

УДК 637.521.475

Исследование реологических характеристик сырья и готовой продукции при изготовлении замороженных рыбных пельменей из теста с пониженным содержанием глютена

Канд. техн. наук Д. Л. АЛЬШЕВСКИЙ¹, канд. техн. наук В. И. УСТИЧ,
канд. техн. наук М. Н. АЛЬШЕВСКАЯ

Калининградский государственный технический университет

¹E-mail: alshevsky@klgtu.ru

В статье рассматриваются вопросы научного обоснования использования, с точки зрения реологических характеристик, промышленно произведенного сепарированного замороженного фарша аквакультурной семги и не хлебопекарных видов муки для производства рыбных пельменей. На основе проведенных научных исследований были установлены экспериментальные закономерности изменения реологических характеристик сырья (фарша семги, пельменного теста) и готовой продукции (рыбных пельменей) в процессе изготовления замороженных рыбных пельменей с использованием традиционного теста и теста с пониженным содержанием глютена. Установлены зависимости реологических характеристик фарша семги в широком диапазоне отрицательных и положительных температур. Определено, что традиционное пельменное тесто из пшеничной муки и пельменное тесто с пониженным содержанием глютена имеют относительно схожие реологические характеристики. Установлено, что тестовые рыбные пельмени с начинкой из семги с использованием традиционного теста и теста с пониженным содержанием глютена, в состоянии готовности к употреблению в пищу, имеют аналогичные реологические показатели качества.

Ключевые слова: сепарированный фарш семги, тесто с пониженным содержанием глютена, рыбные пельмени, реологические показатели.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 28.02.2024, одобрена после рецензирования 10.04.2024, принята к печати 15.04.2024

DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-2-50-57

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Альшевский Д. Л., Устич В. И., Альшевская М. Н. Исследование реологических характеристик сырья и готовой продукции при изготовлении замороженных рыбных пельменей из теста с пониженным содержанием глютена. // Вестник Международной академии холода. 2024. № 2. С. 50–57. DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-2-50-57

Rheological characteristics of raw materials and finished products in the manufacture of frozen fish dumplings from dough with reduced gluten content

Ph. D. D. L. ALSHEVSKY¹, Ph. D. V. I. USTYCH, Ph. D. M. N. ALSHEVSKAYA

Kaliningrad State Technical University

¹E-mail: alshevsky@klgtu.ru

The article discusses the issues of scientific substantiation of the use of industrially produced separated frozen minced aquaculture salmon and non-baking flours for the production of fish dumplings in terms of rheological characteristics. Based on the conducted scientific research, experimental patterns of changes in the rheological characteristics of raw materials (minced salmon and dumpling dough) and finished products (fish dumplings) in the manufacture of frozen fish dumplings using traditional dough and the dough with a reduced gluten content were established. The dependencies of the rheological characteristics of minced salmon in a wide range of negative and positive temperatures have been established. It has been determined that traditional dumpling dough made from wheat flour and dumpling dough with a reduced gluten content have relatively similar rheological characteristics. It has been established that test dumplings with salmon made of traditional dough and the dough with a reduced gluten content, when ready for consumption, have similar rheological quality indicators.

Keywords: separated minced salmon, dough with reduced gluten content, fish dumplings, rheological parameters.

Article info:

Received 28/02/2024, approved after reviewing 10/04/2024, accepted 15/04/2024

DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-2-50-57

Article in Russian

For citation:

Alshevsky D. L., Ustych V. I., Alshevskaya M. N. Rheological characteristics of raw materials and finished products in the manufacture of frozen fish dumplings from dough with reduced gluten content. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2024. No 2. p. 50-57. DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-2-50-57

Введение

Замороженные полуфабрикаты привлекают потребителей удобством и быстротой приготовления, а также долгим сроком хранения. В торговых сетях ряда стран значительный сегмент рынка замороженных полуфабрикатов представлен в виде мясных и рыбных изделий, в том числе произведенных с применением тестовых оболочек, в основном пельменей.

Замороженные полуфабрикаты представлены на российском и мировом рынке практически во всех точках реализации продуктов питания, оборудованных морозильным оборудованием, и имеют своих постоянных потребителей [1]. В последние десятилетия этот рынок показывает уверенную стабильность, а также положительную динамику по ряду мясных и рыбных полуфабрикатов [2]. Замороженные полуфабрикаты привлекают потребителей удобством и быстротой приготовления, а также долгим сроком хранения. Эти качества замороженных продуктов питания особенно актуальны в городах, где люди все чаще отказываются от самостоятельного приготовления пищи в пользу замороженных полуфабрикатов [3]. Стоит отметить, что на российском рынке замороженных полуфабрикатов представлено значительное количество мясных и рыбных изделий, в том числе и пельменей. Популярность пельменей и дальше может оказывать существенное влияние на рост продаж замороженных полуфабрикатов в целом. Так, по некоторым оценкам, этот продукт приобретают почти три четверти российских домохозяйств. Пищевые предприятия по производству пельменей входят в число одних из самых рентабельных в нашей стране. На рентабельность предприятий влияет ассортимент выпускаемой продукции, поэтому рыбные пельмени занимают в производстве пельменей свою нишу [4]. Как правило, пельменное оборудование настраивается индивидуально под сырье, из которого выпускается готовая продукция [5]. Поэтому при производстве пельменей следует учитывать реологические характеристики пельменного теста и начинки [6].

Неотъемлемой частью пельменей является мясная или рыбная начинка, которая получается из предварительно измельченной мышечной ткани до состояния фарша. Рыбный фарш для производства пельменей может быть получен из цельных кусков или филе рыбы, а также из отходов разделки рыбы путем сепарирования рыбных хребтов. Существуют различные подходы получения сепарированного фарша, например, из предварительно замороженных и в последующем дефростированных рыбных хребтов [7]. Как правило оборудование для сепарирования рыбных отходов устанавливается на рыбоперерабатывающих предприятиях, на которых

осуществляется разделка рыбы на филе в значительных объемах. Наиболее качественный сепарированный рыбный фарш получается после переработки свежей или свежееохлажденной рыбы. В последнее время получают развитие предприятия рыбопереработки объектов аквакультуры, в том числе сёмги, карпа, форели, толстолобика, клариевого сома и некоторых других [8, 9]. Современные предприятия переработки объектов аквакультуры проектируются как ресурсосберегающие, поэтому замороженный сепарированный фарш на данных предприятиях, как правило, входит в ассортимент выпускаемой продукции.

Продукция с применением фарша семги, относительно аналогичной продукции из фаршей из других видов рыб, по органолептическим показателям значительно чаще имеет больший спрос среди потребителей. Качественные показатели фарша семги на всех этапах производства, зависящие от многих факторов (технологические режимы производства, процессы замораживания и дефростации фарша, сроки хранения и микробиологическая обсемененность фарша, внесение по рецептурам в фарш различных добавок, способы изготовления фарша (сепарирование, измельчение на волчке, диаметр решетки) и др.), влияют как на реологические свойства, так и на органолептические свойства готовой продукции. Поэтому изучение реологических характеристик рыбных фаршевых смесей на основе мышечной ткани семги, в зависимости от множества факторов, освещено в ряде научно-исследовательских работ [10, 11].

В последнее время, прослеживается тенденция увеличения производства специализированных продуктов питания без содержания или с пониженным содержанием глютена. Предпосылками создания и разработки таких продуктов являются увеличение числа граждан, у которых диагностируются аллергические реакции на глютен. Одним из возможных направлений создания безглютеновых продуктов или продуктов с пониженным его содержанием является разработка технологии производства пельменей, основанная на замене при изготовлении теста классической пшеничной муки на не хлебопекарные виды муки, не содержащие клейковины и не имеющие в своем составе белок глютен [12, 13, 14].

Безглютеновое тесто, как правило, имеет низкие реологические показатели и могут возникнуть трудности с использованием безглютенового теста для изготовления в производственных условиях тестовых полуфабрикатов, в том числе пельменей. Поэтому исследование реологических показателей безглютенового теста, а также теста с пониженным содержанием глютена является актуальным направлением для пищевой промышленности [15].

Цели и задачи исследования

Цель исследования состоит в установлении экспериментальных закономерностей изменения реологических характеристик сырья (фарша семги,пельменного теста) и готовой продукции (рыбных пельменей) в процессе изготовления замороженных рыбных пельменей с использованием традиционного теста и теста с пониженным содержанием глютена.

Для достижения поставленной цели в исследовании необходимо решить ряд задач.

1. Установить влияние температуры на структурно-механические характеристики фарша семги.

2. Изучить влияние не хлебопекарных видов муки на эффективную вязкость пельменного теста.

3. Изучить структурно-реологические характеристики образцов рыбных пельменей с использованием традиционного теста и теста с пониженным содержанием глютена в состоянии готовности к употреблению в пищу.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований являлись: замороженный фарш аквакультурной семги, изготовленный на производстве путем сепарирования отходов от разделки рыбы; мука пшеничная; мучная смесь (льняная мука, рисовая мука, амарантовая мука, крахмал кукурузный и кантановая камедь), соответствующие требованиям действующих стандартов.

Исследование проводилось в несколько этапов.

На первом этапе было рассмотрено влияние температуры в диапазоне от -5°C до 24°C на структурно-реологические показатели фарша семги: глубину пенетрации, величину предельного напряжения сдвига (ПНС), эффективную вязкость, адгезионную способность.

На втором этапе исследований было изучено влияние не хлебопекарных видов муки на эффективную вязкость образцов теста по ранее разработанной рецептуре [16].

На третьем этапе исследований были приготовлены образцы рыбных пельменей с использованием теста из пшеничной муки (контроль) из не хлебопекарных ви-

дов муки. Полученные образцы имели соотношение фарш/тесто 1:1. Образцы пельменей замораживались до температуры $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ и хранились 90 сут. Затем пельмени доводились до готовности (варка при температуре 100°C в течение 10 мин) и далее в образцах определялись текстурные характеристики.

Определение глубины пенетрации и величины ПНС осуществляли на коническом пластометре КП-3.

Адгезионная способность фарша измерялась на лабораторной установке для определения липкости (адгезии) материала. При определении адгезионной способности образцы с фаршем семги перед испытанием помещались между двумя круглыми пластинами, выполненными из нержавеющей стали, площадью поверхности $4,84\text{ см}^2$, а также перед измерениями на пластину сверху помещался для предварительной подпрессовки груз массой 1 кг на 5 с .

Показателей эффективной вязкости определялись на ротационном вискозиметре Брукфильда DV-II+Pro. При определении показателей эффективной вязкости фарша семги и образцов пельменного теста использовался шпindel RV7 из нержавеющей стали цилиндрической формы.

Реологические показатели сжимаемости, приведенные на рис. 1, исследовались при помощи текстурометра Brookfield CT3 [17]. При определении реологических показателей сжимаемости образцов рыбных пельменей использовалась насадка TA52 (миниатюрное ножевое полотно, включающее в себя лезвие шириной 7 мм , высотой 20 мм и толщиной $0,5\text{ мм}$), со скоростью предварительного испытания $2,0\text{ мм/с}$, скоростью испытания $1,0\text{ мм/с}$, целевым показателем расстояния $5,0\text{ мм}$ и двумя циклами повторения. Обозначения, применяемые на рис. 1: A1, B1 — работа деформации первого и второго циклов, соответственно; A2, B2 — работа по вытягиванию зонда первого и второго циклов, соответственно; A3 — адгезивность; P1, P2 — прочность образцов первого и второго циклов, соответственно; P3 — усилие отрыва; Dt — общая деформация пробы; Ds — упругая деформация пробы; Dr — пластическая деформация пробы.

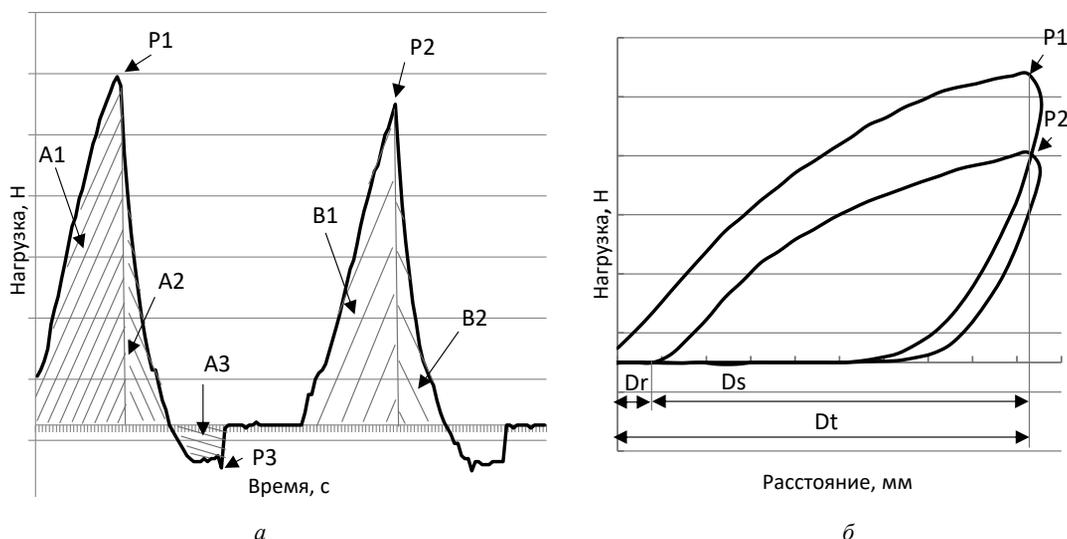


Рис. 1. График зависимости нагрузки от времени (а) и зависимости нагрузки от глубины погружения (б)

Fig. 1. Dependency of load on time (a) and immersion depth (б)

Таблица 1
 Формулы определения текстурных параметров

Table 1
 Formulae for textural parameters

Параметры текстуры	Формула определения
Эластичность	$\frac{A2}{A1}$
Индекс упругости	$\frac{Ds}{Dt}$
Когезивность	$\frac{B1}{A1}$
Прожевываемость	$P1 \cdot \frac{B1}{A1} \cdot Ds$
Жевательность	$P1 \cdot \frac{B1}{A1}$

Эластичность, индекс упругости, когезивность, жевательность и прожевываемость определяются по формулам, представленным в табл. 1.

Основные результаты исследования

На первом этапе исследований было проанализировано по реологическим показателям сырье (фарш семги, пельменное тесто с использованием традиционной пшеничной муки и мучной смеси с пониженным содержанием глютена), необходимое для производства рыбных пельменей.

На рис. 2 представлены данные глубины погружения конуса пенетromетра в сепарированный фарш семги в течение 5, 10, 15, 30, 60, 120, 180 с в диапазоне температур от -3 °C до 14 °C.

Глубина погружения индентора является максимальной в первые 10–15 с и составляет от конечной величины приблизительно 70–95%. По истечению с начала измерения 180 с погружение конуса практически останавливается.

На рис. 3 представлены данные изменения величины ПНС (предельного напряжения сдвига) сепарированного фарша семги (θ_0) в зависимости от температуры, изменяемой в диапазоне от -3 °C до 14 °C.

Из рис. 3 видно, что резкое увеличение значений предельного напряжения сдвига изучаемого фарша, про-

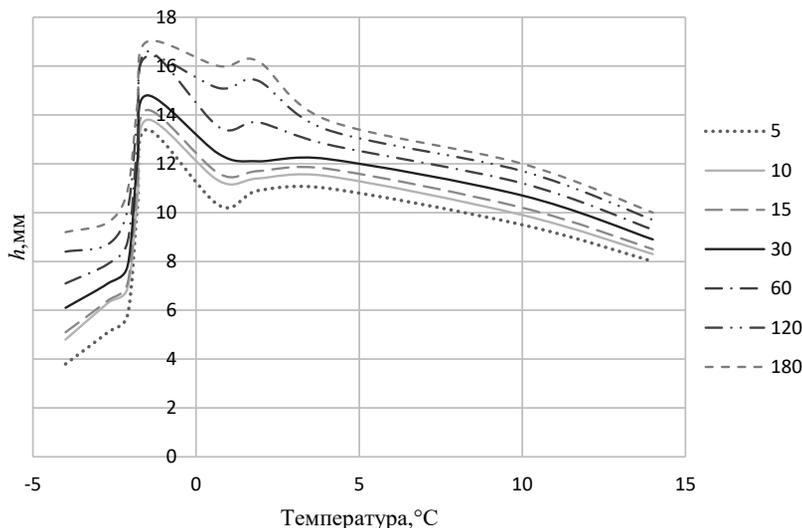


Рис. 2. Глубина погружения конуса пенетromетра в фарш при различных температурах в зависимости от времени пенетрации сепарированного фарша семги

Fig. 2. Immersion depth of cone penetrometer into the mince under different temperatures depending on penetration time of separated salmon mince

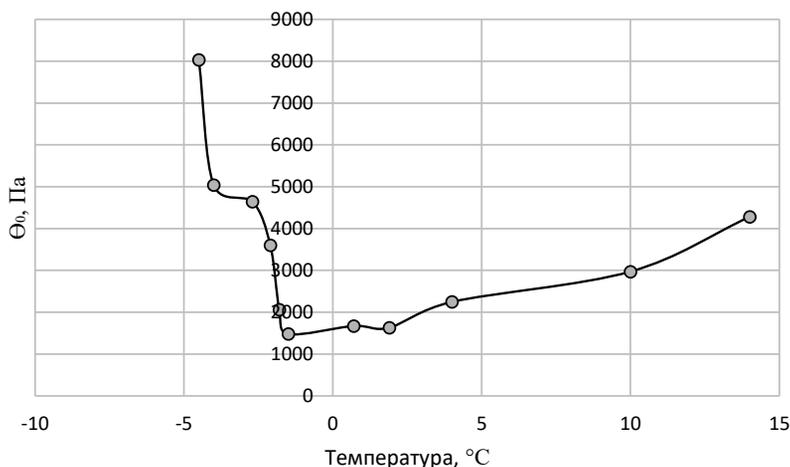


Рис. 3. Изменение величины ПНС в зависимости от температуры сепарированного фарша семги

Fig. 3. The changes of yield value depending on the temperature of the separated salmon mince

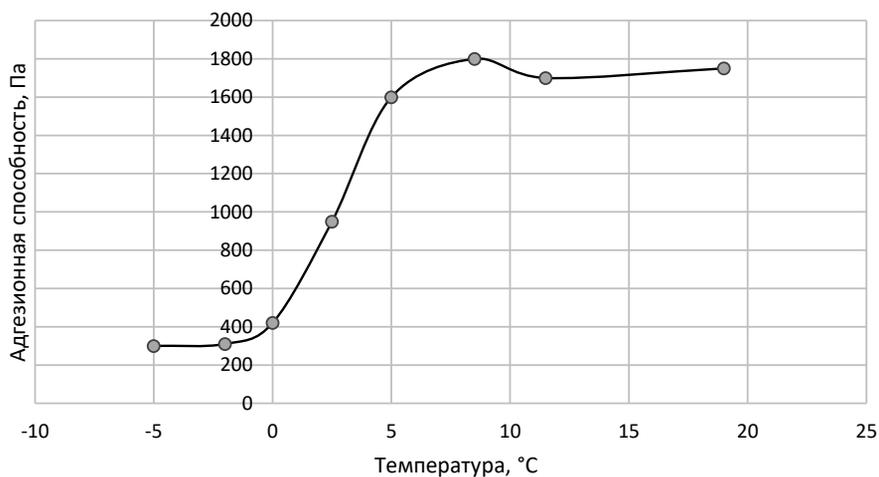


Рис. 4. Изменение адгезионной способности фарша семги при изменении температуры в диапазоне от -5°C до 19°C

Fig. 4. The changes of adhesive strength of salmon mince at the temperature change in the range of from -5°C to 19°C

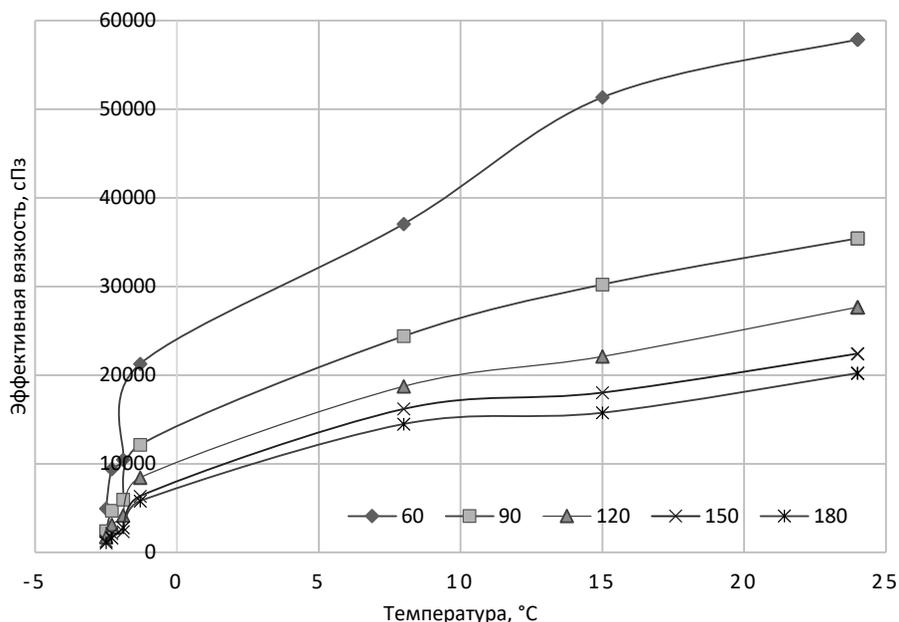


Рис. 5. Изменение эффективной вязкости, в зависимости от изменения температуры сепарированного фарша семги в зависимости от изменения числа оборотов шпинделя

Fig. 5. Changes of effective viscosity depending on the temperature of the separated salmon mince due to different spindle speeds

исходит в интервале отрицательных температур от -4°C до $-1,5^{\circ}\text{C}$. Это объясняется образованием сплошной структуры льда в образцах из отдельных массивов между дисперсными частицами фарша и дальнейшим процессом «закалывания». Ближе к области температур до криоскопической точки образуется так называемый «мягкий» лед, придающий полутвердую консистенцию образцам. От криоскопической до комнатной температуры сдвиговая прочность фаршей меняется незначительно, и их структура приближается к густым пастам.

На рис. 4 представлены данные изменения адгезионной способности фарша семги при изменении температуры в диапазоне от -5°C до 19°C .

Из данных, представленных на рис. 4, видно, что адгезионная способность образцов фарша семги увели-

чивается при повышении температуры в диапазоне от -5°C до 19°C , при этом в диапазоне от -1°C до 6°C эти изменения наиболее существенны, что необходимо учитывать при технологической обработке фарша семги при подборе соответствующего оборудования.

На рис. 5 представлены данные изменения эффективной вязкости (сПз), в зависимости от изменения температуры в диапазоне от $-2,5^{\circ}\text{C}$ до 24°C сепарированного фарша семги в зависимости от изменения числа оборотов шпинделя.

Из представленных на рис. 5 данных видно, что при увеличении температуры показатели эффективной вязкости увеличиваются, особенно резкое увеличение данного показателя наблюдается в диапазоне температур от $-2,5^{\circ}\text{C}$ до $-1,3^{\circ}\text{C}$.

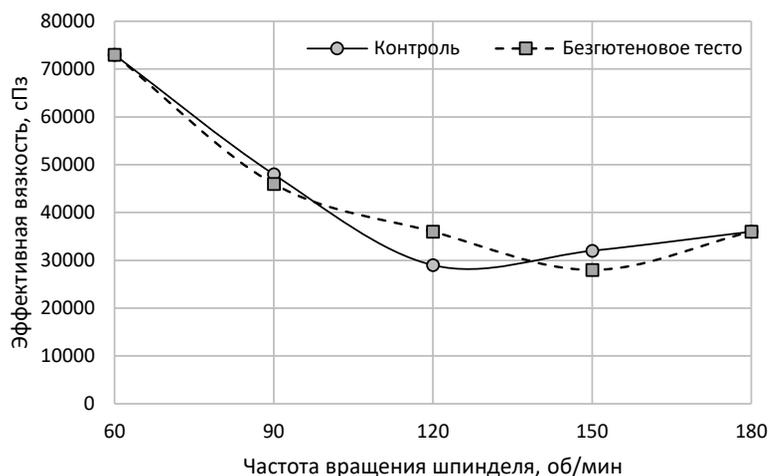


Рис. 6. Изменение эффективной вязкости образцов традиционного пельменного теста из пшеничной муки и пельменного теста с пониженным содержанием глютена, в зависимости от частоты вращения шпинделя

Fig. 6. Changes of effective viscosity of traditional dough made of wheat flour and the dough with a reduced gluten content depending on spindle speed

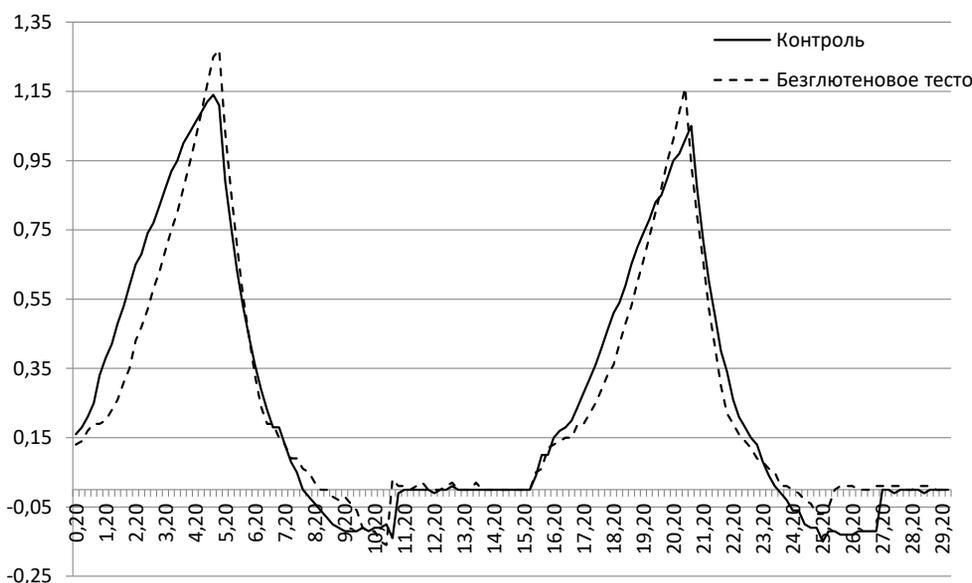


Рис. 7. Сравнительные реологические характеристики рыбных пельменей готовых к употреблению в пищу с использованием традиционного теста и теста с пониженным содержанием глютена

Fig. 7. Comparative rheological characteristic of ready-made fish dumplings made of traditional dough and the dough with a reduced gluten content

На втором этапе были проведены сравнительные исследования традиционного пельменного теста из пшеничной муки и пельменного теста с пониженным содержанием глютена (по разработанной авторами рецептуре [16]) по изменениям показателей эффективной вязкости в зависимости от частоты вращения шпинделя.

На рис. 6 представлены данные изменения эффективной вязкости (сПз) образцов традиционного пельменного теста из пшеничной муки и пельменного теста с пониженным содержанием глютена, в зависимости от частоты вращения шпинделя (об/мин).

Из данных, представленных на рис. 6, видно, что показатель эффективной вязкости обоих представленных образцов находятся приблизительно в одном диапазоне данных, что говорит о практической идентичности тра-

диционного пельменного теста из пшеничной муки и пельменного теста по разработанной рецептуре с пониженным содержанием глютена по реологическим показателям вязкости.

На третьем этапе исследований были изучены текстурные характеристики рыбных пельменей с использованием традиционного теста из пшеничной муки и теста с пониженным содержанием глютена с начинкой из фарша семги.

На рис. 7 представлены сравнения реологических характеристик опытных образцов рыбных пельменей, готовых к употреблению в пищу, приготовленных по рецептуре с использованием сырья с пониженным содержанием глютена и рыбных пельменей с использованием теста из пшеничной муки (контроль).

Из представленных на рис. 7 данных видно, что текстурные характеристики образцов находятся приблизительно в равных значениях. Так, прочность, характеризующая усилием, необходимым для сжатия пищи между коренными зубами, у образца с пшеничной мукой составляет 1,32 Н, с безглютеновой мукой — 1,28 Н. По показателям, таким как — работа деформации, усилие отрыва, адгезивность, эластичность, упругость, индекс упругости, когезивность, жевательность, прожевываемость, индекс прожевываемости, образцы также характеризовались близкими значениями в пределах стандартной погрешности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что разработанная рецептура рыбных пельменей с использованием теста с пониженным содержанием глютена, имеет схожие реологические и соответственно органолептические текстурные характеристики в сравнении с классическими рыбными пельменями, изготовленными из теста с применением пшеничной муки.

Литература

1. Рыжкова С. М., Кручинина В. М. Торговля — инфраструктурный элемент по доставке рыбы потребителям в России. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. 82 (3):253–260. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-3-253-260.
2. Мелешкина Е. П., Коломиец С. Н., Жильцова Н. С., Бундина О. И. Разработка требований целевого использования муки на примере мучных кулинарных изделий пельменей. // Пищевая промышленность. 2021. № 3. С. 19–22. DOI: 10.24412/0235-2486-2021-3-0022.
3. Ушакова Ю. В., Паськова Е. М., Рысмукхамбетова Г. Е., Куватовая Т. Б. Влияние состава композитных смесей с пониженным содержанием глютена на реологические свойства теста на их основе // Новые технологии. 2020. Т. 15, № 4. С. 74–83. DOI: 10.47370/2072-0920-2020-C5-4-74-83.
4. Лебедева Е. Ю., Неваляная А. А., Золотокопова С. В., Миронов А. И. Исследование потребительских предпочтений рыбной кулинарной продукции // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2022. № 1 (73). С. 37–42. DOI: 10.24143/1812-9498-2022-1-37-42.
5. Березина В. В. Анализ удовлетворенности спроса покупателей мясных фаршевых полуфабрикатов. // Научно-практический журнал «Базис» 2022. № 1 (11). С. 9–12.
6. Park S., An J., Lee J. Consumer acceptability and texture analysis of frozen dumplings using different cooking methods. // Food Science and Biotechnology. 2024. Vol. 33, p. 877–887.
7. Воробьев В. И., Чернега О. П., Берсенева А. Р. Применение коллагена гидробионтов в производстве продукции на основе рыбного фарша. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. 84 (2):84–92. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-2-84-92.
8. Ярцева Н. В., Долганова Н. В., Алексанян И. Ю., Нугманов А. Х.-Х. Совершенствование технологии рыбного фарша из прудовых рыб и оценка качества кулинарных изделий из него // Индустрия питания. 2022. Т. 7, № 2. С. 61–71. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-2-7.
9. Рыжкова С. М., Кручинина В. М. Тенденции потребления рыбы и продуктов ее переработки в России. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных

Выводы

1. Установлены зависимости реологических характеристик (предельного напряжения сдвига, адгезионной способности, эффективной вязкости) сепарированного фарша семги в широком температурном диапазоне (от –4,5 до 24 °С).

2. Определено, что традиционное пельменное тесто из пшеничной муки и пельменное тесто по разработанной рецептуре из не хлебопекарных видов муки с пониженным содержанием глютена, по показателям эффективной вязкости, имеют относительно схожие реологические характеристики.

3. Установлено, что разработанная рецептура рыбных пельменей с использованием теста с пониженным содержанием глютена из не хлебопекарных видов муки, имеет схожие реологические и соответственно органолептические текстурные характеристики в сравнении с классическими рыбными пельменями, изготовленными из теста с применением пшеничной муки.

References

1. Ryzhkova S. M., Kruchinina V. M. Trade is an infrastructure element for the delivery of fish to consumers in Russia. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2020. 82 (3):253–260. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-3-253-260. (in Russian)
2. Meleshkina E. P., Kolomiets S. N., Zhiltsova N. S., Bundina O. I. Development of requirements for the targeted use of flour on the example of flour culinary products dumplings. *Food industry*. 2021. No. 3. pp. 19–22. DOI: 10.24412/0235-2486-2021-3-0022. (in Russian)
3. Ushakova Yu. V., Paskova E. M., Rysmukhambetova G. E., Kulevatova T. B. The effect of the composition of composite mixtures with a reduced gluten content on the rheological properties of dough based on them. *New technologies*. 2020. Vol. 15, No. 4. pp. 74–83. DOI: 10.47370/2072-0920-2020-C5-4-74-83. (in Russian)
4. Lebedeva E. Yu., Nevalennaya A. A., Zolotokopova S. V., Mironov A. I. Research of consumer preferences of fish culinary products. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University*. 2022. No. 1 (73). pp. 37–42. DOI: 10.24143/1812-9498-2022-1-37-42. (in Russian)
5. Berezina V. V. Analysis of customer satisfaction of minced meat semi-finished products. *Scientific and practical journal «Basis»*. 2022. No. 1 (11). pp. 9–12. (in Russian)
6. Park S., An J., Lee J. Consumer acceptability and texture analysis of frozen dumplings using different cooking methods. *Food Science and Biotechnology*. 2024. Vol. 33, p. 877–887.
7. Vorobyov V. I., Chernega O. P., Berseneva A. R. The use of hydrobiont collagen in the production of products based on minced fish. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022. 84 (2):84–92. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-2-84-92. (in Russian)
8. Yartseva N. V., Dolganova N. V., Aleksanyan I. Yu., Nugmanov A. Kh.-Kh. Improving the technology of minced fish from pond fish and evaluating the quality of culinary products from it. *Food industry*. 2022. Vol. 7, No. 2. pp. 61–71. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-2-7. (in Russian)
9. Ryzhkova S. M., Kruchinina V. M. Trends in fish consumption and processed products in Russia. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2020. 82 (2):181–189. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-2-181-189. (in Russian)

- технологий. 2020. 82 (2):181–189. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-2-181-189.
10. *Fatykhov Yu. A., Alshevsky D. L., Ustich V. I., Korzhavina Yu. N., Veremey E. E.* Study of the rheological properties of minced fish from aquaculture objects. // *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry.* 2023. N. 3 pp. 119–128. DOI: 10.24143/2073-5529-2023-3-119-128.
 11. *Veremey E., Fatykhov Y., Alshevsky D.* Co-extrusion process modeling of high viscosity food masses. *AIP Conf. Proc.* 2419. 030004. 2021. DOI: 10.1063/5.0068728.
 12. *Домбровская Я. П., Аралова С. И.* Разработка рецептур безглютеновых мучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности. // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* 2016. No. 4. P. 141–147. DOI: 10.20914/2310-1202-2016-4-141-147.
 13. *Меренкова С. П., Щевьева К. В.* Технологические аспекты применения безглютеновых многокомпонентных мучных смесей // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии».* 2022. Т. 10, № 3. С. 35–45. DOI: 10.14529/food220304.
 14. *Попов В. Г., Хайруллина Н. Г., Садыкова Х. Н.* Тенденции использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения. // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* 2021. 83 (1):121–128. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-121-128.
 15. *Тырлова О. Ю., Барсукова Н. В.* Разработка индустриальной технологии замороженных полуфабрикатов на основе льняной муки. // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств».* 2014. № 3. С. 43–52.
 16. *Смирнова Д. О., Альшевский Д. Л., Альшевская М. Н.* Разработка рецептуры рыбных полуфабрикатов с использованием безглютенового растительного сырья // *IX Национальная научная конференция «Инновации в технологии продуктов здорового питания».* 2022. С. 97–100.
 17. *Alshevskaya M., Anistratova O., Ustich V., Alshevskiy D.* Rheological structure assessment of the plant alternative to yoghurt. *BIO Web of Conferences.* 2023. 64, 01020. DOI: 10.1051/bioconf/20236401020.
 10. *Fatykhov Yu. A., Alshevsky D. L., Ustich V. I., Korzhavina Yu. N., Veremey E. E.* Study of the rheological properties of minced fish from aquaculture objects. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry.* 2023. N. 3 pp. 119–128. DOI: 10.24143/2073-5529-2023-3-119-128. (in Russian)
 11. *Veremey E., Fatykhov Y., Alshevsky D.* Co-extrusion process modeling of high viscosity food masses. *AIP Conf. Proc.* 2419. 030004. 2021. DOI: 10.1063/5.0068728. (in Russian)
 12. *Dombrovskaya Ya. P., Aralova S. I.* Development of recipes for gluten-free flour culinary products of increased nutritional value. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies.* 2016. No. 4. P. 141–147. DOI: 10.20914/2310-1202-2016-4-141-147. (in Russian)
 13. *Merenkova S. P., Shchevyeva K. V.* Technological aspects of the use of gluten-free multicomponent flour mixtures. *Bulletin of SUSU. The series «Food and biotechnology».* 2022. Vol. 10, No. 3. pp. 35–45. DOI: 10.14529/food220304. (in Russian)
 14. *Popov V. G., Khairullina N. G., Sadykova H. N.* Trends in the use of gluten-free types of flour in the production of functional products. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies.* 2021. 83 (1):121–128. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-121-128. (in Russian)
 15. *Tyrlova O. Yu., Barsukova N. V.* Development of industrial technology of frozen semi-finished products based on flaxseed flour. *Scientific Journal of the National Research University of ITMO. The series «Processes and devices of food production».* 2014. No. 3. pp. 43–52. (in Russian)
 16. *Smirnova D. O., Alshevsky D. L., Alshevskaya M. N.* Development of the formulation of fish semi-finished products using gluten-free vegetable raw materials. *IX National Scientific Conference «Innovations in technology of healthy food products».* 2022. pp. 97–100. (in Russian)
 17. *Alshevskaya M., Anistratova O., Ustich V., Alshevskiy D.* Rheological structure assessment of the plant alternative to yoghurt. *BIO Web of Conferences.* 2023. 64, 01020. DOI: 10.1051/bioconf/20236401020.

Сведения об авторах

Альшевский Дмитрий Леонидович

К. т. н., доцент кафедры технологии продуктов питания, начальник управления оперативного планирования и координации образовательной деятельности Калининградского государственного технического университета, 236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, alshevsky@klgtu.ru

Устич Владимир Иванович

К. т. н., и. о. заведующего кафедрой цифровых систем и автоматики Калининградского государственного технического университета, 236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, ustich@klgtu.ru

Альшевская Марина Николаевна

К. т. н., доцент кафедры технологии продуктов питания, заместитель директора по основной образовательной деятельности Калининградского государственного технического университета, 236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, marina.alshevskaya@klgtu.ru, ORCID: 0000-0002-0632-9013

Information about authors

Alshevsky Dmitry L.

Ph. D., Associate Professor at the Department of Food Technology, Head of the Department of Operational Planning and Coordination of Educational Activities of Kaliningrad State Technical University, 236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky avenue, 1, alshevsky@klgtu.ru

Ustych Vladimir I.

Ph. D., Acting Head of the Department of Digital Systems and Automation of Kaliningrad State Technical University, 236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky avenue, 1, ustich@klgtu.ru

Alshevskaya Marina N.

Ph. D., Associate Professor at the Department of Food Technology, Deputy Director for Basic Educational activities of Kaliningrad State Technical University, 236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky avenue, 1, marina.alshevskaya@klgtu.ru, ORCID: 0000-0002-0632-9013

