

На правах рукописи

عبد الرحمن سعيد

**АБДЕЛЬ-РАХМАН САИД АБДЕЛЬ-ЛАТИЕФ ТАЛАБ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЫБНЫХ КОЛБАС  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ ВЕЩЕСТВ  
С АНТИОКСИДАНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

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 на кафедре «Товароведение, технология и экспертиза товаров» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Астраханский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «АГТУ»).

<b>Научный руководитель:</b>	доктор технических наук, профессор	Долганова Наталья Владимовна
<b>Официальные оппоненты:</b>	доктор технических наук	Копыленко Лилия Рафаэлевна
	доктор технических наук, профессор	Криштафович Валентина Ивановна
<b>Ведущая организация:</b>	Федеральное государственное унитарное предприятие «Атлантический институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГУП «АтлантНИРО»)	

Защита диссертации состоится «15» сентября 2011 года в 15:00 на заседании диссертационного совета Д 307.004.03 при ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГУП ВНИРО) по адресу 107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17


Факс: (495) 264-91-87, e-mail: [fishing@vniro.ru](mailto:fishing@vniro.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «ВНИРО».

Автореферат разослан «15» августа 2011 года.

Учёный секретарь диссертационного совета,

кандидат технических наук



В.А. Татарников

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

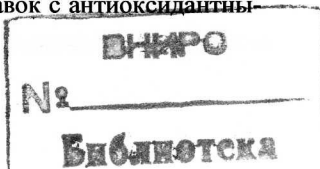
**Актуальность проблемы.** В настоящее время экологическая нагрузка на человека становится все более агрессивной. Она провоцирует окислительные процессы, которые считаются причиной нарушения функций клеток человеческого организма, а, следовательно, роста числа различных заболеваний, в т.ч. онкологических. Потребление продуктов с антиоксидантными свойствами позволит предотвратить эти процессы и значительно улучшить здоровье населения.

С другой стороны, изменение липидов очень сильно влияет на качество рыбной кулинарии, в т.ч. рыбной колбасы. Окисление и гидролиз жиров придает этим продуктам негативные органолептические свойства даже при холодильном хранении. Информация же о добавлении искусственных антиоксидантов в рыбные продукты все чаще отпугивает потенциальных покупателей этих товаров. Поэтому у производителей растет интерес к натуральным ингредиентам как средству повышения потребительской приемлемости, вкусовых качеств, стабильности органолептических характеристик и увеличения срока годности пищевых продуктов, в которых их используют.

Потребление рыбных продуктов с антиоксидантными свойствами позволит совместить положительное влияние на организм человека пищевой ценности рыбы и биологической - антиоксидантов. В связи с этим поиск натуральных добавок, особенно растительного происхождения, заметно интенсифицировался.

Исследованием возможности создания рыбных продуктов с антиоксидантными свойствами занимались многие отечественные и зарубежные ученые: Байдалинова Л.С., Тимофеевская С.А., Сафронова Т.М., Максимова С.Н., Великородов А.В., Быканова О.Н., Гольдберг Е.Д., Иванушко Л.А., Lopez-Caballero M., Bozkurt H., Dramadji P., Dimitrios G., Janak Y., Jeon Y., Kanatt S., Mitsumoto M., Roller S., Shuze T., Soultos N. Tang S. и другие. Однако в России и в Египте публикаций на эту тему очень мало.

**Цель данной работы:** научно обосновать усовершенствование технологии рыбных колбас и введение природных растительных добавок с антиоксидантными свойствами.



### **Основные задачи исследования:**

1. Проанализировать современное состояние вопроса об использовании натуральных антиоксидантов в пищевой промышленности и выбрать наиболее приемлемые для реализации цели исследования.
2. Провести сравнительную тестовую оценку антиоксидантной активности биологически активных веществ, использованных в работе.
3. Определить влияние антиоксидантов на изменение основных физико-химических и микробиологических показателей при холодильном хранении рыбного фарша при температуре 4°C и -18°C, полуфабриката рыбной колбасы при температуре 4°C и обосновать возможные сроки их хранения.
4. Определить возможность использования лофанта анисового как антиоксиданта в пищевых продуктах.
5. Определить влияние добавленных антиоксидантов, термической обработки колбас на сроки её хранения при температуре 4°C и изменение их основных качественных показателей в процессе хранения.
6. Оценить возможность применения в качестве дополнительного критерия санитарного состояния продукта показатель - количество клеток актиномицетов.
7. Разработать конкретные рекомендации по совершенствованию технологии рыбных колбас, провести комплексную оценку их качества и безопасности.
8. Разработать техническую документацию на колбасы рыбные с антиоксидантными свойствами.

### **Научная новизна**

1. В результате проведения сравнительной тестовой оценки антиоксидантной активности зелёного чая, хитозана с витамином С, розмарина, шлемника байкальского и лофанта анисового методом циклической вольтамперометрии на твердых электродах в неводных средах выявлено, что наибольшее значение этого показателя зафиксировано в хитозане с витамином С, далее в порядке убывания - в зелёном чае, розмарине, шлемнике байкальском и лофанте анисовом.

2. Определено влияние добавленных антиоксидантов и термической обработки колбас на изменение их основных качественных показателей при холодильном

хранении при температуре 4°C и -18°C. При этом установлено, что если продукт не нуждается в длительном хранении, то на основании его высокой антиоксидантной активности он может быть позиционирован как кулинарная продукция с лечебно-профилактическими свойствами. Если есть необходимость в длительном хранении продукта (до 30 суток), то он может храниться в соответствии с рассчитанными сроками, но тогда его антиоксидантная активность будет значительно ниже.

3. Установлено влияние вида термической обработки на остаточную антиоксидантную активность рыбной колбасы с добавками хитозана и витамина С. Показано, что наиболее сильно она снижается в обжаренных образцах (около 40%), а менее всего (около 15%) - при обработке в пароконвектомате. Впервые рекомендовано применение пароконвектомата для термической обработки рыбных колбас.

4. В качестве микробиологических показателей качества рыбной колбасы было определено сравнительное количество актиномицетов.

### **Практическая значимость**

1. Разработаны практические рекомендации по применению различных антиоксидантов (раствор хитозана с аскорбиновой кислотой, экстракта зеленого чая, лопанта анисового, шлемника байкальского, розмарина) в технологии рыбных колбас, подвергнутых разной термической обработке.
2. Предложена усовершенствованная технология производства рыбных колбас с пролонгированным сроком хранения.
3. Разработана техническая документация на опытную партию полученного продукта: колбас рыбных с антиоксидантными свойствами (ТУ «название» 9289-926651-01-11 и технологическая инструкция).

### **Научные положения, выносимые на защиту:**

1. Обоснование технологических параметров получения рыбных колбас с антиоксидантными добавками.
2. Изучение влияния природных веществ с антиоксидантными и бактерицидными свойствами на сохраняемость рыбного фарша и рыбных колбас в процессе хо-

лодильного хранения при различных температурах и на их остаточную сравнительную антиоксидантную активность.

3. Изучение влияния вида термообработки на остаточную антиоксидантную активность рыбной колбасы с добавками хитозана и витамина С и потери этой активности в процессе холодильного хранения.
4. Качественные характеристики рыбных колбас с антиоксидантными свойствами и рекомендации по их позиционированию на рынке.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертации доложены и обсуждены на научных конференциях: Международной научной практической конференции «Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг», Киров, 2009; 53-й Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава Астраханского государственного технического университета «АГТУ», 20–22 апреля 2009 года; IV Международной научной конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследование, инновации и технологии», Астрахань 2010; 54-й Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава Астраханского государственного технического университета «АГТУ», 20–22 апреля 2010 года; IV Всероссийской научно-практической конференции «Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов», Томск 24 - 26 мая 2011 года.

**Публикации.** Всего по теме диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 4 из них в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа изложена на 143 страницах, включает 13 таблиц, 43 рисунка. Состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов и приложения. Список литературы включает 119 источников, в том числе 65 иностранных авторов.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность выбранного направления исследований, сформулированы цель и задачи, научная новизна и практическая значимость исследования.

**В первой главе** изложены теоретические основы производства пищевых продуктов с антиоксидантными свойствами, дана характеристика антиоксидантов, выбранных для проведения исследований, проведен анализ российской и зарубежной литературы по проблеме разработки рецептуры рыбных колбас с антиоксидантными свойствами.

**Во второй главе** охарактеризованы объекты исследований, представлена общая схема выполнения работы.

**Объекты исследований.** Объектами исследований при выполнении экспериментальной части работы служили: филе карпа и рыбная колбаса, изготовленная из него в соответствии с разработанной рецептурой и производственным циклом изготовления рыбной колбасы.

Для приготовления колбасной массы использовали настольный куттер 603317 Difo – Electrolux (Италия) объёмом 5,5 л, имеющий микрозубчатые ножи, скорость вращения ножей 1500 об./мин.

Исследованы следующие антиоксиданты: хитозан с витамином С, зеленый чай, розмарин, шлемник байкальский, лофант анисовый, антиоксидантную активность которых обеспечивает подвижный ион водорода.

Антиоксиданты в рыбный фарш вносили в виде раствора (хитозан с витамином С) и экстрактов (зеленый чай, розмарин, шлемник байкальский, лофант анисовый), которыми заменяли воду в рецептуре. Экстракты для добавления в фарш готовили следующим методом (Bozkurt, 2006): 20 г сухого растения заливали 100 мл горячей воды, настаивали в течение 10 минут и фильтровали.

Исследованы изменения в процессе хранения при температуре 4°C и минус 18°C пяти видов фарша: контроль - без антиоксидантов; с добавками хитозана в сочетании с аскорбиновой кислотой; экстрактов зеленого чая, лофанта анисового и шлемника байкальского.

В полученный фарш вносили компоненты согласно рецептуре, перемешивали, а затем набивали в натуральные оболочки. Приготовленная колбаса созревала в течение 8 часов, а затем ее термически обрабатывали (жарили, обрабатывали в пароконвектомате, обрабатывали в СВЧ-печи и коптили), охлаждали и за-

кладывали на хранение.

Были исследованы изменения в процессе хранения при температуре 4°C пяти видов колбасы: контроль - без антиоксидантов; с добавками хитозана в сочетании с аскорбиновой кислотой; экстрактов зеленого чая, розмарина, шлемника байкальского.

Технологические исследования проводили для определения рациональных режимов куттерования, массовой доли добавленной жидкости и вида термической обработки.

До готовности колбасы доводили с помощью следующих видов термической обработки:

- Жареные колбасы были подготовлены выдерживанием в масле на сетке в течение 25 минут при температуре 160°C (Abdellatief, 2006).
- Обработку рыбной колбасы в пароконвектомате осуществляли при температуре 100 °C в течение 20 минут (пароконвектомат итальянской фирмы UNOX s.r.l. 35010 Vigodarzere- Padova, model: xvc304).
- СВЧ-обработку рыбной колбасы осуществляли в течение 15 минут в СВЧ-печи фирмы Samsung, Корея (Abdellatief, 2006).
- Копченые колбасы готовили с помощью коптильного препарата «Жидкий дым». Образцы выдерживали 3 часа в коптильном препарате, а затем подвергали СВЧ-обработке (Abdellatief, 2006).

При изучении качества и пищевой ценности исходного сырья, готовой продукции и изменений в процессе хранения в образцах рыбного фарша и колбасы определяли органолептические характеристики, массовую долю влаги, жира, белка, золы, углеводы, энергетическую ценность, значение pH, водо- и жиродерживающую способность, а также азот летучих оснований, триметиламин, тиобарбитуровое, кислотное, пероксидное и йодное числа выделенных липидов. Влияние массовой доли добавленной жидкости, режима куттерования и вид термической обработки на структурно-механические свойства готовой колбасы определяли по предельному напряжению среза. Безопасность сырьевых компонентов и рыбной колбасы оценивали по микробиологическим показателям. При изучении измене-

ния качества колбасы в процессе хранения в образцах определяли химические, микробиологические и органолептические показатели через каждые 3 дня до наступления порчи образцов.

Программно-целевая модель исследований представлена на рис. 1.



Рис. 1. Программно - целевая модель проведения исследований

### Методы исследования сырья и рыбной колбасы.

Качество рыбной продукции оценивали в соответствии с правилами проведения дегустаций, ГОСТ 7631-2008, ГОСТ 814-96 и разработанной автором шкалой органолептической оценки рыбной продукции, профильным методом. Отбор

проб для определения физико-химических показателей проводили по ГОСТ 31339-2006, подготовку средней пробы - по ГОСТ 7636-85. Максимальную массовую долю вещества, содержащего антиоксидант, которую можно внести в рыбный фарш, определяли по сенсорной приемлемости. Сенсорную приемлемость определяли после запекания фарша в духовке до кулинарной готовности.

Процессы, происходящие в жире колбас, характеризовали по изменению тиобарбитурового, йодного, перекисного и кислотного чисел.

Тиобарбитуровое число жира определяли спектрофотометрическим методом, описанным Pearson (1976). Йодное, перекисное и кислотное числа жира определяли титрометрическим методом по ГОСТ 7636-85. Массовую долю влаги определяли методом высушивания до постоянной массы по общепринятой методике ГОСТ 7636-85. Массовую долю липидов в исследуемых образцах определяли по методике, основанной на экстракции жира петролейным эфиром в аппарате Сокслета (ГОСТ 7636-85). Содержание общего белка определяли методом Кьельдаля, используя при пересчете на белок коэффициент 6,25 (ГОСТ 7636-85). Зольность определяли методом, основанным на удалении органических веществ сжиганием и определении золы взвешиванием (ГОСТ 7636-85). Энергетическую ценность рассчитывали методом Davidson et al. (1979).

Значение pH было определено с использованием pH-метра. Процент выхода готовой продукции, ее влаго- и жирудерживающая способности были оценены в соответствии с рекомендациями Alesson-Carbonell (2005). Азот летучих оснований определяли титрометрическим методом по ГОСТ 7636-85; триметиламин - спектрофотометрическим методом по А.О.А.С. (1990). Сравнительный антиокислительный потенциал определяли электрохимическим методом по Байзеру и Лунду (1988) и Есиду (1987). Метод анализа - циклическая вольтамперометрия на твердых электродах в неводных средах. Метод реализуется с применением автоматической системы для электрохимических измерений, состоящей из потенциостата IPC-Pro MF, сопряженного с бездиафрагменной трехэлектродной ячейкой и компьютером Pentium 5. Количество аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), дрожжей и плесеней оп-

ределяли в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 и МУК 4.2.1847-04. Была проведена методическая работа по определению роста актиномицетов в пищевых продуктах в процессе хранения. Впервые было показано, что при анализе сроков хранения продукции, которая находится в холодильнике более 10 дней, необходимо учитывать, кроме общепринятых показателей, ещё и количество актиномицетов, т.к. они вносят значительный вклад в микробный пейзаж рыбного фарша. Актиномицеты определяли путем высева образцов на комплекс питательных сред (Голынкин, 2002). Предельное напряжение среза - на универсальной испытательной машине «Instron-1122» с использованием ячейки «Kramer Shear». Срок хранения фарша, полуфабриката и готовой рыбной колбасы рассчитывали по методу тестирования сроков хранения (Р.Степс, 2006). Повторность опытов и анализов – пятикратная. Математическую обработку результатов проводили по методу Стьюдента, кроме того, достоверность экспериментальных данных оценивали методами математической статистики с использованием пакета компьютерных программ Microsoft Office Excel 2003.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**В третьей главе** изучено влияние добавок с антиоксидантными свойствами на качество рыбного фарша и полуфабрикатов рыбных колбас при хранении в охлажденном (при 4°C) состоянии и рыбного фарша в замороженном (при -18°C) состоянии, а также определены сроки хранения полуфабрикатов рыбных колбас.

Необходимость изучения хранения рыбного фарша с антиоксидантными добавками при -18°C объясняется тем, что рыбные колбасы очень часто делают из уже готового мороженого фарша.

Определение влияния количества внесенных антиоксидантных веществ на органолептическую приемлемость рыбного фарша показало, что без ущерба для вкуса и запаха в него можно добавлять все исследуемые вещества в количестве 3% к массе фарша (рис. 3), что в пересчёте на сухое вещество составляет 0,3%.

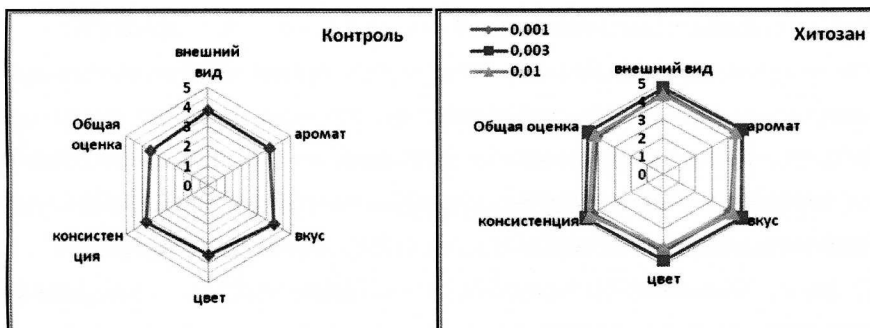


Рис. 2. Профилограммы органолептической приемлемости рыбного фарша без добавок и с раствором хитозана с витамином С

В качестве критерия потенциальной антиокислительной способности изолированного вещества принимали разность между силой тока (мкА) в пробе и фоне при напряжении 1,2 V: чем она меньше, тем выше антиоксидантный потенциал вещества. Графики силы тока хлороформных экстрактов хитозана и зеленого чая практически не отличаются от фона, более заметны эти отличия у шлемника, лопанта анисового и розмарина. На основании этих данных был сделан вывод, что наибольшей антиоксидантной активностью из вышеперечисленных веществ обладают хитозан и зеленый чай, далее по мере уменьшения располагаются: шлемник байкальский и лопант анисовый (рис. 3).

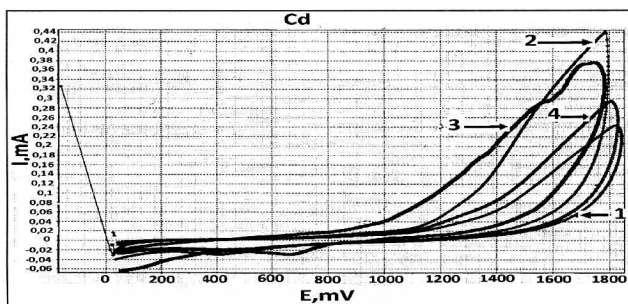


Рис. 3. ЦВА окисления компонентов (1) лопант анисовый; (2) хитозан; (3) зеленый чай и (4) шлемник байкальский

Анализ влияния выбранных ингибиторов окисления на изменения КМА-ФАНМ в процессе хранения образцов фарша и полуфабриката рыбной колбасы (рис. 4, 5) позволил рассчитать сроки хранения этих продуктов (табл. 1). Дольше всего могут храниться образцы с добавками хитозана. Далее по мере уменьшения

- с экстрактами зеленого чая, шлемника и лофанта анисового. Таким образом, срок хранения фаршей при 4°C с добавками увеличивается от 4 до 9 раз, при минус 18°C - от 2,5 до 3,5 раз, а полуфабриката рыбной колбасы - до 2 раз по сравнению с контрольной пробой.

Этот вывод подтверждается фактическими данными по изменению азота летучих оснований (рис. 6), триметиламина, количества клеток дрожжей, плесневых грибов (рис. 7) и актиномицетов в процессе хранения рыбного фарша и полуфабрикатов рыбных колбас.

Таблица 1 - Срок хранения рыбного фарша и полуфабриката рыбной колбасы с добавками разных видов антиоксидантов и при различных температурах

Добавки	Срок хранения рыбных продуктов при разных температурах, сутки		
	фарша при ±4°C	при фарша при -18°C	полуфабриката рыбных колбас при ±4°C
Без добавок	3	60	15
Хитозан с вит. С	27	210	30
Зеленый чай	21	180	27
Розмарин	-	-	18
Шлемник байкальский	18	150	18
Лофант анисовый	12	150	-

В конце хранения количество актиномицетов в фарше с экстрактом лофанта составляет  $9,8 \times 10^3$ , с экстрактом розмарина -  $7,4 \times 10^3$ , с экстрактом шлемника -  $8,7 \times 10^2$ , с экстрактом зеленого чая -  $3,7 \times 10^2$  и с раствором хитозана -  $3,4 \times 10^2$ .



Рис. 4. Изменения КМАФАМ (N/10<sup>4</sup>) в процессе холодильного хранения рыбного фарша при 4°C.



Рис. 5. Изменения КМАФАМ (N/10<sup>4</sup>) в процессе холодильного хранения полуфабриката рыбных колбас при 4°C.

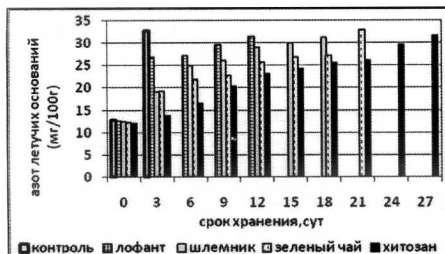


Рис. 6. Изменения азота летучих оснований в процессе холодильного хранения рыбного фарша при 4°C.



Рис. 7. Изменения количества дрожжей и плесневых грибов в процессе холодильного хранения полуфабриката рыбных колбас при 4°C.

После добавления антиоксидантов в полуфабрикаты рыбных колбас была оценена антиоксидантная активность последних (рис. 8). Как свидетельствуют высоты пиков при 1,2 V, наибольший антиоксидантный потенциал наблюдается в образце с хитозаном, а наименьший - с розмарином. Это подтверждает предположение о том, что образец с хитозаном будет окисляться медленнее, чем образцы с другими добавками.

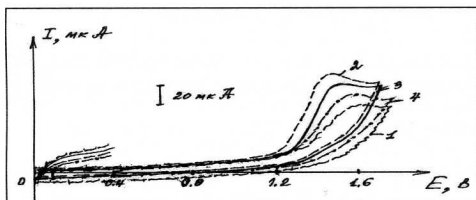


Рис. 8. ЦВА окисления компонентов полуфабрикаты рыбных колбас с (1) розмарином; (2) хитозаном; (3) зеленым чаем; (4) шлемником байкальским, и без добавок до термической обработки

Наибольшие изменения тиобарбитурового, йодного, кислотного, перекисного чисел жира при хранении рыбного фарша и полуфабрикатов рыбных колбас наблюдались в контроле и при добавлении шлемника и розмарина, а наименьшие при добавлении хитозана с витамином С и зеленого чая (рис 9-12).

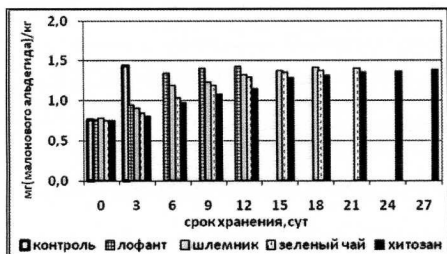


Рис. 9. Изменения тиобарбитурового числа жира в процессе холодильного хранения рыб-



Рис. 10. Изменения перекисного число жира в процессе холодильного хранения рыбного

ного фарша при 4°C.



Рис. 11. Изменения йодного числа жира в процессе холодильного хранения рыбного фарша при 4°C.

фарша при 4°C



Рис. 12. Изменения кислотного числа жира в процессе холодильного хранения рыбного фарша при 4°C.

Таким образом, можно констатировать, что добавление различных антиоксидантов к рыбному фаршу и колбасе до термической обработки позволяет замедлить окислительные, биохимические и микробиологические процессы при их холодильном хранении. Эти данные позволяют сделать вывод, что исследуемые экстракты и хитозан с витамином С обладают не только антиоксидантным, но и антибактериальным действием.



Рис. 13. Изменения тиобарбитурового числа жира в процессе холодильного хранения полуфабриката рыбных колбас при 4°C.

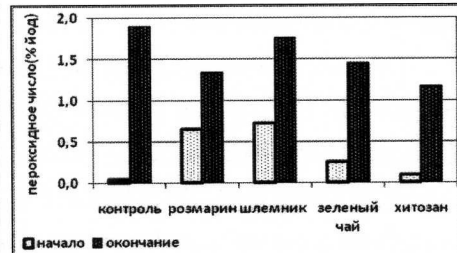


Рис. 14. Изменения перекисного числа жира в процессе холодильного хранения полуфабриката рыбных колбас при 4°C.



Рис. 15. Изменения йодного числа жира в процессе холодильного хранения полуфабриката рыбных колбас при 4°C.

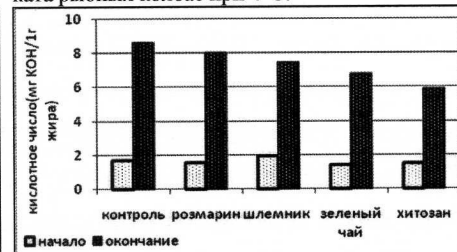


Рис. 16. Изменения кислотного числа жира в процессе холодильного хранения полуфабриката рыбных колбас при 4°C.

**В четвёртой главе** изучена возможность совершенствования технологи-

ских режимов производства рыбных колбас из карпа.

Одним из важнейших процессов при производстве рыбных колбас является приготовление колбасной массы – измельчение фарша и смешивание его с ингредиентами.



Рис. 17. Изменение предельного напряжения среза рыбной колбасы в зависимости от продолжительности куттерования и количества добавляемой воды, %

С целью установления оптимальных режимов приготовления колбасной массы определяли влияние изменения массовой доли добавляемой жидкости (воды с добавками раствора или экстракта антиоксидантов) и продолжительность куттерования на изменение предельного напряжения среза готовой колбасы. До кулинарной готовности колбасу доводили с помощью пароконвектомата. Результаты показали, что оптимальное напряжение среза, позволяющее охарактеризовать рыбную колбасу как нежную ( $25 \pm 0,2$ ), наблюдается при добавлении 15% жидкости (3% раствора антиоксиданта и 22% воды) и продолжительности куттерования 10 минут (рис. 17). Колбаса с массовой долей жидкости 10% была охарактеризована как жесткая, а, начиная с 20%, имела мажущую консистенцию.

Вид термической обработки также является важным этапом в производстве рыбной колбасы. Анализ химического состава и технологических свойств рыбных колбас (выход, ВУС, ЖУС) сразу после приготовления и охлаждения показал, что он полностью зависит от вида термической обработки, а антиоксидантная добавка практически не оказывает на них никакого влияния.

Водоудерживающая способность различных образцов рыбной колбасы, подвергшихся термической обработке, варьировала от 38,83 до 52,37%. Самая высокая водоудерживающая способность наблюдалась в образцах, обработанных в пароконвектомате, а самая низкая - в СВЧ-обработанных образцах. Жирудерживающая способность образцов рыбной колбасы колеблется от 74,15 до 98,77%.

При этом самая высокая также наблюдалась при обработке в пароконвектомате. По результатам анализа структурно-механических характеристик (напряжения среза и работы резания) термически обработанных колбас (табл. 2) был сделан вывод, что колбасу после обработки в пароконвектомате можно охарактеризовать как нежную, а после СВЧ-обработки, копчения и обжарки - как достаточно нежную (табл. 2).

Таблица 2- Влияние термической обработки на технологические и реологические характеристики рыбной колбасы

Вид термической обработки	Характеристики			
	ВУС,%	ЖУС,%	Q <sub>ср</sub> , КПа	A <sub>рез</sub> , Дж/м <sup>2</sup>
Обжарка	44,19	87,57	30,02±0,4	282,02±14,21
Копчение	50,50	97,95	28,06±0,5	276,02±12,25
СВЧ-обработка	38,83	81,16	27,01±1,3	240,42±11,62
Обработка в пароконвектомате	48,72	96,94	25,22±1,5	224,12±13,82

Таким образом, было доказано, что оптимальными режимами технологической обработки колбасы с антиоксидантными добавками являются следующие: массовая доля жидкости 15%, продолжительность куттерования при 1500 об/мин - 10 минут, термическая обработка в пароконвектомате. Общая технологическая схема представлена на рис. 18.

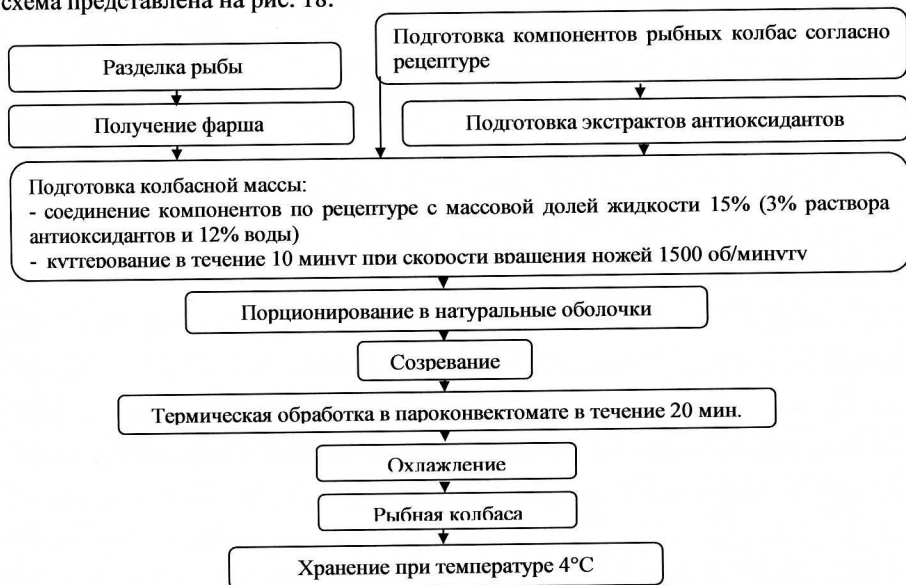


Рис. 18. Схема технологического процесса изготовления рыбной колбасы с добавками антиоксидантов

**В пятой главе** изучены изменения качественных показателей, сроков хранения и антиоксидантной активности рыбных колбас с антиоксидантными добавками в процессе холодильного хранения при 4°C.

На основании изучения динамики изменения КМАФАнМ в процессе хранения образцов рыбной колбасы были рассчитаны сроки её хранения (табл. 3).

Таблица 3 - Срок хранения рыбных колбас при 4°C под воздействием разных видов антиоксидантов, разных видов термической обработки

Добавки	Термическая обработка	Срок хранения рыбных колбас, сутки
Без добавок	обжарка	18
	копчение	21
	СВЧ-обработка	21
	обработка в пароконвектомате	24
Хитозан с витамин С	обжарка	33
	копченая	36
	СВЧ-обработка	39
	обработка в пароконвектомате	42
Зеленый чай	обжарка	30
	копченая	33
	СВЧ-обработка	33
	обработка в пароконвектомате	39
Розмарин	обжарка	21
	копченая	24
	СВЧ-обработка	27
	обработка в пароконвектомате	30
Шлемник байкальский	обжарка	21
	копченая	24
	СВЧ-обработка	27
	обработка в пароконвектомате	30

Определение влияния термической обработки готовой рыбной колбасы на изменение показателей ее качества при хранении показало, что термическая обработка колбасы без антиоксидантов на показатели окисления и гидролиза жира практически не влияет, однако влияет на срок хранения колбасы (табл. 3). Лучше всего хранится колбаса после обработки в пароконвектомате и далее по мере уменьшения срока хранения: СВЧ-обработка, копчение и обжарка. Добавление различных антиоксидантов не меняет общую тенденцию, т.е. каждый антиоксидант продлевает срок хранения продукта на определённое количество дней, который в результате суммируется со сроком хранения продукта без антиоксиданта.

Дольше всего могут храниться образцы с добавками хитозана. Независимо от вида термической обработки окислительные и гидролитические процессы в жире были менее всего выражены в колбасе с антиоксидантными добавками (рис. 19-22).

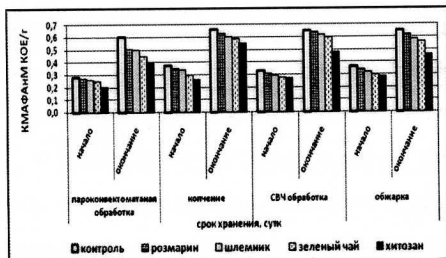


Рис. 19. Изменения КМАФАМ в процессе холодильного хранения рыбных колбас при 4°C.

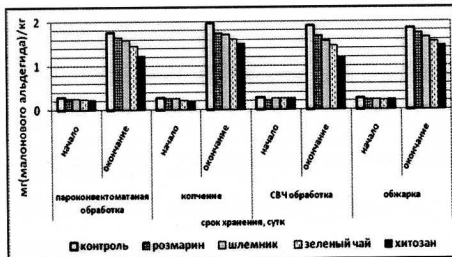


Рис. 20. Изменения тиобарбитурового числа жира в процессе холодильного хранения рыбных колбас при 4°C.

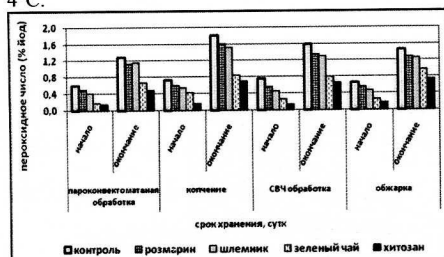


Рис. 21. Изменения перекисного числа жира в процессе холодильного хранения рыбных колбас при 4°C.

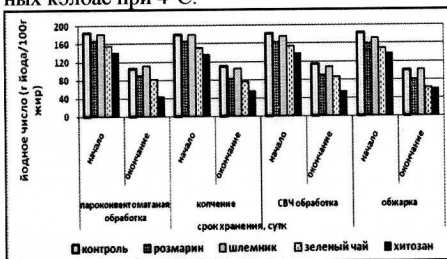


Рис. 22. Изменения йодного числа жира в процессе холодильного хранения рыбных колбас при 4°C.

Как было отмечено, эффективность антиоксидантной активности веществ по отношению к липидам рыбной колбасы определялась уменьшением силы тока при напряжении 1,2 V по сравнению с колбасой без антиоксидантов. Наибольшим отличием по этому критерию характеризуется фарш с раствором хитозана и экстрактом зеленого чая; далее в процессе убывания отличия отмечены при добавлении шлемника, лофанта анисового и розмарина.

Анализ остаточной антиоксидантной активности колбасы с раствором хитозана сразу после термической обработки показал, что наиболее сильно она снижается в обжаренных образцах (около 40%), а менее всего (около 15%) - при обработке в пароконвектомате. Остаточную антиоксидантную активность в конце хранения анализировали только в образцах с пароконвектоматной обработкой. Она

была выше всего у шлемника байкальского и розмарина, т.е. потери антиоксидантной активности за 30 суток хранения составляли примерно 50%. Образцы с экстрактом зелёного чая потеряли примерно 65% за 39 суток хранения, а с хитозаном - 72% за 42 дня. Для корректного сравнения на рис. 23 приведены данные об антиоксидантной активности через 30 суток хранения. При этом ее потери во всех образцах составили примерно 50%, но так как в образцах с хитозаном и зеленым чаем она была изначально значительно выше, то она оставалась более высокой и через 30 дней хранения термически обработанной рыбной колбасы. Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что наилучшими антиоксидантными и бактерицидными свойствами обладает колбаса, обработанная в пароконвектомате с добавками хитозана (рис. 23).

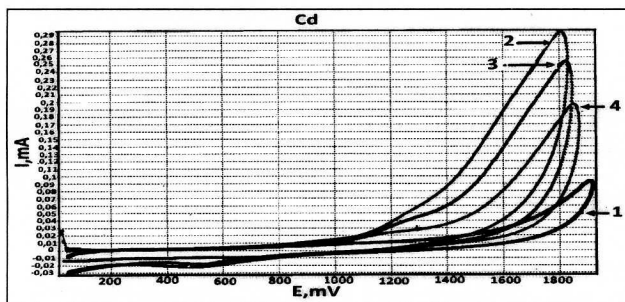


Рис. 23. ЦВА окисления компонентов рыбной колбасы (1) с розмарином; (2) хитозаном; (3) зеленым чаем; (4) шлемником байкальским и без добавок после термической обработки рыбных колбас в пароконвектомате

Органолептическая оценка исследуемых образцов рыбной колбасы по общему интегральному показателю (рис. 24) позволила заключить, что сенсорная приемлемость всех исследованных образцов в конце рассчитанных сроков хранения была примерно одинаковой.

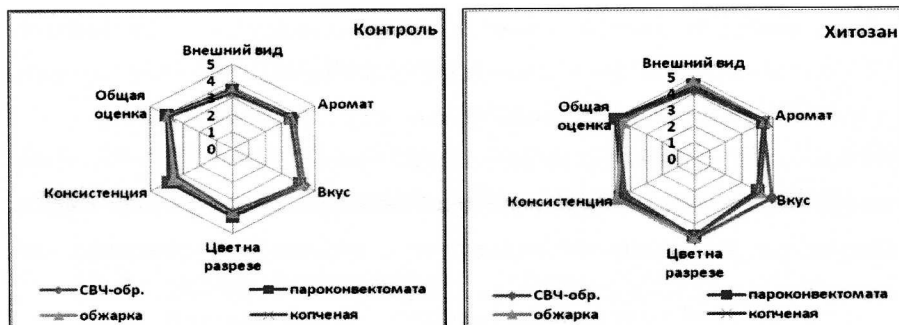


Рис. 24. Профилограммы органолептических показателей рыбных колбас

Проведённые исследования позволяют сделать вывод, что в зависимости от целей производителей может быть использована любая из исследованных антиоксидантных добавок. Если продукт не нуждается в длительном хранении, то на основании его высокой антиоксидантной активности он может быть позиционирован как кулинарная продукция с лечебно-профилактическими свойствами. Если есть необходимость в длительном хранении продукта, то он может храниться в соответствии с рассчитанными сроками, но тогда его антиоксидантная активность будет значительно ниже.

Экономические расчеты, показали, что себестоимость нового продукта составляет 135,8 руб. /кг

### Выводы

1. Разработана технология рыбных колбас с антиоксидантными добавками, позволяющая значительно увеличить срок хранения продукта, и на основании его высокой антиоксидантной активности, позиционировать его как кулинарную продукцию.
2. Анализ современного состояния вопроса об использовании натуральных антиоксидантов в пищевой промышленности показал, что это направление развивается во многих странах мира. На основании литературных данных были выбраны следующие антиоксидантные добавки: раствор хитозана в сочетании с аскорбиновой кислотой, экстракт зеленого чая, экстракт лофанта анисового, экстракт шлемника байкальского и экстракт розмарина.
3. Сравнительная тестовая оценка антиоксидантной активности выбранных

пищевых веществ показала, что наибольшей антиоксидантной активностью обладает раствор хитозана с витамином С, далее по мере убывания: экстракты зелёного чая, розмарина, шлемника байкальского и лофанта анисового.

4. На основании изучения органолептической приемлемости были установлены максимально возможные массовые доли антиоксидантов в рыбной колбасе. Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения этих экстрактов при производстве рыбной колбасы в качестве антиокислителя.

Установлено что, наиболее высокой антиоксидантной активностью при добавлении в фарш обладают раствор хитозана с аскорбиновой кислотой и экстракт зеленого чая. Применение этих веществ позволяет получить наименьшие изменения рыбного фарша и полуфабрикатов рыбных колбас в процессе хранения. В целом же применение антиоксидантов позволяет увеличить срок годности фарша карпа в 4 раза при хранении при 4°C; и в 2 раза - при 18°C, а срок годности полуфабрикатов рыбных колбас, хранившихся при 4°C - в 2 раза.

5. Определение влияния добавленных антиоксидантов и термической обработки колбас на сроки её хранения при температуре 4°C и изменение их основных качественных показателей в процессе хранения показало, что наилучшими качественными показателями и сохранностью обладают колбасы с добавлением раствора хитозана с аскорбиновой кислотой и экстракта зеленого чая и термически обработанные в пароконвектомате.
6. Показана возможность применения в качестве дополнительного критерия санитарного состояния продукта в процессе холодильного хранения показателя - количество клеток актиномицетов.
7. Рекомендации по совершенствованию технологии рыбных колбас заключаются в добавлении антиоксидантов (3% к массе фарша в виде 10% раствора), 12% воды, продолжительности куттерования 10 минут при 1500 об./мин и использовании в качестве термической обработки пароконвектомата.
8. Комплексная оценка качества рыбных колбас, выпущенных по усовершенствованной технологии, показала, что они отвечают требованиям СанПиН по показателям безопасности, обладают антиоксидантной

активностью и могут быть рекомендованы как кулинарная продукция.

9. Разработана техническая документация на опытную партию полученного продукта: колбас рыбных с антиоксидантными свойствами (ТУ 9289-926651-01-11; ТИ -9289-926651-02-11). Экономические расчеты показали, что данная продукция может быть конкурентоспособна на рынке пищевой продукции.

**По материалам диссертации опубликованы следующие работы:**

**Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:**

1. **Abdelrahman Said A.T.** Effect of some different natural antioxidants on physico-chemical and microbiological quality of minced carp (*Cyprinus carpio*) during cold storage / A.T. Abdelrahman Said, H.E. Ghannam and K.A. Abdelaal // *Естественные науки*, 2009. - № 3 [28] – P. 92-101.
2. **Абдель-Рахман Саид А.Т.** Влияние добавок экстракта розмарина на сохранность рыбной колбасы / А.Т. Абдель-Рахман Саид, Х.Е. Гханнам // *Естественные науки*, 2010- № 1[30] – С.48-58.
3. **Абдель-Рахман Саид А.Т.** Влияние добавок экстракта шлемника байкальского на изменение качества колбас из карпа в процессе холодильного хранения / А.Т. Абдель-Рахман Саид, Х.Е.Гханнам // *Естественные науки*, 2010 – № 2[31] – С.92-102.
4. **Абдель-Рахман Саид А.Т.** Исследование актиномицетов в составе МАФАНМ рыбных фаршей в процессе длительного холодильного хранения / А.Т. Абдель-Рахман Саид, Держинская И.С., Долганова Н.В., Рогова М.А. // *Журнал «Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство»*, 2011. – С.150-155.

**Публикации в других изданиях и материалах конференций:**

5. **Абдель-Рахман Саид А.Т.** Изучение влияния добавок комплекса хитозан-аскорбиновая кислот на изменение качественного состояния рыбных колбас в процессе холодильного хранения / А.Т. Абдель-Рахман Саид, Т.М. Марченко, Н. В. Долганова // *Материалы Международной научной практической конференции, Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг*, Киров, 2009. – С. 23-24.
6. **Абделаал Х.** Методы получения эфирных масел и применения их в лечебных целях / Х.А. Абделаал, В.Н. Фурсов, **А.Т. Абдель-Рахман Саид** // *Биологические исследования*, 2009. – № 2 [2] – С. 29- 36.

7. **Abdelrahman Said A.T.** New trends for using natural antioxidants in the technology of fishery products / A.T. Abdelrahman Said and H.E. Ghannam // Биологические исследования, 2009. – № 4 [4] – С.68-75.
8. **Abdelrahman Said A.T.** Antioxidant and antimicrobial properties of chitosan / A.T. Abdelrahman Said and H.E. Ghannam // Биологические исследования, 2009. – № 4 [4] – С.60-68.
9. **Абдель-Рахман Саид А.Т.** Влияние добавок экстракта зеленого чая на изменение качества колбас из карпа в процессе холодильного хранения / А.Т. Абдель-Рахман Саид и Н.В. Долганова // Журнал «Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство», 2010. – С.159-166.
10. **Abdelrahman Said A.T.** Potential application of chitosan in fish processing technology / A.T. Abdelrahman Said and N.V. Dolganova // Материалы IV Международной научной конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследование, инновации и технологии», Астрахань 2010. – С.14-16.
11. **Abdelrahman Said A.T.** Application of Baikal skullcap (*Scutellaria baicalensis*) in fish processing technology/ A.T. Abdelrahman Said and N.V. Dolganova // Материалы IV Международной научной конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследование, инновации и технологии», Астрахань 2010. – С.13-14.
12. **Abdelrahman Said A.T.** Antioxidant effect of green tea extract in carp fish sausage during cold storage / A.T. Abdelrahman Said and N.V. Dolganova // Материалы IV Международной научной конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследование, инновации и технологии», Астрахань 2010. – С.16-17.
13. **Абдель-Рахман Саид А.Т.** Разработка технологии рыбных колбас с улучшенными потребительскими свойствами / А.Т. Абдель-Рахман Саид, Н.В.Долганова // Материалы 54-й Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава Астраханского государственного технического университета «АГТУ», Астрахань 2010. – С. 259-260.

Подписано в печать 11.08.2011

Объем 1,5 п.л.

Тираж 100 экз.

Заказ № 730

ФГУП «ВНИРО»

107140, Москва, В. Красносельская, 17



5/4-1

