

На правах рукописи

Дубровский Николай Валерьевич

**Разработка технологии рубленых полуфабрикатов
с заданными потребительскими свойствами
из мяса цыплят-бройлеров**

**Специальность 05.18.04. – Технология мясных, молочных, рыбных
продуктов и холодильных производств**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва – 2011

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИПП Россельхозакадемии)

Научный руководитель:

- доктор технических наук
Гоноцкий Василий Александрович

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук,
профессор
Кудряшов Леонид Сергеевич

- доктор технических наук,
Машенцева Наталья Геннадьевна

Ведущая организация:

- ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности Россельхозакадемии

Защита диссертации состоится «17» мая 2011 г. в 14ч 30 мин на заседании диссертационного совета ДМ 006.021 при ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт мясно промышленности им. В.М.Горбатова Россельхозакадемии по адресу: 109316, Москва, ул.Талалихина, 26.

Отзывы в двух экземплярах присылать по адресу: 109316, Москва, ул. Талалихина, 26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИИМП.

Автореферат размещен на сайте www.vniimp.ru и разослан «12» апреля 2011 г.

Ученый секретарь совета,
кандидат технических наук, с.н.с.

А.Н.Захаров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Обеспечение населения биологически полноценными продуктами питания, и в первую очередь мясом и мясопродуктами, является актуальной задачей государства.

Организация правильного и полноценного питания – важнейший фактор, определяющий здоровье нации.

Птицеводство – один из основных поставщиков белка животного происхождения, производящих мясо птицы и яйца.

Благодаря высоким темпам развития птицеводства РФ в 2010 г. было произведено 2,9 млн т мяса птицы, в том числе 2,6 млн т мяса цыплят-бройлеров. В связи с ростом объемов производства мяса птицы за последние годы обостряется проблема его реализации, что обуславливает актуальность разработки технологий глубокой переработки этого сырья, обеспечивающих его рациональную переработку.

Одной из важных тенденций современного рынка является требование поставки продуктов с пролонгированными сроками годности, и этим объясняется необходимость разработки специальных технологий, обеспечивающих сохранность качества исходного продукта до конечного срока годности, и является актуальным для продвижения продукта на рынок.

Мясо является носителем белков животного происхождения, но вместе с тем в белке мясного сырья имеется дисбаланс незаменимых аминокислот и дефицит некоторых биологически активных веществ, что привело к развитию нового направления в технологии мясных продуктов, основанного на оптимальном комбинировании пищевых компонентов для получения высококачественных мясопродуктов, обладающих более высокой биологической ценностью по сравнению с исходными компонентами.

В связи с вышеуказанной актуальной задачей является разработка технологий производства полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров, в частности – рубленых полуфабрикатов общего спроса, сбалансированных по аминокислотному составу белков, обогащенных биологически активными веществами с пролонгированными сроками годности.

В работах отечественных и зарубежных ученых (А.А. Покровского, А.А. Соколова, И.А. Рогова, Н.Н. Липатова, А.Б. Лисицына, И.М. Чернухи, А.А. Семеновой, В.А. Гоноцкого, А.В. Устиновой, И.Л. Стефановой, Н.Н. Прозоровской, В.Б. Спиричева, O. Isles Morris, V.S. Levander и др.) показана актуальность повышения биологической ценности мясопродуктов путем оптимального комбинирования пищевых компонентов.

До настоящего времени в литературе не обнаружено работ, посвященных разработке технологии рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров, сбалансированных по аминокислотному составу белков, обогащенных биологически активными веществами, химически стабильных и микробиологически безопасных в период пролонгированных сроков годности, что обусловило необходимость выполнения данной работы.

Цель и задачи исследований. Цель: разработка технологии рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров с заданными потребительскими свойствами – оптимальным соотношением белка и жира, сбалансированных по незаменимым аминокислотам и жирным кислотам, обогащенных биологически активными веществами, микробиологически безопасных и устойчивых к окислительной порче липидов в период пролонгированных сроков годности.

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы следующие **задачи:**

- разработать рецептуры рубленых полуфабрикатов, обеспечивающие соотношение белка и липидов не более 1:(0,8÷1);

- обосновать необходимость повышения биологической ценности полуфабрикатов путем улучшения сбалансированности незаменимых аминокислот белков и обеспечить: минимальный скор лимитирующей аминокислоты не менее 100%; сбалансированное соотношение незаменимых (эссенциальных) жирных кислот ω -6 и ω -3 в пределах (1÷4):1;

- провести поиск источников биологически активных веществ: витамина Е, каротиноидов, полиненасыщенных (ω -3 и ω -6) жирных кислот, микроэлемента селена. Обеспечить повышение содержания витамина Е в рубленых полуфабрикатах в 1,5 – 1,6 раза, каротиноидов в 3 – 3,3 раза. Разработать рецептуры рубленых полуфабрикатов с содержанием селена – (20÷50) мкг/100 г полуфабриката;

- изучить влияние бактериостатиков и антиоксидантов на изменение микробиологических, физико-химических и органолептических показателей рубленых полуфабрикатов в процессе хранения при температуре (0÷2)°С до 10 сут. при минус (2,5±0,5)°С до 20 сут.;

- разработать барьерную технологию рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят бройлеров, провести производственную выработку, разработать комплект технической документации и дать экономическую оценку.

Научная новизна. На основании аналитических обобщений и экспериментальных исследований:

- обоснована необходимость и целесообразность корректировки аминокислотного состава белков рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров, обогащения рубленых полуфабрикатов биологически активными компонентами;

- ω -3 и ω -6 жирными кислотами, витамином Е, каротиноидами и микроэлементом селеном, использования бактериостатиков и антиоксидантов при производстве рубленых полуфабрикатов;

- получены новые данные в обогащенных рубленых полуфабрикатах по содержанию витамина Е, каротиноидов, полиненасыщенных жирных кислот, в т.ч. ω -3 и ω -6, микроэлемента селена;

- изучен характер изменений физико-химических, микробиологических, органолептических показателей в процессе хранения рубленых полуфабрикатов при разных температурах под влиянием бактериостатиков, антиоксидантов и синергистов;

- установлено влияние антиоксидантов на сохранность каротиноидов, токоферолов и эссенциальных жирных кислот ω -3 и ω -6 при тепловой обработке (жарении) полуфабрикатов.

Практическая значимость. По результатам экспериментальных исследований разработаны рецептуры рубленых полуфабрикатов, обогащенных биологически активными веществами. Разработана барьерная технология производства рубленых полуфабрикатов. Разработана техническая документация – ТУ 9214-208-23476484-10 «Полуфабрикаты рубленые из мяса цыплят-бройлеров». Экономическая эффективность на 1 т рубленых полуфабрикатов составит от 5,2 тыс. руб. до 10,2 тыс. руб.

Разработанная технология апробирована в производственных условиях и внедрена на предприятии ЗАО «Победа-Агро».

Апробация работы. Результаты работы обсуждены и доложены на: VII Международном форуме «Мясная индустрия» (Москва, 2008 г.), научно-практической конференции «Повышение уровня безопасности и качества продукции птицеперерабатывающей промышленности» (Москва, 2009 г.), Международном семинаре «Пищевая безопасность, прослеживаемость и стандарты качества продуктов из мяса птицы» (Москва, 2009 г.), научно-практическом семинаре «Обеспечение качества и безопасности продукции переработки птицы в свете вступивших в действие нормативных актов РФ» (Москва, 2010 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 11 печатных работ, из них 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, основных результатов и выводов, библиографического списка источников литературы. Содержание работы изложено на 138 страницах машинописного текста, в т.ч. 30 таблиц и 19 рисунков. Список использованных источников включает 148 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы и сформулирована научная новизна, практическая значимость и направленность исследований.

В первой главе представлен аналитический обзор отечественной и зарубежной научной и технической литературы о химическом составе и свойствах мяса птицы, и в частности, мяса цыплят-бройлеров. Проанализирована информация об источниках биологически активных веществ и об их влиянии на здоровье человека. Приведен обзор по стабилизации качественных характеристик мяса птицы за счет применения бактериостатиков и антиоксидантов. На основании анализа информации сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе охарактеризованы объекты, изложены методы и организация проведения исследований.

В качестве объектов исследования использовали:

- кусковое бескостное мясо цыплят-бройлеров, печень куриную, меланж яичный, рубленые полуфабрикаты;

- масло льняное из семян льна ВНИИМК-620, муку льняную из семян льна ВНИИМК-630, а также семена и масла от сортов льна Циан, Antares, Norlin, Воронежский-1308;

- бактериостатики: лактат калия, лактат натрия, смесь лактата натрия и пищевого диацетата натрия в виде 60%-ного раствора, вносили в фарш в количестве 0,5% (или 0,3% лактата натрия, или лактата калия) по массе; смесь органических кислот: лимонной, винной, яблочной, уксусной в количестве 0,5% к массе фарша;

- антиоксиданты: дигидрокверцетин (ДГК) по ТУ 9534-130-04868244-96, 2,6-ди-трет-п-презол (бутилгидрокситолуол (БОТ) - ионол), разрешенные к применению СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок».

Антиоксиданты вносили при составлении фарша в количестве 0,02% в соотношении 1:1 к содержанию жира в мышечной ткани, предварительно растворив их в этиловом спирте.

Обоснование выбора показателей

Для определения физико-химических, микробиологических и органолептических показателей исследуемых объектов применялись известные методы исследования, лабораторное оборудование и измерительные приборы.

В основу расчета сбалансированности белка сырья и полуфабрикатов были положены работы академикрв Рогова И.А. и Липатова Н.Н. с использованием метода математического моделирования.

Цветовые характеристики полуфабрикатов измеряли в системе CIELab при стандартном измерении Д 65 и 10 °-ном стандартном наблюдателе (Д 65/10) на спектрофотометре Spekolord M-40 (Карл Цейсс).

Общая схема исследований представлена на рис. 1.

Повторность опытов 3-5 – кратная. Полученные экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с помощью программы Statistika7.

В третьей главе изложены данные экспериментальных исследований и их обсуждение.

Экономическую эффективность рассчитывали по методикам определения экономической эффективности в мясной (птицеперерабатывающей) промышленности.

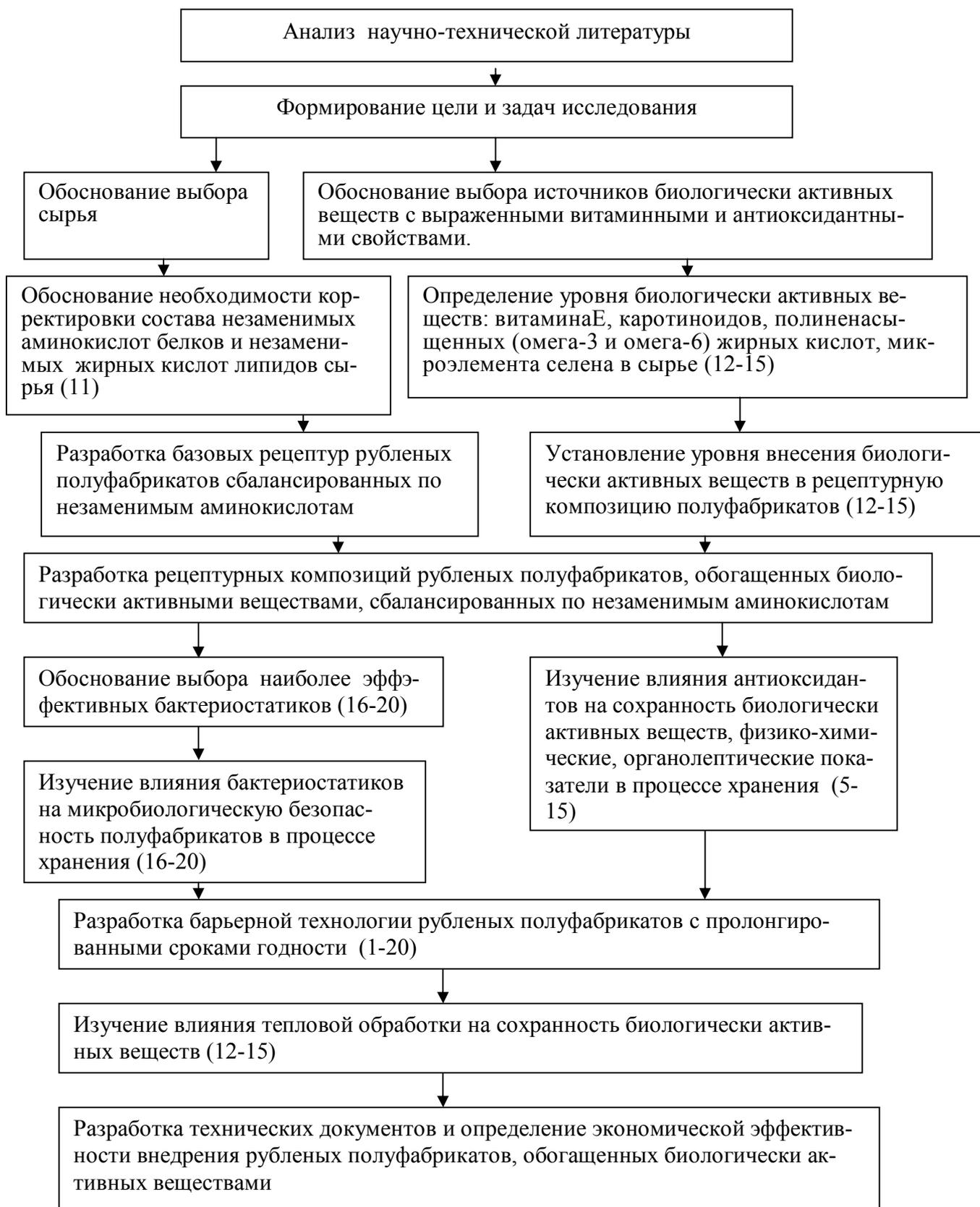


Рисунок 1. – Схема проведения исследований

Определяемые показатели: 1 – влага, 2 – жир, 3 – белок, 4 – поваренная соль; 5 – кислотное число; 6 – перекисное число; 7 – ЛЖК; 8 – количество карбонильных соединений реагирующих с 2-ТБК; 9 – цветовые характеристики; 10 – органолептические показатели; 11 – аминокислотный состав; 12 – жирнокислотный состав (в том числе $\omega 3$ и $\omega 6$); 13 – витамин А; 14 – витамин Е; 15 – селен; 16 – КМФАнМ; 17 – *Salmonella* spp.; 18 – плесени; 19 – дрожжи; 20 - *L. monocytogenes*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обоснование выбора источника биологически активных веществ

Физиологическая роль полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в организме человека заключается в том, что, являясь структурным компонентом клеточных мембран, они участвуют в реализации множества биохимических реакций. Поэтому, обеспечивая достаточное поступление ПНЖК с пищей, становится возможным оказывать влияние на физиологические функции организма на уровне клетки. Нормы потребления незаменимых жирных кислот ω -6 и ω -3, рекомендуемые различными источниками, варьируют от 10:1 – для здорового человека, до 3:1 и 1:1 – для лечебного питания.

Масло льняное является самым богатым источником ω -3 жирных кислот, содержание которых превосходит количество ω -6 жирных кислот в 2,6÷3 раза, поэтому оно является абсолютным чемпионом по содержанию ω -3 жирных кислот среди масел растительного происхождения. В результате проведенных исследований было установлено, что жирнокислотный состав льняного масла ставит его на первое место по биологической ценности по сравнению со всеми растительными маслами (табл. 1).

Таблица 1 – Жирнокислотный состав подсолнечного и соевого масел, льняного масла, жмыха и семени льна ВНИИМК-620, % к сумме жирных кислот

Название жирной кислоты	Масло			Жмых льняной	Семя льняное
	Подсолн.	Соевое	Льняное		
Сумма насыщенных	11,57 ±0,50	18,33 ±0,46	10,09 ±0,37	10,21 ±0,48	10,61 ±0,28
Сумма мононенасыщенных	23,80 ±0,38	23,92 ±0,46	17,59 ±0,57	20,19 ±0,39	19,92 ±0,45
Сумма полиненасыщенных	64,63 ±0,47	57,75 ±0,56	72,32 ±0,57	69,54 ±0,63	69,47 ±0,43
Сумма полиненасыщенных ω -6	64,58 ±0,45	48,83 ±0,67	16,52 ±0,58	16,01 ±0,44	13,67 ±0,74
Сумма полиненасыщенных ω -3	0,05 ±0,35	8,92 ±0,49	55,80 ±0,67	53,53 ±0,72	55,80 ±0,50
Соотношение ω -6 / ω -3	1291,6	5,47	0,30	0,30	0,24
Соотношение ω -3/ ω -6	0,0008	0,18	3,38	3,34	4,08

Льняное масло отличается от подсолнечного в 1116 раз более высоким содержанием ω -3 жирных кислот (табл. 1) и в 6,25 раза более высоким содержанием ω -3, чем в соевом масле.

Полученные результаты позволяют рассматривать семя льняное, масло и жмых льняной в качестве источника ω -3 жирных кислот с целью обогащения ими мясопродуктов.

Льняное масло при высоком содержании полиненасыщенных жирных кислот является достаточно устойчивым к окислению благодаря относительно высокому содержанию токоферолов. Из общего количества токоферолов доля

γ -изомера токоферола – самого активного антиоксиданта – составляет 96-98% от общего количества токоферолов.

Многие естественные антиоксиданты содержатся в продуктах питания, среди них наибольшей эффективностью обладают витамин А, витамин С, витамин Е (токоферолы) и микроэлемент селен – антиоксидант непрямого действия.

Учитывая важную роль каротиноидов (норма потребления витамина А $0,8 \div 1$ мг/сут.) в обеспечении функционирования организма человека, были проведены эксперименты по обогащению ими льняного масла методом экстракции цветков красной календулы, содержание каротиноидов в нем увеличилось в 9,26 раза. Льняное масло, обогащенное каротиноидами методом насыщения, было использовано в последующих исследованиях (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние обогащения масла льняного каротиноидами на их количество методом экстракции цветков календулы

Наименование	Показатель	Обнаружено*, мг в 100 г
Масло льняное (контроль)	Витамин Е	32,0
	в т.ч. α -токоферол	Не обнаружено**
	$\beta + \gamma$ – токоферолы	32,0
	δ - токоферол	Не обнаружено**
	Каротиноиды (сумма)	2,3
Масло льняное обо- гащенное каротинои- дами	Витамин Е	28,5
	в т.ч. α -токоферол	Не обнаружено**
	$\beta + \gamma$ – токоферолы	28,5
	δ - токоферол	Не обнаружено**
	Каротиноиды (сумма)	21,3
	в т.ч. лютеин	1,5
	ликопин	Не обнаружено***
	α - каротин	Не обнаружено***
	β -каротин	0,4
	криптоксантин	Не обнаружено***

* Погрешность определения витамина Е, каротиноидов в анализируемой пробе составляет 15%;

** Предел обнаружения изомеров токоферолов – 0,5 мг/100 г;

*** Предел обнаружения каротиноидов – 0,1 мг/100 г.

В то же время отдельно мясо птицы не может удовлетворить норму потребления жирорастворимых витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, поэтому введение масла льняного, обогащенного каротиноидами, муки льняной, печени куриной, меланжа яичного в состав общих рецептов, позволяет приблизиться к потребностям организма взрослого человека.

Как известно, содержание селена в растениях зависит от его уровня в почвах, а в животноводческих продуктах – от его содержания в кормах и воде. В связи с этим представлялось интересным установить уровень селена в семенах пяти сортов льна – ВНИИМК-620, Циан, Antares, Norlin, Воронежский-1308, а также в жмыхе после отжима масла из семян льна сорта ВНИИМК- 620. Самым богатым по содержанию селена оказался сорт льна Antares (193 мкг/кг), на втором месте оказался сорт ВНИИМК-620 (179 мкг/кг). Жмых сорта льна ВНИИМК-620 имел высокий показатель по содержанию селена (203 мкг/кг).

Из животного сырья самым богатым источником селена являются печень куриная (579 мкг/кг), меланж яичный (408 мкг/кг), желток (560 мкг/кг), при оптимальном уровне потребления селена 120 мкг/сут.

Повышение биологической ценности белка рубленых полуфабрикатов путем улучшения сбалансированности незаменимых аминокислот

Для разработки рецептурных композиций рубленых полуфабрикатов в качестве сырья предусмотрено использование кускового мяса цыплят-бройлеров, белого и красного мяса цыплят-бройлеров, меланжа яичного, печени цыплят-бройлеров – источника селена, муки льняной – источника полиненасыщенных жирных кислот (ω -3 и ω -6).

Анализируя характеристики аминокислотной сбалансированности белоксодержащего сырья, запланированного для разработки рецептур рубленых полуфабрикатов, приведенные в таблице 3, следует отметить, что белок кускового мяса, белого и красного мяса цыплят-бройлеров имеет дефицит валина, а белок меланжа яичного содержит его избыток (1,08 г/100г белка), к тому же белок меланжа яичного имеет избыток всех незаменимых аминокислот в сравнении с потребностью взрослого человека в соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ. Белок муки льняной имеет избыток валина (0,86 г/100 г белка), но дефицит по лизину (0,79 г/100 г белка). Белок печени имеет избыток валина (0,78 г/100 г белка) и дефицит метионина и цистина (0,1 г/100 г белка).

Таблица 3 – Характеристики аминокислотной сбалансированности белков ингредиентов для проектирования рецептур рубленых полуфабрикатов

Ингредиенты	Массовая доля белка, %	Незаменимые аминокислоты								Cmin %	Rp, дол. ед.	σ г/100 г белка эталона
		Изо	Лей	Лиз	Мет+ Цис	Фен+ Тир	Тре	Трп	Вал			
		Содержание, г/100 г белка										
Потребность для взрослых, данные ФАО/ВОЗ		4,00	7,00	5,50	3,50	6,00	4,00	1,00	5,00	100	1,00	0,00
Кусковое мясо цыплят *	19,8	4,27	7,53	8,63	3,64	6,99	4,13	1,60	4,80	96	0,83	7,32
Яйцо куриное целое *	12,7	4,70	8,51	7,11	5,64	8,88	4,80	1,61	6,08	117	0,89	4,45
Белое мясо**	20,27	5,01	7,29	8,76	4,00	7,12	4,14	1,68	4,86	97	0,81	8,19
Красное мясо**	16,69	4,94	7,23	8,08	3,98	7,06	4,12	1,56	4,78	96	0,82	7,49
Мука льняная**	26,5	4,90	6,75	4,71	3,88	7,93	4,19	1,62	5,86	85	0,77	10,87
Печень цыплят-бройлеров**	19,6	5,12	8,30	7,55	3,40	8,25	4,44	1,32	5,78	97	0,79	9,53

* данные Н.Н. Липатов, О.И. Башкиров, Н.В. Тимошенко, А.Л. Геворгян, А.Ю. Проскурено // Доклады четвертой международной научно-технической конференции «Пища. Экология. Человек».- М.– 2001. – С.13-24.

** данные, полученные при выполнении диссертационной работы

Для обеспечения норм потребностей взрослого человека, в соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ, была проведена корректировка аминокислотного

состава белка рецептур рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров методом математического моделирования.

Первоначально была поставлена задача по моделированию базовой рецептуры на основании кускового мяса цыплят-бройлеров.

С использованием информации о нутриентной адекватности предполагаемых ингредиентов были спроектированы рецептурные композиции рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров (табл. 4).

Таблица 4 – Характеристики аминокислотной сбалансированности белков конечных композиций

Ингредиенты	Мас- совая доля бел- ка, %	Незаменимые аминокислоты								Cmin %	Rp, дол. ед.	σ г/100г белка эта- лона
		Изо	Лей	Лиз	Мет+ Цис	Фен+ Тир	Тре	Трп	Вал			
		Содержание, г/100 г белка										
Потребность для взрослых, данные FAO/ВОЗ		4,00	7,00	5,50	3,50	6,00	4,00	1,00	5,00	100	1,00	0,00
Композиция белковой основы п/ф (кусковое мясо цыплят-брой- леров, меланж) (Рецептура №1)	18,0	4,33	7,68	8,39	3,95	7,29	4,23	1,60	<u>5,00</u>	100	0,85	6,47
Композиция белковой основы п/ф с добавлением печени (Ре- цептура №2)	19,0	4,97	8,19	7,71	<u>3,50</u>	8,07	4,40	1,37	5,64	100	0,82	7,85
Кусковое мясо цыплят-бройле- ров, меланж, мука льняная, мас- ло льняное с каротиноидами (Ре- цептура №3)	17,71	4,35	7,53	7,96	3,85	7,28	4,20	1,6	<u>5,05</u>	101	0,87	5,41
Кусковое мясо цыплят-бройле- ров, меланж, печень, мука льня- ная, масло льняное с каротинои- дами (Рецептура №4)	19,92	4,80	7,81	7,41	<u>3,57</u>	7,80	4,26	1,47	5,50	102	0,86	5,78
Белое мясо цыплят-бройлеров, меланж, масло льняное с кароти- ноидами (Рецептура №5)	18,97	4,97	7,42	8,56	4,00	7,32	4,21	1,66	<u>5,00</u>	100	0,92	7,14
Красное мясо цыплят-бройлеров, меланж, мука льняная, масло льняное с каротиноидами (Ре- цептура №6)	15,54	4,49	7,35	7,68	4,18	7,37	4,21	1,57	<u>5,04</u>	101	0,87	5,47

В результате было разработано 6 рецептур рубленых полуфабрикатов (табл. 5), в которых коэффициенты утилитарности аминокислотного состава находятся в пределах от 0,82 до 0,92. Коэффициенты сопоставимой избыточности от - 5,41 до 7,85, а минимальный скор - от 100% до 102%. В полученных рецептурах все незаменимые аминокислоты находятся в количествах, равных или немного превышающих потребность взрослого человека, соответственно белок рецептур не имеет лимитирующих аминокислот (табл. 4).

Таблица 5 – Рецептурные композиции рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров

Наименование сырья, пряностей	Массовая доля компонента (г на 100 г полуфабриката)					
	Рецептура №1	Рецептура №2	Рецептура №3	Рецептура №4	Рецептура №5	Рецептура №6
Мясо кусковое бескостное цыплят-бройлеров	76,67	14,74	66,65	31,8	-	-
Мясо кусковое бескостное цыплят-бройлеров белое	-	-	-	-	77,71	-
Мясо кусковое бескостное цыплят-бройлеров красное	-	-	-	-	-	73,5
Меланж яичный	22,13	4,26	19,25	5,0	16,09	15,3
Масло льняное (с каротиноидами)	-	-	5,0	-	5,0	5,0
Печень куриная	-	79,3	-	50,0	-	-
Мука льняная	-	-	8,0	12,0	-	5,0
Соль поваренная	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Перец чёрный молотый	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Альгинат натрия	-	0,5	-	-	-	-
Итого:	100	100	100	100	100	100

Примечания: ДГК и ионол вносили при составлении фарша в количестве 0,02% в соотношении 1:1 к содержанию жира в мышечной ткани, предварительно растворив их в этиловом спирте; бактериостатики (лактат калия, лактат натрия, смесь лактата натрия и пищевого диацетата натрия в виде 60% раствора) вносили в фарш в количестве 0,5% (или 0,3% лактата натрия, или лактата калия) по массе; смесь органических кислот (лимонной, винной, яблочной, уксусной) в количестве 0,5% к массе фарша.

В связи с наибольшим содержанием селена в печени цыплят-бройлеров (527-540 мкг/кг) печень была включена в рецептуры, как источник этого микроэлемента (табл. 4,5). Рецептурные полуфабрикатов отработывались с учетом обеспечения сбалансированности аминокислотного состава и получения возможно максимального уровня селена, а также с учетом обеспечения технологических свойств (формуемости) и органолептических достоинств, наибольшее содержание селена установлено в рецептуре №2 (табл. 6).

Таблица 6– Содержание микроэлемента селена в рубленых полуфабрикатах

№ рец-ры	Содержание селена, мкг в 100 г полуфабриката
1	23,1±0,58
2	46,8±0,95
3	21,4±0,54
4	37,9±0,78
5	22,1±0,54
6	22,7±0,54

Полученные данные характеризуют все полуфабрикаты как продукты с высоким содержанием селена. Прием в пищу 0,2 кг рубленых полуфабрикатов удовлетворяет суточную потребность человека в селене.

Улучшение сбалансированности незаменимых жирных кислот

Предварительная отработка рецептур по включению муки и масла льняного велась для определения оптимальной формуемости, а также получения приемлемых органолептических свойств. В результате были получены следующие соотношения: масло льняное 5%, мука льняная в пределах 5÷12%, но оптимально 5%. Включение в рецептурную композицию масла льняного, полученного из семян льна ВНИИМК-620 и муки из семян льна ВНИИМК-630, обусловило существенное обогащение липидов полуфабрикатов ω -3 жирными кислотами (табл. 7).

Таблица 7 - Жирнокислотный состав липидов рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров (массовая доля жирных кислот к сумме всех жирных кислот, %)

Название жирной кислоты	Образец полуфабриката без льняного масла и льняной муки (контроль) Рецп. №1	Образец полуфабриката с льняным маслом и льняной мукой Рецп. №3
Сумма насыщенных	25,35±0,35	19,35±0,37
Сумма мононенасыщенных	35,27±0,60	27,92±0,55
Сумма полиненасыщенных, в том числе:	38,88±0,43	52,27±0,46
ω -3	1,10±0,33	19,58±0,28
ω -6	37,78±0,32	32,69±0,40
Соотношение ω -6 / ω -3	34,34	1,67

В связи с относительным увеличением количества полиненасыщенных жирных кислот, в том числе ω -3 кислот, изменяется соотношение жирных кислот.

Содержание ω -3 жирных кислот в образце с льняным маслом составило 19,58, против 1,1%, т.е. доля ω -3 жирных кислот возросла в 17,8 раза по сравнению с содержанием в контроле. Соотношение ω -6 к ω -3 изменилось с 34,3:1 на 1,67:1, т.е. стало более благоприятным.

Обоснование выбора эффективных бактериостатиков

Одной из тенденций современного рынка является требование поставки продуктов с пролонгированными сроками годности. Решение этой задачи возможно за счет барьерной технологии. Одним из барьеров роста многих форм микроорганизмов, в т.ч. и гнилостных, являются низкие положительные температуры (0÷2)°С, и высокие отрицательные минус (2,5±0,5)°С. Кроме температурного фактора, т.е. барьера, в технологии мяса используют бактериостатики, поваренную соль.

Рубленные полуфабрикаты являются благодатной средой для развития микрофлоры, попадающей из окружающей среды в процессе технологической обработки. Поэтому разработка технологических приемов, обеспечивающих угнетение роста в фарше полуфабрикатов нежелательной микрофлоры, является актуальной. Одними из таких бактериостатиков являются лактаты, они обладают бактериостатическим действием и затормаживают рост практически всех патогенных микроорганизмов, при этом сохраняя вкус продукта. Для этого были подвергнуты сравнительной оценки 4 бактериостатика: лактат натрия; смесь лактата натрия и пищевого диацетата натрия; лактат калия; смесь из слабых органических кислот: уксусной, лимонной, яблочной, винной. Микробиологические исследования проводились на каждом этапе хранения по показателям, предусмотренным гигиеническими требованиями безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01) и МУК 4.2.1847-04.

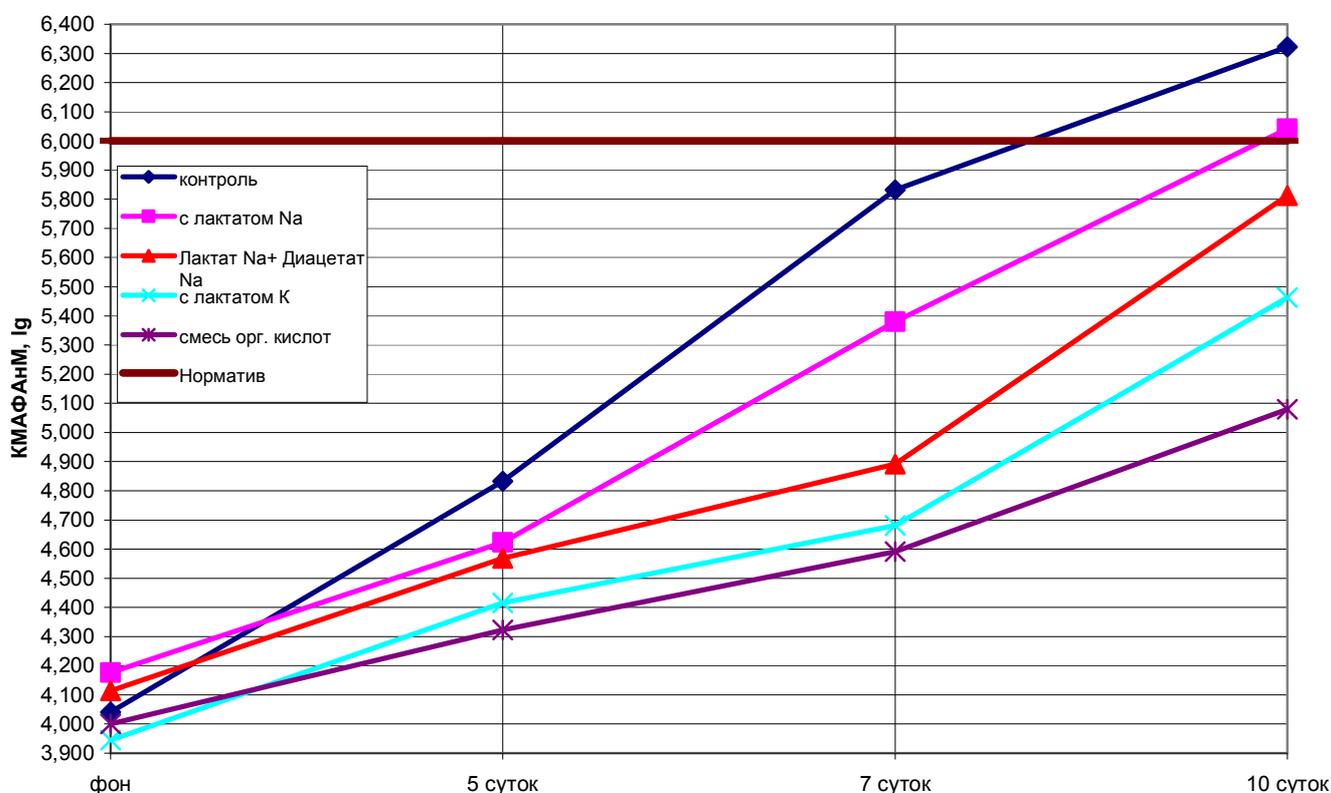


Рисунок 2 - Влияние бактериостатиков на изменения количества микроорганизмов в процессе хранения рубленных полуфабрикатов при температуре (0 ч 2)°С

Полученные результаты свидетельствуют о незначительном росте санитарно-показательной микрофлоры в образцах полуфабрикатов с бактериостатиком лактатом калия и смесью из слабых органических кислот (рис. 2), даже к 10 сут. количество контролируемой микрофлоры значительно было ниже нормативных значений. В связи с различной антимикробной активностью органических кислот целесообразно использовать одновременно несколько кислот, это усиливает антимикробное действие смеси, т.е. барьерные свойства смеси оказываются более высокими, чем эффект от каждой отдельно взятой кислоты. С целью большего снижения роста микрофлоры в дальнейшей работе использована смесь бактериостатиков: лактат калия и смесь слабых органических кислот.

Для торможения окислительных процессов в данной работе использовали смесь антиоксидантов: дигидрокверцетина и БОТа.

Были выработаны рубленые полуфабрикаты из мяса цыплят-бройлеров, масло льняного, муки льняной, меланжа яичного с бактериостатиками, антиоксидантами и заложены на хранение при температурах $(0 \div 2)^\circ\text{C}$ и минус $(2,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ по три партии.

Во всех трех партиях полуфабрикатов (рис. 3), заложенных на хранение при температуре $(0 \div 2)^\circ\text{C}$, существенных различий в росте микрофлоры не наблюдалось. К 10 сут. хранения количество КМАФАнМ увеличилось, но не превышало допустимых уровней (1×10^6). Полуфабрикаты на конечных этапах хранения при температуре $(0 \div 2)^\circ\text{C}$ соответствовали установленным нормативам, а через 7 сут. хранения – ожидаемый срок годности, количество этой микрофлоры было на два порядка ниже норматива.

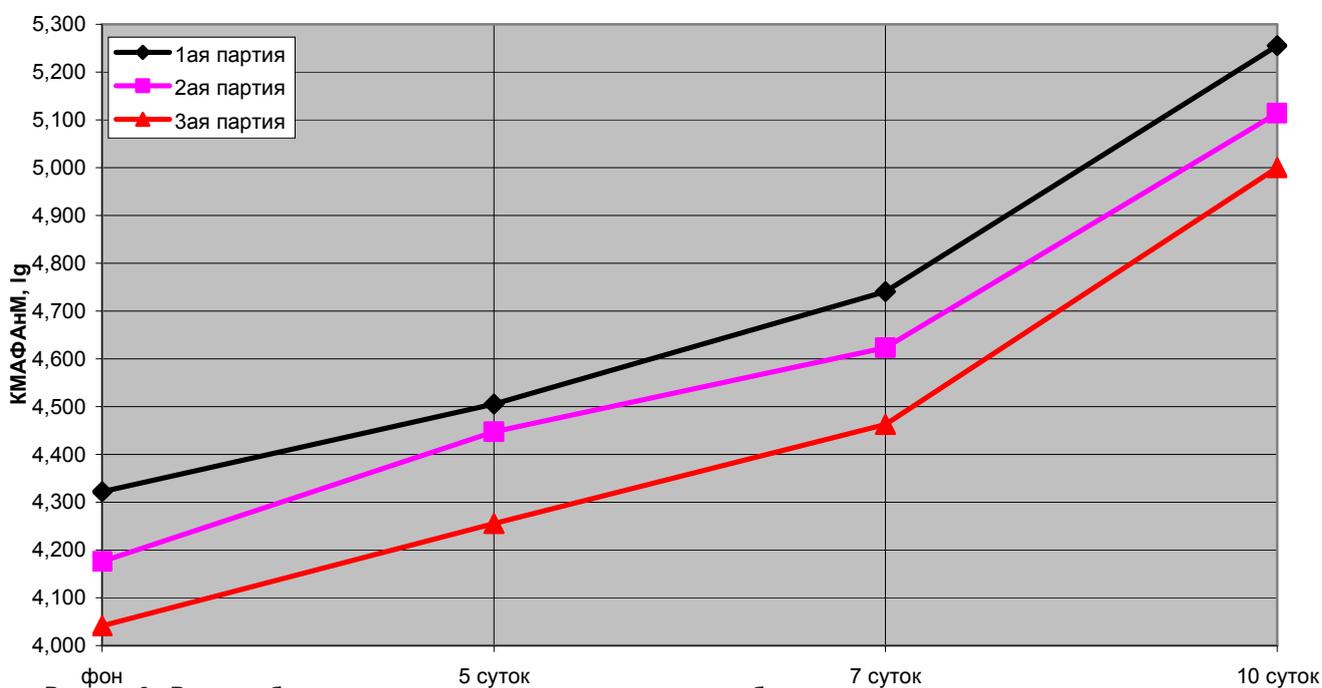


Рисунок 3 - Влияние бактериостатиков лактата калия и смеси слабых органических кислот на рост контролируемых микроорганизмов в процессе хранения рубленых полуфабрикатов при температуре $(0 - 2)^\circ\text{C}$

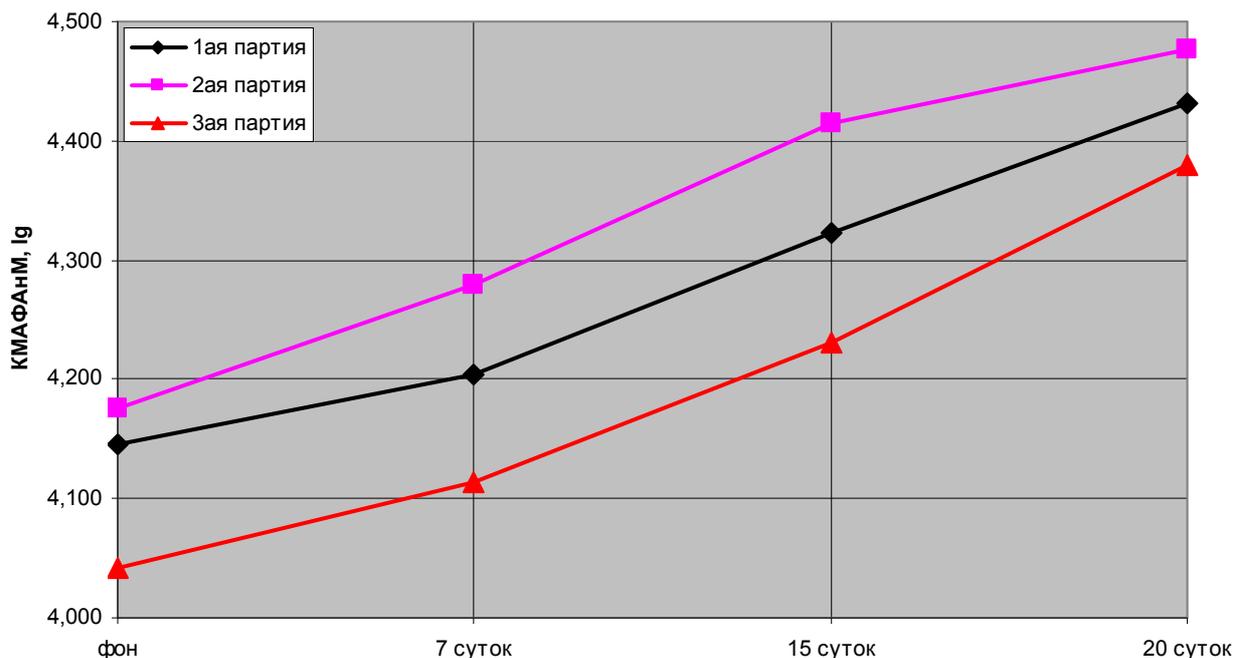


Рисунок 4 - Влияние бактериостатиков лактата калия и смеси слабых органических кислот на рост контролируемых микроорганизмов в процессе хранения рубленых полуфабрикатов при температуре минус $(2,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$

В процессе хранения полуфабрикатов при температуре минус $(2,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ микробиологические показатели (рис. 4) были стабильны на протяжении всего периода хранения, включая 20 сут. во всех трех партиях, т.е. образцы выдержали испытания при этой температуре. Бактерии группы *Salmonella* spp., *L. Monocytogenes*, плесени и дрожжи не были обнаружены в образцах полуфабрикатов при обоих режимах хранения.

На основании микробиологических показателей было рекомендовано установить сроки годности: при температуре от 0°C до 2°C – 7 сут., при температуре минус $(2,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ – 15 сут.

Влияние антиоксидантов в процессе хранения полуфабрикатов при температуре $(0 \div 2)^\circ\text{C}$ на сохранность витамина Е и каротиноидов

Включение в рецептуру масла льняного, обогащенного каротиноидами позволяет увеличить их содержание в образцах котлет в 2,6 – 3 раза.

Результаты определения содержания витамина Е и каротиноидов на этапах хранения полуфабрикатов при температуре $(0 \div 2)^\circ\text{C}$ установлена высокая сохранность этих биологически активных веществ (табл. 8).

Включение в масляную композицию дигидрокверцетина и ионола обеспечило более высокую сохранность витамина Е, начиная с момента составления рецептуры в 1,5 ÷ 1,6 раза. В то же время включение в состав масла каротиноидов не отражается на сохранности витамина Е. Витамин Е один из активнейших антиоксидантов и он же защищает каротиноиды (витамин А) от окисления.

Таблица 8 - Сохранность витамина Е и каротиноидов в процессе хранения полуфабрикатов при температуре (0 ÷ 2)°С

Образцы	Показатели, мг *	Содержание в 100 г				Сохранность, в %
		Хранение, сут.				
		0	5	7	10	
1 Контроль – (белое мясо, мука льняная, меланж, масло льняное)	Витамин Е	1,8	1,6	1,6	1,4	77
	Каротиноиды	0,12	0,10	0,09	0,09	75
2 – (белое мясо, меланж, масло с каротиноидами, мука льняная)	Витамин Е	2,1	1,9	1,9	1,7	81
	Каротиноиды	0,28	0,27	0,24	0,24	86
3 – (белое мясо, меланж, масло с каротиноидами, мука льняная, антиоксиданты)	Витамин Е	2,7	2,6	2,6	2,5	93
	Каротиноиды	0,32	0,32	0,30	0,30	93
4 Контроль – (красное мясо, мука льняная, меланж, масло льняное)	Витамин Е	1,9	1,7	1,7	1,5	79
	Каротиноиды	0,11	0,09	0,09	0,08	73
5 – (красное мясо, меланж, масло с каротиноидами, мука льняная)	Витамин Е	2,3	2,1	2,1	1,9	83
	Каротиноиды	0,28	0,27	0,25	0,23	82
6 – (красное мясо, меланж, масло с каротиноидами, мука льняная, антиоксиданты)	Витамин Е	2,8	2,7	2,6	2,6	93
	Каротиноиды	0,30	0,29	0,28	0,28	93

* Погрешность определения витамина Е, каротиноидов в анализируемой пробе составляет 15%;

Включение антиоксидантов, по всей видимости, высвобождает витамин Е из связанного состояния и это состояние поддерживается в течение всего периода хранения.

Данные результаты подтверждают целесообразность включения в антиоксидантную композицию льняного масла (носителя витамина Е), дигидрокверцетина и БОТ.

Влияние антиоксидантов и условий хранения на уровень летучих жирных кислот в полуфабрикатах из мяса цыплят-бройлеров

В процессе хранения полуфабрикатов при температуре (0÷2)°С наблюдается увеличение количества жирных кислот (рис. 5).

Включение в состав рецептуры льняного масла, полученного из семян сорта ВНИИМК-620, приводило к увеличению количества летучих жирных кислот (ЛЖК), как после составления рецептуры в 1,2 раза, так и после 10 сут. хранения в 1,7 раза за счет летучих жирных кислот льняного масла.

Снижение количества ЛЖК после включения в рецептуру льняного масла с каротиноидами в 1,15 раза, а после 10 сут. хранения в 1,2 раза по сравнению с контрольным образцом из белого мяса. Аналогичная тенденция наблюдается и в образцах полуфабрикатов из красного мяса.

При использовании композиции, состоящей из льняного масла, каротиноидов и антиоксидантов, снижение определяемого количества ЛЖК, как в полуфабрикатах после приготовления, так и в процессе хранения было более значи-

тельным, примерно в $1,5 \div 1,6$ раза. Факт снижения количества летучих жирных кислот после включения в фарш масла льняного и муки льняной, можно объяснить влиянием витамина Е и каротиноидов, а также компонентов муки на летучесть этих кислот и это влияние усиливается в связи с включением в рецептурную композицию каротиноидов, которые могут образовывать эфиры с ЛЖК, а включение в рецептурную композицию антиоксидантов, возможно, усиливает это взаимодействие.

К тому же столь значительное снижение ЛЖК на всех этапах хранения, включая этап приготовления полуфабрикатов, является следствием взаимодействия каротиноидов отдельно и совместно с антиоксидантами со свободными радикалами липидов.

Необходимо отметить, что в образцах с льняным маслом и каротиноидами и с более сложной композицией, включающей льняное масло, каротиноиды и антиоксиданты после 7 сут. хранения количество ЛЖК находилось в пределах $2,5 \div 3,2$ мг КОН/100г полуфабриката.

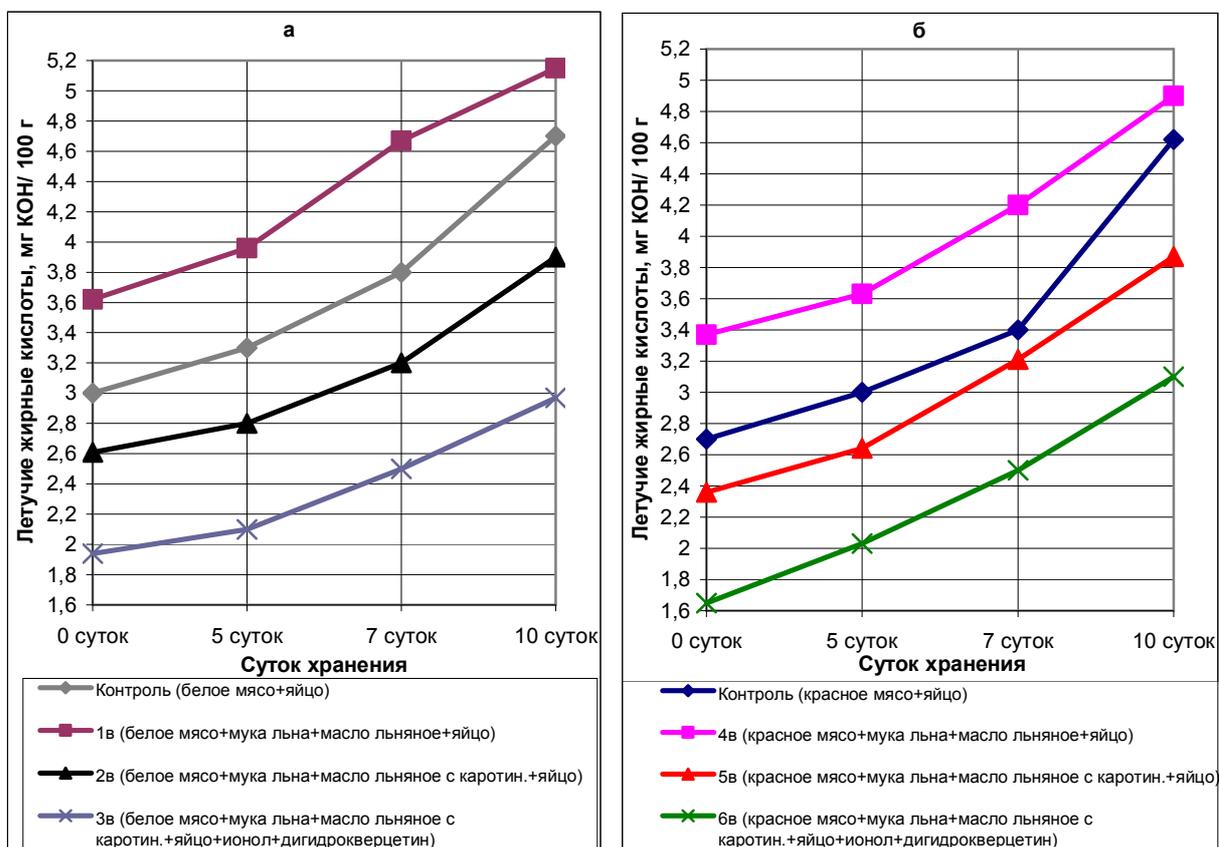


Рисунок 5 - Изменение количества летучих жирных кислот в полуфабрикатах из белого (а) и красного (б) мяса цыплят-бройлеров в процессе хранения при температуре $(0 \div 2)^\circ\text{C}$

Хранение полуфабрикатов при более низкой температуре минус $(2,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ не изменило направленности процесса образования ЛЖК, но накопление их было несколько меньшим на всех этапах хранения, несмотря на более длительные сроки хранения. Это свидетельствует о положительном влиянии более низкой температуры хранения на динамику образования ЛЖК.

Влияние антиоксидантов и условий хранения полуфабрикатов на гидролитические и окислительные изменения липидов

Неуправляемый процесс гидролиза липидов мяса птицы начинается сразу после убоя, поэтому возникла необходимость установить параметры свежести мяса птицы, включив такой показатель, как кислотное число внутреннего жира.

В процессе автолиза происходит высвобождение липазы из клеточных структур, а добавление поваренной соли активирует ее, поэтому гидролитические процессы липидов в соленых продуктах протекают более интенсивно, чем в несоленых при тех же условиях. Липиды мяса птицы содержат значительное количество низкомолекулярных жирных кислот. Поэтому кислотное число липидов мяса птицы и яичной массы, включенной в рецептуру полуфабрикатов, имеет достаточно высокое значение в приготовленных полуфабрикатах: из белого мяса - 2,5 мг КОН/г и 2,4 мг КОН/г - из красного мяса (контроль) (рис.6).

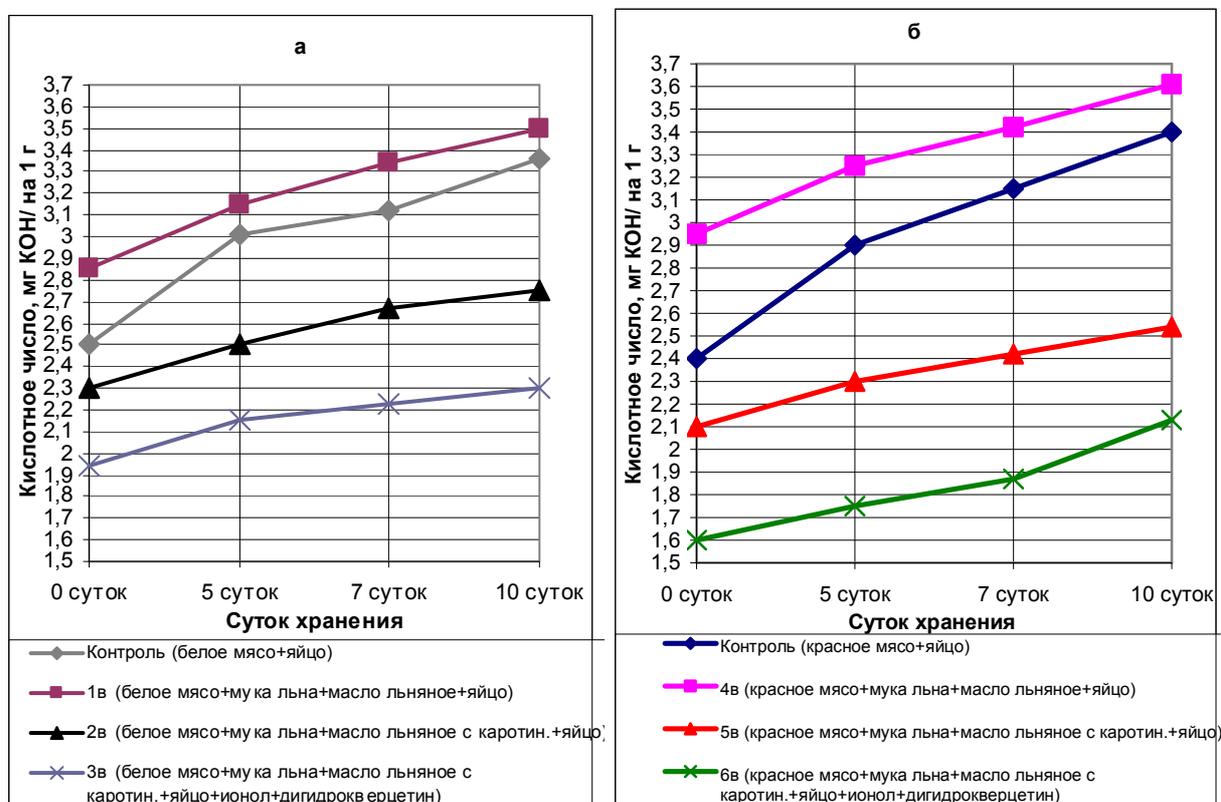


Рисунок 6 - Изменение значений кислотного числа липидов полуфабрикатов из белого (а) и красного (б) мяса цыплят-бройлеров в процессе хранения при температуре (0÷2)°С

В контрольных образцах полуфабрикатов (белое мясо с кожей, меланж яичный и красное мясо с кожей, меланж яичный) гидролитические процессы протекали в процессе хранения более интенсивно, так, до 10 сут. при (0÷2)°С кислотное число возросло на 0,85 мг КОН/г. В то же время в образцах с льняным маслом за этот период кислотное число возросло только на 0,60 мг КОН/г. Наличие в льняном масле токоферолов, особенно γ -токоферола, доля которого составляет около 90% от суммы всех токоферолов, существенно тормозят окислительные процессы.

Входящие в состав льняного масла каротиноиды в сочетании с токоферолами масла значительно снижают гидролиз липидов полуфабрикатов, так за 10 сут. хранения образовалось свободных жирных кислот почти в 2 раза меньше, чем в контрольных образцах (рис.6).

Сложная композиция антиоксидантов – токоферолы, каротиноиды в составе льняного масла, дигидрохверцетин и БОТ, внесенные в полуфабрикаты – обеспечивают еще более интенсивное торможение гидролиза липидов.

Накопление свободных жирных кислот к 10 сут. хранения в опытных образцах полуфабрикатов с каротиноидами, БОТ и дигидрохверцетином было в 2 раза меньше, чем в контрольных образцах (рис. 6).

Гидролитические процессы, протекающие в образцах полуфабрикатов в процессе хранения при температуре минус $(2,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ имеют аналогичную направленность, как и в образцах полуфабрикатов, хранившихся при температуре $(0 \div 2)^\circ\text{C}$.

Необходимо отметить, что отрицательная температура хранения замедлила накопление свободных жирных кислот во всех образцах полуфабрикатов, что свидетельствует о лучшей сохранности липидов.

Образование гидроперекисей является первоначальным этапом окисления липидов. Определение количества перекисей позволяет проследить динамику окислительных процессов липидов полуфабрикатов.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о постепенном накоплении перекисей, несмотря на то, что часть из них разрушается с образованием кислот, карбонильных соединений других веществ.

Введение в рецептуры антиоксидантов позволяет затормозить образование перекисей за счет взаимодействия антиоксидантов со свободными радикалами (рис. 7).

Наиболее интенсивно образуются перекиси в контрольных образцах полуфабрикатов из белого и красного мяса (рис. 7).

В данных образцах определяется увеличение содержания перекисей до 7 сут. хранения, в последующий период хранения (до 10 сут.) происходит снижение уровня определяемых перекисей. Перекиси являются неустойчивыми соединениями и постоянно разрушаются, т.е. определяемое количество перекисей является результатом их образования и разрушения. После 7 сут. хранения образцов полуфабрикатов процесс их разрушения превалирует над образованием. Наиболее эффективное торможение образования перекисей наблюдается при совместном использовании льняного масла, содержащего токоферолы, дигидрохверцетин и БОТ (рис. 7).

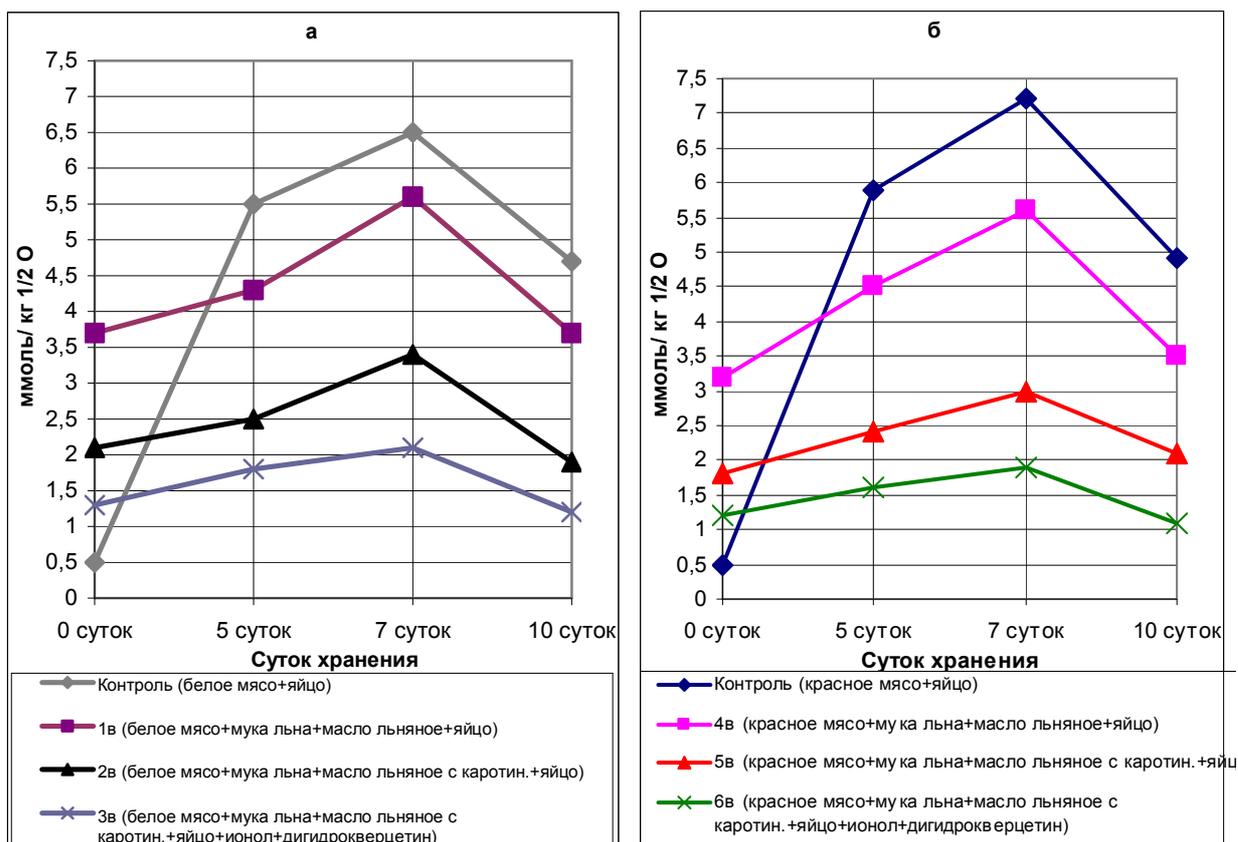


Рисунок 7 – Изменение значений перекисного числа в полуфабрикатах из белого (а) и красного (б) мяса цыплят-бройлеров в процессе хранения при температуре $(0\div 2)^{\circ}\text{C}$

В процессе хранения полуфабрикатов при температуре минус $(2,5 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ гидролитические изменения липидов имели аналогичную направленность, как и при хранении при температуре $(0\div 2)^{\circ}\text{C}$. Образование свободных жирных кислот проходило на более низком уровне. Кроме влияния антиоксидантов на процесс гидролиза, заметное влияние оказывает снижение температуры хранения.

О количестве карбонильных соединений в продуктах судили по изменению тиобарбитурового числа, определяемого по реакции 2-тиобарбитуровой кислоты (2-ТБК) с карбонильными соединениями, взаимодействующими с ней. По величине тиобарбитурового числа (ТБЧ) судят о глубине окислительных изменений и часто используют как критерий оценки пригодности продукта.

Исследования по определению карбонильных соединений по реакции с 2-ТБК показали (рис. 8), что в процессе хранения происходят окислительные изменения липидов с образованием карбонильных соединений, реагирующих с 2-ТБК.

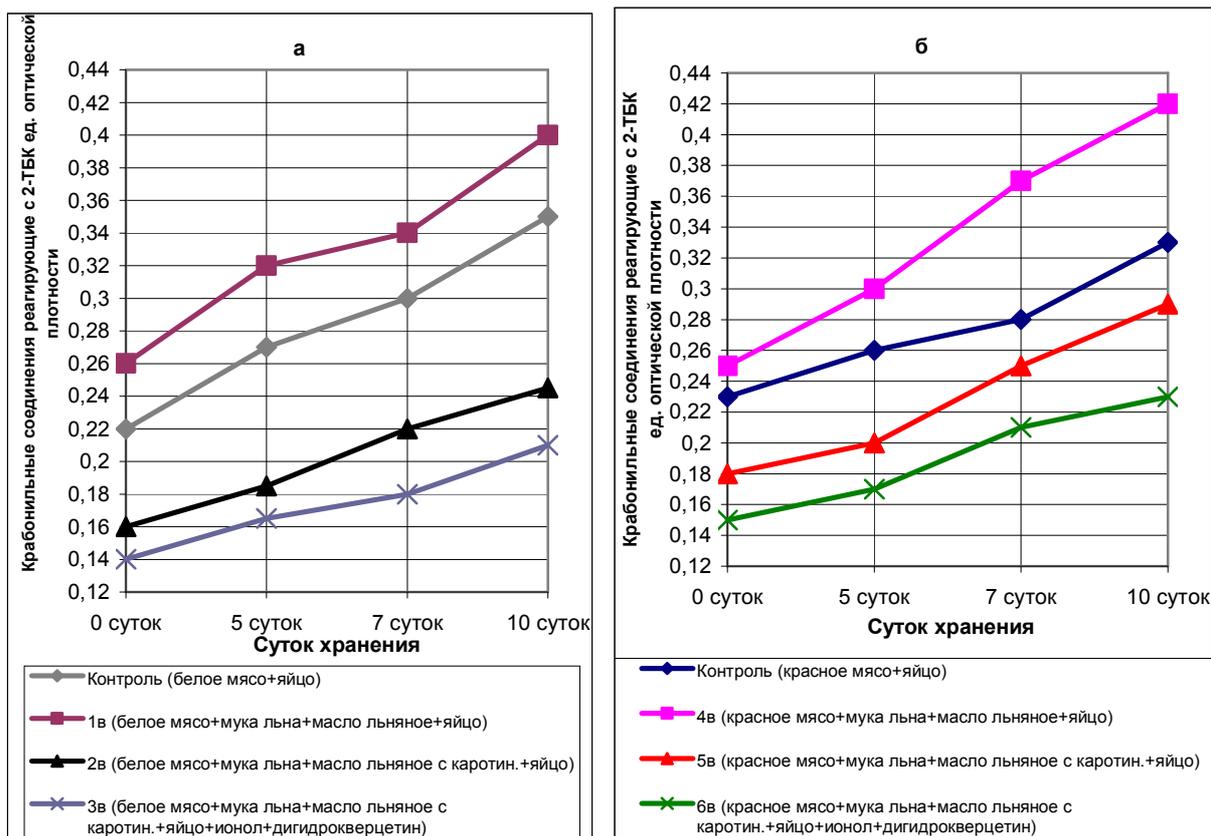


Рисунок 8 - Изменение содержания карбонильных соединений реагирующих с 2-ТБК в полуфабрикатах из белого (а) и красного (б) мяса цыплят-бройлеров в процессе хранения при температуре (0÷2)°С

Образование карбонильных соединений на более высоком уровне наблюдалось в образцах полуфабрикатов, в рецептуру которых было включено льняное масло без добавок антиоксидантов.

За счет включения в рецептуру полуфабрикатов льняного масла на первом этапе контроля обнаружено более высокое содержание карбонильных соединений в 1,2÷1,4 раза по сравнению с их содержанием в контрольных образцах.

После введения в полуфабрикаты льняного масла с каротиноидами резко снижается количество карбонильных соединений в 1,4÷1,6 раза. Процесс накопления карбонильных соединений в этих образцах происходит на более низком уровне, чем в контрольных образцах и образцах только с льняным маслом.

В полуфабрикатах из красного мяса к 10 сут. хранения обнаруживается более высокое содержание карбонильных соединений в 1,3 раза, чем в образцах из белого мяса, что можно объяснить более высоким содержанием гема в красном мясе, являющегося катализатором окислительных процессов.

Установлено, что включение в состав полуфабрикатов сложной композиции (льняное масло, каротиноиды, дигидрокверцетин, БОТ) после приготовления фарша снижает содержание карбонильных соединений. Процесс их образования происходит на более низком уровне по сравнению с динамикой изменения уровня карбонильных соединений в других образцах.

На основании полученных результатов исследований выбрана эффективная композиция антиоксидантов, включающая льняное масло, каротиноиды, дигидрокверцетин и БОТ.

Понижение температуры хранения до минус $(2,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ обусловило снижение образования карбонильных соединений во всех образцах и на всех этапах контроля, но при сохранении общей направленности окислительного процесса.

Влияние антиоксидантов и условий хранения рубленых полуфабрикатов при температуре $(0 \div 2)^\circ\text{C}$ на сохранность полиненасыщенных жирных кислот

Для более полной характеристики окислительных процессов, протекающих в липидах рубленых полуфабрикатов в процессе хранения, представлялось необходимым оценить изменения содержания полиненасыщенных жирных кислот. В результате выполненных исследований установлено снижение содержания ω -3 кислот в процессе хранения за 7 сут. на 0,02%, за 10 сут. на 0,14%, а снижение содержания ω -6 кислот соответственно составило 0,08% и 0,42%. Столь незначительные изменения обусловлены активной защитой полиненасыщенных жирных кислот композицией антиоксидантов (табл. 9).

Таблица 9 – Жирнокислотный состав липидов рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров (массовая доля жирных кислот к сумме всех жирных кислот, %)

Название жирной кислоты	Изменение жирнокислотного состава полуфабрикатов с льняным маслом, мукой, дигидрокверцетином и БОТом в процессе хранения при температуре $0 \div 2^\circ\text{C}$		
	0 сут.	7 сут.	10 сут.
Сумма насыщенных	19,35±0,32	19,50±0,35	19,69±0,43
Сумма мононенасыщенных	27,92±0,27	28,02±0,32	28,08±0,42
Сумма полиненасыщенных, в том числе:	52,27±0,44	52,17±0,52	51,71±0,48
ω -3	19,58±0,28	19,56±0,33	19,44±0,41
ω -6	32,69±0,47	32,61±0,39	32,27±0,36
Соотношение ω -6 / ω -3	1,67	1,67	1,66

Динамика цветовых характеристик полуфабрикатов рубленых из мяса цыплят-бройлеров в процессе хранения

Исследованиям подвергалось по два образца полуфабрикатов, хранившихся при температуре $(0 \div 2)^\circ\text{C}$.

Один образец был приготовлен без антиоксидантов, который служил контролем, второй образец вырабатывался со смесью льняного масла, каротиноидов, антиоксидантов, бактериостатиков – опытный образец.

В процессе хранения полуфабрикатов при температуре $(0 \div 2)^\circ\text{C}$ в течение 10 сут. цветовые характеристики изменялись незначительно, особенно в образцах с антиоксидантами, но все же наблюдалась общая направленность изменения светлоты в опытных и контрольных образцах.

Полуфабрикаты без антиоксидантов имели более высокие значения светлоты, возможно, за счет более интенсивного окисления пигментов.

Значения красноты (а) опытных образцов полуфабрикатов увеличились по сравнению с исходными значениями, в контрольных наблюдалось снижение ее значений до 5 сут. хранения.

Значения желтизны снижались в опытных и контрольных образцах за первые 5 сут. хранения, затем возрастали.

В целом необходимо отметить, что изменения цветовых характеристик полуфабрикатов не повлияли на зрительные восприятия цвета.

Влияние условий хранения на органолептические показатели полуфабрикатов

Включение в рецептуру полуфабрикатов композиции бактериостатиков, комплекса вносимых антиоксидантов (дигидрокверцетин, БОТ), каротиноидов и токоферолов в составе масла льняного обусловило микробную безопасность и химическую стабильность липидов полуфабрикатов, а также высокие органолептические показатели продукции после тепловой обработки.

Органолептической оценке были подвергнуты полуфабрикаты после их выработки и в процессе хранения. Полуфабрикаты оценивались по показателям: товарный вид, цвет, запах, аромат, консистенция, вкус, сочность. После выработки образцы имели хорошие органолептические показатели, все представленные образцы получили высокую оценку выше 8 баллов, что соответствует очень хорошему качеству. После хранения 7 сут. при температуре $(0 \pm 2)^\circ\text{C}$ и после 15 сут. при температуре минус $(2,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, образцы имели хорошие органолептические показатели, общая оценка была от 8,3 до 8,5 баллов.

На основании результатов физико-химических, микробиологических исследований, экспертной органолептической оценки образцов полуфабрикатов рекомендовано установить следующие научно обоснованные пролонгированные сроки годности:

- при температуре от 0°C до 2°C – 7 сут.;
- при температуре минус $(2,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ – 15 сут.

Влияние жарения на изменения содержания полиненасыщенных жирных кислот, в том числе ω -3 и ω -6 кислот, витамина Е и каротиноидов

С целью определения влияния нагрева на количественные изменения полиненасыщенных жирных кислот были подвергнуты жарению образцы рубленых полуфабрикатов без каротиноидов и антиоксидантов и образцы с каротиноидами и антиоксидантами.

Жарение образцов до кулинарной готовности (8-10 минут) обусловило снижение содержания полиненасыщенных жирных кислот, в том числе и ω -3 и ω -6 кислот в обоих образцах (табл. 10).

Таблица 10 - Влияние тепловой обработки полуфабрикатов на сохранность полиненасыщенных жирных кислот (% к сумме всех жирных кислот)

Жирные кислоты	Образец без каротиноидов и антиоксидантов			Образец с каротиноидами и антиоксидантами		
	полуфабрикат	готовый продукт	сохранность в %	полуфабрикат	готовый продукт	сохранность в %
Σ ПНЖК, в т.ч.	51,65±0,66	50,72±0,43	98,2	52,27±0,57	51,75±0,32	99,0
ω-3	18,44±0,24	18,10±0,35	98,1	19,58±0,38	19,43±0,30	99,2
ω-6	33,21±0,38	32,62±0,22	98,2	32,69±0,31	32,32±0,42	98,9

Снижение относительного содержания полиненасыщенных жирных кислот в образцах без каротиноидов и антиоксидантов не превышало 1%, а в образцах с каротиноидами – 0,5%, причем более интенсивно окислительным изменениям подвергаются ω-6 жирные кислоты, что обусловлено более высокой их ненасыщенностью.

Для определения влияния жарения на сохранность витамина Е и каротиноидов были выработаны образцы полуфабрикатов с мукой льняной и антиоксидантами, с маслом льняным, обогащенным каротиноидами. Результаты изменения количества биологически активных веществ представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Влияние тепловой обработки (жарение полуфабрикатов) на содержание витамина Е и каротиноидов в полуфабрикатах

Наименование образцов	Показатели	Ед. изм.	Содержание в 100 г продукта *	Содержание в пересчете на 100 г сухого вещества, %	Снижение содержания в %
Сырой образец полуфабриката	Витамин Е	мг	1,60	4,95	
	Каротиноиды	мг	1,20	3,71	
Готовый образец	Витамин Е	мг	1,53	4,70	5
	Каротиноиды	мг	1,14	3,51	5,5

* Погрешность определения витамина Е, каротиноидов в анализируемой пробе составляет 15%;

Полученные результаты свидетельствуют о незначительном снижении содержания витамина Е в образце после жарения на 5%, а каротиноидов на 5,5%.

Следовательно, тепловая обработка не оказывает существенного влияния на сохранность витамина Е и каротиноидов.

В целом, стоит отметить, что включение композиции антиоксидантов в рецептуру полуфабрикатов, позволяет значительно снизить потери биологически активных веществ в процессе тепловой обработки.

Влияние тепловой обработки на сохранность селена

Для определения сохранности селена под воздействием жарения исследованиям были подвергнуты образцы полуфабрикатов и готовых продуктов.

В образцах полуфабрикатов обнаружено 319 мкг/кг селена, а в готовых образцах – 386 мкг/кг. В пересчете на сухое вещество в полуфабрикатах содержание селена составляет 987 мкг/кг, а в готовых образцах - 975 мкг/кг, что свидетельствует практически об отсутствии потерь селена при тепловой обработке.

По результатам экспериментальных исследований отработаны рецептурные композиции полуфабрикатов с использованием белого и красного мяса цыплят-бройлеров, печени куриной, муки льняной, масла льняного, меланжа, стабилизаторов качества. Ассортимент рубленых полуфабрикатов включает 6 рецептур.

Полуфабрикаты рубленые по микробиологическим показателям, по содержанию токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов, диоксинов соответствуют гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов СанПиН 2.3.2.1078-01 и «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», утвержденных решением Комиссии таможенного союза.

Выводы

1. Разработанные рецептуры рубленых полуфабрикатов обеспечили: рекомендованное соотношение белка и липидов, не более 1:(0,8÷1).

Повышение биологической ценности белков полуфабрикатов за счет обеспечения максимального сора лимитирующей незаменимой аминокислоты, равным не менее 100%, снижения сопоставимой избыточности незаменимых аминокислот и улучшению их сбалансированности по отношению к физиологической норме.

2. Обоснована необходимость обогащения рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров биологически активными веществами: витамином А (каротиноиды), Е (токоферолы), микроэлементом селеном, а также эссенциальными жирными кислотами: альфа-линоленовой (ω -3) и линолевой (ω -6), с целью получения продукта с повышенной пищевой и биологической ценностью.

3. Определен жирнокислотный состав льняного масла семян льна промышленного сорта ВНИИМК-620 и установлено, что в нем содержится 55,8% ω -3 жирных кислот и 16,52% ω -6 жирных кислот. Льняное масло является источником β и γ токоферолов, а также каротиноидов. Включение масла и муки льняной в рецептуру рубленых полуфабрикатов позволило увеличить содержание в липидах ω -3 жирных кислот до 19,58%, против 1,1% в контрольном образце, т.е. в 17,8 раза, что изменило соотношение ω -6 к ω -3 кислотам до 1,67:1 против 34:1 в контроле.

Включение в рецептуру рубленых полуфабрикатов льняного масла с каротиноидами обуславливает обогащение их каротиноидами в 2,6÷3 раза, токоферолами в 1,5÷1,6 раза.

За счет включения в рецептурную композицию печени куриной содержание селена в данных образцах находилось в пределах 37,9 – 46,8 мкг/100 г полуфабриката.

4. Установлено, что применение смеси бактериостатиков, состоящей из лактата калия и слабых органических кислот позволило обеспечить более низкое количество санитарно-показательной микрофлоры в полуфабрикатах в процессе хранения при температуре $(0\pm 2)^{\circ}\text{C}$ в течение 7 сут. при минус $(2,5\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ - 15 сут.

5. Установлено, что применение антиоксидантов (БОТ и дигидрокверцетина) тормозит гидролитические и окислительные изменения липидов и окислительные изменения жирорастворимых витаминов А и Е в процессе хранения при температурах $(0\pm 2)^{\circ}\text{C}$ и минус $(2,5\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$.

6. На основании результатов микробиологических, физико-химических и органолептических исследований установлены пролонгированные сроки годности рубленых полуфабрикатов при температуре $(0\pm 2)^{\circ}\text{C}$ до 7 сут. при минус $(2,5\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ до 15 сут.

7. Установлена высокая антиоксидантная защита каротиноидов, токоферолов и эссенциальных жирных кислот ω -3 к ω -6 при тепловой обработке (жарении) полуфабрикатов. Комплексное использование бактериостатиков и антиоксидантов обусловило высокие органолептические показатели готовых образцов полуфабрикатов.

8. На основании выполненных исследований разработана барьерная технология рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров, обогащенных биологически активными веществами, техническая документация ТУ 9214-208-23476484-10 «Полуфабрикаты рубленые из мяса цыплят-бройлеров». Экономическая эффективность на 1 т рубленых полуфабрикатов составит от 5,2 тыс. руб. до 10,2 тыс. руб. Потребление продуктов этой группы будет способствовать укреплению здоровья населения.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Гоноцкий В.А. Особенности технологии полуфабрикатов из мяса птицы / В.А. Гоноцкий, Н.В. Дубровский // Материалы VII Международного форума «Мясная индустрия». – Москва, 18–21 марта 2008 г. – С. 23

2. Гоноцкий В.А. Обоснование сроков годности при низких положительных температурах рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров / В.А. Гоноцкий, В.И. Дубровская, В.А. Гоноцкая, Н.В. Дубровский // Сборник научных трудов «Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц». – Ржавки. – 2008. – Выпуск 36. – С. 41-44

3. Околелова Т.М. О возможности повышения продуктивности цыплят-бройлеров и обогащения липидов мяса полиненасыщенными жирными кислотами (ω -3 и ω -6) / Т.М. Околелова, В.С. Савченко, В.А. Гоноцкий, Ю.Н. Красюков, В.И. Дубровская, Н.В. Дубровский, В.М. Трегубов // Птица и птицепродукты. – 2009. – №2. – С. 50-57.

4. Околелова Т.М. О возможности повышения продуктивности цыплят-бройлеров и обогащения липидов мяса полиненасыщенными жирными кислотами (ω -3 и ω -6) / Т.М. Околелова, В.С. Савченко, В.А. Гоноцкий, Ю.Н. Красюков,

В.И. Дубровская, Н.В.Дубровский, В.М. Трегубов // Птица и птицепродукты. – 2009. – №3. – С. 31-36.

5. Гоноцкий В.А. Возможности обогащения птицепродуктов эссенциальными жирными кислотами / В.А. Гоноцкий, В.И. Дубровская, Ю.Н. Красюков, Н.В. Дубровский, В.М. Трегубов // Материалы научно-практической конференции «Повышение уровня безопасности и качества продукции птицеперерабатывающей промышленности». – Москва, 29-30 января 2009г. – С. 69-73.

6. Гоноцкий В.А. Возможности повышения функциональных свойств продуктов из мяса птицы / В.А. Гоноцкий, В.И. Дубровская, Ю.Н. Красюков, Н.В. Дубровский // Сборник научных трудов «Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц». – Ржавки, 2009.- Выпуск 37.- С. 55-59.

7. Гоноцкий В.А. Повышение биологической ценности полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров путем проектирования их композиционного состава /В.А. Гоноцкий, В.И. Дубровская, Н.В. Дубровский // Птица и птицепродукты. – 2009. – №5. – С. 17.

8. Гоноцкий В.А. Применение барьерных технологий для производства продуктов из мяса птицы / В.А. Гоноцкий, В.И. Дубровская, В.А. Гоноцкая, Н.В. Дубровский // Материалы Международного семинара «Пищевая безопасность, прослеживаемость и стандарты качества продуктов из мяса птицы». – Москва, 2009.

9. Гоноцкий В.А. Источники некоторых биологически активных веществ // В.А. Гоноцкий, Ю.Н. Красюков В.И. Дубровская, В.А. Гоноцкая, Н.В. Дубровский // Сборник научных трудов «Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц». – Ржавки, 2010. – Выпуск 38. – С. 55-59.

10. Гоноцкий В.А. Пути повышения микробиологической безопасности полуфабрикатов // В.А. Гоноцкий, В.И. Дубровская, Н.В. Дубровский // Материалы научно-практического семинара «Обеспечение качества и безопасности продукции переработки птицы в свете вступивших в действие нормативных актов РФ». – Москва, 22-23 апреля 2010 г. – С. 23-27.

11. Гоноцкий В.А. Полуфабрикаты из мяса птицы / В.А. Гоноцкий, В.И. Дубровская, В.А. Гоноцкая, Н.В. Дубровский // Мясная индустрия. – 2010. – №8. – С. 40-43.