УДК 537.635; 539.166; 53.06

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧЕШУЙЧАТОГО ЛЬДА ИЗ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ ПРИ ХРАНЕНИИ ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ

Usage of the Flake Ice from Electroactivated Water During Cooled Fish Storage

Романова А.С., Тихонова Н.В., Тихонов С.Л.
Romanova A.S., Tikhonova N.V., Tikhonov S.L.

Реферат

В статье представлены результаты исследований влияния чешуйчатого льда из электроактивированной воды с pH 3,2 на сроки хранения продуктов питания, в частности рыбной продукции – охлажденного карпа. Через 15 суток хранения контрольные образцы имели тусклую поверхность, покрытую мутной слизью, что свидетельствовало о порче рыбы. В ходе исследований органолептических показателей образцов охлажденной рыбы опытной группы в условиях хранения в электроактивированной воде установлено, что через 20 суток хранения охлажденный карп соответствовал требованиям ГОСТ 814-96 «Рыба охлажденная. Технические условия». Спустя 20 суток хранения опытные образцы охлажденного карпа по микробиологическим показателям соответствовали допустимому уровню по ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», в то время как в образцах карпа контрольной группы КМАФАнМ составило $3,0 \cdot 10^5$ КОЕ/г при норме не более $5,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г. Количество белка в контрольных образцах карпа после 20 суток хранения составляло 13,3 %, что ниже на 22,6 % ($p \leq 0,01$), чем после 10 суток хранения. В опытных образцах мышечной ткани карпа количество белка после 20 суток хранения находилось на уровне 17,0 %, при этом достоверного его снижения в процессе хранения не было отмечено. В процессе хранения в контрольных образцах карпа достоверно увеличивается содержание аминокислотного азота (ААА). Кислотное число липидов повышается как в контрольных, так и в опытных образцах карпа, что свидетельствует об увеличении количества свободных жирных кислот, распаде белково-липидных комплексов и усилении окислительных процессов. Разрушение липидов происходит более интенсивно в контрольных образцах охлажденного карпа. Использование электроактивированной воды с pH 3,2 для производства чешуйчатого льда, в дальнейшем применяемого в качестве охлаждающей среды при хранении охлажденной рыбной продукции – карпа, позволяет увеличить срок годности рыбы с 12 до 15 суток, т. е. на 25 %.

Abstract

The article presents the study results of influencing flake ice from electroactive water with pH 3.2 on the food shelf life, particularly fish products – cooled carp. After 15 days of storage, the control samples had a dim surface covered with muddy mucus, that testified to fish spoilage. While studying organoleptic characteristics of cooled fish samples of the experimental group under storage conditions in electroactive water, authors found that after 20 days of storage the cooled carp met the requirements of GOST 814-96 "Cooled Fish. Technical conditions". After 20 days of storage, the experimental samples of cooled carp according to microbiological indicators corresponded to the reference level accord-

Ключевые слова:

*охлажденная рыба;
чешуйчатый лед;
электроактивированная вода;
срок годности;
качество*

Keywords:

*cooled fish;
flake ice;
electroactive water;
expiry date;
quality*

ing to TR EAEU 040/2016 "On the safety of fish and fish products", while in the carp samples of the control group QMA&OAMO was $3.0 \cdot 10^5$ CFU per gr at a rate of not more than $5.0 \cdot 10^4$ CFU per gram. The amount of protein in the control samples of carp after 20 days of storage was 13.3 %, which is lower by 22.6 % ($p \leq 0.01$) than after 10 days of storage. In the experimental samples of carp muscle tissue, the amount of protein after 20 days of storage was at the level of 17.0%, while there was no significant reduction in the storage process. During storage the content of amine-ammonia nitrogen significantly increases in the control samples of carp. The acid number of lipids rises in both control and experimental samples of carp, which indicates a growth in the amount of free fatty acids, the decay of protein-lipid complexes and increased oxidative processes. Lipid destruction occurs more intensively in the control samples of cooled carp. Thus, the use of electroactive water with pH 3.2 for the flake ice production later used as a cooling medium for the storage of cooled fish products – carp, can increase the shelf life of fish from 12 to 15 days, i.e. by 25 %.

Введение

Из существующих способов обработки и хранения рыбной продукции наиболее часто используется консервирование холодом, позволяющее эффективно и безопасно замедлять процессы порчи, обусловленные рядом микробиологических, ферментативных и биохимических факторов. В последние годы на рыбопромысловых судах было установлено около 70 % промышленных агрегатов, вырабатывающих холод [3].

Е.Н. Харенко и Р.В. Артемов [7] условно выделяют несколько видов анабиоза в отношении консервации рыбной продукции – психроанабиоз (охлаждение) и криоанабиоз (замораживание). Психроанабиоз применим в технологии производства охлажденной рыбы и в целях сохранения качественных характеристик рыбного сырья и полуфабрикатов перед дальнейшей обработкой; в данном случае температура не опускается ниже криоскопической (начало замерзания тканевой жидкости рыбы). Понижение температуры влияет на вязкость тканевых и клеточных жидкостей рыбы, замедляя деятельность как ее собственных, так и микробных ферментов. Криоанабиоз применяют в технологии замораживания рыбного сырья; используемые для замораживания температуры находятся в области ниже криоскопической [4].

Влияние замораживания на состояние мышечных белков в основном проявляется в изменении растворимости белковых фракций, их влагоудерживающей способности, а также в активности протеолитических ферментов [5].

Гистологический анализ замороженной и размороженной рыбы показал наличие разрушенных и обезвоженных клеток¹.

¹Способ консервирования рыбы : пат. № 2398399. РФ: МПК 7 A23B4/06 / Харенко Е.Н., Цвылев О.П., Артемов Р.В., Бедина Л.Ф.; заявитель и патентообладатель: ФГУП «ВНИИ рыбного хозяйства и океанографии». № 2009108446/13; заявл. 11.03.2009; опубл. 10.09.2010. Бюл. № 25.

В настоящее время существуют разные способы охлаждения. Их классифицируют в зависимости от агрегатного состояния используемой охлаждающей среды:

- 1) газовая среда (в том числе воздух);
- 2) твердая среда (лед, сплавы металлов, в частности алюминия);
- 3) жидкая среда (растворы хлоридов, морская вода, суспензии льда и воды)².

Заморозка рыбы осуществляется с помощью различных методов. Основные принципы, на которых базируются все эти методы, сводятся к подведению к рыбе охлажденного воздуха, приведению ее в контакт с охлажденными металлическими пластинами и погружению в низкотемпературные жидкости [1].

Отечественные ученые для исследований из ряда твердых охлаждающих сред наиболее часто используют охлаждение посредством льда. По мере развития технологий, используемых в пищевой промышленности для сохранения производимой продукции, возникла тенденция предпочтительного применения искусственного льда. Это было обусловлено возможностью получать твердую охлаждающую среду с заданными характеристиками (степень микробиологической чистоты, форма, размер кристаллов, химический состав).

Лед может производиться в самых разнообразных формах – блоки, гранулы, чешуйки, снежинки и др. [2].

Охлаждение при помощи льда имеет ряд преимуществ:

- 1) степень гидратации белковых молекул в рыбе незначительна, отчего они не набухают;

²Способ хранения охлаждения и консервирования рыбы: пат. № 2297150. РФ: МПК A23B 4/08 / Виноградова Е.Г., Харенко Е.Н., Рудакова Т.Н.: заявитель и патентообладатель: ФГУП «ВНИИ рыбного хозяйства и океанографии». № 2005121700/13; заявл. 12.07.2005; опубл. 20.04.2007. Бюл. № 11.

2) в экстрактивных азотистых соединениях наблюдаются минимальные потери;

3) исключена усушка в процессе хранения.

Авторами данной статьи в ходе исследований доказано преимущество использования чешуйчатого льда на примере охлаждения карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*). Согласно результатам исследования сроки годности рыбы при использовании льда возросли с 5 до 20 суток.

В последние годы отечественными учеными проводится большая работа по совершенствованию традиционных методов хранения рыбного сырья. В качестве хладагента¹ используют хлорный и биомиценовый лед [6]. Доказана эффективность применения в качестве хладагента хитозан-альгинатного льда с учетом органолептических, физико-химических и микробиологических показателей. Так, микробиологическая активность льда, изготовленного из раствора комплекса полимеров, в 2,3 раза выше, чем у водного льда, и в 1,8 раза выше, чем у льда, изготовленного из раствора одного хитозана [9].

Увеличение сроков годности охлажденной рыбы связано с замедлением процессов микробиологической и окислительной порчи. Порчу охлажденной рыбы, в первую очередь, вызывает жизнедеятельность микроорганизмов и активность нативных ферментов. В мышечной ткани рыбы практически отсутствует гликоген, и, соответственно, молочная кислота не образуется, показатель pH не сдвигается в кислую сторону, а остается близким к нейтральному, что и создает благоприятные условия для роста и развития микрофлоры. Одним из способов обеспечения сохранности охлажденной рыбы в процессе хранения является снижение pH мышечной ткани, что позволяет замедлить микробиологическую порчу продукта [8], поскольку, как известно, pH мясного сока рыбы слабнокислый (в пределах 6,3–6,6) и зависит от вида рыбы, а такая слабнокислая среда способствует размножению микроорганизмов и, соответственно, порче рыбы.

К современным технологиям хранения охлажденной рыбы относится способ хранения в охлаждающей среде из мелкокристаллического чешуйчатого льда. Способ отличается технологичностью и оптимальными теплофизическими характеристиками. Все известные технологии хранения охлажденной рыбы служат предупреждению двух факторов, приводящих к порче рыбы – развития микрофлоры и усиления окислительных процессов путем создания в мышеч-

ной ткани температуры, близкой к криоскопической, и использования комплексных пищевых добавок, имеющих в своем составе органические кислоты, обладающие консервирующим действием. Для предупреждения факторов, провоцирующих порчу охлажденной рыбы, проведены исследования по разработке технологии чешуйчатого льда (позволяет создать температуру в мышечной ткани рыбы, близкую к 0 °C) из электроактивированной воды с кислым pH (предупреждает окислительные процессы путем ослабления активности ферментов).

Мелкий чешуйчатый лед позволяет увеличить площадь соприкосновения его части с телом охлажденной рыбы, усилить теплообмен, и, следовательно, ускорить сам процесс охлаждения. К тому же чешуйки льда, достаточно тонкие и хрупкие, обеспечивают сохранность рыбы от механических повреждений. Использование анионита с pH 3,2 при производстве чешуйчатого льда объясняется тем, что кислый pH вызывает замедление процессов микробиологической порчи и способствует сохранению высоких органолептических показателей продукта.

Цель исследования – изучить влияние чешуйчатого льда из электроактивированной воды на срок годности охлажденного карпа.

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования послужили:

- карп обыкновенный (*Cyprinus carpio*) охлажденный, неразделанный (IV квартала);
- вода электроактивированная.

Для исследования органолептических показателей рыбы были проведены:

- отбор проб рыбы для изучения органических показателей согласно ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физико-химических показателей»;
- отбор проб для изучения физико-химических показателей в соответствии с ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб»;
- отбор проб для изучения микробиологических показателей в соответствии с ГОСТ 26669-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов».

Белок определяли по ГОСТ 31795-2012 «Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы спектроскопией в ближней инфракрасной области», ААА – по ГОСТ 55479-2013 «Мясо и мясопродукты. Методы определения аминокислотного азота».

В процессе исследования рассчитывали:

- кислотное число жира – по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспо-

¹Способ хранения рыбы: пат. № 2571920 РФ: МПК А23В4/00 / Романова А.С., Ваганов Е.Г., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Чугунова О.В., Позняковский В.М.; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО «Уральский государственный экономический университет». № 2014146345; заявл. 18.11.2014; опубл. 27.12.2015. Бюл. № 36.

звоночные и продукты их переработки. Методы анализа» титрометрическим методом, основанном на нейтрализации свободных жирных кислот гидроокисью калия;

- перекисное число жира – по ГОСТ Р 51487-99 «Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа».

Микробиологические показатели определяли согласно:

- ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов»;

- ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)»;

- ГОСТ 31746-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*»;

- ГОСТ ISO/TS 21872-1-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения потенциального энтеропатогенных *Vibrio* spp. Часть 1. Обнаружение бактерий *Vibrio parahaemolyticus* и *Vibrio cholera* (с поправкой)».

Электроактивированную воду с pH 3,2–3,5 получали путем электролиза воды централизованного водоснабжения в установке СТЭЛ-10Н-120-01.

Лед из электроактивированной воды производили на льдогенераторе Л12 («Технохолд ГЛЕН, ЛТД», Россия).

Определяли: pH воды – с помощью pH-метра; содержание цинка, свинца – по ГОСТ 18293-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра»; общее микробное число – по ГОСТ 24849-2014 «Вода. Методы санитарно-бактериологического анализа для полевых условий».

Результаты исследования и их обсуждение

Разработана технология получения чешуйчатого льда из электроактивированной воды. Электроактивирование воды осуществляли с помощью диафрагменного электролизера, через который пропускают питьевую воду.

Электроактивированную воду с pH 3,2 получали путем электролиза водопроводной воды в установке СТЭЛ-10Н-120-01: надевали насадку с фильтром от данной установки на водопроводный кран; открывали водопроводный кран; включали установку в электрическую сеть с напряжением 220 В; ручкой регулирования устанавливали силу электрического тока 3,5 А и собирали кислый анолит с pH 3,2 в емкость; шланг с катодом помещали в раковину слива. Электроактивирование питьевой воды позволяет

исключить наличие в ней бактерий, что свидетельствует о бактерицидных свойствах кислой и щелочной фракций воды. Это играет важную роль при выработке анолита и католита в результате действия постоянного электрического тока. Электроактивированная вода обладает выраженными бактерицидными свойствами, позволяющими использовать чешуйчатый лед не только в качестве охлаждающей среды, но и как вещество, препятствующее окислительным процессам и развитию микроорганизмов.

Проведена сравнительная оценка свежести в процессе хранения (20 суток) охлажденного карпа контрольной и опытной группы по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям и безопасности через 0; 5; 10; 15 и 20 суток хранения согласно МУК 4.2.1847-04 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания».

Контрольные образцы охлажденного карпа через 5 и 10 суток хранения по органолептическим показателям соответствовали требованиям ГОСТ 814-96 «Рыба охлажденная. Технические условия». Через 15 суток хранения контрольные образцы рыбы имели тусклую поверхность, покрытую мутной слизью, что свидетельствовало о порче рыбы.

В ходе исследования органолептических показателей образцов охлажденной рыбы опытной группы установлено, что через 20 суток хранения охлажденный карп соответствовал требованиям ГОСТ 814-96: рыба имела чистую поверхность, естественную окраску, плотную консистенцию и свойственный рыбе запах. Через 20 суток хранения опытные образцы охлажденного карпа по микробиологическим показателям соответствовали допустимому уровню по ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», в то время как в образцах карпа контрольной группы КМАФАнМ составило $3,0 \cdot 10^5$ КОЕ/г при норме не более $5,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г.

Таким образом, хранение рыбы в чешуйчатом льду из электроактивированной кислой воды способствует стабильности органолептических и микробиологических показателей.

Количество белка в мышечной ткани контрольных образцов охлажденного карпа достоверно снижается в процессе хранения, что свидетельствует о распаде белка и снижении показателя сохранности.

Так, количество белка в контрольных образцах карпа после 20 суток хранения составляло 13,3 %, что ниже на 22,6 % ($p \leq 0,01$), чем после 10 суток хранения.

В опытных образцах мышечной ткани карпа количество белка после 20 суток хранения на уровне 17,0 %, при этом достоверного его снижения в процессе хранения не отмечено (рис. 1).

Одним из продуктов распада белка является аминокислотный азот (ААА). Динамика его содержания в контрольных и опытных образцах карпа в процессе хранения представлена на рис. 2. Из рисунка следует, что в процессе хранения в контрольных образцах карпа достоверно увеличивается содержание ААА: в контрольной группе после 10; 15 и 20 суток хранения составляет 28; 65 и 82 мг/100 г соответственно при норме для свежей рыбы не более 40 мг/100 г; в опытной группе – 8; 14 и 18 мг/100 г.

Таким образом, по результатам исследования динамики содержания белка и продукта его распада (ААА) установлено, что распад белка происходит более интенсивно в контрольных образцах карпа, хранившихся в чешуйчатом льду из питьевой воды. Использование электроактивированной воды с pH 3,2 для производства чешуйчатого льда и хранение в нем охлажденной рыбы позволяет предупредить процессы гидролиза белка и, соответственно, увеличить срок

годности охлажденного карпа, что согласуется с результатами органолептических исследований.

Как следует из проведенных исследований, кислотное число липидов повышается в процессе хранения как в контрольных, так и в опытных образцах карпа, что свидетельствует об увеличении количества свободных жирных кислот, распаде белково-липидных комплексов и усилении окислительных процессов.

Разрушение липидов происходит более интенсивно в контрольных образцах охлажденного карпа. Так, кислотное число жира в рыбе, хранившейся на чешуйчатом льду из питьевой воды, через 10; 15 и 20 суток хранения составляет 2,1; 2,5 и 2,8 мг КОН/г, что выше аналогичного показателя опытных образцов карпа в 21; 12,5 и 7 раз соответственно. Подобные изменения перекисного числа липидов происходят в процессе хранения всех исследуемых образцов рыбы.

Перекисное число липидов контрольных образцов карпа через 10; 15 и 20 суток хранения осталось на уровне 2,4; 3,2 и 5,4 ммоль активного кислорода/кг, что выше перекисного числа опытных образцов в 8,0; 6,4 и 6,8 раза соответственно ($p < 0,05$) (рис. 3, 4).

Рис. 1. Содержание белка в мышечной ткани охлажденного карпа в процессе хранения в чешуйчатом льду из питьевой и электроактивированной воды, %

Рис. 2. Содержание ААА в мышечной ткани охлажденного карпа в процессе хранения в чешуйчатом льду из питьевой и электроактивированной воды, мг/100 г

Рис. 3. Кислотное число липидов охлажденного карпа в процессе хранения в чешуйчатом льду из питьевой и электроактивированной воды, мг КОН/г

Рис. 4. Перекисное число липидов охлажденного карпа в процессе хранения в чешуйчатом льду из питьевой и электроактивированной воды, ммоль активного кислорода/кг

Выводы

На основании исследований, проведенных в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04 «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания», через 0; 5; 10; 15 и 20 суток охлажденная рыба, хранившаяся в чешуйчатом льду из электроактивированной воды, по органолептическим, микробиологическим показате-

лям и содержанию токсичных элементов соответствовала как требованиям ТР ЕАЭС 040/2016, так и ТР ТС 021/2011. Следовательно, использование электроактивированной воды с pH 3,2 для производства чешуйчатого льда и его дальнейшее применение в качестве охлаждающей среды при хранении охлажденного карпа позволяет увеличить срок годности рыбы с 12 до 15 суток, т. е. на 25 %.

Библиографический список

1. Андреев М.П. Перспективные направления развития современной рыбообработки // Рыбное хозяйство. 2000. № 5. С. 46.
2. Андреев М.П. Повышение качества рыбной продукции – главный фактор стабилизации производства // Рыбная промышленность. 2003. Т. 4. С. 30.
3. Артемов Р.В., Харенко Е.Н. Комплексные исследования рыбы охлажденной в льдо-водо-солевой системе «жидкий лед» в процессе хранения // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. 2010. № 4. С. 28–32.
4. Громов И.А. Формирование улучшенных потребительских свойств охлажденной рыбы путем совершенствования характеристик охлаждающей среды: дис. ... канд. техн. наук. М., 2010. 202 с.
5. Калитин К.В. Холодильная обработка – залог качества рыбы // Холодильная техника. 2010. № 1. С. 32–35.
6. Тихонова Н.В., Тихонов С.Л., Романова А.С. Обеспечение качества охлажденной рыбы в процессе хранения // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2015. № 5(34). С. 87–91.
7. Харенко Е.Н., Артемов Р.В. Оборудование и технологии охлаждения и замораживания рыбы. Основные проблемы холодильной обработки рыбного сырья // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. 2010. № 4. С. 5–9.
8. Харенко Е.Н., Артемов Р.В. Перспективы использования жидкого льда для производства охлажденной продукции. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2007. 197 с.
9. Хитозан : сб. ст. / под ред. К.Г. Скрябина, В.П. Варламова, С.Н. Михайлова. М. : Центр «Биоинженерия» РАН, 2013. 593 с.

Bibliography

1. Andreev M.P. Perspektivnye napravleniya razvitiya sovremennoj ryboobrabotki // Rybnoe hozjajstvo. 2000. № 5. S. 46.
2. Andreev M.P. Povyshenie kachestva rybnoy produkcii – glavnyj faktor stabilizacii proizvodstva // Rybnaja promyshlennost'. 2003. T. 4. S. 30.
3. Artemov R.V., Harenko E.N. Kompleksnye issledovaniya ryby ohlazhdennoj v l'do-vodo-solevoj sisteme «zhidkij led» v processe hranenija // Rybprom: tehnologii i oborudovanie dlja pererabotki vodnyh bioresursov. 2010. № 4. S. 28–32.
4. Gromov I.A. Formirovanie uluchshennyh potrebitel'skikh svojstv ohlazhdennoj ryby putem sovershenstvovaniya harakteristik ohlazhdajushhej sredy: dis. ... kand. tehn. nauk. M., 2010. 202 s.
5. Kalitin K.V. Holodil'naja obrabotka – zalog kachestva ryby // Holodil'naja tehnika. 2010. № 1. S. 32–35.
6. Tihonova N.V., Tihonov S.L., Romanova A.S. Obespechenie kachestva ohlazhdennoj ryby v processe hranenija // Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyh produktov. 2015. № 5(34). S. 87–91.
7. Harenko E.N., Artemov R.V. Oborudovanie i tehnologii ohlazhdenija i zamorazhivaniya ryby. Osnovnye problemy holodil'noj obrabotki rybnogo syr'ja // Rybprom: tehnologii i oborudovanie dlja pererabotki vodnyh bioresursov. 2010. № 4. S. 5–9.
8. Harenko E.N., Artemov R.V. Perspektivy ispol'zovaniya zhidkogo l'da dlja proizvodstva ohlazhdennoj produkcii. Kaliningrad : Izd-vo AtlantNIRO, 2007. 197 s.
9. Hitozan : sb. st. / pod red. K.G. Skryabina, V.P. Varlamova, S.N. Mihajlova. M. : Centr «Bioinzhenierija» RAN, 2013. 593 s.

**Романова
Алиса Сергеевна**

Romanova
Alisa Sergeevna

Тел./Phone: (343) 221-27-66
E-mail: alisic_kolotova@mail.ru

*Аспирант кафедры пищевой инженерии
Уральский государственный экономический университет
620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45*

*Post-graduate of the Food Engineering Department
Ural State University of Economics
620144, Russia, Ekaterinburg, 8 March St. / Narodnoy Voli St., 62/45*

**Тихонова
Наталья Валерьевна**

Tikhonova
Natalya Valeryevna

Тел./Phone: (343) 221-27-66
E-mail: tihonov75@bk.ru

*Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры пищевой инженерии
Уральский государственный экономический университет
620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45*

*Doctor of Technical Science, Professor of the Food Engineering Department
Ural State University of Economics
620144, Russia, Ekaterinburg, 8 March St. / Narodnoy Voli St., 62/45*

**Тихонов
Сергей Леонидович**

Tikhonov
Sergey Leonidovich

Тел./Phone: (343) 221-27-66
E-mail: tihonov75@bk.ru

*Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой пищевой инженерии
Уральский государственный экономический университет
620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45*

*Doctor of Technical Science, Professor, Head of the Food Engineering Department
Ural State University of Economics
620144, Russia, Ekaterinburg, 8 March St. / Narodnoy Voli St., 62/45*