

Реологические свойства рыбных гелей на основе промытых фаршей

Т. МАЕВСКАЯ, аспирант
А. ВИННОВ, канд. техн. наук
Национальный университет биоресурсов
и природопользования Украины
В. МАНК, докт.хим.наук
Национальный университет пищевых технологий

Реферат

Приведены результаты исследований реологических свойств рыбных гелей сувари и модори из сурими карпа, промытых питьевой водопроводной водой, католитом и анолитом. Представлены зависимости касательных напряжений сувари от сдвиговых деформаций. Дана сравнительная оценка модулей сдвига гелей и рассчитаны значения констант уравнения Оствальда-де-Вилла. Промывка сурими электроактивированными системами позволяет получить гели с более высокими значениями коэффициента консистенции и индекса течения, а меньшими значениями темпа разрушения структуры, по сравнению с водой. Предельное напряжение сдвига рыбных гелей сувари и модори зависит от вида использованной электроактивированной системы и изменяется при внесении в сурими хлорида натрия. Установлено, что применение католитов и анолитов в технологии промытых фаршей из карпа более эффективно, чем использование воды.

Ключевые слова: анолит, католит, промывка, электроактивированные системы, сурими из карпа, сувари, модори.

Abstract

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SURIMI FISH GEL

T.N. Maevskaya, A.S. Vinnov, V. V. Mank

The suwari and modori gels from minced carp, washed by plumbing water, catholyte and anolyte rheological properties comparative studies results are presented. The suwari tangent stresses dependencies from shearing deformation are submitted. Gels shearing moduls comparative assessment are submitted and Ostwald de Ville equation constants are calculated.

The surimi washing by electroactivated systems provides gels consistency coefficient and flow index with higher, and structure destruction pace lower values compared to water application.

Fish gels suwari and modori critical shearing stretch depends on applied electroactivated system type and varies by sodium chloride addition to surimi. It was found that catholyte and anolyte application in washed minced carp technology is more effective than water usage.

Key words: anolyte, catholyte, washing, electroactivated systems, carp surimi, suwari, modori.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО) ООН в последнем отчете [1] отмечает стабилизацию мирового объема промышленного рыболовства и возрастание производства продукции аквакультуры. Согласно прогнозам ФАО аквакультура будет оставаться в

числе наиболее динамично развивающихся секторов производства продовольственных товаров животного происхождения с последующим превышением объемов производства говядины, свинины и птицы.

В Украине ситуация с аквакультурой также на-

ходится в рамках мировой тенденции и по данным Государственной службы статистики Украины объемы культивированных рыб увеличиваются из года в год. Очевидно, что при значительном производстве продуктов аквакультуры представляется возможным использование такого вида сырья для производства промытого рыбного фарша – сурими, мировое производство которого из пресноводных рыб постоянно возрастает, совершенствуются технологии и применяемое оборудование.

Анализ последних исследований [2-4] показывает высокую эффективность использования для этих целей электрохимически активированной воды – анолитов и католитов. Они в большей степени, чем вода, способны экстрагировать из рыбной сырьевой массы водорастворимые фракции (белки саркоплазмы, ферменты, нуклеотиды, небелковые азотистые вещества), что позволяет получить продукты более светлой окраски [5]. Однако, серьезной технологической проблемой остается низкая способность миофибриллярных белков пресноводных рыб к гелеобразованию, а вопросы влияния промывных анолитов и католитов на реологические свойства получаемых из сурими гелей в литературных источниках не представлены. Также остается не изученным совместное влияние активированной воды и внесение в сурими хлорида натрия.

Таким образом, цель данного исследования заключалась в оценке основных сдвиговых характеристик гелей на основе фаршей карпа, промытых водой и электроактивированными водными системами.

Материалы и методы исследования

В качестве сырья в исследованиях был использован распространенный объект аквакультуры – карп обыкновенный (*Cyprinus carpio*) со средней массой экземпляра около 300 г. Рыбу разделяли на обесшкуренное филе с удалением костей и измельчали на волчке с диаметром отверстий зеерной решетки 3 мм.

В экспериментальной части работы для промывки измельченного сырья были использованы питьевая водопроводная вода, анолит с pH 3,5 и католит с pH 12. Электроактивацию проводили электролизом водопроводной воды в мембранном электролизере с керамической мембраной. Величину pH определяли с использованием pH – метра pH-150МИ.

Перед использованием промывные жидкости охлаждали до необходимой температуры в бытовом холодильнике. Температуру воды контролировали стеклянным ртутным термометром согласно ГОСТ 13646.

Однократную промывку фаршей проводили в ранее экспериментально установленных рациональных условиях [2,3]: температура анолита 15°C, продолжительность промывки – 12 мин; температура католита и воды 5°C, продолжительность промывки – 2 мин. Гидро модуль для всех вариантов промывки был равен 6.

Полученные в процессе промывки рыбные пульпы центрифугировали при 8000 об/мин в течение 15 мин для отделения жидкой фазы. Каждый образец промытого фарша разделяли на четыре равные части, к двум из которых добавляли 1,5 % кристаллического хлорида натрия. Все образцы сурими дополнительно измельчали на лабораторном куттере и направляли на формирование двух типов термотропных гелей - «сувари» и «модори».

«Мягкие» гели «сувари» формируются в результате конформационных изменений макромолекул белков и образования межмолекулярных связей, которые происходят вследствие тепловой обработки промытого фарша при 30-35°C. Половину образцов сувари разогревали для формирования геля «модори», который образуется при прогревании сурими в температурном интервале 50-70°C. Этот вид геля характеризуется разрушением сетчатой белковой структуры и ухудшением эластичности (модоризация). Влагу, выделившуюся при формировании модори, удаляли.

Образцы сувари исследовали с использованием



ротационного вискозиметра «Реотест-2» и пенетрометра Ulab 3-31 M. Образцы модори испытывали только с применением пенетрометра.

По значениям показаний прибора, при выбранном режиме работы вискозиметра «Реотест-2» (12 значений градиента напряжения на срез в диапазоне $0,3333 - 145,8 \text{ с}^{-1}$), были рассчитаны значения касательного напряжения на срез (напряжение сдвига) для всех рассмотренных образцов сувари.

Для всех образцов гелей сувари и модори из фаршей, промытых водой и электроактивированными системами, определяли пенетрацию с применением пенетрометра Ulab 3-31 M.

Все реологические измерения проводили при температуре 20°C в пятикратной повторности с последующей математической обработкой в программном пакете Microsoft Excel.

Оценка сдвиговых характеристик гелей на основе промытых рыбных фаршей «сурими» позволяет охарактеризовать энергию взаимодействия между элементами структур и свойства всего объема системы в условиях напряженного состояния. Анализ экспериментальных результатов зависимости напряжения от скорости деформации свидетельствует, что при малых скоростях сдвига в исследуемых гелях развиваются упругие деформации, характерные для твердых тел, а при достижении некоторого порогового значения напряжения сдвига наблюдается пластическое течение. Из полученных данных можно предположить, что исследуемые гели сувари близки к модели упруго-пластического тела, получаемой при последовательном соединении упругого элемента Гука и пластического элемента Сен-Венана. При небольших напряжениях эти системы ведут себя как упругое тело, а при превышении определенной величины напряжения начинается их пластическое течение.

Полученные в результате проведенных опытов данные позволяют утверждать, что упругие свойства исследуемых гелей без добавления хлорида натрия и их способность сопротивляться сдвигающим деформациям увеличиваются до достижения промывной жидкости значения $\text{pH}=7$, а модуль сдвига для гелей из фаршей промытых водой и католитом, практически не зависит от pH .

Внесение в сурими 1,5 % хлорида натрия способствует уменьшению способности материалов сопротивляться изменению формы в напряженном состоянии. В этом случае модуль сдвига для гелей на основе сурими, промытых анолитом и водой, не

имеют значительных отличий, а при использовании для промывки католита этот показатель снижается. Это позволяет утверждать, что сурими, промытый электроактивированными системами, является более податливым к формированию продуктов, т.к. независимо от присутствия хлорида натрия меньше сопротивляется сдвиговым деформациям.

Из сравнения индекса течения всех образцов гелей из промытых в разных вариантах фаршей меньше единицы следует, что все исследуемые образцы относятся к псевдопластичным телам.

На практике, при формировании имитированных продуктов наилучший результат удастся достичь при использовании сурими, гели «сувари» которого по значению индекса течения наиболее приближены к единице, т.е. наиболее близки к ньютоновским жидкостям. Этим требованиям, из всех рассмотренных вариантов, в большей степени отвечает гель на основе фарша, промытого католитом.

В результате исследований установлено, что промывка фаршей электроактивированными системами позволяет получить гели с более высокими значениями коэффициента консистенции по сравнению с промывкой водой. Однако внесение в сурими 1,5 % хлорида натрия приводит к уменьшению коэффициента консистенции таких гелей в случае применения анолита и католита, и увеличению при использовании воды.

Таким образом, установлено, что наличие соли в сурими изменяет эффект влияния электроактивированной воды на консистенцию и вязкость гелей сувари на противоположный.

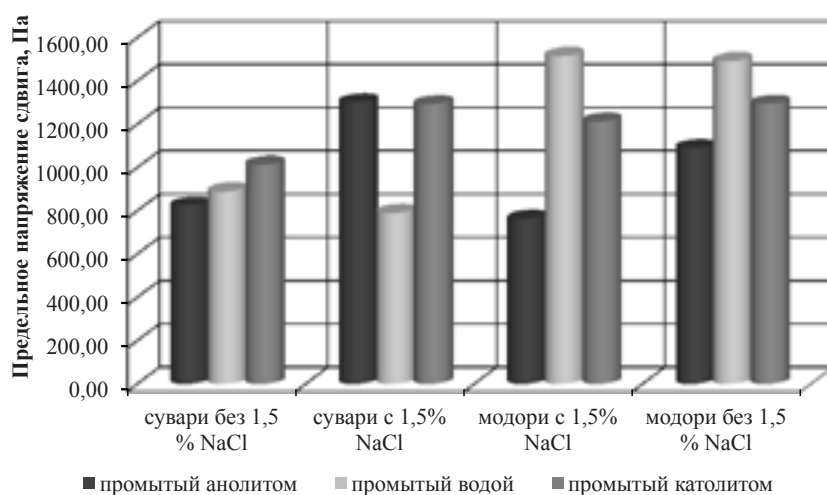
Также следует отметить, что темп разрушения структуры сувари из фарша, промытого водой, не зависит от внесения соли и составляет минус $0,785-0,787$. Близкое значение — минус $0,794$ наблюдается для сувари из фарша, промытого кислым анолитом с внесением в сурими 1,5 % хлорида натрия. Минимальное значение темпа разрушения структуры было зафиксировано для сувари из сурими, промытого анолитом без внесения добавок и католитом с добавлением хлорида натрия — минус $0,83$.

Полученные результаты указывают на, положительное влияние электроактивированных водных систем, использованных для промывки измельченного рыбного сырья, на качество полученных мягких гелей. Их применение способно уменьшать темп разрушения структуры на 5 %.

Кроме того проведенные исследования показа-



ли, что сувари, полученные из промытого водой, анолитом и католитом фарша, имеют незначительное отличие значений предельного напряжения сдвига: 820-1010 Па. Для рыбных гелей модори из сурими, промытых электроактивированными системами, предельное напряжение и соответствующая ему сдвиговая прочность ниже, чем для промытого водой. Это позволяет предположить, что гелям на основе сурими, промытых электроактивированными системами, присуща более высокая эластичность, которая является важным показателем качества продуктов. Очевидно, действие анолитов и католитов, противоположно действию растворов кислот и щелочей, при использовании которых наблюдается увеличение предельного напряжения фарша.



Динамика значений предельного напряжения сдвига при использовании различных промывных жидкостей

Предварительное внесение в сурими хлорида натрия по-разному влияет на исследуемые гели. Сувари из сурими, промытых анолитом и католитом, имеют более высокие значения предельного напряжения сдвига, чем промытый водой. В случае формирования геля модори тенденция остается аналогичной гелям без добавок, хотя величина оцениваемого показателя уменьшается.

При анализе предельного напряжения сдвига достаточно сложно оценить его рациональное значение. Так, продукт, полученный из геля, обладающего малым предельным напряжением сдвига, под действием сил тяжести может чрезмерно деформироваться, что в свою очередь приводит к большим возвратным отходам при формовании. Слишком высокое предельное напряжение, в свою очередь, может усложнять процесс формирования готовых изделий.

Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Экспериментально проверено, что при неболь-

ших напряжениях все исследуемые гели ведут себя как упругое тело, а при превышении определенной величины напряжения начинается их пластическое течение.

В результате исследований установлено, что промывка сурими электроактивированными системами позволяет получить гели с более высокими значениями коэффициента консистенции по сравнению с водой.

Выявлено, что применение анолитов и католитов положительно влияет на структуру гелей и способствует снижению темпа разрушения структуры на 5 %.

Исследования показали, что применение католитов и анолитов в технологии промытых фаршей из карпа более эффективно, чем использование воды, что подтверждается формированием гелей сувари и модори с высокими реологическими показателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры: Доклад Департамента рыболовства и аквакультуры ФАО за 2012 год. - Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций, 2012. - 237 с.
2. **Маевская Т., Виннов А., Слободяник А.** Повышение эффективности промывки рыбных фаршей // Продовольча індустрія АПК. - 2012. - №5. - С.23-26.
3. **Маевская Т.Н., Виннов А.С.** Обоснование режимов промывки рыбных белковых масс электроактивированными растворами // Научные труды ОНАПТ. - Одесса, 2012. - Вып.42, т.2. - с. 106-109.
4. Совершенствование технологии промытых белковых масс из пресноводной рыбы / **Желтоносова Е.А., Маевская Т.Н., Виннов А.С.** // Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика в условиях таможенного союза и ВТО : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 17-18 октября 2012 г.) : (в 2 ч.) ; Урал. гос.экон.ун-т. - Екатеринбург : Изд-во Урал.гос.экон.ун-та, 2012. - Ч.2. - С. 102-107.
5. **Маевская Т.** Оценка цвета промытых фаршей // Продовольча індустрія АПК. - 2012. - №6. - С.37-39.
6. Реология пищевых масс: уч. пособие / Кузнецов О.А, Волошин Е.В., Сагитов Р.Ф. // Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. - 106 с.
7. Дисперсные системы и структурообразование: учеб. пособие / **Т. С. Корниенко, Е. А. Загоруйко, Ю. Н. Сорокина**; Воронеж. гос. технол. акад. - Воронеж : ВГТА, 2009. - 100 с.
8. **Падохин В.А., Кокина Н.Р.** Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов: Учеб. пособие / Иван. гос. хим.-технол. ун-т., Институт химии растворов РАН. - Иваново, 2007. - 128 с.