

Д. А. Николаев, С. Ю. Дубровин, Л. К. Куранова

АПРОБИРОВАНИЕ ПРИБОРА «FOOD CHECKER» ПРИ ИЗУЧЕНИИ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТРУКТУРИРОВАННОГО РЫБНОГО ПРОДУКТА, ИЗГОТОВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖЕЛАТИНА

Исследовались реологические и органолептические свойства инновационного рыбного структурированного продукта, полученного методом выливания. Структурообразователь (щелочной желатин типа В) замачивали на 40 минут для набухания, вводили 0,1 % лимонной кислоты, растворяли на водяной бане при температуре 60 °С, добавляли наполнитель из солено-сушеной рыбы и разливали в формы. Полученный продукт по своим свойствам более всего соответствовал ближайшему нерыбному аналогу – мармеладу пищевому. Поскольку оценка органолептических показателей продукта экспертами носит субъективный характер, был разработан инструментальный метод оценки качества структуры гидробионтов с использованием прибора «Food Checker», позволяющий на основе таких объективных реологических параметров, как «усилие резания», «число пенетрации» инструментально оценить прочностные свойства продукта. Была доработана методика измерения реологических показателей: определен размер образца, оптимальное сечение реза (10 × 10 мм), выбран рабочий режущий орган прибора при измерении усилия резания (нож), глубина проникновения индентора при измерении значения коэффициента пенетрации (10 мм). Поскольку реологические свойства рыбного продукта на основе желатина определяются концентрацией структурообразователя, была исследована зависимость числа пенетрации и усилия резания от концентрации желатина в структурированном продукте. Была определена близкая к оптимальной (16 %) концентрация желатина типа В и, для сравнения, желатина марки П-11 (16 %), широко применяемого в общественном питании, при которой реологические свойства инновационного продукта остаются практически неизменными. Реологические свойства структурообразователей оказались сходными, оба одинаково подходят для производства, однако использование желатина марки П-11 более рентабельно, т. к. он имеет лучшие показатели оптимальной концентрации и более низкую стоимость. Усовершенствованную методику измерения реологических показателей прибором «Food Checker» можно использовать для оценки качества рыбных пищевых продуктов, совершенствования технологических процессов изготовления таких продуктов и возможных рыбных аналогов.

Ключевые слова: структурированные продукты, рыбные продукты, реологические свойства, органолептические свойства, желатин.

Введение

В связи с недавними политическими событиями особую роль в социально-экономической политике Российской Федерации стала играть стабилизация продовольственного рынка, расширение ассортимента продуктов общественного питания, а также возможный экспорт их за рубеж, особенно в Скандинавию, где традиционно предпочитают рыбную продукцию со специфическим для среднего европейца вкусом.

Важнейшим средством решения данной задачи является увеличение объемов производства с использованием новейшего оборудования, а также расширение ассортимента выпускаемых товаров. В своем большинстве необходимые технологии предусматривают для рыбных продуктов использование глубокой разделки рыбы и применение различных пищевых добавок [1] и структурообразователей.

Производство структурированных продуктов является наиболее актуальной и инновационной сферой развития общественного питания, поскольку имеет отношение к категории продукции нового поколения с заданным составом, структурой и свойствами. Структурированные продукты можно реализовывать широкому кругу потребителей в качестве снеков, их характеристики делают их востребованными в спортивном, диетическом и медицинском питании. Для создания подобных продуктов широко используются специальные компоненты, позволяющие изделиям сохранять заданную форму, которые называются структурообразователями.

Но не только структурообразователи играют важную роль в составе исследуемого продукта. Одним из современных и, к сожалению, малоизученных направлений использования белка, содержащегося в мелких рыбах и рыбах пониженной товарной ценности, например путассу, является получение фарша сурими и производство из него формованной продукции, в том числе

аналогов гастрономических продуктов морского происхождения (крабового мяса, мускула грешка) [2, 3]. Данный белок можно использовать и для улучшения питательных свойств структурированных продуктов, поскольку белковая продукция, в связи с модой на здоровый образ жизни и диетическое питание, становится все более востребованной. В процессе технологической обработки данного типа сырья большое практическое значение имеет сохранение влагоудерживающей способности мяса рыбы на уровне свежего, поскольку низкая влагоудерживающая способность сопровождается самопроизвольным отделением тканевого сока, содержащего важнейшие пищевые вещества – белки, органические экстрактивные и минеральные вещества [1]. Отметим, что влагоудерживающая способность позволяет увеличить выход и улучшить качество готовой продукции. Из веществ, стабилизирующих влагоудерживающую способность, наиболее известны фосфаты и протеолитические ферменты [4]. В настоящее время пищевая промышленность располагает рядом технологий производства гелеобразующих сред, в которых белково-полисахаридные комплексы часто применяются в качестве структурообразователей для получения гелей с определёнными структурно-механическими свойствами. Как правило, используется традиционный технологический процесс, где основу гелеобразующей среды составляет желатин или коллагенсодержащее рыбное сырьё [5]. В пищевой промышленности желатин применяется при производстве мороженого, для приготовления заливных мясных и рыбных продуктов, студней, а также в качестве стабилизаторов эмульсий при изготовлении муссов, майонезов и пр. [6, 7]. Для производства продукта применяются желатин, агар, гуммиарабик, а также другие структурообразователи. В технологии продукта заложена также возможность использования бульонов, обогащенных витаминами и минералами, например бульона морской водоросли фукуса. Актуальность исследования заключается в разработке проекта инновационного структурированного рыбного продукта, базирующегося на изучении его реологических и органолептических свойств. Помимо этого приведена методика определения реологических параметров продукта, на ее основании выполнено сравнение двух типов желатина. Цель исследования – отработать основные параметры технологии инновационного рыбного структурированного продукта с использованием желатина в качестве структурообразователя, а также сравнить реологические свойства двух типов желатина. Основными задачами являлись определение оптимальной концентрации желатина в инновационном продукте и связанные с этим усовершенствование методики изучения прочностных свойств исследуемого продукта, определение влияния концентрации желатина на реологические характеристики продукта и изучение органолептических свойств полученного продукта.

Материалы и методы исследования

Нами исследовались свойства структурированного продукта с использованием желатина, который в целом проявляет способность к гелеобразованию. В водных растворах макромолекулы желатина находятся в виде гибких цепей (или, иначе, клубков), однако при температуре 35–40 °С в макромолекулах желатина имеет место конформационный переход от клубка к спирали, в результате чего система приобретает состояние геля. Физические свойства гелей зависят от концентрации белка, размера молекулярного порядка компонентов, температуры, присутствия солей и других реагентов [8]. Прочность и жесткость гелей из желатина пропорциональны концентрации белков и увеличиваются с ростом молекулярной массы полипептидов. Гидролиз происходит интенсивнее при высоких значениях температуры и экстремумах pH [8–10]. Реологические свойства рыбного продукта на основе желатина напрямую зависят от его концентрации. В работе над структурируемым продуктом использовали щелочной желатин типа В с твердостью по Блуму 225 (Gelatin Type B from bovine skin 225 Bloom) производства Sigma-Aldrich (США), изоэлектрическая точка которого pI 5.0. Массовая доля влаги 10,2 %, массовая доля золы (в сухом остатке) 1,6 %, средневязкостная молекулярная масса = 81000 [11]. Желатин замачивали на 40 минут для набухания, а затем вводили 0,1 % лимонной кислоты, после чего растворяли на водяной бане при температуре 60 °С. В полученный раствор желатина добавляли наполнитель из солено-сушеной рыбы и разливали в предварительно подготовленные формы. К исследованию был подготовлен и широко применяемый в общественном питании желатин марки П-11, имеющий желирующую способность 170–280 блум/г. Кислотность данного желатина регламентируется по ГОСТ 11293-89 и составляет для 1 %-го раствора 5–7 ед. pH, массовая доля влаги 16 %, массовая доля золы (в сухом остатке) 2 % [12]. Структурированный продукт на желатиновой основе получен методом выливания. Подготовленная расплавленная масса, которая применялась на стадии застывания, выливалась в специальные пластмассовые формы, предварительно смазанные, чтобы готовые изделия можно было отделить от них в последующем.

В настоящее время не для всех органолептических показателей, оценивающих структурно-механические свойства пищевых продуктов, существуют адекватные методы объективной оценки. Взамен субъективных показателей, зависящих от индивидуальных сенсорных ощущений дегустатора, предложено использовать такие объективные реологические параметры, как «усилие резания», «число пенетрации», с помощью которых можно инструментально оценить прочностные свойства продукта. На кафедре технологий пищевых производств Мурманского государственного технического университета нами был разработан инструментальный метод оценки качества структуры гидробионтов с использованием прибора «Food Checker» (прочностномер, гелометр) [13]. «Food Checker» (Япония) представляет собой комплекс испытательного прибора и измерительного устройства, оснащённого самописцем. Прибор укомплектован набором рабочих органов – инденторов и режущих насадок различной конфигурации и размеров. На вертикальной стойке прибора находится измерительный столик, на который помещается образец продукта. Столик перемещается в вертикальном направлении, образец приводится в контакт с рабочим органом, вследствие чего прилагаемая нагрузка передаётся с помощью электромагнитной схемы на стрелочный индикатор. Поскольку инновационный структурированный продукт имеет существенные качественные отличия от известных рыбных продуктов, доработана методика измерения его реологических показателей: определён размер образца, оптимальное сечение реза (10 × 10 мм), выбран рабочий режущий орган прибора (нож) – при измерении усилия резания, глубина проникновения индентора (10 мм) – при измерении значений коэффициента пенетрации. Результат измерений определяли по пиковому значению приложенной нагрузки на стрелочной шкале прибора.

Результаты исследования и их обсуждение

Доработанная нами технология выливания позволила получить прототип структурированного рыбного продукта, его органолептические и реологические показатели были измерены после охлаждения и отделения от форм.

Органолептические свойства продукта представлены в таблице.

Органолептические свойства структурированного рыбного продукта.

Показатель	Характеристика
Вкус, запах и цвет	Созревшей солёно-сушеной/вяленой рыбы, характерно выраженные, без постороннего привкуса и запаха
Консистенция	Студнеобразная, затяжистая
Форма	Правильная, соответствующая формам, с четким контуром, без деформации
Поверхность	Матовая

Согласно полученным данным, исследуемый продукт по своим свойствам более всего соответствует ближайшему нерыбному аналогу – мармеладу пищевому [12].

Для щелочного желатина типа В и желатина марки П-11 были получены зависимости числа пенетрации (рис. 1) и усилия резания (рис. 2) от концентрации желатина в структурированном продукте:

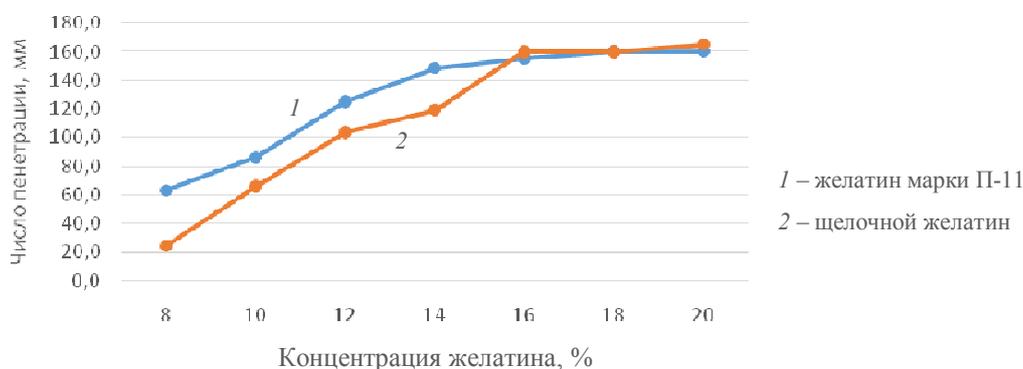


Рис. 1. Зависимость числа пенетрации от концентрации желатина в структурированном продукте

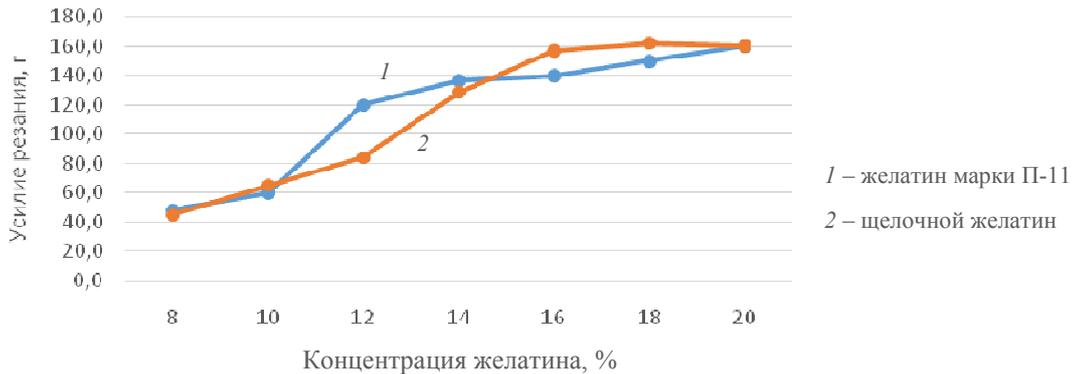


Рис. 2. Зависимость усилия резания от концентрации желатина в структурированном продукте

Согласно данным на рис. 1 и 2, реологические свойства исследуемых марок желатина в целом сопоставимы, однако 1 кг щелочного желатина производства компании Sigma-Aldrich обойдется практически в 5 тыс. руб. по состоянию цен на май 2016 г., в то время как оптовая цена 1 кг желатина марки П-11 составит примерно 400 руб. Очевидно, что для любого предприятия закупка желатина марки П-11 является более чем рентабельной. Для обеих марок желатина найдена его оптимальная концентрация в продукте (16 %), после достижения которой прочностные характеристики продукта не изменяются.

Заключение

Таким образом, в ходе исследований получены следующие результаты.

1. Усовершенствована методика измерения реологических показателей качества структуры изделия на приборе «Food Checker», которую можно использовать как для оценки качества рыбного пищевого продукта, так и для совершенствования технологических процессов изготовления продукта, а также возможных рыбных аналогов.
2. Определена близкая к оптимальной концентрация желатина, при которой реологические свойства продукта остаются практически неизменными.
3. Методика позволила получить и проанализировать реологические показатели желатина двух марок, значения которых оказались в целом близкими; на основе сравнения цен сделан вывод о большей рентабельности использования для производства структурированного рыбного продукта желатина марки П-11.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессмертная И. А., Агеева М. С., Петрова Ю. А. Технология вяленой и сушено-вяленой рыбной продукции глубокой разделки с использованием ВАД // Изв. Калининград. гос. техн. ун-та. 2009. № 16. С. 50–58.
2. Богданов В., Сафронова Т. Структурообразователи и рыбные композиции. М.: ВНИРО, 1993. 178 с.
3. Куранова Л. К. Разработка технологии аналоговых продуктов из водных биоресурсов Северного бассейна: дис. ... канд. техн. наук. Мурманск, 2010. 217 с.
4. Антипова Л. В., Толпыгина И. Н. Пищевые добавки и ингредиенты для лучшего вкуса // Рыбное хозяйство. 2002. № 4. С. 66–68.
5. Данкбарас И. В. Разработка технологии производства рыбы в желейной заливке с использованием казеината: дис. ... канд. техн. наук. Кемерово, 2006. 123 с.
6. Джафаров А. Ф. Производство желатина. М.: Агропромиздат, 1990. 284 с.
7. Киладзе А. Б. Рыбные отходы – ценное сырье // Рыбное хозяйство. 2004. № 3. С. 58–60.
8. Панков С. М. Студнеобразное состояние полимеров. М.: Химия, 1974. 255 с.
9. Kinsella I. E. Functional properties of food proteins: thermal modification involving denaturation and gelation. Food science and technology: Present Status, and Future // Dir. Proc., 6-th tot. Cong., Dublin, Sept. 1983. P. 226–246.
10. Маклакова А. А., Кондратюк Ю. В., Воронько Н. Г., Деркач С. Р. Реологическое поведение гелей желатина с добавками анионного полисахарида // Изв. Калининград. гос. техн. ун-та. 2012. № 25. С. 90–97.
11. ГОСТ 11293-89. Желатин. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1989. 26 с.

12. Куранова Л. К., Корчунов В. В. Реологические показатели качества пищевой продукции и инструментальные методы их оценки на приборе «Food Checker» (Япония) // Молодой учёный. 2013. № 2. С. 39–43.
13. ГОСТ 6442-89. Мармелад. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1989. 7 с.

Статья поступила в редакцию 13.09.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Николаев Даниил Александрович – Россия, 183010, Мурманск; Мурманский государственный технический университет; аспирант кафедры технологий пищевых производств; kurtvonspiegel@mail.ru.

Куранова Людмила Казимировна – Россия, 183010, Мурманск; Мурманский государственный технический университет; канд. техн. наук; зав. исследовательской лабораторией кафедры технологий пищевых производств; kuranoval@rambler.ru.

Дубровин Сергей Юлианович – Россия, 183010, Мурманск; Мурманский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; профессор кафедры технологий пищевых производств; dubrovinsju@mstu.edu.ru.



D. A. Nikolaev, S. U. Dubrovin, L. K. Kuranova

APPROBATION OF FOOD CHECKER APPARATUS IN THE STUDY OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF STRUCTURED FISH PRODUCT ON GELATIN BASIS

Abstract. The rheological and organoleptic properties of the innovative fish structured product obtained by pouring were studied. Stabilizer (alkaline type B gelatin) was soaked for 40 minutes for swelling, 0.1% citric acid was added, then it was dissolved in water bath at 60°C, filler from salt-dried fish was added and the stabilizer was poured into molds. The obtained product with its properties mostly corresponded to the nearest non-fish analogue – food marmalade. Since the evaluation of the organoleptic characteristics of the product by experts is subjective, there has been developed an instrumental method of assessing the quality of hydrobionts structure using the device "Food Checker", which allows on the basis of such objective rheological options, like "cutting force", "penetration number" instrumentally evaluate strength properties of the product. The method of measuring rheological parameters was modified as follows: the sample size and the optimum cross-section of the cut (10 × 10 mm) were determined; the operating cutting instrument when measuring cutting force (knife) and the penetration depth of the indenter in the measurement values of the coefficient of penetration (10 mm) were chosen. Since the rheological properties of the fish product based on the gelatin concentration were determined with the stabilizer concentration, the dependence of penetration number and cutting forces on the gelatin concentration in the structured product was studied. The gelatin concentration of type B was determined as close to optimal (16%) concentration and, compared with gelatin brand P-11 (16%), widely used in food, at which the rheological properties of the innovation product remain actually unchanged. The rheological properties of the stabilizers were similar, both equally suitable for production, however, the use of gelatin brand P-11 is more profitable, as it has the best indicators of the optimal concentration and lower cost. The improved technique for measuring rheological parameters using instrument "Food Checker" can be used to assess the quality of fish food products, and to improve the manufacturing processes of these products and possible fish analogues.

Key words: structured products, fish products, rheological properties, organoleptic properties, gelatin.

REFERENCES

1. Bessmertnaia I. A., Ageeva M. S., Petrova Iu. A. Tekhnologiya vialenoi i susheno-vialenoi rybnoi produktsii glubokoi razdelki s ispol'zovaniem VAD [Technology of dried fish products of deep processing using VAD]. *Izvestiia Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2009, no. 16, pp. 50–58.
2. Bogdanov V., Safronova T. *Strukturoobrazovateli i rybnye kompozitsii* [Stabilizers and fish structures]. Moscow, VNIRO, 1993. 178 p.
3. Kuranova L. K. *Razrabotka tekhnologii analogovykh produktov iz vodnykh bioresursov Severnogo basseina. Dis. ... kand. tekhn. nauk* [Development of technology of analogue products from water bioresources of Northern basin. Dis. cand. tech. sci.]. Murmansk, 2010. 217 p.
4. Antipova L. V., Tolpygina I. N. Pishchevye dobavki i ingredienty dlia luchshego vkusa [Food additives and ingredients for better taste]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2002, no. 4, pp. 66–68.
5. Dankbaras I. V. *Razrabotka tekhnologii proizvodstva ryby v zheleinoi zalivke s ispol'zovaniem kazeinata. Dis. ... kand. tekhn. nauk* [Development of technology of fish production in gelatin filler using caseinate]. Kemerovo, 2006. 123 p.
6. Dzhafarov A. F. *Proizvodstvo zhelatina* [Gelatin production]. Moscow, Agropromizdat, 1990. 284 p.
7. Kiladze A. B. Rybnye otkhody – tsennoe syr'e [Fish wastes – valuable raw material]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2004, no. 3, pp. 58–60.
8. Pankov S. M. *Studneobraznoe sostoianie polimerov* [Jelly state of polymers]. Moscow, Khimiia Publ., 1974. 255 p.
9. Kinsella I. E. Functional properties of food proteins: thermal modification involving denaturation and gelation. *Food science and technology: Present Status, and Future. Dir. Proc., 6-th tot. Cong.*, Dublin, Sept. 1983. 246 p.
10. Maklakova A. A., Kondratiuk Iu. V., Voron'ko N. G., Derkach S. R. Reologicheskoe povedenie gelei zhelatiny s dobavkami anionnogo polisakharida [Rheological behavior of gelatin gels with additives of anyone polysaccharide]. *Izvestiia Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2012, no. 25, pp. 90–97.
11. *GOST 11293-89. Zhelatin. Tekhnicheskie usloviia* [Gelatin. Technical conditions]. Moscow, Izd-vo standartov, 1989. 26 p.
12. Kuranova L. K., Korchunov V. V. Reologicheskie pokazateli kachestva pishchevoi produktsii i instrumental'nye metody ikh otsenki na pribore «FoodChecker» (Iaponiia) [Rheological parameters of quality of food products and instrumental methods of their assessment using device "Food Checker" (Japan)]. *Molodoi uchenyi*, 2013, no. 2, pp. 39–43.
13. *GOST 6442-89. Marmelad. Tekhnicheskie usloviia* [Marmalade. Technical conditions]. Moscow, Izd-vo standartov, 1989. 7 p.

The article submitted to the editors 13.09.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nikolaev Daniil Aleksandrovich – Russia, 183010, Murmansk; Murmansk State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Technology of Food Production; kurtvonspiegel@mail.ru.

Kuranova Ludmila Kasimirovna – Russia, 183010, Murmansk; Murmansk State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Head of Research Laboratory of the Department of Technology of Food Production; kuranoval@rambler.ru.

Dubrovin Sergey Ulianovich – Russia, 183010, Murmansk; Murmansk State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Technology of Food Production; dubrovinsju@mstu.edu.ru.

