

# Применение рыбных коллагенсодержащих добавок в составе панировочных смесей

Калининградский государственный  
технический университет,  
г. Калининград, Российская Федерация

В.И. Воробьев, О.П. Чернега, Е.В. Нижникова

## КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

**Воробьев Виктор Иванович**  
E-mail: viktor.vorobev@kgtu.ru

## ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования  
доступны по запросу  
у корреспондирующего автора.

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Воробьев, В.И., Чернега, О.П., &  
Нижникова, Е.В. (2024). Применение  
рыбных коллагенсодержащих добавок  
в составе панировочных смесей.  
*Хранение и переработка сельхозсырья*,  
32(2), 25–36.  
<https://doi.org/10.36107/spfp.2024.2.424>

**ПОСТУПИЛА:** 07.11.2023

**ДОРАБОТАНА:** 11.06.2024

**ПРИНЯТА:** 15.06.2024

**ОПУБЛИКОВАНА:** 30.06.2024

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии  
конфликта интересов.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Исследование выполнено в рамках  
проекта Федерального агентства по  
рыболовству (Министерство сельского  
хозяйства Российской Федерации)  
с рег. ном. 122030900086–1 от  
09.03.2022, код 01–32-05–1  
«Развитие и совершенствование  
производственных систем пищевой  
промышленности».

## АННОТАЦИЯ

**Введение:** Применение маловостребованного дешевого коллагенсодержащего рыбного сырья (рыбьей чешуи и ее составляющих, таких как коллагенсодержащее волокно) обладающего хорошими влагоудерживающими, термостойкими и адгезивными свойствами в составе рецептур панировок, способствующего улучшению текстуры, сочности и увеличению выхода готовых кулинарных изделий, представляет интерес для индустрии питания.

**Цель:** Оценить влияние коллагенсодержащего рыбного сырья, используемого в рецептурах панировочных смесей, на возможность снижения массовых потерь полуфабрикатов при обжарке на растительном масле.

**Материалы и методы:** Исследовались опытные образцы сухих и жидких (кляра) панировочных смесей, в рецептурах которых применялась чешуя салаки с прилипшей к ней ее икрой (смесь и кляр II), а также коллагенсодержащее волокно из чешуи судака (смесь и кляр I и III). В качестве полуфабрикатов для панировки были взяты морковные и мясные котлеты, творожники, охлажденное филе окуня и трески. Определялось изменение массы (потери и прирост) панированных полуфабрикатов при обжарке и органолептические показатели полученных кулинарных изделий.

**Результаты:** Разработанные малокомпонентные рецептуры панировочных смесей с рыбьей чешуей и коллагенсодержащим волокном, способствовали снижению технологических потерь сырья полуфабрикатов в процессе их обжарки в масле, при увеличении массы готовых изделий и улучшении их органолептических характеристик по сравнению с контролем.

**Выводы:** Обоснована целесообразность применения коллагенсодержащего рыбного сырья в составе рецептур панировочных смесей, используемых в производстве полуфабрикатов из сырья растительного, молочного, животного и рыбного происхождения.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

рыбья чешуя; коллагенсодержащее волокно; панировочная смесь; рецептура; полуфабрикат; обжарка; кулинарное изделие

# Application of Fish Collagen-Containing Additives in Breading Mixtures

Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, Russian Federation

Viktor I. Vorobyev, Olga P. Chernega, Elena V. Nizhnikova

## CORRESPONDENCE:

**Vorobyev Viktor Ivanovich**

E-mail: viktor.vorobev@klgtu.ru

## DATA AVAILABILITY:

Data from the current study are available upon request from the corresponding author.

## FOR CITATIONS:

Vorobyev, V.I., Chernega, O.P., & Nizhnikova, E.V. (2024). Application of fish collagen-containing additives in breading mixtures. *Storage and Processing of Farm Products*, 32(2), 25–36. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.2.424>

**RECEIVED:** 07.11.2023

**REVISED:** 11.06.2024

**ACCEPTED:** 15.06.2024

**PUBLISHED:** 30.04.2024

## DECLARATION OF COMPETING

**INTEREST:** none declared.

## FUNDING:

The study was carried out within the framework of the project of the Federal Agency for Fisheries (Ministry of Agriculture of the Russian Federation) with reg. nom. 122030900086-1 dated 03/09/2022, code 01-32-05-1 «Development and improvement of production systems of the food industry».

## ABSTRACT

**Introduction:** The use of low-demand cheap collagen-containing fish raw materials, such as fish scales and its components, namely, collagen-containing fiber, possessing good water-retaining, thermogelling and adhesive properties in the composition of breading recipes, helping to improve texture, juiciness and increasing the yield of finished culinary products, is a promising trend in the food industry.

**Purpose:** To evaluate how collagen-containing fish raw materials used in breading mixture recipes influence on the possibility of reducing the mass losses of semi-finished products when frying in vegetable oil.

**Materials and Methods:** Experimental samples of dry and liquid (batter) breading mixtures were studied. The recipes using Baltic herring scales with caviar adhered to it (mixture and batter II), as well as collagen-containing fiber from pike perch scales (mixture and batter I and III) were analysed. Carrot and meat patties, curd cheese pancakes, chilled perch and cod fillets were taken as semi-finished products for breading. The change in the mass (loss and gain) of breaded semi-finished products during frying and the organoleptic characteristics of the resulting culinary products were determined.

**Results:** It was determined that the developed low-component recipes for breading mixtures with fish scales and collagen-containing fiber contributed to the reduction of technological losses of raw materials of semi-finished products when frying in vegetable oil, while increasing the mass of finished products and improving their organoleptic characteristics compared to the control.

**Conclusion:** The efficiency of using collagen-containing fish raw materials in the recipes of breading mixtures used in the production of semi-finished products from raw materials of vegetable, dairy, animal and fish origin is substantiated.

## KEYWORDS

fish scales; collagen-containing fiber; breading mixture; recipe; semi-finished product; roasting; culinary product



## ВВЕДЕНИЕ

Процесс нанесения пищевого слоя (покрытия) на поверхность различных полуфабрикатов перед их тепловой обработкой называется панировкой. Подсчитано, что количество панированных изделий составляет 12,5% от общего количества всех производимых пищевых продуктов (Василенко & Гуляев, 2022). Панировка препятствует выделению жидкости и жира из полуфабриката и испарению влаги с его поверхности, при тепловой обработке, а также излишнему поглощению жира (при обжарке в масле), сохраняя аромат, сочность и форму готового изделия, при обеспечении привлекательного внешнего вида, текстуры и вкуса (Chen et al., 2011; Tamsen et al., 2018; Данилеско, Мирошник 2018; Nanda et al. 2020; Bandre et al., 2018).

Список панировок обширен (панировочные сухари, американская крошка, панко, крекерная и пшеничная мука и др.), и их составы постоянно совершенствуются (Chen et al., 2011; Carvalho, Ruiz-Carrascal, 2018; Ching et al., 2021; Kupkanchanakul et al., 2019; Voong et al., 2018). Панировка бывает сухой (крошка, мука, присыпка и др.) и жидкой (кляр), а также однослойной и многослойной, ее нанесение на полуфабрикат может осуществляться путем обваливания, опыливания, погружения в жидкость (окунание) или полива, присыпкой вручную или машинным способом (Chen et al., 2011; Suhag et al., 2020).

С целью улучшения текстуры, сочности и уменьшения потерь сырья при производстве кулинарных изделий в составе панировочной смеси применяются биополимеры растительного и животного происхождения, в том числе рыбный коллаген и желатин (глютин), выполняющие роль загустителя, стабилизатора, гелеобразователя и водоудерживающего агента (Ching et al., 2021; Martin et al., 2019; Abdul-Zubir et al., 2022; Глотова и др., 2018; Антипова и др., 2012; Антипова и др., 2015; Сложенкина и др., 2021). В холодной воде нативный рыбный коллаген нерастворим (не проявляет «клеевые» свойства). Клеевыми (адгезивными) свойствами обладают продукты гидролиза рыбного коллагена, имеющие

молекулярную массу от 60000 Да (Schellmann, 2007). Особенностью рыбного коллагена (I-типа) является то, что он считается проколлагеном (имеет меньшее число аминокислот и поперечных межмолекулярных связей по сравнению со «зрелым» коллагеном млекопитающих), который способен в отличие от других коллагенов набухать и частично растворяться в растворах слабых органических кислот (Плиева, 2019).

При нагревании, в присутствии воды, коллаген гидролизуется и переходит в желеобразное состояние (глютин — основа рыбного клея). Рыбный коллаген менее устойчив чем животный. Если коллаген говядины, после нагревания в течении 2,5 мин подвергается желатинизации примерно на 10%, то коллаген рыбы при тех же условиях разрушается на 50–60 и до 75%. Повышение кислотности мяса ускоряет разложение коллагена, особенно в начальной фазе (до 5–10 мин) (Kolakovskiy, 1991). Запатентованы панировочные смеси (CN112956509, RU2260357)<sup>1,2</sup>, в рецептуре которых применяются продукты ферментативного гидролиза рыбного коллагена, имеющие пониженные адгезионные свойства и высокую себестоимость.

Снижение себестоимости рыбного коллагена за счет его получения основанного на простых физических методах обработки рыбьей чешуи (очистка, сушка, измельчение и сепарирование образовавшейся смеси) без применения дорогостоящего и длительного процесса ее гидролиза и соответственно вовлечение значительных количеств недостаточно используемого коллагенсодержащего сырья (чешуя рыб) в промышленное производство, как компонента рецептур панировочных смесей, обладающего хорошими влагоудерживающими, терможелирующими и адгезивными свойствами, представляет интерес для индустрии питания. Цель текущего исследования: Провести исследования направленные на возможное снижение массовых потерь полуфабрикатов при обжарке на растительном масле, за счет применения панировочных смесей содержащих коллагенсодержащие рыбные добавки.

<sup>1</sup> Liu Haiying Yan Dongmei; Yu Wenxia (2021). Healthy breadcrumbs and preparation method thereof. Patent CN112956509. Univ Jiangnan; Lianyungang Anny Food Co Ltd.

<sup>2</sup> Антипова Л.В., Глотова И.А., Батищев В.В. (2006) Способ производства формованных изделий в коллагеновом покрытии. РФ Патент № 2260357. Воронеж: ООО «Палтус-2».

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Материалы

Получение коллагенсодержащего волокна (далее по тексту — КВ), а также изготовление опытных образцов панировочных смесей и панированных полуфабрикатов осуществляли в лабораториях кафедры органической химии и технологии продуктов питания Калининградского государственного технического университета.

Коллагенсодержащее волокно, получено согласно способу, разработанному ранее специалистами университета из чешуи судака, образующейся на ООО «БАЛТ-ИНЕЙ» при обработке рыбного сырья (Воробьев и др., 2021).

В процессе вылова и первичной обработки нерестовой балтийской салаки, образуется чешуя, особенностью которой является значительное количество прочно прилипшей к ней ее икры (далее по тексту — ЧНС).

Внешний вид КВ, представляет собой нитеобразные частицы нативного коллагена (около 300000 Да) (Рисунок 1).

Внешний вид ЧНС представлен на Рисунке 2.

С целью использования ЧНС в пищевых целях, ввиду образования монолитного комка при ее сушке и возможной остановке измельчителя, после ее промывки водой и удаления жидкости, чешую смешивали со злаковыми или их смесями (пшеница, рис) в массовом соотношении 30:70 и высушивали воздухом (до 70 °С).

Панировочные смеси получали путем смешивания и измельчения компонентов панировки (КВ, ЧНС, пшеничная крупка, рис), взятых в определенных соотношениях, в высокоскоростном мультифункциональном измельчителе: I — панировочная смесь (ВК — 20%, пшеничная крупка — 80%), II — (ЧНС — 30%, пшеничная крупка — 70%), III — (ВК — 20%, рис — 40%, пшеничная крупка — 40%) (Рисунок 3).

Все полуфабрикаты перед панировкой, sprыскивались лимонным соком. Панировочная смесь на изделие наносилась вручную способом обвалки. В качестве полуфабрикатов для панировки были взяты морковные и мясные котлеты, творожники, охлажденное филе окуня и трески.

Рисунок 1

Коллагенсодержащее волокно (КВ) из чешуи судака

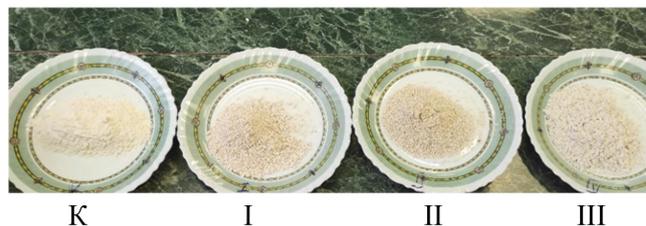


Рисунок 2

Высушенная чешуя нерестовой салаки с прочно прилипшей к ней ее икрой (ЧНС), полученная после обработки рыбы в моечном барабане.

Рисунок 3

Панировочные смеси



Примечание. I — панировочная смесь (ВК — 20%, пшеничная крупка — 80%), II — (ЧНС — 30%, пшеничная крупка — 70%), III — (ВК — 20%, рис — 40%, пшеничная крупка — 40%), К — контроль (пшеничная мука 100%)

Рисунок 4

Морковные котлеты в панировочных смесях



Примечание. I — панировочная смесь (ВК — 20%, пшеничная крупка — 80%), II — (ЧНС — 30%, пшеничная крупка — 70%), III — (ВК — 20%, рис — 40%, пшеничная крупка — 40%), К — контроль (пшеничная мука 100%)

Образцы панированных морковных котлет представлены на Рисунке 4. Морковные котлеты в панировке были приготовлены по следующей рецептуре: морковь — 700 г, манная крупа — 100 г, соль, перец. Время жарки на сковороде с растительным маслом — 4 минуты до температуры 75 °С.

Образцы обжаренных панированных котлет из фарша «Домашний» (ООО «KLD», г. Калининград) представлены на Рисунке 5. Мясные котлеты были приготовлены по следующей рецептуре: говядина, свинина — 500 г (соотношение 50/50), яйцо куриное — 40 г., соль, перец. Время жарки на сковороде с растительным маслом 7–10 минуты до температуры 85 °С.

**Рисунок 5**

Котлеты мясные в панировочных смесях



К I II III

*Примечание.* I — панировочная смесь (ВК — 20 %, пшеничная крупка — 80 %), II — (ЧНС — 30 %, пшеничная крупка — 70 %), III — (ВК — 20 %, рис — 40 %, пшеничная крупка — 40 %), К — контроль (пшеничная мука 100 %)

**Рисунок 6**

Творожники в панировочных смесях



К I II III

*Примечание.* I — панировочная смесь (ВК — 20 %, пшеничная крупка — 80 %), II — (ЧНС — 30 %, пшеничная крупка — 70 %), III — (ВК — 20 %, рис — 40 %, пшеничная крупка — 40 %), К — контроль (пшеничная мука 100 %).

Образцы панированных творожников представлены на Рисунке 6. Творожники готовили по следующей рецептуре: творог — 300 г, сахар — 15 г, яйцо куриное — 40 г. Время жарки на сковороде с растительным маслом — 5–7 минуты до температуры 85 °С.

Образцы панированного и обжаренного филе окуня представлены на Рисунке 7.

**Рисунок 7**

Филе обжаренного окуня в панировочных смесях



К I II III

*Примечание.* I — панировочная смесь (ВК — 20 %, пшеничная крупка — 80 %), II — (ЧНС — 30 %, пшеничная крупка — 70 %), III — (ВК — 20 %, рис — 40 %, пшеничная крупка — 40 %), К — контроль (пшеничная мука 100 %)

К сухим панировочным смесям была добавлена вода с целью получения кляра, рецептуры которого представлены в Таблице 1.

**Таблица 1**

Рецептура смеси для получения кляра

Наименование ингредиентов	Масса смеси, г	Масса воды, г	Массовое соотношение смесь : вода
Мука пшеничная (контроль)	30,0	30,0	1:1
I — смесь (чешуя 20%, пшеничная крупка 80%)	30,0	60,0	1:2
II — смесь (30% чешуя с икрой, 70% пшеничная крупка)	30,0	60,0	1:2
III — смесь (20% коллаген, 40% рисовая мука, 40% пшеничная крупка)	30,0	60,0	1:2

## Оборудование

Мойку чешуи судака и салаки (в капроновой сетке) по отдельности осуществляли в стиральной машине (LG F2WN2S6S3E, Польша), обработку промытого рыбного сырья — в 5% растворе поваренной соли и 1% пищевой соды (массовое соотношение рыбное сырье: раствор – 1:4) в течение 40 минут в емкостях из нержавеющей стали и далее промывали пресной водой с целью удаления соли.

Очищенную, рыбу чешую судака обезвоживали в электросушилке (Спектр-Прибор ЭСОФ-2–0,6/220 Ветерок-2, Россия), чешую салаки в электросушилке Clatronic DR 2751.

Измельчение высушенной чешуи и панировочных смесей производили при помощи измельчителя (чаша 0,8 литра, 36000 об/мин, производитель Zhejiang Winki Plastic Co., Ltd., Китай). Сепарировали измельченную чешую электровиброситом (модель PS-300B, Китай со сменными ситами).

Измельчение растительного и мясного сырья осуществляли на мясорубке Polaris PMG 1872, тепловую обработку на электрической плите KITFORT KT-131.

## Методы

Определение изменения массы полуфабрикатов (потери и прирост) при тепловой обработке и органолептическую оценку опытных образцов панированных кулинарных изделий проводили стандартными и общепринятыми методами.

### Процедура исследования

Органолептический анализ качества готовой продукции проводился по следующим характеристикам: внешний вид, консистенция, вкус и запах готового изделия, цвет панировки после обжаривания, наличие хруста панировки при разжевывании, ее запаха и вкуса.

При оценке внешнего вида изделия обращали внимание на его конкретные свойства, такие как форма и состояние поверхности. Оценка консистенции и вкуса проводилась тактильно в полости рта в процессе пережевывания, с установлением типичности вкуса и консистенции для изделия данного

вида, запах глубоким вдохом, задерживая дыхание на 2–3 с и выдыханием. В ходе анализа устанавливали типичность запаха для изделия данного вида.

Потери при тепловой обработке полуфабрикатов определяли для изделий, реализуемых в горячем состоянии, с учетом потерь при остывании до температуры 40 °С.

Схема проведения работ по определению потерь при тепловой обработке: 1 этап — определение массы опытной партии полуфабриката взвешиванием, 2 этап — определение массы готового продукта взвешиванием после тепловой обработки, 3 этап — определение массы готового продукта взвешиванием после тепловой обработки и остывания до температуры 40 °С, 4 этап — определение потерь расчетным способом при тепловой обработке с учетом потерь при остывании. При жарке панированных кулинарных изделий расчет проводят с учетом массы панировки. Определение потерь массы полуфабриката с учетом потерь при остывании, в процентах к массе полуфабриката определяли по формуле:

$$Пт = (M_1 - M_2) / M_1 \times 100$$

Пт — потери при тепловой обработке и остывании продукта, кг;

$M_1$  — масса сырья нетто или полуфабриката, подготовленного к тепловой обработке, кг;

$M_2$  — масса готового продукта после тепловой обработки, кг

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Прикладные и научные аспекты применения панировочных смесей с коллагенсодержащей добавкой

Глобальный рост спроса и неизбежность потребления жареной продукции людьми, при осознании необходимости здорового образа жизни, ставит перед специалистами индустрии питания задачу получения здоровой пищи путем модификации поверхности продукта (панировки), способствующей снижению уровня поглощения фритюрного масла при жарке путем применения гидроколлоидов растительного и животного происхождения в рецептуре покрытий (Liberty et al., 2019; Voong et al., 2019). Получение здо-

ровой пищи возможно путем использования панировочной смеси, в рецептуре которой, помимо злаковых (пшеница, рис), применяется рыба чешуя и ее составляющие, такие как коллагенсодержащее волокно.

Рыбья чешуя, образующаяся в процессе рыбобороздки (оценивается в 8 млн т/год в мире), является малоиспользуемым сырьем, содержащим значительное количество белка (40–84% от общего содержания сухого вещества) в основном коллагена и ее вовлечение в производство пищевой продукции является актуальной задачей рыбной промышленности (Kodali et al., 2022; Дгебуадзе, Чернова, 2009).

Имеющийся зарубежный и отечественный опыт получения панировочных смесей с использованием рыбного коллагена основан на гидролизе рыбного сырья, который предусматривает перевод коллагена в растворимое состояние путем обработки кислотой, щелочью или ферментами с последующим его выделением из раствора (Rajabimashhadi et al., 2023). Процесс гидролиза сопровождается значительными потерями исходного сырья и низким выходом готовой продукции, использованием больших объемов применяемых жидкостей, которые требуют нейтрализации с образованием солей, высокими энергозатратами (в виду высушивания растворов), использованием химических реактивов и дорогостоящих ферментов, что существенно ограничивает промышленное применение процесса гидролиза (Rajabimashhadi et al., 2023; Salvatore et al., 2020). Патентованный способ получения панировочных смесей с КВ, а также ЧНС основан на «сухом» методе без применения процесса гидролиза<sup>3</sup>. Применение простых физических методов обработки согласно разработанного способа (высушивание, измельчение, сепарирование) позволяет значительно снизить себестоимость получаемых коллагенсодержащих добавок и использовать их в составе панировок в промышленных масштабах.

Получаемое КВ имеет тенденцию к «слипанию» между собой, что препятствует равномерному нанесению панировочного слоя на поверхность полуфабриката в сухом виде. Для устранения указанного недостатка, предварительно КВ смешивается и измельчается со злаковыми в определенном массовом соотношении с получением однородной смеси. При совместном измельчении, злаковые

выступают в роли абразива для нитеобразных частиц КВ, способствуя истиранию и уменьшению их размера, кроме того, образующиеся измельченные частицы злаковых обволакивая коллагеновые частицы препятствуют их «слипанию».

Эмпирически установлено, что при увеличении массовой доли КВ более 20% в смеси, возможно образование комков-катышей с размером более 2,5 мм, что может привести к неоднородности полученной панировочной смеси. В процессе исследований также установлено, что полученная измельченная смесь с размером частиц не более 2,5 мм хорошо (равномерным слоем) наносится и удерживается на поверхности полуфабриката при панировке.

Предварительная обработка поверхности полуфабриката лимонным соком способствует частичной мацерации поверхности полуфабриката и ускорению процесса частичного гидролиза высокомолекулярного коллагена в панировочной смеси, улучшая тем самым адгезию панировки при нанесении на поверхность и хранении изделия до обработки, а также в процессе его тепловой обработки (жарки), вследствие быстрого гидролиза высокомолекулярного рыбного коллагена приводящего к образованию фракций (55000–90000 Да), обладающих высокими адгезивными свойствами. В результате происходит образование монолитного, плотно прилегающего хрустящего панировочного слоя на поверхности изделия (корочки), препятствующего выделению жидкости и жира из полуфабриката и испарению влаги с поверхности, а также одновременно снижающего диффузию в него, используемого для жарки масла, что позволяет уменьшить технологические потери его массы при тепловой обработке и соответственно увеличить выход готовых изделий, способствуя улучшению их сочности и жевательности.

### **Результаты технологических потерь кулинарных полуфабрикатов в сухой панировке после обжарки (растительное масло) и их органолептические показатели**

Изменение массы полученных кулинарных изделий (морковные котлеты, котлеты из фарша «Домашний», филе окуня и трески, творожники) па-

<sup>3</sup> Воробьев В.И., Чернега О.П., Нижникова Е.В. (2023) Панировочная смесь. РФ Патент №2806832. Калининград: Калининградский государственный технический университет

нированные опытными образцами смесей (I, II, III) после обжарки на сковороде с растительным маслом представлены в Таблицах 2–6.

По данным, приведенным в Таблице 2 видно, что опытные образцы панировочных смесей способствовали снижению технологических потерь при тепловой обработке (соответственно 1,37 %, +2,31 %, +2,8 %) по сравнению с контролем (2,7 %). Прирост массы готового изделия с панировочной смесью II и III, по сравнению с исходным полуфабрикатом связан, с поглощением панировкой части растительного масла, применяемого при жарке.

Органолептическая оценка контрольной и опытных образцов готовой продукции показала следующее: все изделия имели округло-овальную форму, поверхность без разорванных и ломаных краев, равномерно панированную, с поджаренной корочкой золотисто-коричневого цвета, без привкуса и аромата рыбы, нежную консистенцию.

Следует отметить, что изделия, приготовленные с использованием панировочной смеси № II имели

самую сочную консистенцию, цвет панировки золотисто-коричневый. Присутствовал явный хруст панировки при разжевывании. Запах и вкус, соответствующий котлетам из моркови. Все образцы панировочных смесей (I, II, III) хорошо держат форму изделия, по сравнению с контролем.

Согласно Таблице 3, опытные панировочные смеси способствовали снижению технологических потерь при тепловой обработке (соответственно 20,50 %, 23,03 %, 25,34 %) по сравнению с контролем (33,12 %).

Органолептическая оценка контрольной и опытных образцов готовой продукции показала следующее: все изделия имели округло-овальную форму, поверхность без разорванных и ломаных краев, равномерно панированную, с поджаренной корочкой коричневого цвета, без привкуса и аромата рыбы, мягкую консистенцию.

Согласно Таблице 4, опытные панировочные смеси способствовали снижению технологических потерь при тепловой обработке (соответственно 0,7 %, +3,5 %, +6,6 %) по сравнению с контролем (10,4 %). Прирост массы готового изделия с панировочной

**Таблица 2**

Изменение массы морковных котлет в панировке после обжарки

Панировка	Морковные котлеты				
	Масса котлеты, г	Масса панировки, г	Масса котлеты в панировке до жарения, г	Масса котлеты после жарения, г	Потери и прирост массы котлеты после жарения, %
Контроль	70,0	3,5	73,5	71,5	2,72
Смесь I	70,0	3,5	73,5	72,5	1,37
Смесь II	70,0	3,5	73,5	71,8	+2,31
Смесь III	70,0	4,5	74,5	76,6	+2,80

**Таблица 3**

Изменение массы мясных котлет в панировке после обжарки

Панировка	Котлеты из фарша «Домашний»				
	Масса котлеты, г	Масса панировки, г	Масса котлеты в панировке до жарения, г	Масса котлеты после жарения, г	Потери и прирост массы котлеты после жарения, %
Контроль	80,0	1,5	81,5	54,5	33,12
Смесь I	91,0	4,0	95,0	75,5	20,50
Смесь II	97,0	5,0	102,0	78,5	23,03
Смесь III	101,5	7,0	108,5	81,0	25,34

смесью II и III, по сравнению с исходным полуфабрикатом, связан с поглощением панировкой части растительного масла, применяемого при жарке.

При органолептической оценке творожников в различной панировке обращали внимание на внешний вид (форма, состояние поверхности), консистенцию, вкус и запах готового изделия, цвет панировки после обжаривания, наличие хруста панировки при разжевывании. Органолептическая оценка контрольной и опытных образцов готовой продукции показала, что творожные изделия, приготовленные с использованием панировочных смесей, сохранили форму после термообработки в отличие от образцов с мучной панировкой. Панировочные смеси прочно удерживались на поверхности продукта, что обеспечило необходимую сочность готовых формованных изделий. Изделия с использованием пшеничной муки потеряли форму и имели непривлекательный внешний вид.

Как свидетельствует Таблица 5, опытные панировочные смеси способствовали снижению технологических потерь при тепловой обработке (соответствен-

но 10,44%, 8,8% и 0,0%) по сравнению с контролем (14,6%).

Согласно данным Таблицы 6, опытные панировочные смеси способствовали снижению технологических потерь при тепловой обработке (соответственно 7,5%, 6,7% и 5,3%) по сравнению с контролем (19,4%). Органолептическая оценка полученных образцов кулинарной продукции - филе рыбы в панировке показала:

(1) Контроль — консистенция филе сочная, нежная, панировка не отстаёт от продукта, равномерно покрывает рыбу, хруст отсутствует, цвет золотистый;

(2) Смесь I — консистенция филе сочная, нежная, панировка не отстаёт от продукта, равномерно покрывает рыбу, присутствует хруст, цвет коричневый, вкус панировки нейтральный, не перебивает вкус рыбы;

(3) Смесь II — консистенция филе сочная, нежная, панировка не отстаёт от продукта, равномерно покрывает рыбу, чуть менее выражен хруст, цвет светло-золотистый, вкус панировки нейтральный, не перебивает вкус рыбы;

**Таблица 4**

Изменение массы творожника в панировке после обжарки

Панировка	Творожник				
	Масса творожника, г	Масса панировки, г	Масса творожника в панировке до жарения, г	Масса творожника после жарения, г	Потери и прирост массы творожника после жарения, %
Контроль	70,0	2,0	72,0	64,5	10,4
Смесь I	70,0	6,0	76,0	75,5	0,7
Смесь II	79,0	5,0	84,0	87,0	+3,5
Смесь III	69,0	6,0	75,0	80,0	+6,6

**Таблица 5**

Изменение массы филе окуня в панировке после обжарки

Панировка	Филе окуня				
	Масса филе, г	Масса панировки, г	Масса филе в панировке до жарения, г	Масса филе после жарения, г	Потери и прирост массы филе после жарения, %
Контроль	35,5	2,0	37,5	32,0	14,6
Смесь I	31,5	2,0	33,5	30,0	10,4
Смесь II	30,0	4,0	34,0	31,0	8,8
Смесь III	31,5	2,5	34,0	34,0	0,0

**Таблица 6**

Изменение массы филе трески в панировке после обжарки

Панировка	Филе трески				
	Масса филе, г	Масса панировки, г	Масса филе в панировке до жарения, г	Масса филе после жарения, г	Потери и прирост массы филе после жарения, %
Контроль	97,0	1,0	98,0	79,0	19,4
Смесь I	97,5	3,0	100,5	93,0	7,5
Смесь II	72,0	2,5	74,5	69,5	6,7
Смесь III	102,0	2,5	104,5	99,0	5,3

**Таблица 7**

Изменение массы филе трески в кляре в процессе обжарки

Панировка	Филе трески				
	Масса филе, г	Масса кляра, г	Масса филе в кляре до жарения, г	Масса филе после жарения, г	Потери и прирост массы филе после жарения, %
Контроль	96,5	19,5	116,0	100,0	13,8
Смесь I	93,5	30,0	123,5	113,0	8,5
Смесь II	90,0	18,5	108,5	99,5	8,5
Смесь III	107,0	26,5	133,5	123,0	7,5

(4) Смесь III — консистенция рыбы сочная, нежная, панировка не отстает от продукта, равномерно покрывает рыбу, чуть менее выражен хруст, цвет светло-золотистый, вкус панировки нейтральный, не перебивает вкус рыбы.

### Результаты технологических потерь кулинарных полуфабрикатов в кляре после обжарки (растительное масло)

Применение жидкой панировки (кляр) и ее влияние на изменение массы филе трески в процессе обжарки представлено в Таблице 7. Аналогично сухой панировке, жидкая панировка-кляр способствовала снижению технологических потерь полуфабриката при обжарке (соответственно 8,5 % и 7,5 %) по сравнению с контролем (13,8 %).

Отсутствие рыбного запаха у добавки KB и длительное сохранение качества в обычной (полимерной или бумажной) упаковке в процессе хранения при комнатной температуре делает ее универсальной и позволяет использовать в различных направлениях пищевой промышленности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование касается термической обработки (обжарки на растительном масле) кулинарных полуфабрикатов в панировочных смесях одним из рецептурных компонентов которых является коллагенсодержащая добавка из чешуи рыб. Оценено влияние коллагенсодержащих рыбных добавок (KB и ЧНС) используемых в рецептурах панировочных смесей на снижение массовых потерь кулинарных полуфабрикатов при обжарке на растительном масле. Полученные результаты ожидаемы, так как применение коллагенсодержащих добавок (KB и ЧНС) в рецептуре панировочных смесей, обладающих высокими влагоудерживающими и «клеевыми» свойствами, способствовало удержанию жидкости и соответственно снижению массовых потерь кулинарных полуфабрикатов в процессе их термической обработки. Отсюда, использование панировочных смесей с коллагенсодержащей добавкой из рыбьей чешуи при производстве различных кулинарных полуфабрикатов представляется эффективным. Дальнейшие исследования будут направлены на расширение рецептур (помимо панировочных смесей) и ассортимента различной пищевой продукции с использованием коллагенсодержащих добавок.

## АВТОРСКИЙ ВКЛАД

**Воробьев Виктор Иванович:** общее руководство исследованием; редактирование рукописи.

**Чернега Ольга Павловна:** проведение исследования; создание черновика рукописи; редактирование рукописи.

**Нижникова Елена Владимировна:** проведение исследования; валидация данных.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Антипова, Л. В., Сторублевцев, С. А., & Бобрешова, М. В. (2012). Шкуры рыб как объект для получения коллагеновых субстанций. *Научные труды Университета пищевых технологий. Пловдив, 59*, 976–978.
- Antipova, L. V., Storablevtsev, S. A., & Bobreshova, M. V. (2012). Fish skins as an object for obtaining collagen substances. *Scientific Works of the University of Food Technologies. Plovdiv, 59*, 976–978. (In Russ.)
- Антипова, Л. В., Сторублевцев, С. А., Болгова, С. Б., Сухов, И. В., Матасова, К. В., Жданова, И. Ю., & Майорова, К. В. (2015). Применение коллагеновых субстанций в отраслях экономики. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 10(4)*, 601–604.
- Antipova, L. V., Storablevtsev, S. A., Bolgova, S. B., Sukhov, I. V., Matasova, K. V., Zhdanova, I. Yu., & Mayorova, K. V. (2015). The use of collagen substances in economic sectors. *International Journal of Applied and Fundamental Research, 10(4)*, 601–604. (In Russ.)
- Василенко, З. В., & Гуляев, К. К. (2022). Виды панировок и их применение в производстве кулинарной продукции. *Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Международной научно-технической конференции* (с. 245–246). Могилев: Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий.
- Vasilenko, Z. V., & Gulyaev, K. K. (2022). Types of breading and their application in the production of culinary products. *Technique and Technology of Food Production: Materials of the XIV International Scientific and Technical Conference* (pp. 245–246). Mogilev: Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. (In Russ.)
- Воробьев, В. И., & Нижникова, Е. В. (2021). Получение фракций коллагена и гидроксиапатита из рыбьей чешуи. *Известия КГТУ, (62)*, 80–91. <https://doi.org/10.46845/1997-3071-2021-62-80-91>
- Vorobiev, V. I., & Nizhnikova, E. V. (2021). Obtaining collagen and hydroxyapatite fractions from fish scales. *KSTU News, (62)*, 80–91. (In Russ.) <https://doi.org/10.46845/1997-3071-2021-62-80-91>
- Глотова, И. А., Балабаев, В. С., Котлярова, Л. П., & Пономарева, М. А. (2018). Применение хитозановых композиций в барьерных технологиях мясных рубленых полуфабрикатов. *Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции, (1)*, 97–104.
- Glotova, I. A., Balabaev, V. S., Kotlyarova, L. P., & Ponomareva, M. A. (2018). Application of chitosan compositions in barrier technologies of minced meat semi-finished products. *Tehnologii i Tovarovedenie Selskohozajstvennoj Produkcii, (1)*, 97–104. (In Russ.)
- Данилеско, А. А., & Мирошник, А. С. (2018). Сохранение пищевой ценности мясного фарша. *Аграрно-пищевые инновации, (1)*, 80–83.
- Danilesko, A. A., & Miroshnik, A. S. (2018). Preservation of nutritional value of mincemeat. *Agrarian and Food Innovations, (1)*, 80–83. (In Russ.)
- Дгебуадзе, Ю. Ю., & Чернова, О. Ф. (2009). *Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура*. Москва: Товарищество науч. изд. КМК.
- Dgebuadze, Yu. Yu., & Chernova, O. F. (2009). *Scales of bony fish as a diagnostic and recording structure*. Moscow: Scientific Publishing Association KMK. (In Russ.)
- Колаковский, Э. (1991). *Технология рыбного фарша*. Москва: Агропромиздат.
- Kolakovsky, E. (1991). *Technology of fish mince*. Moscow: Agropromizdat. (In Russ.)
- Плиева, Р. А., Арчакова, Р. Д., Ужахова, Л. Я., Султыгова, З. Х., Темирханов, Б. А., Ялхорова, М. А., Дидигова, Л. А., & Китиева, Л. И. (2019). Изучение химического состава рыбных шкур. *Colloquium-Journal, 2–2(26)*, 68–70.
- Plieva, R. A., Archakova, R. D., Uzhakhova, L. Ya., Sultygova, Z. Kh., Temirkhanov, B. A., Yalkhoreva, M. A., Didigova, L. A., & Kitiyeva, L. I. (2019). Study of the chemical composition of fish skins. *Colloquium-Journal, 2–2(26)*, 68–70. (In Russ.)
- Сложенкина, М. И., Сивко, А. Н., & Асеев, Н. А. (2021). Эффективность применения растительной панировки в технологии цельно-мышечных изделий. *Аграрно-пищевые инновации, 16(4)*, 55–65. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2021-16-55-65>
- Slozhenkina, M. I., Sivko, A. N., & Aseev, N. A. (2021). The effectiveness of the use of vegetable breading in the technology of whole muscle products. *Agrarian and Food Innovations, 16(4)*, 55–65. (In Russ.) <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2021-16-55-65>
- Abdul-Zubir, A. S. M. A. K., Suleiman, N., Yusof, N. L., Ismail, I., & Ismail-Fitry, M. R. (2022). Different percentages of basil seeds (*Ocimum basilicum* L.) as hydrocolloid in the batter coating system: Effect on the physicochemical and sensory properties of breaded fish filets. *Malaysian Applied Biology, 51(2)*, 69–76. <https://doi.org/10.55230/mabjournal.v51i2.2245>

- Bandre, P. G., Koli, J. M., Shrangdher, S. T., Shingare, P. E., Swami, S. B., Sonavane, A. E., & Bhingarde, O. M. (2018). Development of predusting mix for coating of battered and breaded squid rings from (*Loligo duvauceli*). *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 6(4), 625–642. <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1786205>
- Carvalho, M. J., Ruiz-Carrascal, J. (2018). Improving crunchiness and crispness of fried squid rings through innovative tempura coatings: Addition of alcohol and CO<sub>2</sub> incubation. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 2068–2078. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3121-2>
- Chen, R. Y., Wang, Y., & Dyson, D. (2011). Breadings-what they are and how they are used. In *Batters and Breadings in Food Processing* (pp. 169–184). <https://doi.org/10.1016/b978-1-891127-71-7.50015-2>
- Ching, L. W., Zulkipli, N. A. M., Muhamad, I. I., Marsin, A. M., Khair, Z., & Anis, S. N. S. (2021). Dietary management for healthier batter formulations. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 411–422. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.054>
- Kodali, D., Hembrick-Holloman, V., Gunturu, D. R., Samuel, T., Jeelani, S., Rangari, V. K. (2022). Influence of fish scale-based hydroxyapatite on forcespun polycaprolactone fiber scaffolds. *ACS Omega*, 7(10), 8323–8335. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05593>
- Kupkanchanakul, W., Yamaguchi, T., & Naivikul, O. (2019). Gluten-free rice breading using composited rice flour and pre-germinated brown rice flour for health benefits. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 65(Supplement), 206–211. <https://doi.org/10.3177/jnsv.65.S206>
- Liberty, J. T., Dehghannya, J., & Ngadi, M. O. (2019). Effective strategies for reduction of oil content in deep-fat fried foods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 92, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.050>
- Martin Xavier, K. A., Kannuchamy, N., Balange, A., & Gudipati, V. (2019). Development of enrobed fish products: Improvement of functionality of coated materials by added aquatic polymers. *Journal of Food Process Engineering*, 42(3), e12999. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12999>
- Nanda, C., Chattopadhyay, K., Reddy, R., Javith, M. A., Kisore Das, S., Balange, A. K., Nayak, B. B., & Xavier, K. M. (2020). Evaluation of different conventional breading materials on functional quality attributes of battered and breaded fish cutlets. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(7), 641–649. <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1786205>
- Rajabimashhadi, Z., Gallo, N., Salvatore, L., & Lionetto, F. (2023). Collagen derived from fish industry waste: Progresses and challenges. *Polymers*, 15(3), 544. <https://doi.org/10.3390/polym15030544>
- Salvatore, L., Gallo, N., Natali, M. L., Campa, L., Lunetti, P., Madaghiele, M., Blasi, S. F., Corallo, A., Capobianco, L., & Sannino, A. (2020). Marine collagen and its derivatives: Versatile and sustainable bio-resources for healthcare. *Materials Science and Engineering: C*, 113, 110963. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2020.110963>
- Schellmann, N. C. (2007). Animal glues: a review of their key properties relevant to conservation. *Studies in conservation*, 52(sup1), 55–66. <https://doi.org/10.1179/sic.2007.52.Supplement-1.55>
- Suhag, R., Kumar, N., Petkoska, A. T., & Upadhyay, A. (2020). Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review. *Food Research International*, 136, 109582. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109582>
- Tamsen, M., Soltanizadeh, N., & Shekarchizadeh, H. (2018). Evaluation of physicochemical properties of chicken nuggets produced with amaranth seed flour. *Iranian Food Science & Technology Research Journal*, 14(5), 755–765. <https://doi.org/10.22067/iftstr.v14i5.66321>
- Voong, K. Y., Norton, A. B., Mills, T. B., & Norton, I. T. (2018). Characterisation of deep-fried batter and breaded coatings. *Food Structure*, 16, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2018.03.002>
- Voong, K. Y., Norton-Welch, A., Mills, T. B., & Norton, I. T. (2019). Understanding and predicting sensory crispness of deep-fried battered and breaded coatings. *Journal of texture studies*, 50(6), 456–464. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12456>