

О возможности использования продуктов переработки амаранта в мясных системах

Никитин Владимир Владиславович^{1,2},
Титов Евгений Иванович¹, Литвинова Елена Викторовна¹

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

² ВНИИХИ - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Никитину Владимиру Владиславовичу ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», адрес: 109029, г. Москва, ул. Талалихина, 33, e-mail: lampard44@gmail.com

В статье представлены данные о возможности использования амарантовой муки в технологии мясных изделий, с целью увеличения объемов производства и повышения качества пищевых продуктов, а также экономии расходования мясного сырья. Изложены результаты изучения влияния белковых продуктов из амаранта на качественные показатели мясных систем. Определен оптимальный уровень замены мясного сырья на муку из семян амаранта, позволяющий получить готовые продукты с повышенной пищевой ценностью.

Ключевые слова: амарант, белковые вещества, мясные изделия, биологическая и пищевая ценность

Введение

С целью увеличения объемов производства пищевых продуктов, экономии расходования мясного сырья и повышения качества продукции, ученые исследуют дополнительные источники пищевого сырья, в частности растения, которые использовали еще древние цивилизации. Одним из таких растений является амарант. Инки, ацтеки и майя 5000 лет назад считали его священным, и использовали в качестве источника пурпурной краски в языческих обрядах. В доколумбовые времена амарант, как и кукуруза с фасолью, был одной из основных пищевых культур Нового Света. Однако испанские завоеватели положили конец использованию амаранта как основной продовольственной культуры, что замедлило его распространение в мировом сельском хозяйстве в качестве высокопитательного продукта (Чиркова, 2014).

В России еще в 1932 г. на возможность применения амаранта в сельском хозяйстве, как перспективной кормовой и пищевой культуры указывал академик Н.И. Вавилов. Однако начатые им исследования были прекращены. В последние десятилетия как в России, так и во всем мире вновь возрос интерес к выращиванию и переработке семян амаранта. В настоящее время используют продукты

переработки амаранта только на кормовые цели (Литвинова, 2017).

Амарант – разновидность двудольного травянистого растения (семейство псевдозлаковых), принадлежащее к роду *Amaranthus*, который включает в себя около 90 видов растений (Рис. 1).

Одним из основных преимуществ семян амаранта перед другими сельскохозяйственными культурами, выращиваемыми в нашей стране, является высокое содержание легко усваиваемого белка (Табл. 1) (Александров, 2017).

Дополнительным фактором ценности амаранта как источника продовольственного сырья является наличие в нем высокого содержания минеральных веществ (фосфор, калий, кальций, магний, натрий, железо, медь, марганец, цинк) и витаминов (токоферолы и токотриенолы – витамин Е, рибофлавин, фолиевая кислота, рибофлавин – В1, тиамин – В2, витамин Д, пантотеновая кислота), что дает возможность использовать продукты его переработки биологических добавок в производстве кондитерских изделий и различных каш (Кидяев, 2017).

Наиболее перспективными сортами амаранта для получения физиологически-функциональных ин-

Рисунок 1
Амарант хвостатый



гредентов являются «Ультра», «Эльбрус», «Харьковский».

Научные работы в области изучения качественных показателей и свойств амарантовой муки позво-

ляют сделать выводы о возможности ее использования в качестве белкового обогатителя для повышения питательной ценности, а также проявления антиоксидантных свойств и ингибирующих процессов окислительного прогоркания липидов хлебобулочных изделий; доказана возможность частичной замены ячменного солода, используемого при производстве пива, на обезжиренную муку из семян амаранта (Correa, 2014). Имеются данные по использованию амаранта в качестве ингредиента при изготовлении напитков – высокобелковая фракция, полученная при воздействии на семена амаранта α -амилазы может служить заменителем цельного молока (Гусева, 2002). Проведены исследования потребительских свойств полуфабрикатов из мяса кур-несушек с использованием амарантовой муки (Городок, 2008).

Следует заметить, что в технологии мясных продуктов данный вид растительного сырья практически не изучен. Вследствие чего, весьма перспективно изучение влияния продуктов переработки амаранта на качественные показатели готовых мясных изделий.

В связи с вышесказанным, авторами статьи были проведены исследования влияния муки из семян амаранта на свойства модельных фаршевых систем, с целью определения рационального уровня замены мясного сырья на растительное.

Таблица 1
Аминокислотный состав зерновых культур

Аминокислота мг/100 г	Амарант	Мука пшеничная	Мука рисовая	Мука кукурузная	Мука гречневая
Незаменимые аминокислоты, в т.ч.:	4502	3130	2488	2852	3811
Валин	623	453	466	398	559
Изолейцин	552	483	354	361	462
Лейцин	814	809	660	1011	688
Лизин	804	239	259	225	624
Метионин	345	138	140	145	288
Треонин	552	302	248	311	452
Триптофан	216	129	100	47	175
Фенилаланин	596	577	366	354	563
Заменимые аминокислоты, в т.ч.:	9373	7985	4190	5637	7606
Аланин	552	317	367	776	574
Аргинин	1440	466	531	275	1044
Аспарагиновая кислота	1360	455	540	968	1059
Гистидин	524	210	152	161	264
Глицин	1020	381	368	265	710
Глутаминовая кислота	2240	3653	1158	1377	2120
Пролин	1000	1254	310	651	498
Серин	751	542	342	441	580
Тирозин	483	359	294	477	402
Цистин	30	348	129	246	351
Общее содержание аминокислот	13875	11115	6678	8489	11413

Материалы и методы

Для обеспечения сопоставимости полученных результатов при изучении модельных комбинированных систем использовали сырье одной партии: говядина 1 сорта и свинина полужирная, мука из семян амаранта двух видов, различной степени помола (ТУ 9293-051-00932169-03; ТУ 9719-352-00334534-2003).

При выполнении исследований по определению показателей пищевой ценности использовали следующие методики: массовую долю влаги – по ГОСТ Р 33319-2015; массовую долю белка – на полуавтоматическом приборе Kjeltac System 1002 «Tecator»; массовую долю жира – по ГОСТ 23042-2015; массовую долю золы – по ГОСТ 31727-2012; массовую долю углеводов – расчетным методом. Структурно-механические свойства мясных продуктов, в частности, напряжение среза и работу резания, оценивали с помощью универсальной испытательной машины «Instron – 1140» с использованием приставки «Kramer Shear Press» (Литвинова, 2017). Руководствуясь ТР ТС 021/011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 034/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции», МУК 4.2.2747-10 Методы санитарно-паразитологической экспертизы мяса и мясной продукции изучали показатели безопасности разработанных продуктов питания. Органолептическим испытаниям подвергали образцы, ориентируясь на ГОСТ ISO 11037-2013 (Никитин, 2017). Содержание калия, кальция и железа определяли с применением сухой минерализации, основанной на полном разложении органического вещества при сжигании в электропечи при 600-700°C. Сущность метода заключалась в распылении раствора минерализата испытуемой пробы в воздушно-ацетиленовом пламени. Массовую долю макро- и микроэлементов определяли методом пламенной абсорбции в воздушно-ацетиленовом пламени на приборе фирмы Хитаки модели 180-80 с коррекцией фонового поглощения методом зеемановской поляризации спектров.

Функциональные свойства: влагосвязывающая способность – методом П. Грау и Р. Хамма в моди-

фикации В.П. Воловинской; водоудерживающая и жирудерживающая способности – по методу Н.Н. Липатова-мл.; эмульгирующая способность – методом центрифугирования.

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

Результаты исследования

В исследуемых образцах обнаружено значительное содержание железа, калия и кальция – микроэлементов, которые являются дефицитными в фактическом рационе питания населения, что предопределяет целесообразность использования амарантовой муки в технологии мясных изделий для разработки рецептур пищевых продуктов общего и профилактического назначений (Табл. 2).

Результаты изучения функционально-технологических свойств амарантовой муки приведены в Таблице 3.

Установлено, что ВСС ЖСС и ЖЭС образца муки № 2 выше по сравнению с амарантовой мукой № 1 на 7, 8 и 34%, соответственно, что обусловлено большим содержанием белков и полисахаридов (Табл. 2).

При составлении комбинированного фарша из сырья мясного и растительного происхождения, муку амаранта вносили от 3 до 15 % (присвоены номера, от 1 до 5) на сухое вещество (с. в.) с шагом 3 ед., введение воды составляло 25 %, с учетом гидратационной способности муки (Табл. 3). Нитрит натрия в пищевые системы вносили с учетом рецептуры вареной колбасы «Столовой» 1 сорта. Оценку состава и свойств опытных моделей осуществляли в сравнении с образцом, не содержащим муку.

Установлено, что белки амарантовой муки, в процессе гидратации агрегируют с образованием сетчатой структуры, в ячейках которой иммобилизуются водные растворы различных веществ, а

Таблица 2

Химический состав амарантовой муки

№ образца муки амаранта	Массовая доля влаги, %	Массовая доля, % (на сухое вещество)				мг/100г		
		белка	жира	углеводов	золы	Ca	Fe	K
1	7,6±0,2	21,95±3	8,4±0,1	56,7±1	2,3±0,2	1,52±0,1	1,04±0,05	2,37±0,3
2	4,8±0,2	29,87±3	0,3±0,1	61,3±1	1,8±0,2	2,07±0,1	0,87±0,05	3,22±0,3

Таблица 3*Функционально-технологические свойства амарантовой муки*

Показатель	Мука № 1	Мука № 2
Водосвязывающая способность, (ВСС), % г/г	2,91±0,1	3,10±0,1
Пенообразующая способность, (ПОС), %	150±2	233±2
Стабильность пены, (СП), %	69±1	80±1
Жирсвязывающая способность, (ЖСС), г/г	2,41±0,2	2,63±0,2
Жироэмульгирующая способность, (ЖЭС), %	30±2	45±2
pH	6,71±0,05	6,73±0,05
Гидратационная способность (вода: мука)	1,8:1	1,8:1

крахмал и структурные комплексы, обладающие высокими гидрофильными свойствами, способствуют изменению содержания влаги и ВСС мясо-растительных систем (Рис. 2, 3):

- при внесении муки амаранта № 1, содержание влаги изменялось с 66,8 до 71,2 %, ВСС – с 88,1 до 91,4 %, по сравнению с контролем;
- при внесении муки амаранта № 2, содержание влаги изменялось с 64,6 до 70,5 %, ВСС – с 88,1 до 93,6 %, по сравнению с контролем.

Значения пластичности комбинированных пищевых систем, содержащих муку с 21,95 % белка уве-

личивались по сравнению с контролем на 2–18 %, в зависимости от внесения амарантовой муки, а с мукой, содержанием белка 29,87 % – на 3–19 %, по сравнению с контролем (Рис. 4).

Поскольку растительные и животные белковые вещества в водной среде являются амфотерными электролитами, характер их взаимодействия с водой зависит от активной реакции среды, то были проведены исследования по определению pH мясных систем (Рис. 5).

Согласно полученным данным, внесение муки из семян амаранта с различным содержанием белка сопровождалось увеличением величины pH фаршей, что связано со значениями pH сырья растительного происхождения (Табл. 2).

С целью получения высококачественной продукции органолептический анализ модельных систем, подвергнутых термической обработке – неотъемлемая составляющая при определении оптимального уровня замены мясного сырья (Рис. 6, 7).

Образцы с массовой долей замены мясного сырья на растительное в количестве 3, 6 и 9 % на с. в. обладали достаточно привлекательным внешним видом, хорошим ароматом, вкусом, сочной и нежной консистенцией – показателями, схожими с контрольным образцом. Модельные системы, содержащие 12 и 15 % на с. в. муки, напротив, имели рыхлую и крошливую консистенцию, а вкус и аромат – нехарактерный для мясных продуктов.

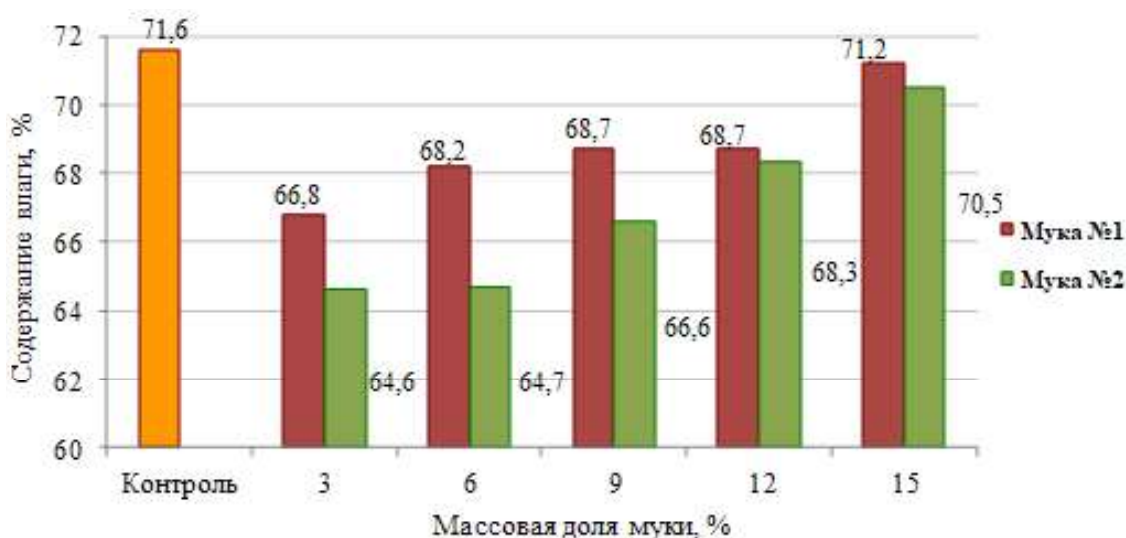
Рисунок 2*Влияние амарантовой муки на содержание влаги в фарше*

Рисунок 3

Водосвязывающая способность модельных мясных систем

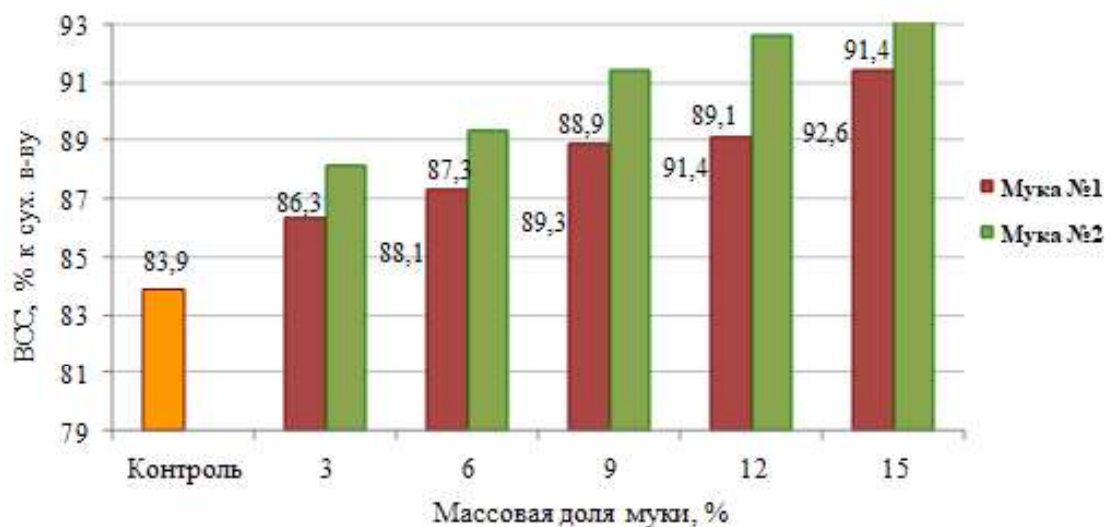
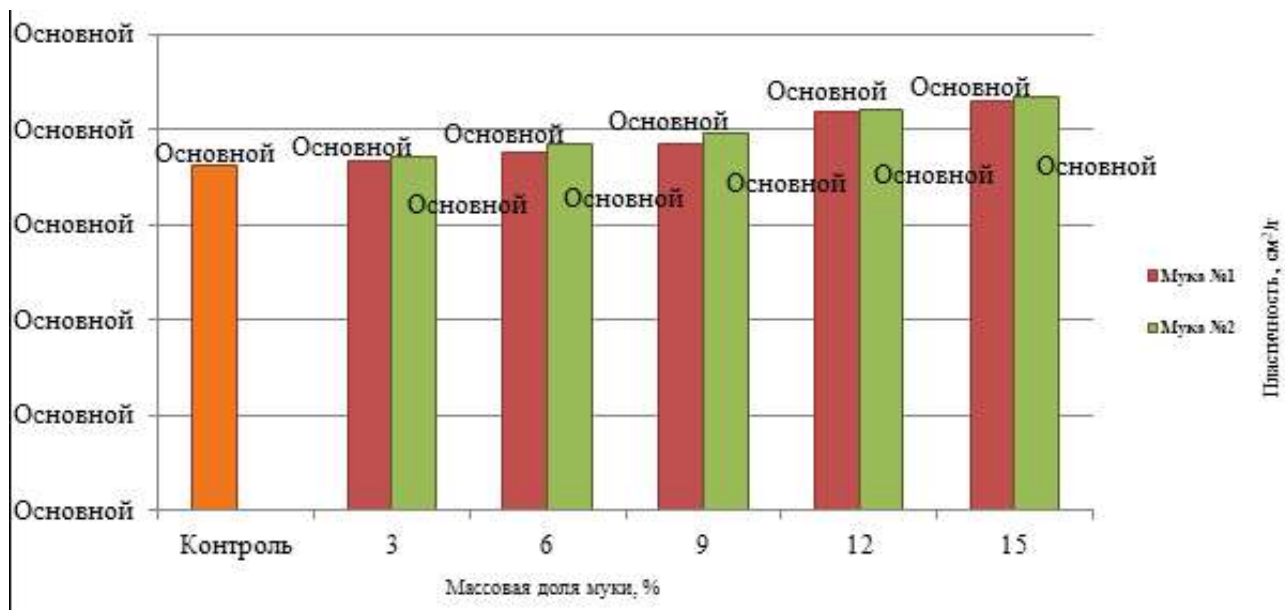


Рисунок 4

Пластичность фарша мясных модельных систем



Изучение влияния амарантовой муки в различных количественных соотношениях на цветковые характеристики опытных систем показало, что содержание остаточного нитрита натрия, ни в одном из образцов не превышало установленных нормативных значений.

Принимая во внимание, что при тепловой обработке мясных изделий происходит испарение воды, частичное разрушение и выделение во

внешнюю среду макро- и микроэлементов, которые оказывают влияние на качественные характеристики и экономические показатели готовых изделий, были изучены потери массы комбинированных систем, подвергнутых термообработке (Рис. 8).

Установлено, что у всех модельных образцов потери массы были ниже контроля, т.е. тепловое воздействие, оказываемое на мясные систе-

Рисунок 5
рН фарша мясных модельных систем

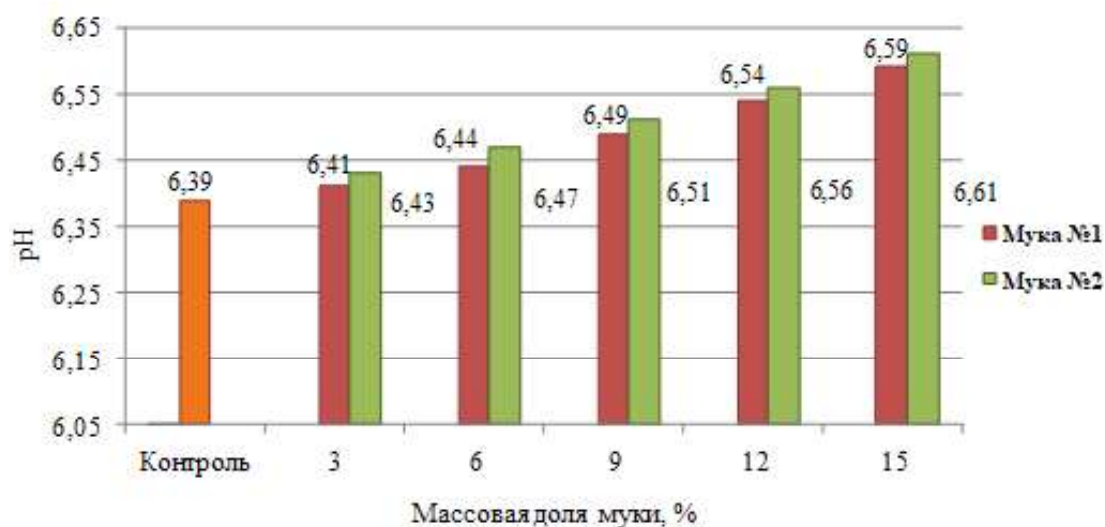
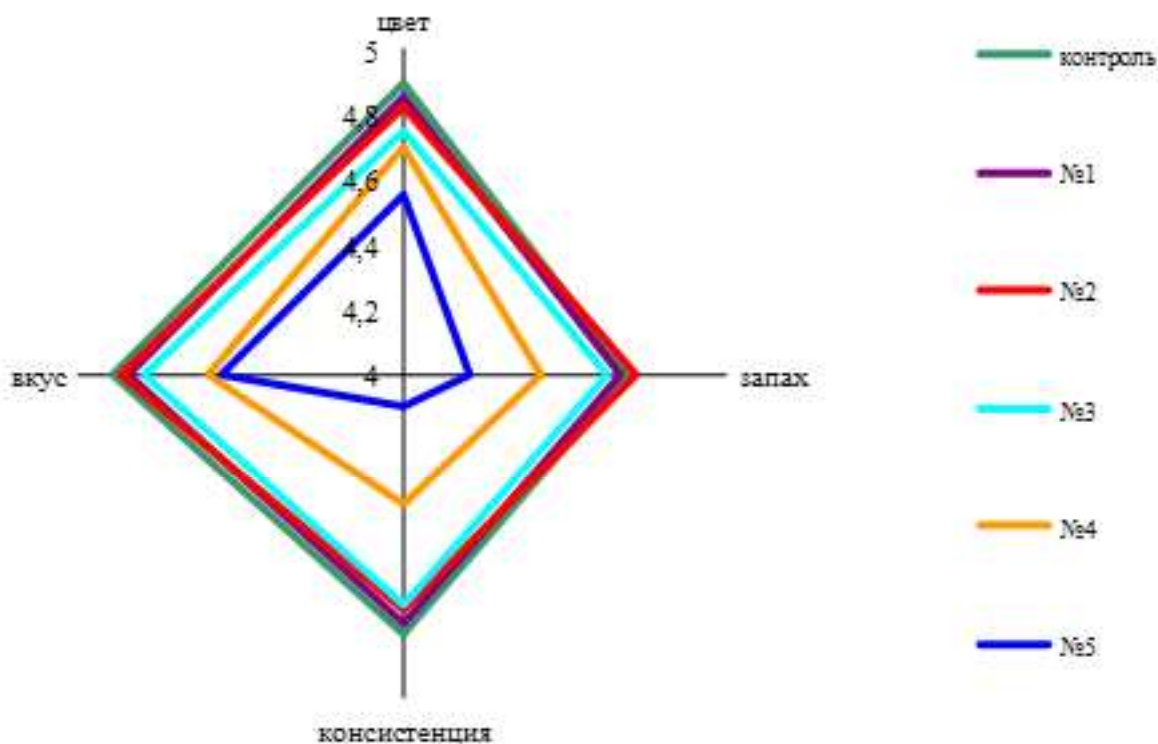


Рисунок 6
Диаграмма зависимости органолептических показателей модельных систем, содержащих амарантовую муку № 1



мы с различной массовой долей амарантовой муки приводило к образованию твердообразных гелевых структур, препятствующих миграции влаги и, следовательно, ее выделению при термообработке.

При определении химического состава с различным количественным соотношением животного и растительного сырья (Табл. 4, 5) установлено, что с Повышение массовой доли амарантовой муки в модельных образцах способствовало увеличе-

Рисунок 7

Диаграмма зависимости органолептических показателей модельных систем, содержащих амарантовую муку № 2.

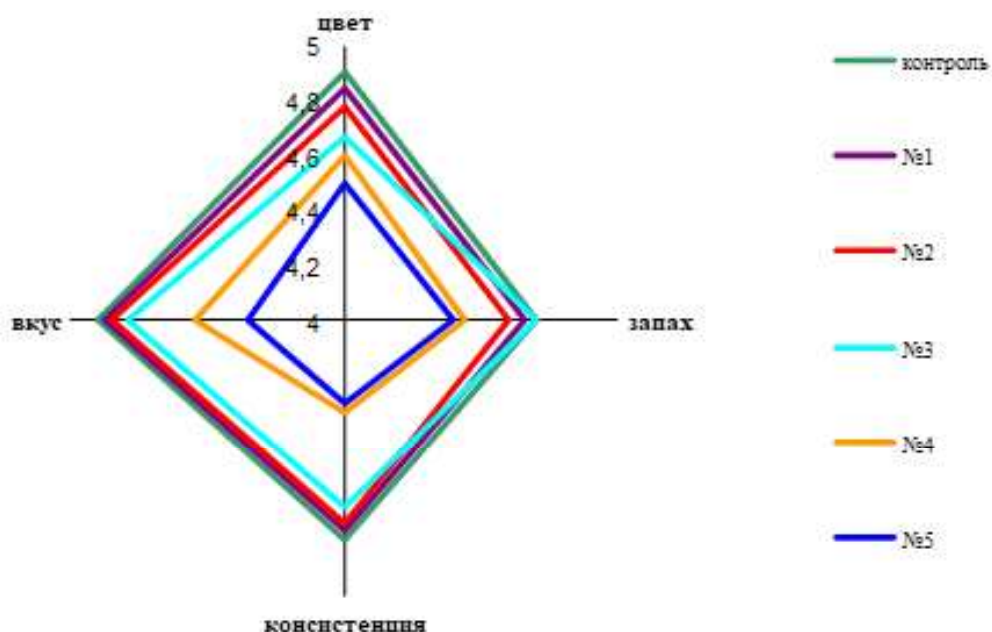


Рисунок 8

Влияние амарантовой муки на потери влаги мясных модельных систем

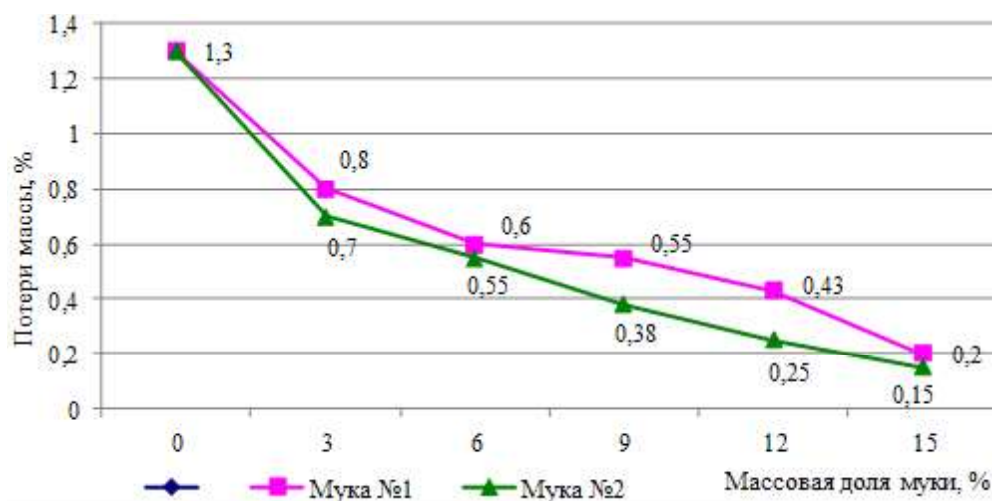


Таблица 4

Химический состав модельных систем с мукой № 1

Содержание	Массовая доля амарантовой муки, %					
	Контроль	3	6	9	12	15
массовая доля влаги, %	64,30	64,30	64,40	65,20	65,30	66,30
массовая доля белка, %	17,25	17,28	17,57	17,74	17,91	18,28
массовая доля жира, %	15,50	15,40	15,50	15,40	15,50	15,50
массовая доля углеводов, %	0,45	0,42	0,17	0,16	0,18	0,21
массовая доля золы, %	2,50	2,60	2,70	2,70	2,80	2,80

Таблица 5

Химический состав модельных систем с мукой № 2

Содержание	Массовая доля амарантовой муки, %					
	Контроль	3	6	9	12	15
массовая доля влаги, %	64,30	65,20	65,90	65,70	65,90	67,10
массовая доля белка, %	17,25	17,54	18,12	18,63	19,14	19,90
массовая доля жира, %	15,50	15,30	15,40	15,50	15,50	15,40
массовая доля углеводов, %	0,45	0,74	0,68	0,53	0,58	0,60
массовая доля золы, %	2,50	2,70	2,70	2,70	2,80	2,90

нию содержания общего белка, по сравнению с контролем.

Повышенное содержание влаги опытных образцов окажет благоприятное воздействие на выход готовой продукции при выработке вареных колбас, что является, несомненно, экономически выгодным фактором для производителя.

Обсуждение результатов

Охарактеризован химический и нутриентный состав амарантовой муки, доказывающий перспективность ее использования в технологии мясных продуктов.

Учитывая результаты модельных фаршевых систем до и после термической обработки, обоснованы допустимые уровни внесения в рецептуры вареных колбас при замене свинины п/ж амарантовой мукой в количестве 9 %.

Комплексные исследования позволили выявить, что использование белоксодержащих продуктов амаранта способствуют получению мясных продуктов, обладающих высокими функционально-технологическими свойствами, также приводит к получению готовых мясных изделий с повышенной сочностью с устранением возможности разжижения, синерезиса, потери массы и т.п (Гинс, 2002).

Введение продуктов переработки амаранта способствует расширению ассортимента мясной продукции, соответствующей концепциям рационального и здорового питания, а значит позволяет получить продукт профилактической направленности (Базарова, 2008).

Представленный экспериментальный материал может являться основой для дальнейших исследований в области создания комбинированных комплексов из различных видов пищевых добавок

при производстве биологически активных добавок к пище и специализированных мясных продуктов.

Список литературы

- Александров, М. А. (2010). Особенности химического состава амаранта. *Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья*, (10), 23.
- Базарова, Ю. Г. (2008). Разработка рецептур белковых добавок, заменяющих мясо. *Пищевые добавки и ингредиенты*, (9), 34.
- Гинс, М. С., & Кропова, Ю. Г. (2002). Амарант - перспективное сырье для натуральных структурообразователей. В *Научные основы и практическая реализация технологий получения и применения натуральных структурообразователей*, (с. 43-46).
- Городок, И. А. (2008). *Исследование рубленых полуфабрикатов из мяса механической обвалки кур-несушек с использованием продуктов на основе амаранта* [Кандидатская диссертация, РЭА им.Г.В. Плеханова]. Киев, Украина.
- Гусева, Г. В. (2002). Разработка технологии пива с применением амаранта [Кандидатская диссертация, Московский государственный университет пищевых производств]. Москва, Россия.
- Жартисян, В. И. (2006). *Разработка технологии макаронных изделий с применением семян амаранта и сенарии* [Кандидатская диссертация, Пятигорский государственный технологический университет]. Пятигорск, Россия.
- Карасёв, О. Д., & Литвинова, Е. В. (2016). Влияние продуктов переработки амаранта на качественные показатели мясных систем. *Мясные технологии*, (12), 50-53.
- Кидяев, С. Н., Литвинова, Е. В., & Джамалов, Н. К. (2017). Амарант как нетрадиционный источник белка для мясных продуктов. *Мясные технологии*, (11), 40-43.
- Литвинова, Е. В., & Евтеева, С. Ю. (2017). Белоксодержащие продукты из амаранта для мясных продуктов. В *Общегуниверситетская*

- студенческая конференция студентов и молодых ученых «День науки», (36-38).
- Литвинова, Е. В., Кидяев, С. Н., Никитин, М., & Джамалов, Н. К. (2017). Амарант – альтернативный источник белка для мясных продуктов. В *Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова*, (1), 214-217.
- Никитин, В. В., Кидяев, С. Н., Титов, Е. И., & Литвинова, Е. В. (2017). Амарант как альтернатива белкам мяса. В *Живые системы и биологическая безопасность населения*, (с. 57-61).
- Сакпан, А. А., Нурымхан, Г. Н., & Асиржанова, Ж. Б. (2020). Амарант как растительное сырье, используемое для обогащения пищевых изделий. *Интернаука*, (174), 83-85.
- Смирнов С. О., Невская Е. В., & Дронов А. С. (2016). Амарант - ценная продовольственная культура. *Кондитерское и хлебопекарное производство*, (163), 20-23.
- Фатхуллаев, А., Искандаров, З. С., Абдумаликов, И. Р., & Сайдуллаева, Ю. Т. (2021). Разработка технологии производства лечебно-профилактического продукта на основе растения амарант. *The Scientific Heritage*, (65), 62-65.
- Холизназарова, Ш. Р., & Тухтабоев, Н. Х. (2019). Амарант: химический состав и как культура многоцелевого использования. *Actual Problems of Applied Sciences Journal World*, (14), 57-66.
- Чиркова, Т. В. (2014). Амарант - культура XXI века. *Соросовский образовательный журнал*, (10), 22-27.
- Шакиров, Ш. К. (1993). Химический состав и кормовые достоинства амаранта. В *Амарант: агроэкология, переработка и использование*, (с. 85-86).
- Шмалько, Н. А. (2015). Бессмертный амарант. *Пищевые ингредиенты: сырье и добавки*, (1), 71-73.
- Шмалько, Н. А. (2005). *Разработка технологии хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием продуктов переработки семян амаранта*. [Кандидатская диссертация, Кубанский государственный технологический университет]. Краснодар, Россия.
- Яртиев, А. Г. (1993). Перспективные образцы амаранта. В *Амарант: агроэкология, переработка и использование*, (с. 17-18).
- Correa, A. D., Jokl, L., & Carlson, R. (2014). Amino acid composition of some *Amaranthus* sp. Grain protein and of its Fractions. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 36(3), 466.
- Sanchez-Marroquin, A. Domingo, M. V., Maya, S., Saldana, C. (2015). Amaranth flour blends and fractions for baking applications. *Journal of Food Science*, (3), 789-794.
- Saunders, R. M. (2013). *Amaranthus*: a potential food and feed source. *Advances in cereal science and technology*, (6), 357-396.

On the possibility of using amaranth processing products in meat systems

Vladimir V. Nikitin^{1,2}, Evgeny I. Titov¹, Elena V. Litvinova¹

¹ Moscow State University of Food Productions

² All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry - branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science

Correspondence concerning this article should be addressed to Vladimir Nikitin, Moscow State University of Food Productions, address: 109029, Moscow, 33 Talalikhina Street, e-mail: lampard44@gmail.com

The article presents data on the possibility of using amaranth flour in the technology of meat products, with the aim of increasing production volumes and improving the quality of food products, as well as saving the consumption of raw meat. The results of studying the effect of amaranth protein products on the quality indicators of meat systems are presented. The optimal level of replacing raw meat with flour from amaranth seeds has been determined, which makes it possible to obtain finished products with increased nutritional value.

Keywords: amaranth, protein, meat products, biological and nutritional value

References

- Alexandrov, M. A. (2010). Features of the chemical composition of amaranth. *Hranenie i pererabotka sel'skohozyajstvennogo syr'ya* [Storage and processing of agricultural raw materials], (10), 23.
- Bazarova, Yu. G. (2008). Development of formulations of protein supplements that replace meat. *Pishchevye dobavki i ingredienty* [Food additives and ingredients], (9), 34.
- Gins, M. S., & Kropova, Yu. G. (2002). Amaranth is a promising raw material for natural structure-forming agents. In *Nauchnye osnovy i prakticheskaya realizaciya tekhnologij polucheniya i primeneniya natural'nyh strukturoobrazovatelej* [Scientific foundations and practical implementation of technologies for obtaining and using natural structure-forming agents], (p. 43-46).
- Gorodok, I. A. (2008). *Issledovanie rublenyh polufabrikatov iz myasa mekhanicheskoy obvalki kur-nesushek s ispol'zovaniem produktov na osnove amaranta* [Research of chopped semi-finished products from mechanically deboned laying hens using products based on amaranth] [Candidate Dissertation, REA named after G.V. Plekhanov]. Kiev, Ukraine.
- Guseva, G. V. (2002). *Razrabotka tekhnologii piva s primeneniem amaranta* [Development of beer technology using amaranth] [Candidate Dissertation, Moscow State University of Food Production]. Moscow, Russia.
- Zhartisyan, V. I. (2006). *Razrabotka tekhnologii makaronnyh izdelij s primeneniem semyan amaranta i senarii* [Development of pasta technology using amaranth and senaria seeds] [Candidate Dissertation, Pyatigorsk State Technological University]. Pyatigorsk, Russia.
- Karasev, O. D., & Litvinova, E. V. (2016). The influence of amaranth processing products on the quality indicators of meat systems. *Myasnye tekhnologii* [Meat Technologies], (12), 50-53.
- Kidyaev, S. N., Litvinova, E. V., & Jamalov, N. K. (2017). Amaranth as an unconventional protein source for meat products. *Myasnye tekhnologii* [Meat technologies], (11), 40-43.
- Litvinova, E. V., & Evteeva, S. Yu. (2017). Protein-containing amaranth products for meat products. In *Obshcheuniversitetskaya studencheskaya konferenciya studentov i molodyh uchenykh "Den' nauki"* [The University-wide student conference of students and young scientists "Science Day"], (36-38).
- Litvinova, E. V., Kidyaev, S. N., Nikitin, M., & Jamalov, N. K. (2017). Amaranth is an alternative protein source for meat products. In *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya pamyati Vasiliya Matveevicha Gorbatova* [The International Scientific and Practical Conference

- dedicated to the memory of Vasily Matveevich Gorbatov], (1), 214-217.
- Nikitin, V. V., Kidyayev, S.N., Titov, E. I., & Litvinova, E. V. (2017). Amaranth as an alternative to meat proteins. In *Zhivye sistemy i biologicheskaya bezopasnost' naseleniya* [Living systems and biological safety of the population], (pp. 57-61).
- Sakpan, A. A., Nurymkhan, G. N., & Asirzhanova, Zh. B. (2020). Amaranth as a vegetable raw material used for fortification of food products. *Internauka*, (174), 83-85.
- Smirnov S. O., Nevskaya E. V., & Dronov A. S. (2016). Amaranth is a valuable food crop. *Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionery and bakery], (163), 20-23.
- Fatkhullaev, A., Iskandarov, Z. S., Abdumalikov, I. R., & Saidullaeva, Yu.T. (2021). Development of a technology for the production of a therapeutic and prophylactic product based on the amaranth plant. *The Scientific Heritage*, (65), 62-65.
- Kholiknazarova, Sh. R., & Tukhtaboev, N. Kh. (2019). Amaranth: chemical composition and as a multi-purpose crop. *Actual Problems of Applied Sciences Journal World*, (14), 57-66.
- Chirkova, T. V. (2014). Amaranth is a culture of the XXI century. *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal* [Soros Educational Journal], (10), 22-27.
- Shakirov, Sh. K. (1993). Chemical composition and nutritional benefits of amaranth. In *Amarant: agroekologiya, pererabotka i ispol'zovanie* [Amaranth: agroecology, processing and use], (pp. 85-86).
- Shmalko, N. A. (2015). Immortal amaranth. *Pishchevye ingredienty: syr'e i dobavki* [Food Ingredients: Raw Materials and Additives], (1), 71-73.
- Shmalko, N. A. (2005). *Razrabotka tekhnologii hlebobulochnyh izdelij funkcional'nogo naznacheniya s ispol'zovaniem produktov pererabotki semyan amaranta* [Development of technology for functional bakery products using amaranth seed processing products] [Candidate Dissertation, Kuban State Technological University]. Krasnodar, Russia.
- Yartiev, A. G. (1993). Promising amaranth samples. In *Amarant: agroekologiya, pererabotka i ispol'zovanie* [Amaranth: agroecology, processing and use], (pp. 17-18).
- Correa, A. D., Jokl, L., & Carlson, R. (2014). Amino acid composition of some *Amaranthus* sp. Grain protein and of its Fractions. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 36(3), 466.
- Sanchez-Marroquin, A. Domingo, M. V., Maya, S., Saldana, C. (2015). Amaranth flour blends and fractions for baking applications. *Journal of Food Science*, (3), 789-794.
- Saunders, R. M. (2013). *Amaranthus*: a potential food and feed source. *Advances in cereal science and technology*, (6), 357-396.