

Технология производства продуктов из фарша тресковых механической обвалки

А. А. Горбатовский^{1,*}, И. Л. Ракитянская², М. В. Каледина³



¹ Хулунбуирский Университет,
021008, КНР, Внутренняя Монголия, г. Хулун-Буир, ул. Сюфу, 83

² ФГБОУ ВО Пермский государственный национальный
исследовательский университет,
614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

³ ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный
университет им. В. Я. Горина,
308503, Россия, пос. Майский, ул. Вавилова, 1

Дата поступления в редакцию: 11.06.2020

Дата принятия в печать: 26.06.2020

*e-mail: gorbatovskij@yandex.ru



© А. А. Горбатовский, И. Л. Ракитянская, М. В. Каледина, 2020

Аннотация.

Введение. Основные продукты переработки тресковых рыб – это замороженная тушка, филе и консервированная печень. Для увеличения степени переработки и снижения количества отходов переработки тресковых производят блочный фарш из механически дообваленных остатков от филетирования. Этот фарш имеет специфические технологические показатели, препятствующие его широкому использованию на производстве. Цель исследования – разработка технологии фаршевых продуктов для промышленного производства.

Объекты и методы исследования. Фарш тресковых пород рыб на примере фарша механической обвалки из атлантической трески перерабатывается без размораживания для снижения потерь от дефростации, микробиологической порчи и окисления. Конечный продукт получали путем измельчения на куттере замороженного в блоках фарша и последующей стабилизации пищевой массы растительными текстурами и пищевыми добавками. Методы – подбор и определение реологических и органолептических показателей составов фаршей, формуемых на промышленном оборудовании. Основной критерий выбора рецептуры – способность фарша к формовке на коэкструдере.

Результаты и их обсуждение. Фарш механической обвалки тресковых можно измельчать на куттере для улучшения технологичности процесса. Выявлено, что холодные фарши с более низкой температурой (–7 °С и ниже) формуются лучше теплых фаршей (0 °С и выше). Внесение 15 % эмульсии на основе подсолнечного масла и воды улучшает органолептические показатели фаршевых продуктов (рыбных шариков в панировке). Внесение 4 % пшеничной клетчатки улучшает формуемость изделий, превышение этих количеств приводит в сухости и распаду изделий при формовке. Внесение 20 % измельченных на куттере соевых гранул способствует появлению у продукта грубой текстуры, ожидаемой у рубленых фаршевых изделий.

Выводы. Реологические и органолептические показатели сильно обводненного фарша механической обвалки из тресковых и формуемость изделий из него можно улучшить внесением растительных наполнителей и эмульсии. Формовать изделия следует при низкой температуре фарша (–7 °С и ниже).

Ключевые слова. Gadidae, Gadus morhua, пищевые продукты, куттерование, замороженная рыба, переработка рыб

Для цитирования: Горбатовский, А. А. Технология производства продуктов из фарша тресковых механической обвалки / А. А. Горбатовский, И. Л. Ракитянская, М. В. Каледина // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 2. – С. 361–371. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-361-371>.

Original article

Available online at <http://fppt.ru/eng>

Food Processing from Mechanically Deboned Minced Cod

A.A. Gorbatovskiy^{1,*}, I.L. Rakityanskaya², M.V. Kaledina³

¹ Hulunbuir University,
83, Xuefu Str., Hulunbuir, Inner Mongolia, 021008, China

² Perm State National Research University,
15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia

Received: June 11, 2020
Accepted: June 26, 2020

² V. Ya. Gorin Belgorod State Agricultural University,
1, Vavilova Str., Mayskiy, 308503, Russia

*e-mail: gorbatovskij@yandex.ru



© A.A. Gorbatovskiy, I.L. Rakityanskaya, M.V. Kaledina, 2020

Abstract.

Introduction. Cod is of great importance for fishing and fish processing. The main cod-based food products are frozen fish, frozen fillet, and canned cod liver. To increase the degree of processing and reduce the amount of waste, fish producers obtain minced cod from mechanically deboned leftovers of filleting. Minced fish has specific technological parameters, which limits its use in food industry. The research objective was to develop a new commercial technology of minced cod products.

Study objects and methods. The research featured minced Atlantic cod. The fish was processed without thawing to reduce losses from defrosting, microbiological spoilage, and oxidation. The final product was obtained by cutting blocks of frozen minced cod on a cutter and then stabilizing the food mass with vegetable textures and food additives. The methods included selection and determination of the rheological and sensory properties of samples processed on industrial equipment. The optimal formulation was chosen according to the best results of coextruder processing.

Results and discussion. Using a cutter improved the processing quality of the mechanically deboned minced cod. The samples of cold minced cod proved easier to process at a lower temperature of -7°C and below, if compared to the samples of warm minced fish (0°C and above). Adding 15% of a sunflower oil and water emulsion improved the sensory properties of finished products, e.g. fish balls in bread crumbs. Adding 4% of wheat fiber improved the texture of the products, while a higher dose made them dry and crumbly. 20% of crushed soy granules resulted in a rough texture, typical of chopped fish products.

Conclusion. Rheological and organoleptic properties of highly watered mechanically deboned minced cod, as well as the texture of the finished products, could be improved by adding vegetable fillers and emulsions at a low temperature.

Keywords: *Gadidae*, *Gadus morhua*, food products, cutting, frozen fish, fish processing

For citation: Gorbatovskiy AA, Rakityanskaya IL, Kaledina MV. Food Processing from Mechanically Deboned Minced Cod. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(2):361–371. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-361-371>.

Введение

Добыча и переработка тресковых (*Gadidae*) является важной частью мирового рыболовства. Однако ассортимент массовых продуктов, получаемых из тресковых пород рыб (треска *Gadus morhua*, пикша *Melanogrammus aeglefinus*, путассу *Micromesistius poutassou*, сайда *Pollachius virens*, минтай *Gadus Chalcogrammus*), невелик и сводится к замороженной тушке, замороженному филе и консервированной печени трески и минтая. Переработка этих рыб оставляет большое количество отходов, а продукция является сырьем, т. к. не появляется значительной добавленной стоимости при сравнении рыбы-сырца и рыбного филе [1–3].

Для увеличения степени переработки, снижения количества отходов и потерь ценного пищевого сырья все больше переработчиков трески производят блочный фарш тресковых из механически дообваленных костей (далее – фарш) с применением сепараторов и неопрессов. Этот процесс позволяет вовлечь в пищевое производство ценное рыбное сырье, которое требует или дорогостоящей утилизации или отправляется на производство рыбной муки [4, 5].

На сегодня не существует разработанной и общепринятой технологии промышленного применения фарша из тресковых. Обычно этот продукт продается в фасованном виде для домашней кулинарии. Целью представленной работы являлась разработка технологии фаршевых продуктов для промышленного производства.

Так как такой фарш является не основным, а побочным продуктом производства филе тресковых, то показатели биологической и энергетической ценности могут значительно варьироваться [6, 7]. Кроме того, лов тресковых может проходить в разное время и в разных частях Мирового океана, что оказывает влияние на пищевую ценность как всей рыбы, так и фарша из нее. Технологические и биохимические показатели фарша из тресковых рыб сильно отличаются от филе соответствующих рыб. Так как фарш производится путем механической обвалки костных остатков от филетирования рыбы на неопрессах, то в фарш неизбежно будут попадать ткани с большим содержанием липидов [6–8]. Такие ткани, с одной стороны, повышают пищевую и энергетическую ценность фарша. Но, с другой стороны, присутствие легкоокисляющихся липидов повышает риск окислительной порчи всего фарша и потенциально влияет на сроки хранения потребительской продукции из него. Практические наблюдения показывают, что при производстве фарша производители добавляют в него некоторое количество шкуры рыбы, остающейся при филетировании. С одной стороны, такая субстанция является 100 % белком. Однако степень его усвоения человеком значительно ниже, чем у белков мышечных тканей филе рыбы [9, 10].

Основные препятствия к широкому применению фарша тресковых – это отсутствие ассортимента рыбных продуктов из него, значительная

обводненность и текучесть фарша, быстрое окисление при размораживании и потемнение фарша, распад размороженного фарша на мелкие кусочки с выделением большого количества жидкости, а также отсутствие на существующих рыбоперерабатывающих предприятиях соответствующего оборудования. Для производства потребительских товаров из фарша тресковых рыб необходимо было решить следующие задачи:

1. стабилизировать структурно-механические свойства фарша – связать выделяющуюся влагу и предотвратить этот процесс;

2. при помощи внесения пищевых добавок, обогатителей и наполнителей привести массу фарша к таким реологическим показателям, которые позволяют формовать ее с начинками и без них на промышленных формовочных установках;

3. на существующем у предприятия или существующем на рынке оборудовании произвести конечные пищевые продукты, которые можно продать потребителям.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования:

- куттер Talsa 315 (МП-технологии, Россия);
- формовочная машина-коэкструдер Vemag HP30E (Vemag, ФРГ);
- замороженная в блоках масса трески мехобвалки производства ИП «Борисик А.П.» по ТУ 10.20.15-157-37676459-2017;
- картофельный крахмал по ГОСТ 53876-2010;
- пшеничная клетчатка Vitacel WF 200 (Германия);
- пшеничная мука по ГОСТ Р 52189-2003;
- мука рисовая и гороховая (ТУ 9223-143-04610209-2003);
- соевый изолят «Шаньсун-90 DN» (ООО «Ингредиенты. Развитие», Россия);
- пищевая добавка Tari Combi Pate (производства фирмы ICL Food Specialties, Германия);
- масло подсолнечное рафинированное дезодорированное высший сорт по ГОСТ 1129-2013.

Конечным потребительским продуктом переработки тресковых стали рыбные шарики с начинкой.

При проведении комплекса физико-химических исследований и изучения свойств объектов применялись стандартные и общепринятые методы:

- определение реологических показателей образцов фарша осуществляли на пенетрометре ПНДП по ГОСТ Р 50814-95;
- органолептические показатели определяли после обжарки изделий во фритюре посредством дегустационной оценки по пятибалльной шкале.

Результаты и их обсуждение

Характеристика рыбного фарша механической обвалки и выбор технологической схемы производства. В исследованиях была использована



Рисунок 1. Фарш трески механической обвалки от разных производителей

Figure 1. Mechanically deboned minced cod from different producers

замороженная в блоках масса трески (далее – фарш), полученная механической обвалкой хребтов трески, оставшихся после производства филе. Фарш выпускается блоками массой 3–7 кг в картонных коробках (рис. 1).

Цвет замороженного фарша варьируется от светло-бежевого до коричневого в зависимости от состояния использованного сырья, окисленности рыбы, количества липидов и шкуры трески в составе массы. После размораживания единая масса распадается на кусочки трески массой 2–5 г и размерами 3–6 мм с большим количеством выделившейся при размораживании влаги (в опытах отмечено выделение влаги до 45 % от массы замороженного сырья) (рис. 2).

Количество влаги зависит от скорости замораживания и свойств рыбного сырья. Ввиду того, что треска является нежирной рыбой, у размороженного фарша трески наблюдается рыхлая, водянистая структура, непригодная для формовки изделий [4–7]. Под давлением масса не приобретает однородной вязкой структуры, только теряется оставшаяся в тканях рыбы влага. Так как у измельченной рыбы большая площадь контакта с воздухом, то окисление размороженного фарша идет быстро – в течение нескольких часов. Это приводит к заметному потемнению фаршевой массы и появлению у готовых продуктов кислого



Рисунок 2. Размороженный фарш трески механической обвалки

Figure 2. Unfrozen mechanically deboned minced cod

привкуса. Поэтому основной задачей исследования стала проблема придания фаршу трески структуры, поддающейся формовке на промышленных автоматах, при минимальном окислении и микробиологической порче.

Требования к реологическим показателям массы рыбного фарша для формовки на промышленных машинах двояки. С одной стороны, масса должна быть вязкой, чтобы удерживать в себе жидкую начинку любой природы. Но, с другой стороны, масса должна быть текучей, чтобы формирующий нож отсекал порции продукта ровно, без тянущихся волокон. Для решения этой задачи применялись следующие подходы: составление массы для формовки в фаршемешалке и составление массы на куттере.

В процессе практического применения фаршемешалки и куттера были выявлены ряд существенных преимуществ и недостатков способов. Это позволило выбрать технологическую схему производства для дальнейших исследований.

Преимущества фаршесоставления на фаршемешалке состоят в том, что это оборудование относительно недорогое. Им обладают многие предприятия, выпускающие полуфабрикаты (пельмени, котлеты, блинчики) и оно не требует высокой квалификации оператора. Удельная мощность фаршемешалки на валу велика и позволяет перемешивать большую массу продукта, что обеспечивает большую производительность по выпуску продукции.

Недостатки использования фаршемешалки:

- отсутствие герметичности рабочей емкости (дежи) фаршемешалки ведет к потерям жидкости из размороженной рыбы, содержащей много водорастворимых белков. Это снижает пищевую ценность рыбного продукта;
- на фаршемешалке можно перемешивать только размороженные массы. В дежу нельзя загружать замороженные куски фарша трески, а скорость вращения лопастей или шнека фаршемешалки не позволяет разморозить этот фарш непосредственно от трения/механического воздействия на фарш рабочих поверхностей внутри фаршемешалки;
- длительное (по сравнению с куттерами) время перемешивания продуктов в мешалке для тщательного распределения ингредиентов по фаршу, что ухудшает микробиологические показатели и степень окисления ингредиентов;
- высокая температура фарша по окончании процесса;
- в фаршемешалке труднее регулировать консистенцию и реологические показатели фарша.

Преимущества фаршесоставления продуктов из фарша трески на куттерах:

- возможность измельчать замороженный фарш трески. В случае недостаточной производительности

куттера следует предварительно распилить крупные блоки на ленточной пиле или блокорежке;

- отсутствие необходимости размораживать рыбное сырье, что значительно снижает риск его окисления и микробиальной порчи. Отсутствие разморозки исключает потери влаги из размороженного сырья;
- возможность применять на куттере режимы измельчения и перемешивания;
- быстрое фаршесоставление на куттере, исчисляемое отдельными минутами;
- возможность точно регулировать температуру фаршевой массы встроенным в чашу куттера термометром.

Недостатками использования куттера можно назвать:

- мощность перемешивания на куттере меньше, чем на фаршемешалке; меньший объем чаши;
- отсутствие куттеров на предприятиях, выпускающих рубленые полуфабрикаты;
- большая стоимость куттеров по сравнению с фаршемешалками;
- высокие требования к квалификации оператора куттера.

Практические эксперименты на промышленной фаршемешалке показали, что специфика размороженного рыбного сырья (обводненность, быстрая потеря цвета/потемнение, рыхлая структура) не позволяет производить рыбный фаршевый продукт из массы трески на фаршемешалках, поэтому было решено дальнейшие эксперименты проводить только на куттере.

Изменение органолептических показателей рыбного фарша и готовой продукции. Конечным потребительским продуктом переработки тресковых стали рыбные шарики с начинкой. Основные требования к продуктам из обводненного фарша трески: максимально светлый цвет на разрезе продукта; способность приобретать правильную цилиндрическую или сферическую форму при формовке на линии, без тянущихся волокон; способность удерживать в себе начинку любой консистенции и степени вязкости.

В связи с этим исследование было разбито на несколько взаимосвязанных этапов.

Этап 1. Прямое регулирование вязкости фаршевой массы однокомпонентными растительными наполнителями. Основная проблема переработки фарша механической обвалки из трески – высокая обводненность, препятствующая формовке из нее любых продуктов [11–13]. Поэтому возникает необходимость применения наполнителей и пищевых добавок на основе растительных волокон [14, 15]. Начальной задачей работы стали исследования по связыванию влаги в рыбном фарше.

Поскольку фарш мехобвалки из трески является недорогим побочным продуктом разделки рыбы на филе, то стоимость этого сырья небольшая (сравнительно с тушкой и филе трески). Поэтому

Таблица 1. Изменение вязкости размороженного фарша трески в зависимости от количества и вида наполнителя

Table 1. Effect of the amount and type of filler on the viscosity of unfrozen minced cod

Доза наполнителя, %	Вязкость, Па·с			
	Пшеничная клетчатка	Гороховая мука	Крахмал картофельный	Рисовая мука
2	2,82	2,08	1,96	1,76
4	5,13	2,71	2,67	2,54
6	8,46	4,42	3,84	3,73
8	10,51	6,87	5,23	5,15
10	14,27	8,04	6,12	5,97
12	18,66	9,53	7,09	6,64

использование в качестве наполнителей пищевых добавок с высокой стоимостью нерационально. Для исследований выбраны широко применяемые в пищевой промышленности текстурирующие ингредиенты невысокой стоимости – рисовая и гороховая мука, пшеничная клетчатка и картофельный крахмал [14, 15].

Гороховая мука использовалась как недорогой наполнитель с высоким содержанием белка для улучшения показателей пищевой и биологической ценности продукта. Картофельный крахмал – нейтральный наполнитель, обладающий хорошими влагоудерживающими показателями. Рисовая мука – сопоставимый по показателям с крахмалом наполнитель. Пшеничная клетчатка – эффективный стабилизатор реологических показателей (вязкости, упругости, предельного напряжения сдвига) с дозировками 3–7 %. Внесение пшеничной клетчатки к размороженному фаршу трески в начале фаршесоставления позволяет связать свободную влагу, которая выделяется при разморозке. Однако чрезмерное (выше 7 %) добавление пшеничной клетчатки придает продукту сухость и ненатуральный «бумажный» привкус [14].

Параметр вязкости пищевой массы на основе размороженного фарша трески (+8 °С) зависит от внесенных структурообразователей (табл. 1). Количество вносимых ингредиентов ограничивалось технологическими соображениями – способностью коэкструдера к формовке приемлемых изделий. Этот параметр устанавливался опытным путем как «органолептическая оценка формуемости изделий, балл» (рис. 3). Во-первых, при низкой вязкости массы коэкструдер не способен формовать изделия правильной формы. Во-вторых, при высокой вязкости массы отформованные изделия разваливаются [14, 16, 17].

Все используемые ингредиенты в разной степени связывали влагу из размороженного фарша трески, меняя реологические показатели пищевой массы. Наполнители увеличивали вязкость и водосвязывающую способность фаршей. Это позволило получить продукт практически любой вязкости. Однако с повышением дозы наполнителя продукт становился сухим, ломким и расслаивался при формовке. Дегустаторы отмечали плотную консистенцию изделий с чрезмерной однородностью. Требовалось внесение в структуру продукта

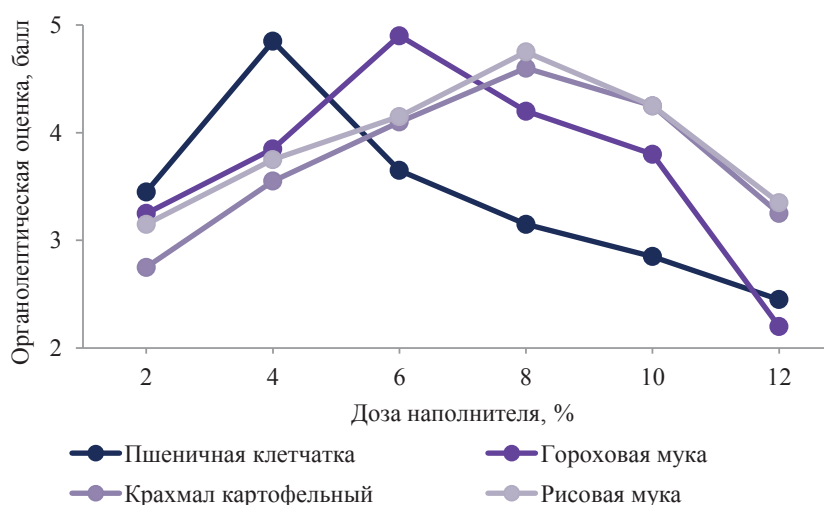


Рисунок 3. Органолептическая оценка формуемости изделий в зависимости от дозы и вида наполнителя

Figure 3. Effect of dose and type of filler on the sensory evaluation of the texture of the finished products

ингредиентов для придания неоднородности и грубых фрагментов, обычно присущих рубленным изделиям из рыбы.

Установлено, что оптимальные показатели формуемости были при 4 % у пшеничной клетчатки, 6 % – у гороховой муки, 8 % – у рисовой муки и картофельного крахмала. Однако применение одних только загустителей не решает проблемы формовки фаршевых изделий. Требуется их дополнение пластификаторами.

Стоит отметить, что большое количество дешевого наполнителя способно увеличить показатели вязкости фаршевой массы для ее формования в простые изделия (шарики и цилиндры). Но это сильно влияет на вкус, ретушируя рыбный привкус. Дегустаторы показали, что оптимальные количества наполнителей маскируют заявленный в продуктах рыбный вкус, а консистенция изделий получается однородной и нейтральной, теряется ощущение того, что это рыбный продукт. Изделия на основе фарша трески с наполнителем получились серые по цвету и безвкусные. Это связано с недостатком жировой фракции в продукте. По результатам эксперимента принято решение об увеличении жировой составляющей продукта.

Этап 2. Увеличение жировой части фаршевого продукта. Известно, что присутствие жиров в продукте обогащает вкус пищи. В треске жировая ткань сосредоточена в печени. Масса трески содержит больше жиров, чем филе. Однако эти липиды способствуют быстрому окислению фарша при размораживании [11, 13, 18, 19]. Для увеличения массовой доли жиров в фаршевом продукте требовался источник жиров. На рыбоперерабатывающих заводах недорогое сырье животного происхождения с большим содержанием жиров взять неоткуда: его закупки и хранение экономически и технологически нецелесообразны. Оптимальным для приготовления жировых компонентов рыбных фаршевых продуктов стало использование жировой эмульсии на основе растительного масла, воды и эмульгаторов. Растительное масло присутствует на производстве для приготовления заливок для шпрот, майонезов и соусов для морской капусты. Предприятия могут закупать его по низкой оптовой цене. Растительное масло легко хранить на обычных складах и легко дозировать для производственных целей. Любое другое жиросодержащее сырье стоит дороже и требует охлаждаемых складских площадей.

Для приготовления жировой эмульсии был выбран комплексный препарат *Tari Combi Pate*. Однако можно применять другие приемлемые по цене и технологическим свойствам эмульгаторы.

Для производства жировой эмульсии была использована следующая рецептура: растительное масло – 33 %, вода – 59 %, *Tari Combi Pate* – 8 %.

Как показали практические выработки, соотношение этих компонентов можно менять в относительно широких пределах в зависимости от желаемой консистенции эмульсии и требуемых экономических показателей. Эмульсия сохраняет стойкость при кратковременном (до 12 ч) хранении при низкой температуре от 0 до +4 °С. После этого начинается расслоение эмульсии на масло и воду.

При приготовлении эмульсии в куттер сначала вносят холодную воду температурой +4 °С. Далее на большой скорости вращения ножей вносят эмульгирующий препарат *Tari Combi Pate*, а затем медленно вносят растительное масло, постепенно приливая его в чашу куттера. Следует избегать одномоментного внесения масла в смесь воды и эмульгатора, что приведет к браку эмульсии и ее расслоению прямо в чаше куттера или сразу после окончания ее составления. Куттерование эмульсии ведут до образования однородной структуры на максимальной скорости вращения ножей куттера.

После приготовления эмульсии к ней добавляли размороженный фарш мехобвалки трески и растительные наполнители в оптимальных для формовки количествах (на выбор: пшеничная клетчатка – 4 %, гороховая мука – 6 %, рисовая мука и крахмал – 8 %). Формовка изделий показала, что эмульсия не ухудшает реологические показатели изделий. Отмечено, что продукт, содержащий 15 % эмульсии и 4 % пшеничной клетчатки, имел лучшие органолептические показатели (рис. 4).

Этап 3. Изучение влияния температуры на качественные показатели фарша и готовых продуктов. При проведении экспериментов была замечена разница в цвете фарша до и после разморозки, замороженный фарш был значительно светлее [11, 12]. Поэтому было принято решение отказаться от

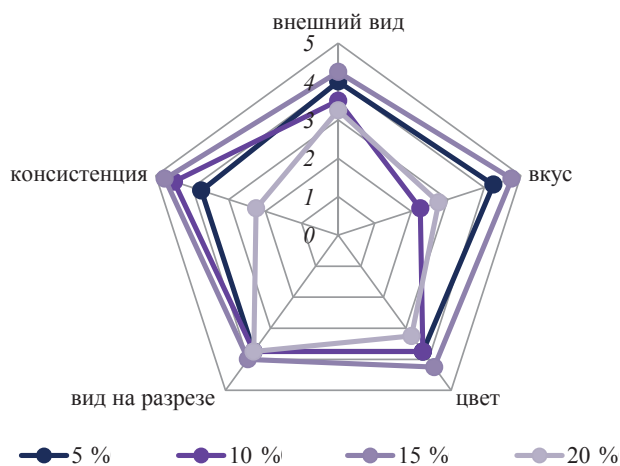


Рисунок 4. Органолептическая оценка образцов продукта в зависимости от массовой доли растительной эмульсии

Figure 4. Effect of the mass fraction of plant emulsion on the sensory evaluation of product samples



Рисунок 5. Внешний вид фарша, полученного из замороженного сырья

Figure 5. Appearance of minced cod obtained from frozen raw materials



Рисунок 6. Внешний вид готовой продукции из размороженного и замороженного фарша

Figure 6. Appearance of finished products from unfrozen and frozen minced cod

разморозки и измельчать блоки фарша трески на куттере, вводя наполнители после получения однородной массы. При перемещении фарша из куттера в коэкструдер и при движении фарша в трубопроводах формовочной машины температура фарша повышается, а его вязкость и способность к формовке снижается. Поэтому рекомендуется начинать процесс измельчения блоков фарша трески без предварительного размораживания. Такой подход сократит время производства, улучшит микробиологическое состояние и сроки хранения готового продукта, предотвратит окисление и сохранит белый цвет готового продукта (рис. 5 и 6).

Реологические показатели фарша из ранее проведенных экспериментов при формовке в зависимости от его температуры представлены в таблице 2.

Отмечено, что снижение температуры фарша значительно улучшает показатели его формуемости, тогда как при нагреве происходит таяние плохо связанной влаги и ухудшается формуемость. Холодные фарши с более низкой температурой ($-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже) формовались значительно лучше теплых фаршей ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше).

Этап 4. Регулирование текстуры фаршевых изделий. При производстве фаршевых изделий из замороженной массы трески и подобного сырья наиболее вероятное направление выбора продуктов – это замороженные полуфабрикаты, рыбные котлеты, фишбургеры, рыбные палочки и т. д. Потребитель в таких продуктах ожидает обнаружить естественную неоднородность, присущую рубленому рыбному филе. Однако специфика фарша из массы трески и подобного сырья в том, что высокая обводненность, рыхлость и бесструктурность не позволяет достичь этой цели напрямую.

В настоящем исследовании было найдено решение для придания грубой текстуры однородной фаршевой массе, состоящей из фарша трески мехобвалки (61 %), наполнителя (пшеничная клетчатка – 4 %)

и жировой эмульсии (15 %). В рецептуру вносили 20 % измельченных соевых гранул – этот компонент не сминается при формовке, сохраняет свою структуру при термообработке и придает продукту грубую текстуру, присущую продуктам из рубленой рыбы.

Соевые гранулы подготавливали следующим образом. На куттере смешивали соевый изолят «Шаньсун-90 DN» и холодную воду (температура $4\text{ }^{\circ}\text{C}$) в соотношении 1:3. Смешивание проводили на высокой скорости куттера до достижения смеси температуры $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Далее готовые гранулы были отправлены на охлаждение в холодильную камеру с температурой $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Соевые гранулы использовали при достижении его температуры не выше $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Из-за нейтральности органолептических показателей соевых гранул количество в 20 % было обусловлено необходимостью сохранить в продукте преобладание животного (рыбного) белка над соевым. Увеличение массовой доли соевых гранул сделало бы продукт не рыбным, а комбинированным. Добавление массовой доли гранул менее 20 % снижало неоднородность продукта. Внесение данного компонента не оказывало существенного влияния на вязкость фарша, изменяя только органолептические показатели.

Таблица 2. Влияние температуры на вязкость фарша с пшеничной клетчаткой и жировой эмульсией

Table 2. Effect of temperature on the viscosity of minced cod with wheat fiber and fat emulsion

Температура фарша, $^{\circ}\text{C}$	Вязкость, Па·с	Органолептическая оценка формуемости изделий, балл
-8	9,32	4,75
-4	6,14	4,85
0	5,61	3,25
+4	5,02	2,25
+8	4,14	1,15

Технология фаршевых продуктов. Во время проведения экспериментов принималась во внимание технологичность процессов, т. е. стремление свести к минимуму простой оборудования, возможные перегрузки компонентов в чашу куттера и обратно. При куттеровании следует проводить измельчение быстро во избежание излишнего повышения температуры и окисления продукции. Поэтому приготовление фарша включало в себя последовательно следующие операции:

1. Предварительное приготовление соевых гранул из изолированного соевого белка и их обязательное охлаждение. Смешение гранул с водой температурой 4 °С в соотношении 1:3, куттерование до повышения температуры смеси до 40 °С, охлаждение смеси до температуры не выше +6 °С;

2. Распиливание блоков замороженного фарша трески на куски размером 5×5×5 см или измельчение блоков на блокорежке. Размеры зависят от мощности куттера и его способности измельчать замороженный фарш трески;

3. Измельчение замороженного фарша трески мехобвалки на высокой скорости вращения ножей куттера (эту операцию следует проводить как можно быстрее, желательно под вакуумом);

4. Внесение растительного наполнителя для связывания выделившейся из фарша влаги и предотвращения прилипания фарша ко дну чаши во избежание его излишнего нагрева;

5. Внесение и измельчение соевых гранул для придания грубой текстуры продукту;

6. Окончание процесса куттерования до достижения фаршем температуры –2 °С во избежание его окислительной и микробиальной порчи;

7. Формовка фаршевого продукта в виде шариков;

8. Панировка в сахарной крошке;

9. Замораживание или кулинарная обработка.

Полученный продукт представляет собой шарик из пищевой массы на основе фарша трески с начинкой или без нее. Полученная по разработанной технологии фаршевая масса может быть отформована, помимо шариков, в виде рыбных палочек, фишбургеров и т. д.

Дальнейшее развитие работы и ее перспективы связаны с расширением линейки вкусов, форм и вида продуктов из фарша трески.

В качестве начинок для продуктов из фарша трески перспективно использовать по вкусу максимально контрастные к рыбе, хорошо переносящих формовку, заморозку и повторный разогрев. В качестве таковых предлагается рассмотреть овощные начинки (томатная, баклажанная, морковная, свекольная), ягодные (клюквенная, брусничная, черничная), молочные (сырная, йогуртная, сметанная), начинки из контрастных морепродуктов (селедочная, креветки, криль).

Помимо продуктов с начинками ведется работа по разработке технологии фаршевых продуктов в форме

наггетсов, фишбургеров, медальонов и рыбных стейков. Отрабатываются дозировки вкусовых добавок и красителей для производства имитаций лосося, тунца, форели, масляной рыбы, щуки, карпа и судака.

При разработке продуктов из фарша трески следует максимально широко применять лезоны и панировки:

– для расширения ассортимента (панировки разной текстуры, цвета, консистенции и калибра, панировки из сахарной крошки, молотых овощей – моркови, тыквы, свеклы и т. д., молотых круп);

– регулирования себестоимости готовых изделий (панировки могут быть дешевле рыбного сырья);

– увеличения выхода готовой продукции и маскировки косметических дефектов, неизбежных при практической отработке новых видов пищевых продуктов.

Результатом проекта является законченная и масштабируемая технология производства широкого ассортимента потребительских продуктов из промышленно неиспользуемого сейчас, но перспективного пищевого ресурса – фарша трески.

Выводы

В работе показана возможность расширения ассортимента выпускаемых рыбных продуктов из мало использованного недорогого сырья – фарша механической обвалки из тресковых рыб. Трудные технологические и реологические характеристики такого сырья можно регулировать за счет внесения наполнителей, а грубую текстуру можно создать стойкими к механическому воздействию соевыми гранулами.

Установлено положительное влияние низкой температуры фарша на формовку: его низкая температура (–7 °С и ниже) улучшает вязкость и формуемость изделий.

При выпуске фаршевых изделий из рыбы рекомендуется применять куттера как прогрессивное оборудование, чем обычные фаршемешалки.

Для стабилизации структурно-механических свойств фарша трески рекомендуется использовать несколько технологических решений:

1. Использовать фарш трески (и подобные продукты – фарш путассу, сайды, пикши) без разморозки, измельчая его предварительно на блокорежке или ленточной пиле, а далее измельчая на куттере;

2. Для увеличения вязкости и связывания влаги из фарша рекомендуется использовать растительные наполнители и текстураты;

3. Для улучшения органолептических показателей продуктов из нежирной и водянистой массы трески рекомендуется использовать водо-жировую эмульсию на основе растительного масла в количестве 15 % от массы фарша;

4. Для придания однородной массе грубой текстуры рубленой рыбы рекомендуется использовать измельченные на куттере соевые гранулы.

Технология испытана на фарше атлантической трески *Gadus morhua*, т. к. этот вид сырья дешев и легко доступен, но технология может быть использована для аналогичных фаршей из большинства видов тресковых рыб (трески, минтая, сайды, пикши). Технология позволяет эффективно использовать замороженную рыбу с минимальным количеством отходов. Выход готового фарша более 130 % от массы замороженного фарша.

Критерии авторства

И. Л. Ракитянская руководила проектом. А. А. Горбатовский проводил экспериментальные исследования. А. А. Горбатовский и М. В. Каледина

принимали участие в обработке данных, написании и корректировке статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

I.L. Rakityanskaya supervised the project. A.A. Gorbatovskiy conducted the experimental research. A.A. Gorbatovskiy and M.V. Kaledina processed the data and prepared the manuscript.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы


1. The state of world fisheries and aquaculture. Meeting the sustainable development goals. Rome : Food and Agriculture Organization, 2018. – 227 p.
2. Simpson, B. K. Food biochemistry and food processing. Wiley-Blackwell, 2012. – 912 p.
3. Pham, Q. T. Refrigeration in food preservation and processing / Q. T. Pham // Conventional and advanced food processing technologies / S. Bhattacharya. – John Wiley and Sons, 2015. – P. 357–386. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118406281.ch15>.
4. Bechtel, P. J. Properties of different fish processing by-products from pollock, cod and salmon / P. J. Bechtel // Journal of Food Processing and Preservation. – 2003. – Vol. 27, № 2. – P. 101–116. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2003.tb00505.x>.
5. Crop nutrient recovery from applied fish coproducts / M. Zhang, S. Sparrow, A. Pantoja [et al.] // A sustainable future: fish processing by-products / P. J. Bechtel, S. Smiley. – Fairbanks : Alaska Sea Grant College Program, 2010. – P. 87–104.
6. Bechtel, P. J. By-products from seafood processing for aquaculture and animal feeds / P. J. Bechtel // Maximising the value of marine by-products / F. Shahidi. – Woodhead Publishing, 2007. – P. 435–439 DOI: <https://doi.org/10.1533/9781845692087.3.435>.
7. Bechtel, P. J. Nutritional properties of pollock, cod and salmon processing by-products / P. J. Bechtel, R. B. Johnson // Journal of Aquatic Food Product Technology. – 2004. – Vol. 13, № 2. – P. 125–142. DOI: https://doi.org/10.1300/J030v13n02_11.
8. Bechtel, P. J. Chemical characterization of liver lipid and protein from cold-water fish species / P. J. Bechtel, A. C. Oliveira // Journal of Food Science. – 2006. – Vol. 71, № 6. – P. S480–S485. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00076.x>.
9. Shahidi, F. Biologically active peptides from foods / F. Shahidi, Q. Li // Applied food protein chemistry / Z. Ustunol. – John Wiley and Sons, 2015. – P. 75–98. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118860588.ch6>.
10. Daniela, B. Trends in fish processing technologies / B. Daniela, I. N. Anca, R. Peter. – New York : CRC Press, 2018. – 356 p.
11. Backi, C. J. Methods for (industrial) thawing of fish blocks: A review / C. J. Backi // Journal of Food Process Engineering. – 2018. – Vol. 41, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.12598>.
12. Li, B. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods – a review / B. Li, D. W. Sun // Journal of Food Engineering. – 2002. – Vol. 54, № 3. – P. 175–182. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00209-6](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00209-6).
13. Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: review / A. E. Ghaly, D. Dave, S. Budge [et al.] // American Journal of Applied Sciences. – 2010. – Vol. 7, № 7. – P. 859–877.
14. Горбатовский, А. А. Разработка рецептур и технологии фаршевых изделий из пресноводных рыб сложного сырьевого состава: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04 / Горбатовский Андрей Андреевич. – СПб., 2006. – 124 с.
15. Codex Alimentarius. Codex General Standard for Food Additives (GSFA) Online Database [Internet]. – Available from: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/gafa/en/>. – Date of the application: 14.05.2020.
16. Kim, S.-K. Introduction to seafood processing by-products / S.-K. Kim, J. Venkatesan // Seafood processing by-products / S.-K. Kim. – New York : Springer, 2014. – P. 1–9. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9590-1_1.
17. Mohan, C. O. Research methodology in food sciences: integrated theory and practice / C. O. Mohan, E. Carvajal-Millan, C. N. Ravishankar. – New Jersey : Apple Academic Press, 2018. – 394 p.
18. Archer, M. Seafood thawing / M. Archer, M. Edmonds, M. George. – Seafish Research and Development, 2008. – 45 p.
19. Sampels, S. The effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products: a review / S. Sampels // Journal of Food Processing and Preservation. – 2015. – Vol. 39, № 6. – P. 1206–1215. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12337>.

References


1. The state of world fisheries and aquaculture. Meeting the sustainable development goals. Rome: Food and Agriculture Organization; 2018. 227 p.
2. Simpson BK. Food biochemistry and food processing. Wiley-Blackwell; 2012. 912 p.
3. Pham QT. Refrigeration in food preservation and processing. In: Bhattacharya S, editor. Conventional and advanced food processing technologies. John Wiley and Sons; 2015. pp. 357–386. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118406281.ch15>.
4. Bechtel PJ. Properties of different fish processing by-products from pollock, cod and salmon. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2003;27(2):101–116. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2003.tb00505.x>.
5. Zhang M, Sparrow S, Pantoja A, Bechtel PJ. Crop nutrient recovery from applied fish coproducts. In: Bechtel PJ, Smiley S, editors. A sustainable future: fish processing by-products. Fairbanks: Alaska Sea Grant College Program; 2010. pp. 87–104.
6. Bechtel PJ. By-products from seafood processing for aquaculture and animal feeds. In: Shahidi F, editor. Maximising the value of marine by-products. Woodhead Publishing; 2007. pp. 435–439 DOI: <https://doi.org/10.1533/9781845692087.3.435>.
7. Bechtel PJ, Johnson RB. Nutritional properties of pollock, cod and salmon processing by-products. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2004;13(2):125–142. DOI: https://doi.org/10.1300/J030v13n02_11.
8. Bechtel PJ, Oliveira AC. Chemical characterization of liver lipid and protein from cold-water fish species. *Journal of Food Science*. 2006;71(6):S480–S485. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00076.x>.
9. Shahidi F, Li Q. Biologically active peptides from foods. In: Ustunol Z, editor. Applied food protein chemistry. John Wiley and Sons; 2015. pp. 75–98. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118860588.ch6>.
10. Daniela B, Anca IN, Peter R. Trends in fish processing technologies. New York: CRC Press; 2018. 356 p.
11. Backi CJ. Methods for (industrial) thawing of fish blocks: A review. *Journal of Food Process Engineering*. 2018;41(1). DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.12598>.
12. Li B, Sun DW. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods – a review. *Journal of Food Engineering*. 2002;54(3):175–182. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00209-6](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00209-6).
13. Ghaly AE, Dave D, Budge S, Brooks M. Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: review. *American Journal of Applied Sciences*. 2010;7(7):859–877.
14. Gorbatovskiy AA. Razrabotka retseptur i tekhnologii farshevykh izdeliy iz presnovodnykh ryb slozhnogo syr'evogo sostava [Development of recipes and technologies for minced products from freshwater fish of complex raw material composition]. Cand. eng. sci. diss. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Low Temperatures and Food Technologies; 2006. 124 p.
15. Codex Alimentarius. Codex General Standard for Food Additives (GSFA) Online Database [Internet]. [cited 2020 May 14]. Available from: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/gsfa/en/>.
16. Kim S-K, Venkatesan J. Introduction to seafood processing by-products. In: Kim S-K, editor. Seafood processing by-products. New York: Springer; 2014. pp. 1–9. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9590-1_1.
17. Mohan CO, Carvajal-Millan E, Ravishankar CN. Research methodology in food sciences: integrated theory and practice. New Jersey: Apple Academic Press; 2018. 394 p.
18. Archer M, Edmonds M, George M. Seafood thawing. *Seafish Research and Development*; 2008. 45 p.
19. Sampels S. The effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products: a review. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2015;39(6):1206–1215. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12337>.

Сведения об авторах

Горбатовский Андрей Андреевич

канд. техн. наук, доцент химического факультета, Хулунбуирский Университет, 021008, КНР, Внутренняя Монголия, г. Хулун-Буир, ул. Сюфу, 83, тел.: +7 (980) 373-35-89, e-mail: gorbatovskij@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7593-0881>

Ракитянская Ирина Леонидовна


канд. хим. наук, доцент кафедры физической химии, ФГБОУ ВО Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15, тел.: +7 (919) 71-58-06, e-mail: irisa@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-9963-2937>

Information about the authors


Andrey A. Gorbatovskiy

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Chemistry, Hulunbuir University, 83, Xuefu Str., Hulunbuir, Inner Mongolia, 021008, China, phone: +7 (980) 373-35-89, e-mail: gorbatovskij@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-7593-0881>


Irina L. Rakityanskaya

Cand.Sci.(Chem.), Associate Professor of the Department of Physical Chemistry, Perm State National Research University, 15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia, phone: +7 (919) 71-58-06, e-mail: irisa@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-9963-2937>

Каледина Марина Васильевна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии сырья и продуктов животного происхождения, ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина, 308503, Россия, пос. Майский, ул. Вавилова, 1, тел.: +7 (4722) 39-14-27, e-mail: kaledinamarina@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5835-996X>

Marina V. Kaledina

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology of Raw Materials and Animal Products, V.Ya. Gorin Belgorod State Agricultural University, 1, Vavilova Str., Mayskiy, 308503, Russia, phone: +7 (4722) 39-14-27, e-mail: kaledinamarina@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5835-996X>