этого элемента в изделиях после тепловой обработки.

Цель эксперимента заключалась также в сравнении потерь йода при использовании ламинарии и его неорганического источника – йодида калия, который содержит 114,7 мкг йода в 150 мкг соли.

Для приготовления модельной пищевой композиции с неорганическим йодом (опыт 2) 350 мкг йодида калия растворяли в небольшом количестве воды, добавляли к измельченной говядине и перемешивали. Из модельных композиций формировали полуфабрикаты массой по 100 г, обжаривали от 3 до 5 мин при температуре от 150 до 160 °С, а потом доводили до готовности в жарочном шкафу. Йод определяли в изделиях до и после тепловой обработки методом инверсионной вольтамперометрии. Результаты исследования по содержанию йода в модельных пищевых композициях приведены в таблице 2.

Таблица 2

Содержимое йода в модельных пищевых композициях до и после тепловой обработки
Iodine content in model food formulations before and after heat treatment

Образец	Содержание йода, мкг		Потери, %	Сохранение, %
	до тепловой обработки	после тепловой обработки		
Опыт 1 (фарш с ламинарией)	204,04	124,47	39	61
Опыт 2 (с 350 мкг KI)	229,40	96,35	58	42

Анализ полученных данных показал, что при обогащении модельных пищевых композиций йодидом калия йод сохранился на 42 %, ламинарией – на 61 %, что подтверждает лучшее сохранение йода из органических источников по сравнению с неорганическими.

Таким образом, более эффективным способом обогащения йодом мясных изделий является

использование ламинарии как естественного йодосодержащего сырья.

Проведены исследования пищевой ценности мясных рубленых изделий, при изготовлении которых вместо котлетного мяса использовали разработанный фарш с ламинарией. Рецептурный состав котлет с ламинарией приведен в таблице 3.

Таблица 3

Рецептурный состав котлет с ламинарией, г
The recipe of cutlets with kelp, g

Сырье	Контроль	Опыт (котлеты с ламинарией)
Говядина	74	68
Хлеб пшеничный	18	18
Вода для замачивания хлеба	24	24
Соль	2	2
Сухари	10	10
Ламинария	0	1,5
Вода для замачивания ламинарии	0	4,5

Построены профили качества мясных рубленых изделий с ламинарией сравнительно с суточной потребностью (рис. 2, 3).

Профиль качества мясных рубленых изделий с ламинарией имеет большую площадь поверхности сравнительно с контролем, что свидетельствует об их более высоком качестве относительно обеспечения суточной потребности в эссенциальных нутриентах. Однако опытный образец подвергался корректировке химическо-

го состава прежде всего по таким микронутриентам, как фолиевая кислота, селен, токоферолы, ПНЖК.

В соответствии с блок-схемой моделирования мясных кулинарных изделий функционального назначения для обеспечения содержимого полноценными белками на уровне контрольных изделий и повышения содержимого селена, токоферолов, фолиевой кислоты и ПНЖК в мясных рубленых изделиях использовали соевую муку.

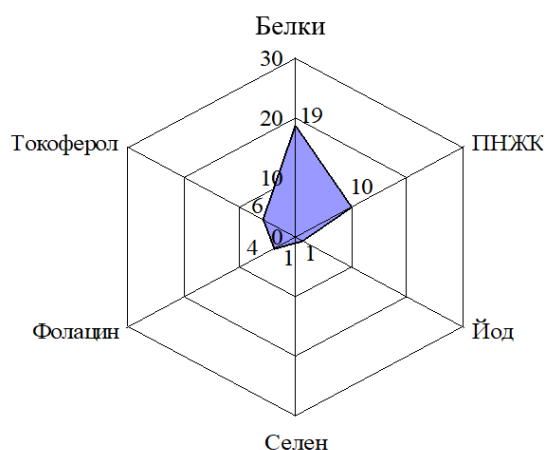


Рис. 2. Обеспечение суточной потребности в питательных веществах при потреблении 100 г котлет (контроль)

Ensuring the daily nutritional requirements when consuming 100 g of cutlets (control)

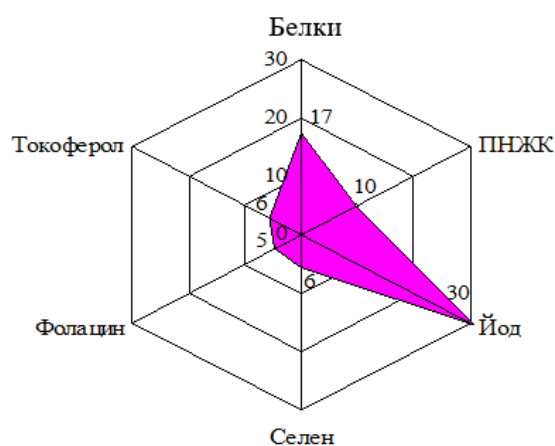


Рис.3. Обеспечение суточной потребности в питательных веществах при потреблении 100 г котлет с ламинарией (опыт)

Ensuring the daily nutritional requirements when consuming 100 g of cutlets with kelp (experience)

При создании многокомпонентных мясных рубленых изделий регулируемого состава большое внимание уделяют исследованию свойств, соединению компонентов и определению качества разработанных изделий. Была поставлена задача: использовать в технологии мясных котлет максимальное количество сое-

вой муки для обеспечения от 15 до 30 % суточной потребности, льняного масла, которые являются ценным биологически активным сырьем. Была разработана модельная композиция котлетной массы с ламинарией, соевой мукой и льняным маслом. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Модельная пищевая композиция котлет с ламинарией,
соевой мукой и льняным маслом, г**
Model food composition of cutlets with kelp, soy flour and linseed oil, g

Сырье	Контроль, г	Опыт 1 (с ламинарией), г	Опыт 2 (с ламинарией, соевой мукой и льняным маслом), г
Говядина	74	68	68
Хлеб пшеничный	18	18	0
Вода для замачивания хлеба		24	0
Соль	2	2	2
Сухари	10	10	10
Ламинария	0	1,5	1,5
Вода для замачивания ламинарии	0	4,5	4,5
Соевая мука	0	0	10,5
Вода для замачивания муки	0	0	29,5
Льняное масло	0	0	2,0
Масса сырья	128	128	128

При использовании продуктов переработки сои в мясных кулинарных изделиях функционального назначения, наряду с функционально-технологическими свойствами, необходимо также ориентироваться на их безопасность, питательную ценность, экономическую доступность, простоту использования [11].

В технологии мясных котлет 100 % пшеничного хлеба было заменено на соевую муку. При изготовлении мясных изделий с добавлением соевой муки ее рекомендуют предварительно замачивать в воде в соотношении 1 : 3. Для создания системы с необходимыми функционально-технологическими и органолептическими свойствами использовали масло льняное, вводимое в количестве 2 % от массы готового изделия. Масло добавляли в смесь замоченной соевой муки и перемешивали. Профиль качества мясных рубленых изделий с ламинарией, соевой мукой и льняным маслом имеет большую площадь поверхности сравнительно с контролем и опытом 1. Это свидетельствует о более высокой возможности относительно обес-

печения суточной потребности человека в ПНЖК, железе, йоде, селене, фолиевой кислоте, токоферолах, что будет определять функциональное оздоровительное назначение новых мясных изделий. Обеспечение суточной потребности в питательных веществах (%) при потреблении 100 г котлет, содержащих ламинарию, соевую муку и льняное масло, представлено на рисунке 4.

Для обоснования рекомендаций относительно использования соевой муки при производстве мясных рубленых изделий важно знать не только химический состав последних, но и функционально-технологические свойства, в частности влагоудерживающую, жиропоглощающую и эмульгирующую способности.

Экспериментально установлено, что соевая мука характеризуется высокими физико-химическими и функционально-технологическими свойствами. Общий белок определяли методом Къельдаля. Физико-химические и функциональные свойства соевой муки приведены в таблице 5.

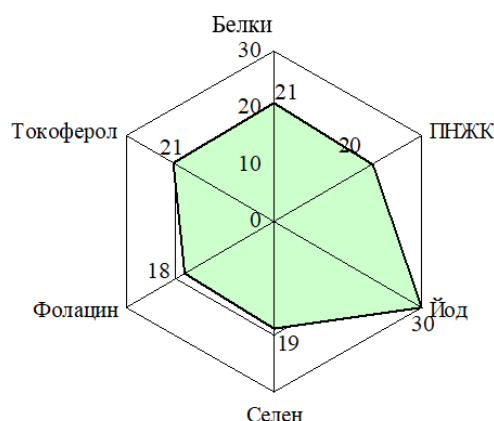


Рис. 4. Обеспечение суточной потребности в питательных веществах, %, при потреблении 100 г котлет, содержащих ламинарию, соевую муку и льняное масло

Ensuring daily nutritional requirements, %, when consuming 100 g of cutlets containing kelp, soy flour and linseed oil

Таблица 5

Физико-химические и функциональные свойства соевой муки
Physico-chemical and functional properties of soy flour

Показатель	Количественное значение
Белок, %	39,6
Влажность, %	6,0
Липиды, %	20,0
Зола, %	5,3
Влагоудерживающая способность, г воды на 1 г продукта	3,20
Жиропоглощительная способность, г жира на 1 г продукта	2,4
Эмульгирующая способность, %	0,68
Стойкость эмульсии	0,71

Результаты исследований свидетельствуют, что соевую муку можно использовать в качестве влагоудерживающего и жиропоглощительного компонента в технологии мясных рубленых изделий.

Анализ качества изделий, изготовленных по составленным модельным композициям котлет

с ламинарией, соевой мукой и льняным маслом, проводили в первую очередь по дегустационным оценкам. Дегустационная оценка котлет с ламинарией, соевой мукой и льняным маслом представлена в таблице 6.

Таблица 6

Дегустационная оценка мясных котлет с добавлением соевой муки, ламинарии и льняного масла
Tasting evaluation of meat patties with soy flour, kelp and linseed oil

Образец	Замена хлеба, %	Внешний вид	Вкус	Запах	Консистенция	Сочность	Цвет	Средняя оценка, баллы
Контроль	0	8,2	8,9	8,8	8,7	8,9	8,6	8,7
Опыт 1	100	3,8	5,8	7,4	2,1	2,0	7,5	4,8
Опыт 2	90	7,1	7,2	8,8	3,9	3,2	8,4	6,4
Опыт 3	80	7,5	8,6	8,9	6,1	6,8	8,3	7,7
Опыт 4	70	8,0	8,7	9,0	7,7	8,1	8,6	8,4
Опыт 5	60	8,4	8,5	8,9	8,5	8,6	8,7	8,6
Опыт 6	50	8,3	8,7	8,8	8,8	8,8	8,5	8,7

Общая средняя оценка опытных образцов (опыт 1), изготовленных без добавления хлеба, значительно ниже контрольного. Во время дегустации отмечено, что опытный образец сохранил форму, имел приятный мясной аромат и вкус, отсутствовал соевый привкус. Однако опытные котлеты имели жесткую консистенцию и недостаточную сочность, что связано с полным исключением хлеба из состава котлет.

Следовательно, полная замена хлеба на соевую муку в котлетах не позволяет получить изделия с высокими органолептическими показателями.

Дальнейшие исследования показали, что при частичной замене хлеба (до 50 %) на соевую муку качество котлет приближается к контролю.

Следует отметить, что с увеличением части хлеба опытные образцы приобретают достаточную сочность, имеют нежную консистенцию, близкую к контролю. В дальнейшем исследовались качественные показатели модельных пищевых композиций с частичной заменой хлеба к 50 % на соевую муку. В таблице 7 приведены модельные пищевые композиции котлет с ламинарией, соевой мукой и льняным маслом.

Таблица 7

Модельные пищевые композиции котлет с ламинарией, соевой мукой и льняным маслом
Model food compositions of cutlets with kelp, soy flour and linseed oil

Сырье	Контроль	Котлеты с заменой хлеба, %					
		100	90	80	70	60	50
		Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 5	Опыт 6
Говядина	74,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0
Хлеб пшеничный	18,0	–	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0
Вода для замачивания хлеба	24,0	–	2,4	4,8	7,2	9,6	12,0
Соль	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Сухари	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Ламинария	–	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Вода для гидратации ламинарии	–	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Соевая мука	–	10,5	9,5	8,4	7,4	6,3	5,3
Вода для замачивания муки	–	29,5	26,4	23,2	20,1	16,9	13,8
Льняное масло	–	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Масса полуфабриката	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0	123,0

Активная кислотность и количество влаги представлены в таблице 8. Анализ физико-химических показателей композиций свидетельствуют о том, что активная кислотность опытных

образцов незначительно снижается с увеличением содержания соевой муки, которая имеет более низкое значение pH.

Таблица 8

Активная кислотность и количество влаги в модельных композициях котлет
Active acidity and moisture content in model cutlet compositions

Образец	Замена хлеба, %	Активная кислотность, pH	Влажность, %	Содержимое слабосвязанной влаги, %	
				к массе образца	к общей влаге
Контроль	0	5,70	69,9	40,8	58,4
Опыт 1	100	5,63	70,6	24,1	34,1
Опыт 2	90	5,65	70,4	25,9	36,8
Опыт 3	80	5,67	70,2	28,1	40,0
Опыт 4	70	5,66	70,0	28,2	40,3
Опыт 5	60	5,68	69,8	30,7	44,0
Опыт 6	50	5,70	69,6	31,1	44,7

Содержимое общей влаги в опытных образцах остается на уровне контроля, однако происходят изменения в соотношении прочно- и слабосвязанной влаги. В опыте 1 с 100 % заменой хлеба на соевую муку часть слабосвязанной влаги на 24,3 % меньше, чем в контроле. Это объясняет более упругую, жесткую консистенцию и меньшую сочность опытного образца котлетной массы сравнительно с контролем, что определено органолептическим способом.

С повышением содержимого хлеба количество слабосвязанной влаги повышается, а влагосвязывающая способность соответственно уменьшается и приближается к ее значению в контрольном образце – 41,6 %. Функционально-технологические показатели модельных пищевых композиций приведены в таблице 9.

Одним из важнейших технологических показателей кулинарных изделий, в частности для измельченного мяса, является потеря массы при тепловой обработке, которая определяется

влагоудерживающей и жиропоглощательной способностью полуфабрикатов.

Исследования показали, что с уменьшением части соевой муки в котлетной массе влагоудерживающая способность увеличивается с 47,2 % в опыте 1 (максимальное количество соевой муки) до 48,8 % в опыте 6. При этом опытные образцы от второго до шестого способны удерживать влагу на уровне контроля (48,2 %), что объясняется содержанием хлеба и его высокой влагоудерживающей способностью. Известно, что введение продуктов, содержащих крахмал, в мясной фарш позволяет значительно снизить потери влаги при дальнейшей тепловой обработке и увеличить выход изделия. Также с увеличением количества хлеба в котлетной массе растет относительная влагоудерживающая способность опытных образцов: в опыте 5 находится на уровне контроля, а в опыте 6 превосходит на 1,1 %.

Таблица 9

Функционально-технологические показатели модельных пищевых композиций, %
Functional and technological indicators of model food compositions, %

Образец	Замена хлеба	Относительная влагосвязывающая способность	Относительная влагоудерживающая способность	Относительная жиропоглощательная способность	Потери массы при тепловой обработке
Контроль	0	42,2	69,0	82,1	18,7
Опыт 1	100	65,8	66,9	84,5	22,5
Опыт 2	90	63,8	67,4	84,4	20,8
Опыт 3	80	61,9	67,9	84,1	20,4
Опыт 4	70	59,9	68,2	83,8	19,9
Опыт 5	60	57,8	69,2	83,5	19,4
Опыт 6	50	55,8	70,1	82,9	19,0

Жиропоглощательная способность модельных котлет с ламинарией, напротив, растет сравнительно с контролем: в опыте 1 без содержимого хлеба на 2,3 %, в опыте 6 с 50 % заменой хлеба – на 1,6 %. Относительная жиропоглощательная способность опытных образцов прямо пропорционально увеличивается с увеличением соевой муки в котлетной массе и соответственно с уменьшением части хлеба. Однако во всех опытных образцах показатель относительной жиропоглощательной способности выше, чем в контроле, и составляет 82,1 %. Влияние добавок на влагоудерживающую и жиропоглощательную способность котлетной массы определяют изменения потерь при тепловой обработке.

Для определения потерь при тепловой обработке и содержимого основных питательных

веществ в готовых изделиях из модельных композиций с ламинарией формировали котлеты и подвергали их тепловой обработке. Установлено, что в течение жарки опытные образцы теряли больше массы, чем контрольный образец. Потери массы при жарке опытного образца 1 с наибольшим содержанием соевой муки составляют 21,2 %, что на 3,8 % больше, чем в контроле. Полученные данные согласуются с исследованиями влагоудерживающей способности модельных композиций с ламинарией.

Таким образом, замена выше 80 % хлеба на соевую муку нецелесообразна, поскольку ухудшаются функционально-технологические показатели системы.

Химический состав модельных композиций рубленых изделий представлен в таблице 10.

Химический состав готовых изделий из модельных композиций котлет (на 100 г)
Chemical composition of finished products from model cutlet compositions (per 100 g)

Показатель	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 5	Опыт 6
Вода, г	60,9	60,0	60,7	60,7	60,7	60,6	60,6
Белки, г	14,0	16,3	15,7	15,4	15,0	14,7	14,4
Жиры, г	11,2	14,4	14,0	13,8	13,5	13,3	13,1
Углеводы, г	11,6	6,4	6,9	7,5	8,1	8,7	9,3
Зола, г	2,3	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6
Железо, мг	3,1	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6
Йод, мкг	1,9	48,5	47,5	47,2	46,9	46,6	46,4
Селен, мкг	0,5	9,8	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2
Фолиевая кислота, мкг	7,6	34,3	31,8	29,3	26,8	24,3	21,8
Витамин Е, мг	2,7	4,4	4,1	4,0	3,8	3,6	3,4

Заключение. Результаты исследования использования морских водорослей в производстве мясных продуктов свидетельствуют о том, что наиболее целесообразным является использование ламинарии. Для структуризации, текстурирования, загущения и стабилизации мясного фарша, повышения влагоудерживающей способности широко используются карагинаны, альгинаты, агар. По результатам исследования химического состава готовых изделий,

изготовленных из модельных композиций с ламинарией, следует отметить увеличение содержания белков на 3,2 %, йода – в 25,5 раза, селена – в 19,6 раза, фолиевой кислоты – в 5 раз, витамина Е – на 50 % по сравнению с контролем. Максимальное количество вышеуказанных веществ определено в опыте с 100 % заменой хлеба на соевую муку, при увеличении содержания хлеба их количество соответственно снижается.

Список источников

1. Еременко Д.О., Чуб О.П., Петухов Д.В., и др. К вопросу разработки функциональных пищевых продуктов с использованием морских водорослей // Modern Science. 2022. № 4-1. С. 429–432. EDN: EYNCGV.
2. Брехман И.И., Нестеренко И.Ф. Природные комплексы биологически активных веществ. Сахар и здоровье человека. Л.: Наука, 1988. 93 с.
3. Verschuren P.M. Functional Foods: Scientific and Global Perspectives (Summary Report) // British J. Nutrition. 2002. Vol. 88, Suppl. 2. P. 125–130. DOI: 10.1079/BJN2002675.
4. Bellisle F., Diplock A.T., Gornstra G., et al. Functional Food Science in Europe // British J. Nutrition. 2008. Vol. 80, Suppl.1. P. 1–193.
5. Сарафанова Л.А., авт.-сост.; Куркина Н.В., ред. Пищевые добавки: энциклопедия. СПб.: ГИОРД, 2003. 683 с.
6. Milner J.A. Functional foods and health: a US perspective // British J. Nutrition. 2002. V. 88, Suppl. 2. P. 151–158.
7. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 571 с. EDN: TARMID.
8. Суняйкина А.В., Вихров Д.В., Агафонова С.В. Использование водорослей рода *Laminaria* в технологии вареных колбас // Вестник молодежной науки. 2020. № 5 (27). С. 7. DOI: 10.46845/2541-8254-2020-5(27)-7-7. EDN: DLMMXC.

9. Ращупкина В.В., Охохонина Е.Н. Использование ламинарии в технологии мясных полуфабрикатов. В сб.: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева. Студенческая научная конференция «Наука в исследованиях молодежи – 2016», Лесниково, 20 апреля 2016 г. Ч. 1. Лесниково, 2016. С. 16–18. EDN: WFKMXH.
10. Шевченко Н.П., Каледина М.В., Байдина И.А., и др. Оценка влияния термической обработки на содержание йода в мясных фаршевых системах с ламинарией // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9 (198). С. 182–191. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-182-191. EDN: IWCGPA.
11. Еременко Д.О., Чуб О.П. Определение функциональных свойств модельных систем рубленой мясной массы с добавлением полуфабриката из топинамбура и корня цикория // Вестник КрасГАУ. 2024. № 2 (203). С. 246–252. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-2-246-252. EDN: SYAGSU.

References

1. Eremenko DO, Chub OP, Petuhov DV, et al. K voprosu razrabotki funkcional'nyh pishchevyh produktov s ispol'zovaniem morskikh vodoroslej. *Modern Science*. 2022;(4-1):429-432. (In Russ.). EDN: EYNCGB.
2. Brekhman II, Nesterenko IF. *Prirodnye komplekсы biologicheskii aktivnykh veshchestv. Sahar i zdorov'e cheloveka*. Leningrad: Nauka, 1988. 93 p. (In Russ.).
3. Verschuren PM. Functional Foods: Scientific and Global Perspectives (Summary Report). *British J. Nutrition*. 2002;88(Suppl. 2):125-130. DOI: 10.1079/BJN2002675.
4. Bellisle F, Diplock AT, Gornstra G, et al. Functional Food Science in Europe. *British J. Nutrition*. 2008;80(Suppl. 1):1-193.
5. Sarafanova LA, author is the compiler; Kurkina NV, editor. *Pishchevye dobavki: enciklopediya*. Saint-Petersburg: GIOR, 2003. 683 p. (In Russ.).
6. Milner JA. Functional foods and health: a US perspective. *British J. Nutrition*. 2002;88(Suppl. 2):151-158. DOI: 10.1079/BJN2002680.
7. Antipova LV, Glotova IA, Rogov IA. *Metody issledovaniya myasa i myasnykh produktov*. Moscow: Kolos, 2001. 571 p. (In Russ.). EDN: TARMID.
8. Sunyaykina AV, Vikhrov DV, Agafonova SV. Use of algae of the genus laminaria in the technology of cooked sausages. Use of algae of the genus laminaria in the technology of cooked sausages. *Vestnik molodezhnoy nauki*. 2020;(5):7. (In Russ.). DOI: 10.46845/2541-8254-2020-5(27)-7-7. EDN: DLMMXC.
9. Rashchupkina VV, Ohohonina EN. Ispol'zovanie laminarii v tekhnologii myasnykh polufabrikatov. V sb.: Kurganskaya gosudarstvennaya sel'skhozaystvennaya akademiya im. T.S. Mal'ceva. *Studencheskaya nauchnaya konferenciya "Nauka v issledovaniyah molodezhi – 2016"*, Lesnikovo, 2016 Apr 20. Pt. 1. Lesnikovo, 2016. P. 16–18. (In Russ.). EDN: WFKMXH.
10. Shevchenko NP, Kaledina MV, Baidina IA, et al. Evaluation of the heat treatment effect on the iodine content in minced meat systems with kelp. *Bulletin of KSAU*. 2023;(9):182-191. (In Russ.). (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-182-191. EDN: IWCGPA.
11. Eremenko D.O., Chub O.P. Determination of functional properties of the chopped meat mass model systems added by semi-finished product of jerusalem artichoke and chicory root. *Bulliten of KSAU*. 2024;(2):246-252 (In Russ.). (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-2-246-252. EDN: SYAGSU.

Статья принята к публикации 27.02.2025 / The article accepted for publication 27.02.2025.

Информация об авторах:

Дмитрий Олегович Еременко¹, доцент кафедры пищевых технологий и оборудования, кандидат технических наук, доцент

Татьяна Анатольевна Милохова², доцент кафедры технологии и организации производства продуктов питания имени А.Ф. Коршуновой, кандидат технических наук, доцент

Юлия Викторовна Османова³, доцент кафедры технологии и организации производства продуктов питания имени А.Ф. Коршуновой, кандидат технических наук, доцент

Оксана Петровна Чуб⁴, доцент кафедры пищевых технологий и оборудования, кандидат технических наук, доцент

Information about the authors:

Dmitry Olegovich Eremenko¹, Associate Professor at the Department of Food Technology and Equipment, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Tatyana Anatolyevna Milokhova², Associate Professor at the Department of Technology and Organization of Food Production named after A.F. Korshunova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yulia Viktorovna Osmanova³, Associate Professor at the Department of Technology and Organization of Food Production named after A.F. Korshunova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Oksana Petrovna Chub⁴, Associate Professor at the Department of Food Technology and Equipment, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

