

УДК 664.8 613.2/637.04.

**СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД
К ОБОГАЩЕНИЮ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
ЭССЕНЦИАЛЬНЫМИ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ**

**MODERN METHODOLOGICAL APPROACH TO THE ENRICHMENT OF
FOOD ESSENTIAL TRACE ELEMENTS**

Медведев А.М.

Кубанский государственный
технологический университет
aleks.docs@yandex.ru

Магомедов А.М.

Кубанский государственный
технологический университет

Мишкевич Э.Ю.

Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Микроэлементы представляют собой химические компоненты, встречающиеся в почве и растениях в мельчайших концентрациях. Они необходимы для оптимального развития и метаболического функционирования организма, такого как правильный клеточный метаболизм, эффективная иммунная функция и здоровое размножение человека. По классификации ВОЗ, 19 известных микроэлементов подразделяются на три группы: незаменимые элементы, условно незаменимые элементы и потенциально токсичные элементы. Проанализированы биофизические свойства микроэлементов, входящих в состав ферментов и витаминов. Сформулированы методологические подходы к созданию продуктов питания с гарантированным содержанием йода, марганца, кобальта и селена. Приведены рецептуры и технологии производства консервированных продуктов, обогащенных микроэлементами. Описана природа эссенциальных биогенных микроэлементов; – обоснован выбор наиболее значимых микроэлементов, входящих в состав консервированных продуктов; исследована роль химических элементов в организме животных, птиц и рыб; – разработана технология консервов с повышенным содержанием эссенциальных микроэлементов.

Ключевые слова: эссенциальные микроэлементы, йод, марганец, кобальт, селен, цинк, премиксы, продукты с микроэлементами.

Medvedev A.M.

Kuban state technological university
aleks.docs@yandex.ru

Magomedov A.M.

Kuban state technological university

Mickevich E.Y.

Kuban state technological university

Annotation. Trace elements are chemical components found in soil and plants in minute concentrations. They are essential for optimal development and metabolic functioning of the body, such as natural cell metabolism, effective immune function and healthy human reproduction. According to the WHO classification, the 19 known trace elements fall into three groups: essential elements, conditionally essential elements and potentially toxic elements. The biophysical properties of microelements included in enzymes and vitamins were analyzed. Methodological approaches to the creation of food products with a guaranteed content of iodine, manganese, cobalt and selenium are formulated. The formulations and production technologies of conserved products enriched with trace elements are given. The nature of essential biogenic microelements is described; – the choice of the most significant microelements, which are a part of the canned products, is proved; the role of chemical elements in an organism of animals, birds and fishes is investigated; – the technology of devices with the increased content of essential microelements is developed.

Keywords: essential trace elements, iodine, manganese, cobalt, selenium, zinc, premixes, products with trace elements.

Актуальность выполняемых авторами исследований обусловлена рядом отличительных факторов: – недостаточностью научно-практической информации о роли эссенциальных микроэлементов при производстве мясорастительных продуктов; – наличием пробелов в рекомендациях по обогащению продуктов неорганическими формами микроэлементов, которые могут пагубно влиять на здоровье человека; – увеличением числа заболеваний, связанных с дефицитом микроэлементов в организме человека и животных; – потребностью в осмыслении существующей на сегодняшний день ситуации со снижением дефицита незаменимых микронутриентов в питании человека, животных, птиц и рыб.

В природе существует определенный кругооборот и взаимосвязь, при которой микроэлементы марганец (Mn^{2+}), железо (Fe^{2+}), кобальт (Co^{2+}), медь (Cu^{2+}) и цинк (Zn^{2+}) и другие, извлекаются растениями из почвы, поедаются животными, а мясо животных и молоко служат пищей человеку.

Известно, что значительная часть территории страны, включая некоторые районы Краснодарского края, относятся к биогеохимическим провинциям, дефицитным по содержанию ряда эссенциальных микроэлементов, включая йод и селен. Наблюдаемый в ряде регионов края антропогенный прессинг и отсутствие в пище важнейших микроэлементов влияет на состояние здоровья населения. Следует иметь в виду, что в настоящее время целый ряд индустриально развитых стран уже приняли меры по обогащению продуктов питания необходимыми микроэлементами, среди которых особо выделяются йод и селен, влияющих на гормональную деятельность систем человека.

В научно-технической литературе активно обсуждаются способы обогащения пищевых продуктов незаменимыми микроэлементами, участвующих в процессах обмена веществ. Предпочтение отдается включению в состав кормов солей эссенциальных микроэлементов, позволяющих получать мясные продукты с гарантированным содержанием ряда микроэлементов [1, 10]. Приведены примеры обогащения баранины эссенциальными микроэлементами с целью ее использования в технологии функциональных продуктов [2].

Трудами аспирантов и соискателей кафедры «Технология продуктов питания животного происхождения» КубГТУ подтверждена целесообразность обогащения пищевых продуктов эссенциальными микроэлементами [4–6]. Особое внимание привлекают исследования по оценке роли эссенциальных микроэлементов в продуктах питания. Приводятся примеры обогащения йодом, кобальтом и селеном мясорастительных паштетов и колбас [7, 9, 11]. Расчет оптимального содержания микроэлементов в премиксах проводили с использованием методов математического моделирования [3].

Важность применения методологических подходов к созданию специализированных продуктов питания проиллюстрирована в работе [8].

Теоретические проблемы конструирования пищевых продуктов, содержащих эссенциальные нутриенты, подробно рассматривались на международных научно-практических конференциях, проводимых в 2018–2019 гг. на базе КубГТУ [4, 12, 13]. Большой интерес к оценке статуса микроэлементов в физиологии человека проявляют зарубежные специалисты [14]. Они обсуждают также роль микроэлементов в жизни животных и содержание эссенциальных минеральных веществ в мясорастительных продуктах [15, 16]. Особенности преодоления дефицита микроэлементов в пищевых средах посвящены ряд статей. Имеются также публикации о использовании большого перечня эссенциальных микроэлементов в медицинской практике.

Присутствие в продуктах питания микроэлементов в биотических дозах активно влияет на ход обменных и других биохимических процессов в организме человека. Основные микроэлементы содержатся в продуктах растительного происхождения, а в продуктах животного происхождения их значительно меньше. Это является одним из доводов, почему авторы разрабатывала технологию продуктов питания с мясорастительным составом.

Несмотря на значительный массив информации о роли микроэлементов в жизни человека и животных, в этом учении еще имеется много «белых пятен», например зависимость биохимической роли микроэлемента от нахождения в определенной клетке периодической системы таблицы Д.И. Менделеева.

Выполнение данной работы будет способствовать привлечению внимания исследователей к полноценному питанию и здоровому образу жизни, так как только здоровый человек может в полной мере реализовать свои интеллектуальные и творческие способности.

Цель исследования заключалась в разработке технологии пищевых продуктов с гарантированным содержанием эссенциальных микроэлементов

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи: – выявить природу эссенциальных биогенных микроэлементов йода, кобальта, марганца, селена и цинка; – обосновать выбор наиболее значимых микроэлементов, входящих в

**Отраслевые научные и прикладные исследования:
Производство, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции**

состав консервированных продуктов; исследовать роль химических элементов: йода, кобальта, марганца, селена и цинка в организме животных, птиц и рыб; – разработать и запатентовать технологию консервов с повышенным содержанием эссенциальных микроэлементов.

Предметом исследования выбраны микроэлементы йод, кобальт, марганец, селен и цинк, входящие в состав многих гормонов, витаминов и ферментов.

Трудами многих исследователей установлена важная роль микроэлементов в питании и жизнедеятельности человека. За счет включения в состав кормов для животных некоторых микроэлементов, типа марганец (Mn^{2+}), железо (Fe^{2+}), кобальт (Co^{2+}), медь (Cu^{2+}) и цинк (Zn^{2+}) и других, возможно снижение стрессовых воздействий на животных и активизация деятельности ферментов.

Эссенциальные микроэлементы относят к биогенным факторам питания. С их участием в организме происходят важные биохимические процессы, осуществляются пластические операции, регенерация тканей организма, поддержание кислотно-щелочного равновесия, оптимизация состава крови и нормализация водно-солевого обмена.

Представляет интерес получить информацию о содержании микроэлементов в теле человека. В таблице 1 приведено содержание некоторых микроэлементов в теле человека весом до 70 кг.

Таблица 1 – Содержание некоторых микроэлементов в теле человека

Элемент	Относительная атомная масса	Содержание г/70 кг	Количество в молях на 70 кг тела	Число атомов в теле	Число атомов в клетке
Водород	1	7000	3500	$4,2 \times 10^{27}$	$4,2 \times 10^{13}$
Йод	126,9	0,03	0,00024	$1,5 \times 10^{20}$	$1,5 \times 10^6$
Кобальт	59	0,003	0,00005	$0,3 \times 10^{20}$	$0,3 \times 10^4$
Марганец	55	0,02	0,00036	$2,2 \times 10^{20}$	$2,2 \times 10^6$
Селен	78,9	0,02	0,00025	$1,5 \times 10^{20}$	$1,5 \times 10^6$

Практически все биохимические процессы в организме выполняются с участием базовых микроэлементов, входящих в состав ферментов и витаминов. Социологи утверждают, что почти два млрд. людей имеют дефицит этих соединений.

Большая часть химических элементов поступает в организм из продуктов питания растительного или животного происхождения или с питьевой водой.

На рисунке 1 показаны циклы микроэлементов в природе.



Рисунок 1 – Циклы микроэлементов в природе

Содержание микроэлементов в биологических объектах определяли способами атомно-адсорбционной спектрометрии, инверсионной вольтамперометрии и флуориметрическим методом.

**Отраслевые научные и прикладные исследования:
Производство, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции**

Несбалансированное соотношение в пищевом рационе минеральных веществ неизбежно приводит к серьезным патологическим нарушениям в организме человека. Таким образом, обязательным условием нормальной активности иммунной системы является достаточное обеспечение минеральными веществами. Методология проектирования продуктов питания, обогащенных микроэлементами, включает 7 этапов.

С участием авторов разработаны этапы методологического подхода к созданию продуктов питания, обогащенных незаменимыми микроэлементами.

Таблица 2 – Методологические принципы создания продуктов питания с гарантированным содержанием микроэлементов

Пути достижения	Виды исполнения
Оценка физиологического воздействия нутриентов на организм человека	I, Fe, Co, Mg, Mn, Se, P, Zn
Рекомендуемые нормы потребления микроэлементов	I, Co, Mn, Se
Содержание микроэлементов в пищевых продуктах	Молоко, сливки, творог
Разработка рецептур премиксов	Для животных, птиц и рыб
Оценка содержания микроэлементов в сырье, прошедшем модификацию	Гарантированное содержание 25 % от суточной потребности (в 100 г продукта)
Выбор базовых продуктов	Паштет, голубцы
Разработка оптимально-сбалансированных рецептур продуктов	Алгоритм математического моделирования рецептурных смесей

В таблице 3 перечислены основные физиологические функции макро- и микроэлементов в организме человека.

Таблица 3 – Физиологическая роль макро- и микроэлементов в организме человека

Элемент	Физиологическое воздействие
Фосфор	Стимулирует работу головного мозга
Железо	Участвует в транспортировке эритроцитами кислорода к органам и тканям
Магний	Участвует в синтезе белков в организме, способствует функциональной активности сердечнососудистой, нервной и мышечной системам, обеспечивает прочность костям
Кальций	Обеспечивает структуру костей и зубов
Медь	Совместно с железом и кобальтом в процессах образования гемоглобина и кроветворения в целом
Марганец, Фтор	Участвуют в формировании зубов и костей
Йод	Участвует в выработке гормона тироксина, обеспечивая функциональную активность щитовидной железы, участвует в обменных процессах
Селен	Обладая антиоксидантными свойствами, совместно с витамином Е защищает организм от свободных радикалов
Цинк	Участвует в обменных процессах и обеспечивает функциональную активность иммунной системы

Таблица 4 – Рекомендации норм потребления йода, кобальта, марганца, селена

Группа населения	Норма потребления, мкг/сутки			
	I	Co	Mn	Se
Дети (0–9 месяцев)	90	–	–	20
Дети (6–12 лет)	120	10	500	30
Дети (>13 лет) и взрослые	150	20	1000	50
Беременные и женщины в период лактации	200	40	800	65
Женщины старше 60 лет	150	50	2000	55
Мужчины старше 60 лет	150	50	2000	70
Спортсмены с высокими физическими нагрузками	200	60	8000	89

**Отраслевые научные и прикладные исследования:
Производство, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции**

Как видно из данных таблицы 4, наибольшая потребность организма взрослых и детей наблюдается для марганца.

В таблице 5 показано, какие макро и микроэлементы содержатся в молочных продуктах питания.

Таблица 5 – Содержание микроэлементов в молочных продуктах

Молочные продукты	Fe	I	Co	Mn	Cu	Mo	F	Zn	Se
Сухое молоко	0,52	0,05	0,007	0,05	0,121	0,036	0,11	3,4	–
Козье молоко	0,01	0,002	–	0,017	0,02	0,007	–	–	–
Кумыс	0,1	–	0,001	0,003	0,022	–	–	0,21	–
Молоко коровье	0,067	0,009	0,0008	0,006	0,012	0,005	0,02	0,4	–
Молоко сгущенное	0,206	0,007	0,002	0,007	0,03	–	0,035	1	–
Сливки 20 %	0,2	0,009	0,0003	0,003	0,021	0,005	0,017	0,26	–
Творог жирный	0,461	–	0,001	0,008	0,074	0,007	0,032	0,394	–

С целью компенсации дефицита незаменимых микроэлементов в кормах для животных, птиц и рыб, рекомендуется использовать разработанные в КубГТУ премиксы.

Компоновка рецептур новых минеральных премиксов, выбранных для экспериментов, базировалась на ранее выполненных исследованиях Мишанина А.Ю. и Хворостовой Т.Ю., которые предложили минеральную добавку к кормам для животных – амилломикролин. Добавка была изготовлена на основе картофельного крахмала и содержала в 1 г: стабилизированный йод – 10 мг, селен – 4 мг и кобальт – 14 мг.

С участием авторов был разработан принципиально иной премикс на инертных носителях, предназначенный для включения в состав кормов для животных, птиц и рыб. В таблице 6 приведены рецептуры разработанных премиксов.

Таблица 6 – Рецептуры минеральных премиксов, г/100 г носителя

Назначение премикса	Основной носитель	Микроэлементы				
		I	Co	Mn	Se	Zn
Добавка в корм для животных	Мука из ракушечника	3	5	6	2,5	3,5
Добавка в корм для птиц	Порошок из яичной скорлупы	2	4	7	2,0	5,0
Добавка в корм для рыб	Порошок коллагена	4	4	6	1,5	4,5

Главным отличием разработанных премиксов от ранее известных, заключается в использовании органических форм микроэлементов: йодированный белок, аскорбинат кобальта, хелатное соединение марганца с метионином и молочной кислотой, селенметионин и глицинат цинка.

Подготовленное по рецептуре сырье поступает в загрузочный бункер, перемешивается установленным внутри бункера шнековым ворошителем и подается внутрь цилиндра экструдера.

Экструдер имеет разделенные температурные зоны, обогреваемые инфракрасными излучателями. Пройдя через все температурные зоны, сырье интенсивно выталкивается из аппарата под давлением паров CO₂ через вращающийся нарезатель с матрицей.

С помощью установленных на приводах частотных преобразователей, имеется возможность бесступенчато регулировать скорость вращения. Установка обеспечена автоматизированной системой управления. На рисунке 2 приведена структурная схема модернизированного экструзионного модуля для производства минерального премикса на перерабатывающем предприятии ООО «НПФ Плазма К».

Отличительной особенностью приведенного на рисунке 2 экструзионного модуля, от ранее известных конструкций, является возможность плавного регулирования заданной скорости вращения шнеков экструдера и ворошителя, а также нарезателя с матрицей, за счет использования частотных преобразователей электроэнергии. Инновационным предложением является подача в третью зону экструдера диоксида углерода под давлением, что позволяет быстро снять тепловую нагрузку с обрабатываемого продукта, сохранить его качество и повысить пористость экструдата, выходящего из матрицы.

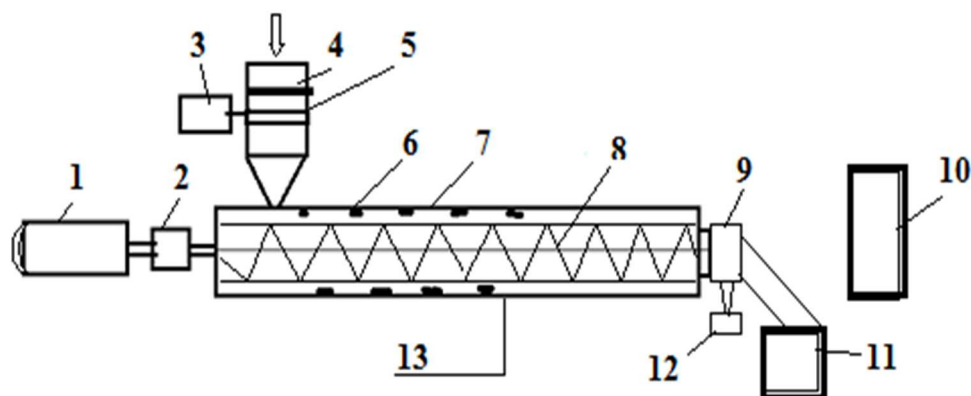


Рисунок 2 – Структурная схема модернизированного экструзионного модуля на перерабатывающем предприятии ООО «НПФ Плазма К»:
1 – электродвигатель; 2,3,12 – частотные преобразователи; 4 – загрузочный бункер; 5 – шнековый ворошитель; 6 – ИК-излучатели; 7 – корпус экструдера; 8 – червячный шнек; 9 – нарезатель с матрицей; 10 – пульт управления; 11 – сборник экструдата; 13 – вход CO₂

С учетом особенностей технологии и соотношения использования компонентов сырья была получена рецептура консервов, приведенная в таблице 7.

Таблица 7 – Рецептура модельных рецептов консервов «Голубцы мясорастительные»

Компоненты рецептуры	«Голубцы», рецептура 1 Норма закладки, %	«Голубцы», рецептура 2 Норма закладки, %
Фарш из баранины	20	–
Жиросырье	22	–
Фарш из говядины	–	26
Масло сливочное		4
СО ₂ -шрот семян тыквы	7	–
СО ₂ -шрот семян дыни		8
Кукурузная мука	10	–
Крупа рисовая	–	20
Лук репчатый	8	8
Премикс м/эл	2	2
Соль пищевая	2,4	2,4
СО ₂ -экстракт перца черного	0,004	–
СО ₂ -экстракт перца душистого	–	0,005
Бульон для гидратации	До 100 %	До 100 %

Результаты исследований микроэлементного состава представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Содержание микроэлементов в паштетах, мкг

Показатель	Консервы	
	Голубцы – Рецептура 1	Голубцы – Рецептура 2
Железо	3305 ±32,8	3446 ±45,2
Йод	1,7 ±0,18	2,3 ±0,32***
Кобальт	5,3 ±0,28	8,8 ±0,22***
Марганец	33,3 ±1,8	40,3 ±1,4**
Медь	173,3 ±4,4	184,1 ±1,4
Селен	12,8 ±1,6	18,0 ±1,2**

Примечание: * – p < 0,05; ** – p < 0,02; *** – p < 0,01.

Заключение

Степень разработанности темы исследования довольно высокая, о чем свидетельствует значительный поток научно-технической информации.

Разработаны этапы методологического подхода к созданию обогащенных продуктов питания. Авторы предложили оригинальный способ обогащения пищевых продуктов биодоступными формами йода, кобальта, марганца и селена, прошедшими биотрансформацию через организм животных, птиц, рыб и растений. Способ заключается в нанесении неорганических солей йода, кобальта, марганца и селена на инертный носитель типа пищевых волокон и включения комплекса в рацион комбикормов для опытной группы животных. Предложен также способ непосредственного использования органических форм микроэлементов в составе пищевых продуктов: йодированный белок, аскорбинат кобальта, хелатное соединение марганца с метионином и молочной кислотой, селенметионин и глицинат цинка.

Таким образом, для правильного функционирования всех жизненно важных органов человека, необходимо обогащать продукты питания сравнительно небольшим количеством микроэлементов и поддерживать суточную норму при их употреблении.

Литература:

1. Будилов И.С., Хворостова Т.Ю. Целесообразность включения в состав кормов солей эссенциальных микроэлементов / сборник лучших студенческих работ КубГТУ. – 2011. – Вып. 12. – Ч. 1. – С. 22–24.
2. Гиро Т.М. Прижизненное обогащение баранины эссенциальными микроэлементами с целью ее использования в технологии функциональных продуктов / Т.М. Гиро [и др.] // Теория и практика переработки мяса. – 2018. – № 3. – С. 74–88.
3. Данович Л.М. Применение методов математического моделирования в разработке технологии и оценки потребительских свойств полуфабрикатов / Л.М. Данович [и др.]. – Краснодар : КубГТУ, 2019. – 185 с.
4. Инновационные технологии, оборудование и добавки для переработки сырья животного происхождения / сборник материалов международной научно-практической конференции. – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 270 с.
5. Касьянов Г.И. Особенности конструирования рецептур продуктов геродиетического питания // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 10. – С. 174–186.
6. Касьянов Г.И., Золотокопова С.В., Магомедов А.М. Особенности технологии фаршированного рыборастительного продукта, обогащенного CO₂-экстрактами // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2019. – Серия: Рыбное хозяйство. – № 2. – С. 86–93.
7. Касьянов Г.И., Мишкевич Э.Ю., Шубина Л.Н. Особенности производства комбинированных мясорастительных паштетов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – № 1. – 2018. – С. 254–262.
8. Корнен Н.Н., Викторова Е.П., Евдокимова О.В. Методологические подходы к созданию продуктов здорового питания // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84. – № 1. – С. 95–99.
9. Магомедов А.М., Мишкевич Э.Ю., Рашидова Г.М. Целесообразность обогащения овощемясных колбасэссенциальными микроэлементами / сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Повышение качества и безопасности пищевых продуктов». – 2018. – С. 76–78.
10. Мишанин Ю.Ф., Касьянов Г.И., Мишанин А.Ю. Получение мяса животных с гарантированным содержанием эссенциальных микроэлементов // Научные труды КубГТУ. – 2015. – № 4. – С. 241–272.
11. Рашидова Г.М., Магомедов А.М., Тагирова П.Р. Технология мясорастительных продуктов с пищевыми добавками / сборник материалов международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и безопасность пищевых продуктов». – Краснодар : КубГТУ, 2018. – С. 250–256.
12. Технологические особенности производства и применения CO₂-экстрактов из растительного сырья / сборник материалов международной научно-практической конференции. – Краснодар : Экоинвест, 2019. – 234 с.
13. Эксклюзивные технологии производства мясных, молочных и рыбных продуктов / сборник материалов международной научно-практической конференции. – Краснодар : КубГТУ, 2019. – 204 с.

14. Aliasgharpour Mehri; Rahnamaye Farzami Marjan. Trace Elements in Human Nutrition // International journal of medical investigation, 2 (3). – P. 115–128.

15. Guoda Stanytė, Jolita Klementavičiūtė, Vilma Valaitienė. Content of essential mineral elements and meat quality traits of large white pigs and their crossbreeds meat // Lithuanian Health Sciences University, Veterinary Academy, Laboratory of Meat Characteristics and Quality Assessment, Tilzes 18, Kaunas, Lithuania, LII, 1/2015. – P. 34–38.

16. Mohdlqbal Yattoo. Role of trace elements in animals: a review Mohd Iqbal Yattoo, Archana Saxena, Padinjare Melepad Deepa, Biju Peer Habeab, Sarita Devi, Ranbir Singh Jatav and Umesh Dimri // Veterinary World, EISSN: 2231-0916 Available at www.veterinaryworld.org/Vol.6/Dec-2013/4.pdf. – P. 963–967.

References:

1. Budilov I.S., Hvorostova T.Yu. Reasonability of inclusion of essential microelements into the composition of forages of salts / collection of the best student works of Kuban State Technical University. – 2011. – Issue 12. – Part 1. – P. 22–24.

2. Giro T.M. Lifetime enrichment of mutton with the essential microelements in order to use it in the technology of the functional products // Theory and practice of the meat processing. – 2018. – № 3. – P. 74–88.

3. Danovich L.M. Application of the mathematical modeling methods in the technology development and the evaluation of the consumer properties of the semi-finished products // L.M. Danovich [et al.]. – Krasnodar : KubGTU, 2019. – 185 p.

4. Innovative technologies, equipment and additives for processing raw materials of animal origin / collection of materials of the international scientific-practical conference. – Krasnodar : Ecoinvest, 2018. – 270 p.

5. Kasyanov G.I. Features of the design of the recipes of the heroic nutrition products // Electronic network political journal «Scientific works of Kuban State Technical University». – 2016. – № 10. – P. 174–186.

6. Kasyanov G.I., Zolotokopova S.V., Magomedov A.M. Features of the technology of the stuffed fishery product enriched with CO₂ extracts // Vestnik of the Astrakhan State Technical University. – 2019. – Series: Fisheries. – № 2. – P. 86–93.

7. Kasyanov G.I., Mishkevich E.Yu., Shubina L.N. Features of the combined-vatka meat-pastets production // Science. Technics. Technologies (polytechnic bulletin). – № 1. – 2018. – P. 254–262.

8. Kornen N.N., Viktorova E.P., Evdokimova O.V. Methodological approaches to the creation of a healthy food product // Problems of nutrition. – 2015. – T. 84. – № 1. – P. 95–99.

9. Magomedov A.M., Mishkevich E.Yu., Rashidova G.M. Feasibility of enrichment of vegetable sausage with essential microelements / Proceedings of the VIII All-Russian scientific-practical conference «Improvement of quality and safety of food products». – 2018. – P. 76–78.

10. Mishanin Y.F., Kasyanov G.I., Mishanin A.Yu. Obtaining animal meat with guaranteed content of essential microelements // Research papers of Kuban State Technical University. – 2015. – № 4. – P. 241–272.

11. Rashidova G.M., Magomedov A.M., Tagirova P.R. Technology of meat products with food additives / collection of materials of the international scientific-practical conference «Innovative technologies and food safety». – Krasnodar : KubGTU, 2018. – P. 250–256.

12. Technological peculiarities of production and application of CO₂-extracts from plant raw materials / collection of materials of the international scientific-practical conference. – Krasnodar : Ecoinvest, 2019. – 234 p.

13. Exclusive technologies of production of meat, dairy and fish products / collection of materials of the international scientific-practical conference. – Krasnodar : KubGTU, 2019. – 204 p.

14. Aliasgharpour Mehri, Rahnamaye Farzami Marjan. Trace Elements in Human Nutrition // International Journal of Medical Investigation, 2 (3). – P. 115–128.

15. Guoda Stanytė, Jolita Klementavičiūtė, Vilma Valaitienė. Content of essential mineral elements and meat quality traits of large white pigs and their crossbreeds meat // Lithuanian Health Sciences University, Veterinary Academy, Laboratory of Meat Characteristics and Quality Assessment, Tilzes 18, Kaunas, Lithuania, LII, 1/2015. – P. 34–38.

16. Mohdlqbal Yattoo. Role of trace elements in animals: a review Mohd Iqbal Yattoo, Archana Saxena, Padinjare Melepad Deepa, Biju Peer Habeab, Sarita Devi, Ranbir Singh Jatav and Umesh Dimri // Veterinary World, EISSN: 2231-0916 Available at www.veterinaryworld.org/Vol.6/Dec-2013/4.pdf – P. 963–967.