

УДК 664.951

Ю.В. Карпенко, В.В. КращенкоДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБНЫХ СТУДНЕЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИНАРНОГО СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЯ**

Определены основные реологические показатели рыбных кулинарных изделий типа студней: показатели эластичности и вязкости, динамическая вязкость, разрушающее усилие, напряжение при деформации и при резании, а также адгезионная способность. В качестве бинарного структурообразователя использовались желатин и хитозан в различных соотношениях.

Ключевые слова: макрурус малоглазый, желатин, хитозан, реологические показатели, адгезия.

Yu.V. Karpenko, V.V. Krachshenko**THE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS RESEARCH FISH GELLYFOOD
WITH USING BINARY GELLING AGENT**

The basic reological characteristics of fish cooking products type gells are identified: elasticity, viscosity, dynamic viscosity, breaking force, deformation and cutting stress, also adhesive ability. The binary gelling agent is combination of gelatine and chitosan in various rations.

Key words: *Albatrossia Pectoralis, gelatine, chitosan, reological characteristics, adhesive ability.*

Кулинарные продукты из гидробионтов занимают достаточно большую долю в общем объеме производства пищевых продуктов. Они характеризуются широким ассортиментом, хорошими органолептическими свойствами и высокой степенью готовности, за счет чего пользуются заслуженным спросом у потребителей [1].

Для проектирования состава продуктов с заданной пищевой и биологической ценностью, в том числе и кулинарных, одним из важных показателей качества является консистенция, которую объективно характеризуют структурно-механические характеристики, имеющие хорошую корреляцию с органолептической оценкой.

Практика сенсорного контроля консистенции полуфабрикатов или продуктов, полученных из гидробионтов, принятая в настоящее время, не обеспечивает объективности проводимых оценок. Субъективность и недостаточная точность сенсорных методов контроля консистенции рыбных продуктов послужили причиной создания многообразных инструментальных методов для ее оценки.

В настоящее время накоплен достаточно большой материал, свидетельствующий о том, что реологические методы являются объективными и чувствительными для оценки качества продуктов, в том числе желированных.

Характерными структурно-механическими характеристиками для желированных продуктов, описывающих формирование объемной структуры геля, являются вязкость, прочность, упругость и эластичность [6].

В связи с этим целью данной работы является определение реологических характеристик кулинарных изделий типа студней из измельченной мышечной ткани макруруса.

Объектами исследования являлись модельные образцы, состоящие из измельченной мышечной ткани макруруса малоглазого (*Albatrossia Pectoralis*) и бинарного структурообразователя, представленного желатином пищевой марки П-11 (в количестве 2 % от массы сырья) и хитозаном молекулярной массой 588 кДа (в виде 2%-го раствора в 1%-й уксусной

кислоте) в различных соотношениях. В качестве контроля использовали измельченную ткань макруруса с добавлением желатина в той же концентрации.

Для проведения исследований экспериментальные образцы готовили следующим образом: макрурус размораживали до температуры минус 5 °С, разделявали на филе, предварительно грубо измельчали, куттеровали 15±2 мин при скорости вращения ножей 3000 об/мин. В процессе куттерования вносили соль поваренную пищевую, подготовленный 2%-й раствор хитозана и желатин в сухом виде. Затем образцы термически обрабатывали 25-30 мин до температуры теплопередающей среды 75 °С (до температуры в центре батона 72 °С), охлаждали барботированием и направляли на желирование в холодильную камеру при температуре 4±2 °С.

Реологические показатели определяли следующим образом: модуль сохранения (модуль эластичности) G' и модуль потерь (модуль вязкости) G'' – с использованием прибора Rheograph Sol – 535 (Toyo Seki Ltd) [2]; динамическую вязкость (η , Па·с) рассчитывали по формуле

$$\eta = G'' / 2 \cdot \pi \cdot 3, \quad (1)$$

где $\pi = 3,14$; 3 – частота колебания ножа, Гц.

Исследуемые образцы помещали в половинки кюветы таким образом, чтобы они были полностью заполнены (без верха), кюветы аккуратно соединяли, закрепляли и помещали в прободержатель. Опускали плунжер в пробу до 5-7 мин с целью релаксации напряжения, возникающего в образце. Затем фиксировали показания прибора.

При исследовании образцов применяют деформирование (или нагружение) исследуемого образца колебательному, гармоничному режиму, когда деформация и напряжение изменяются синусоидально. При этом амплитуда, т.е. величина деформации, должна быть так мала, чтобы не изменялась структура образца. При этом определяют энергию, запасаемую в образце и обратно отдаваемую им в каждом полцикле. Мерой этой энергии служит модуль накопления упругой деформации (или модуль сохранения G'). Одновременно определяют сопротивление образца деформированию, что характеризуется модулем потерь (модуль вязкости G'') [3].

Разрушающее усилие, напряжение при деформации (прочность) определяли на приборе Fudon Rheo Meter (Rheotech Co., Ltd, Япония). В качестве индентора использовали плунжер в форме круга для определения прочности, а также плунжер-нож для определения разрушающего усилия на резание и напряжение при деформации при резании. Для испытания на прочность образца диаметр плунжера определяли опытным путем, чтобы был стабильный сигнал и индентор не проникал сквозь продукт. Скорость движения прободержателя выбирали при помощи переключателя скорости. Глубину погружения индентора задали 10 мм.

Прочность (Па) рассчитывали по формуле

$$\Theta = P / S, \quad (2)$$

где P – нагрузка, Н; S – площадь, м² [4].

Кроме того, определяли поверхностное свойство полученных рыбных студней – липкость – усилие, проходящееся на единицу площади поверхности, при котором происходит смешанный адгезионно-когезионный отрыв. Индентором в данном случае служила пластина-круг.

Ранее установлено, что с увеличением концентрации хитозана в системе в ряде 1,3·10⁻² % мас., 2,6·10⁻² % мас., 4·10⁻² % мас., 8·10⁻² % мас., 3,2·10⁻¹ % мас. пропорционально увеличивается температура плавления полученных гелей, а также их «время

таяния» при комнатной температуре. Органолептическая оценка показала, что использование раствора хитозана в данных концентрациях в составе бинарного структурообразователя способствует образованию плотного упругого геля [5].

В результате исследования определена зависимость динамической вязкости η опытных образцов, содержащих бинарный структурообразователь и измельченную мышечную ткань рыбы, от содержания хитозана (рис. 1). Следует отметить, что при концентрации полисахарида $4 \cdot 10^{-2}$ % мас. (образец № 2) значения реологических показателей минимальны, что, вероятно, связано с недостаточным количеством хитозана в системе. При последующем увеличении содержания хитозана в образцах происходит резкое увеличение значений исследуемых показателей.

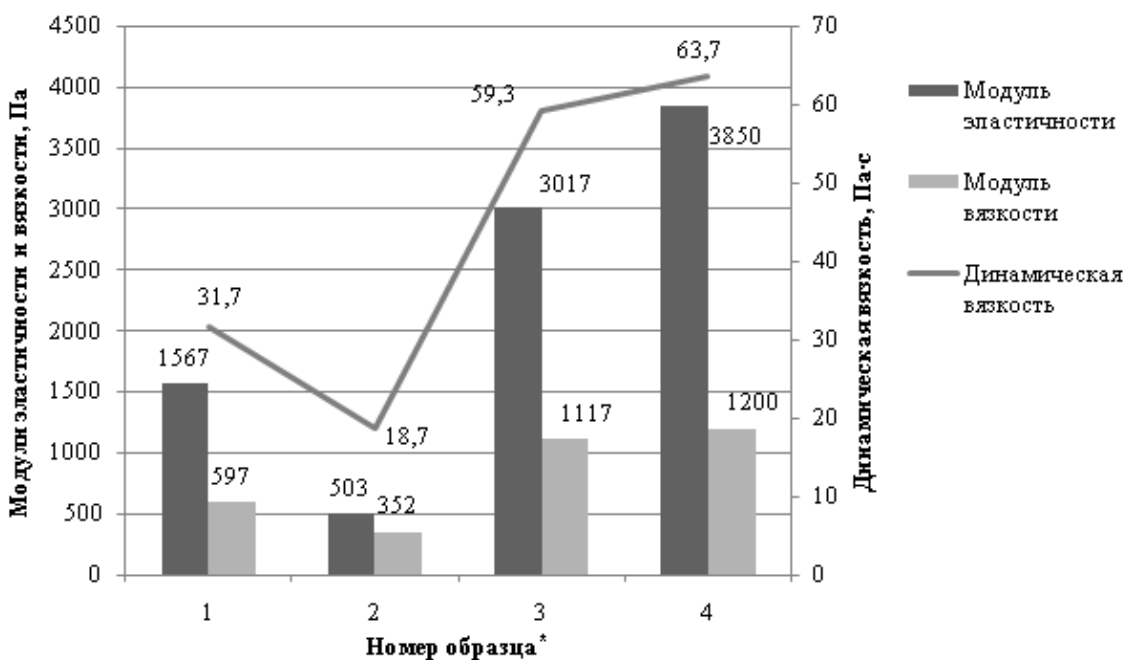


Рис. 1. Влияние концентрации хитозана в образцах на показатели вязкости и эластичности: № 1 – контрольный; № 2 – соотношение хитозан : желатин – 1 : 2; № 3 – 1 : 1; № 4 – 2 : 1
 Fig. 1. Effect of chitosan concentration in samples on the performance of viscosity and elasticity: № 1 – control; № 2 – chitosan : gelatin ratio 1 : 2; № 3 – 1 : 1; № 4 – 2 : 1

Немаловажным реологическим показателем является напряжение при деформации, определяющее прочность изделия и сопутствующее ему разрушающее усилие. Результаты исследования приведены в таблице.

Разрушающее усилие и напряжение при деформации
The breaking force, deformation and cutting stress

Номер образца	Разрушающее усилие P , $H \cdot 10^{-3}$	Напряжение при деформации Θ , $г/см^2$ (Па)	Разрушающее усилие на резание P , $H \cdot 10^{-3}$	Напряжение при деформации при резании Θ , $г/см^2$ (Па)
1	773	100 (9822)	160	16 (1602)
2	487	63 (6207)	353	36 (3532)
3	785	102 (9997)	614	63 (6138)
4	353	46 (4499)	226	23 (2256)

Как видно из таблицы, образец с наибольшим содержанием хитозана $3,2 \cdot 10^{-1}$ % мас. (№ 4) имеет наименьшие показатели разрушающего усилия и напряжения при деформации, что объясняется увеличением доли раствора хитозана и связано с изменением рН в кислую сторону и сворачиванием белка с образованием свободной воды в каркасе геля.

Явление адгезии учитывают при конструировании рабочих органов аппаратов пищевых производств и, как правило, относятся к нему как к нежелательному. Адгезия проявляется в виде усилия, действующего на границе двух соприкасающихся фаз, и зависит от величины притяжения, действующего между частицами обеих фаз. Применительно к процессам производства студней явление адгезии проявляется в момент формования, а также при снятии оболочки у готового пищевого продукта. Исследование адгезионной способности (липкости) рыбных студней представлено на рис. 2.

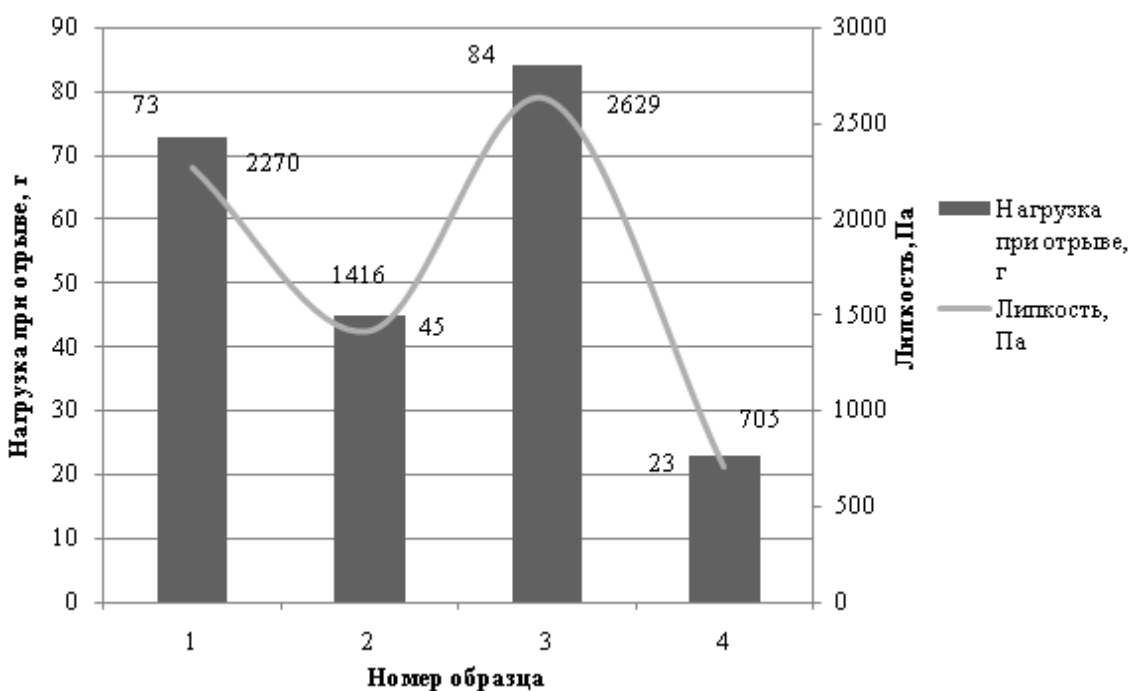


Рис. 2. Зависимость поверхностных свойств студней от концентрации хитозана
Fig. 2. The dependence of the surface properties of the concentration of chitosan gels

При исследовании адгезионных способностей студней контрольный образец (№ 1) показал адгезионный отрыв (по границе контакта) и наибольшую адгезионную способность, по сравнению с образцом с наименьшим содержанием хитозана (образец № 2). С увеличением массовой доли хитозана (образец № 3) сила адгезии студня увеличивается незначительно по сравнению с контрольным образцом. Содержание хитозана в количестве $4 \cdot 10^{-2}$ % мас. снизило липкость по сравнению с контрольным образцом в 1,6 раза.

Сравнительно низкие показатели адгезионной способности студня с хитозаном (№ 4) связаны с образованием свободной воды. Увеличение адгезионной способности при содержании хитозана $4 \cdot 10^{-2}$ % мас. указывает на упрочнение структуры системы за счет взаимодействия хитозана и желатина.

Таким образом, результаты исследований показывают разнонаправленное воздействие хитозана на формирование реологических характеристик рыбных студней. Была определена зависимость динамической вязкости студней от массового соотношения хитозана в системе. При использовании хитозана совместно с желатином наблюдается заметный рост по-

казателей вязкости и эластичности. При соотношении желатина и хитозана 1:1 увеличивается прочность готового изделия, а также снижается липкость. Таким образом, синергетическое действие хитозана и желатина на реологические показатели рыбных студней предопределяет использование такого бинарного структурообразователя в технологии желированных продуктов.

Список литературы

1. Кращенко В.В., Карпенко Ю.В. Перспективы использования малоценного сырья в производстве рыбных кулинарных изделий // Инновационные технологии переработки продовольственного сырья: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 133-136.
2. Instruction manual, № 653. Rheograph «Sol», Mfg. № 111501302 Toyo Seiki Seisakusho, Ltd, Tokyo, Japan.
3. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. – М.: Госхимиздат, 1978. – 528 с.
4. Горбатов Д.М., Маслов Д.М., Мачихин Ю.А. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1990. – 420 с.
5. Карпенко Ю.В., Кращенко В.В. Использование бинарного структурообразователя в технологии рыбных студней // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы II Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Ч. II. – С. 51-53.
6. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.

Сведения об авторах: Кращенко Виктория Владимировна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: victoriy_vl@mail.ru;

Карпенко Юлия Валериевна, аспирант, e-mail: bozhuk@mail.ru.