

УДК 664.959.069.1
ББК 36.945 В48

А. С. Виннов, Т. Н. Маевская, Н. В. Долганова

ВЛИЯНИЕ ВИДА ПРОМЫВНОЙ ЖИДКОСТИ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕЛЕЙ ИЗ ФАРШЕЙ СУРИМИ

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

WASHING LIQUID EFFECT ON SURIMI GEL RHEOLOGICAL PROPERTIES

Цель исследования – сравнительная оценка реологических свойств гелей сувари и модори, полученных из фаршей карпа, промытых водой и электроактивированными водными системами. Приведены результаты сравнительных исследований реологических показателей гелей сувари и модори из фаршей карпа, промытых водопроводной водой, католитом и анолитом. Эффективная вязкость во всех случаях обратно пропорциональна скорости сдвига и стабилизируется для всех рассматриваемых образцов мягкого геля при скорости деформации $15\text{--}20\text{ с}^{-1}$. Максимальная эффективная вязкость при малых значениях напряжения сдвига наблюдается для сувари из фарша, промытого католитом с добавлением хлорида натрия. Этот вид геля способен к интенсивному снижению эффективной вязкости под внешним механическим воздействием. Под воздействием хлорида натрия интенсивность разрушения структуры геля из фарша, промытого водой, возрастает в 4,5 раза, а для сувари из фаршей, промытых электроактивированными системами, эта величина меняется всего в 1,4–0,73 раза. Анализ конечного участка течения показывает, что введение кристаллического хлорида натрия снижает интенсивность разрушения структуры сувари, промытого водой, в 2 раза, анолитом – в 4 раза. Сравнительная оценка значений статистических предельных напряжений сдвига сувари и модори показала, что эти гели из фарша карпа, промытого католитом, характеризуются наибольшими, с учетом массовой доли влаги в продукте, значениями. Пластическое течение мягких гелей на основе фаршей, промытых электроактивированными системами, начинается при величине напряжения 1 700 Па и почти в 2 раза превышает предел текучести сувари из фарша, промытого водой. Установлено, что применение католитов и анолитов для получения промытых фаршей из карпа обеспечивает получение гелей сувари и модори с более высокими реологическими показателями, чем в случае промывки фарша водой.

Ключевые слова: анолит, католит, промывка, сурими, сувари, модори.

The purpose of this research was to compare the rheological properties of the modori and suwari gels, obtained from minced carp washed with water and electro-activated by water systems. The results of comparative analysis of rheological properties of suwari and modori gels from minced carp, washed with tap water, catholyte and anolyte are presented. Effective viscosity in all cases is reversibly reduced with increasing shear rate and is stabilized for all considered soft gel samples at strain rate of $15\text{--}20\text{ s}^{-1}$. The effective viscosity maximum at small shear stress is observed for suwari from minced carp washed with catholyte with sodium chloride addition. This gel type is capable for effective viscosity intense reduction, under external mechanical effect. Under the sodium chloride influence, destruction intensity of gel structure for minced meat, washed with water, increases by 4,5 times, and for suwari from minced meat, washed by electroactivated systems, this value is changing only by 1,4–0,73 times. The flow final segment analysis shows that the crystalline sodium chloride addition reduces the destruction intensity of suwari structure washed with water by 2, and with anolyte – by 4. The suwari and madory gels statistical critical shear stress values comparative research showed, that catholyte washed minced carp provide the largest values, taking into account moisture content in the product. The plastic flow of the soft gels from minced meat, washed by electro-activated systems begins at 1 700 Pa and it exceeds the yield strength of suwari washed with water almost twice. It is clear, that catholyte and anolyte application for obtaining washed carp minced meat provides obtaining suwari and modori gels with higher rheological properties than if it is washed with water.

Key words: anolyte, catholyte, washing, surimi, suwari, modori.

Введение

Водные организмы представляют собой ценнейший источник белка, уникальных жиров и основных микроэлементов, необходимых для сбалансированного питания человека. Рыба и рыбопродукты относятся к числу наиболее популярных во всем мире видов продовольствия. В 2011 г. показатели торговли этими товарами, как в объемном, так и в стоимостном выражении, достигли рекордных величин, однако глобальная продовольственная ситуация заставляет искать компромисс между удовлетворением растущих потребностей все более многочисленного населения и ограниченностью природных ресурсов.

По данным ФАО, мировой объем промышленного рыболовства остается на стабильном уровне, а производство продукции аквакультуры продолжает расти. За последние три десятилетия (1980–2010 гг.) культивирование гидробионтов выросло почти в 12 раз. По прогнозам, аквакультура будет оставаться в числе наиболее динамично развивающихся секторов производства продовольственных товаров животного происхождения. В этом случае, в следующем десятилетии, суммарный объем продукции рыболовства и аквакультуры превысит объемы производства говядины, свинины или птицы.

Основную часть ассортимента мировой продукции аквакультуры составляют пресноводные рыбы (56,4 % – 33,7 млн т). В их производстве преобладают карповые виды рыб (в 2010 г. 71,9 % – 24,2 млн т) [1].

Значительное увеличение объемов культивирования карпов вызвало в мире растущий интерес к их использованию для производства промывного фарша – сурими и продуктов на его основе. Однако работающие в этом направлении отечественные и зарубежные специалисты [2–5] называют ряд проблем, препятствующих эффективной переработке карповых рыб на сурими. В первую очередь это значительное количество мелких костей в мясе и сравнительно низкая способность иофибрилярных белков к гелеобразованию. Серьезной технологической проблемой является также темный цвет филе, фарша и гелей на его основе. Традиционно эту проблему решают, повышая эффективность промывки, используя растворы солей, кислот, щелочей, отбеливающих веществ.

Альтернативой традиционным направлениям в промывке фарша может быть использование электрохимически активированной воды – анолитов и католитов. В указанных системах молекулы воды обладают дополнительными степенями свободы за счет нарушенных под влиянием электрического поля ионизированных частиц водородных связей. Это обуславливает способность водных электроактивированных систем проникать в межклеточные пространства, увеличивать гидратные оболочки гидрофильных соединений, ускорять диффузионно-осмотические и каталитические процессы.

Наличие в анолите сильных окислителей и свободных радикалов превращает его в систему с сильно выраженными биоцидными свойствами. Католит, насыщенный восстановителями, приобретает высокую адсорбционно-химическую активность.

Многочисленными исследованиями однозначно установлена способность анолитов и католитов к эффективному экстрагированию из измельченной рыбной сырьевой массы водорастворимых компонентов (белки саркоплазмы, ферменты, нуклеотиды, небелковые азотистые вещества). Фарши, полученные в результате промывки рыбного сырья электроактивированными водными системами, имеют хорошие органолептические показатели и более светлый цвет [3, 6].

Однако для рекомендации в производство технологии сурими с применением анолитов или католитов необходимо исследовать влияние этого метода промывки фаршей на структурно-механические свойства получаемых из них гелей.

Цель исследования заключалась в сравнительной оценке реологических свойств гелей сувари (suwari) и модори (modori), полученных из фаршей карпа, промытых водой и электроактивированными водными системами.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Установить характер реологического поведения гелей сувари, сформированных из фаршей, промытых водой, католитом и анолитом.
2. Выявить зоны разрушения структур и возможные зоны ньютоновского течения сувари, полученного с применением различных промывных систем.
3. Установить зависимости интенсивности разрушения структуры сувари от вида промывной жидкости, использованной в процессе получения сурими.
4. Определить влияние вида промывных жидкостей на предельное напряжение сдвига по

результатам исследования величины пенетрации гелей сувари и модори. Сопоставить результаты реологических исследований с массовой долей влаги рассматриваемых рыбных гелей.

5. Оценить целесообразность применения католитов и анолитов в технологии промытых фаршей.

Материалы и методы исследования

В качестве основного сырья в исследованиях был принят массовый 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 зерной решетки 3 мм.

В исследованиях для промывки полученного фарша были использованы 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.

Измельченное филе однократно промывали водой и полученными электроактивированными водными системами в ранее экспериментально установленных режимах:

- температура анолита 15 °С, продолжительность промывки – 12 мин;
- температура католита и воды 5 °С, продолжительность промывки – 2 мин.

Гидромодуль для всех вариантов промывки был равен 6 [7, 8].

Полученные в процессе промывки рыбные пульпы центрифугировали при 8000 об/мин в течение 15 минут 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 «мягкого» геля сувари при температуре 35 °С. Половину образцов сувари разогревали до температуры 65 °С для формирования «плотного» геля модори. Выделившуюся при формировании модори влагу удаляли.

Подготовленные образцы сувари направляли на реологические исследования с использованием ротационного вискозиметра «Реотест-2» и пенетрометра Ulab 3-31 М. Образцы геля модори испытывали только с применением пенетрометра.

На основании показаний прибора, при выбранном режиме работы вискозиметра «Реотест-2» (12 значений градиента напряжения на срез в диапазоне 0,3333 до 145,8 с⁻¹), были рассчитаны значения касательного напряжения на срез (напряжение сдвига) и эффективной вязкости для всех рассмотренных образцов сувари:

$$\tau_r = 0,1 \cdot z \cdot \alpha,$$

где τ_r – касательное напряжение на срез, Па; z – константа измерительного цилиндра; α – значение, считанное со шкалы индикатора прибора.

$$\eta = \left(\frac{\tau_r}{D_r} \right) 100,$$

где η – эффективная вязкость, Па·с; τ_r – касательное напряжение на срез, Па; D_r – градиент напряжения на срез, с⁻¹.

Экспериментальные результаты, полученные при измерении пенетрации сувари и модори, использовали для расчета величины предельного напряжения сдвига по формуле [9]:

$$\Theta = \kappa \cdot m,$$

где Θ – предельное напряжение сдвига, Па; m – масса конуса со штангой и дополнительным грузом, кг; κ – константа измерительного конуса (для принятого конуса с углом при вершине $2\alpha = 60^\circ$ $\kappa = 2,1$ Н/кг); h – глубина погружения конуса за принятую экспозицию, м.

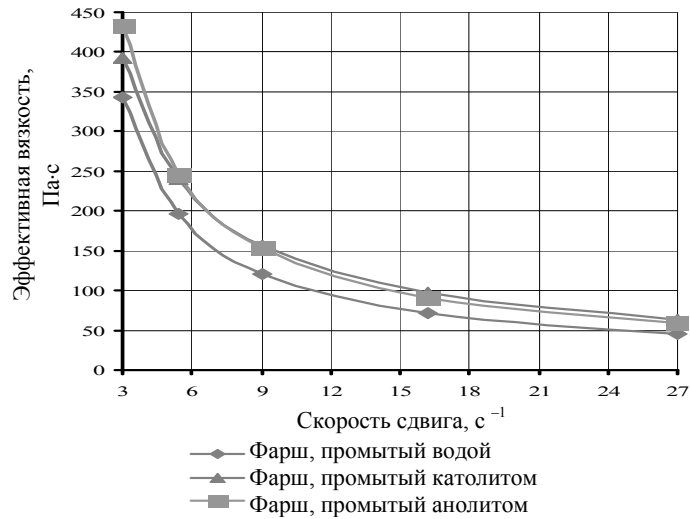
Массовую долю влаги в гелях определяли по ГОСТ 7636 [10].

Все реологические измерения проводили при температуре 20 °С в пятикратной повторности с последующей математической обработкой в программных пакетах Statistica 6.0 и Microsoft Excel.

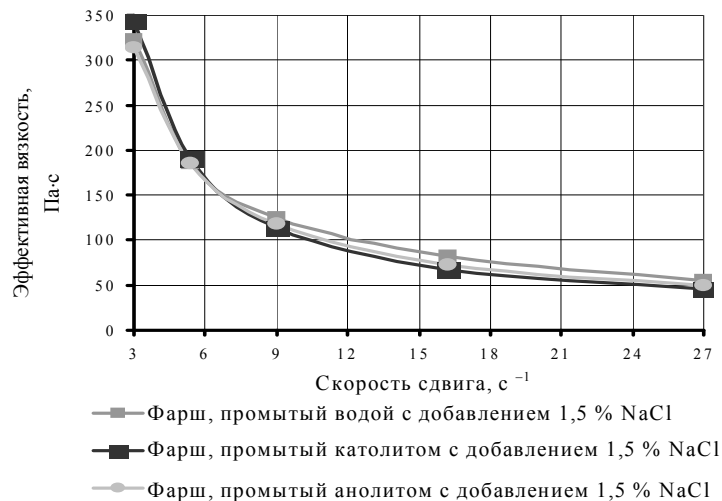
Результаты исследований и их обсуждение

Экспериментальные результаты зависимости эффективной вязкости от скорости сдвига сувари представлены на рис. 1. Их анализ позволяет утверждать, что процесс промывки фаршей анолитами и католитами не меняет характер реологического поведения геля по сравнению с суварой, полученными после промывки фарша водой.

Эффективная вязкость во всех случаях обратимо снижается по мере увеличения скорости сдвига и стабилизируется для всех рассматриваемых образцов мягкого геля при скорости деформации $15\text{--}20\text{ с}^{-1}$. Поскольку для всех исследуемых образцов сувари характерно уменьшение эффективной вязкости при увеличении скорости сдвига, то этот вид геля на основе сурими из карпа можно отнести к псевдопластическим телам.



а



б

Рис. 1. Кривые эффективной вязкости сувари: а – без внесения NaCl; б – с внесением NaCl

Представленные на рис. 2, а, б, в зависимости эффективной вязкости сувари от напряжения сдвига позволяют охарактеризовать структуру продукта, полученного в разных вариантах промывки. Классические кривые течения материала для псевдопластических тел состоят из трех основных участков. Первый и третий участки отображают ньютоновское течение материала при практически постоянном значении эффективной вязкости. Первый участок кривой соответствует значениям напряжения сдвига, которые не вызывают нарушения структуры. Его принято называть зоной упругой деформации. Эта зона в диапазоне рассматриваемых напряжений сдвига для всех исследуемых образцов сувари не выявлена.

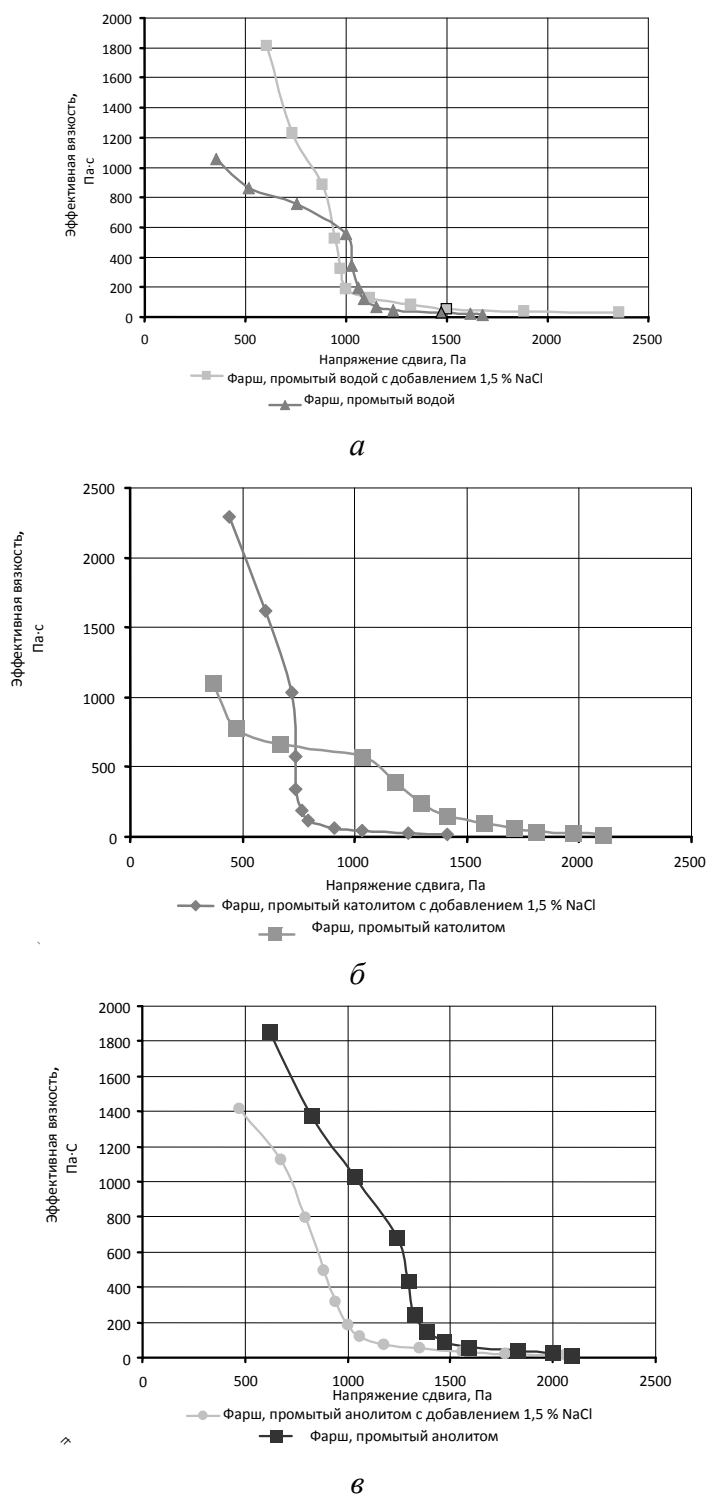


Рис. 2. Зависимость эффективной вязкости сувари от напряжения сдвига при использовании: а – воды; б – католита; в – анолита

На втором участке реологической кривой происходит значительное снижение эффективной вязкости материала. Характер и интенсивность этих изменений различны для гелей из фаршей, промытых водой, анолитом и католитом, но в целом для всех образцов удается выделить три выраженные зоны течения, которые обычно описывают следующим образом [11]:

- I – зона начала течения с наибольшей эффективной и пластической вязкостью;
- II – начало зоны лавинного снижения эффективной вязкости и разрушения структуры;
- III – зона лавинного разрушения структуры.

Аппроксимация полученных экспериментальных зависимостей позволяет получить ряд статистически достоверных уравнений, представленных в таблице, и объективно оценить интенсивность изменения структуры продукта. Величину интенсивности изменения эффективной вязкости сувари определяли как значение первой производной аппроксимирующих зависимостей в соответствующих зонах рассматриваемого участка. Знак «-» в полученных значениях производных означает снижение эффективной вязкости. Эта величина по модулю численно равна значению интенсивности разрушения структуры исследуемых образцов мягкого геля.

Результаты регрессионного анализа зависимостей эффективной вязкости сувари от напряжения сдвига

Вид промывной жидкости	Наличие NaCl в сурими, 1,5 %	Анализируемый участок	Аппроксимирующие уравнения зависимости эффективной вязкости от напряжения сдвига, $Y(x)$	Коэффициент аппроксимации, R^2	Интервал значений напряжения сдвига x , Па	Интенсивность изменения эффективной вязкости
Вода	-	I	$-0,73x + 1286,50$	0,97	353,16–1000,62	-0,73
		II	$-4,93x + 5458,33$	0,96	1000,62–1088,91	-4,93
		II I	$0,0039x^2 - 9,484x + 5872$	1,00	1088,91–1215,90	-0,99–0,00
	+	I	$-3,30x + 3749,30$	0,97	603,32–882,90	-3,30
		II	$-6,02x + 6192,60$	1,00	882,90–1000,62	-6,02
		II I	$0,0005x^2 - 1,3767x + 1107$	0,99	1000,62–1376,7	-0,38–0,00
Католит	-	I	$-3,10x + 2242,80$	1,00	367,86–470,88	-3,10
		II	$0,0007x^2 - 1,44x + 1307,80$	1,00	470,88–1028,57	-0,79–0,00
		II I	$0,001x^2 - 3,47x + 3096,3$	0,99	1030,05–1735,00	-1,4–0
	+	I	$-4,51x + 4300,6$	1,00	441,45–721,04	-4,51
		II	$-46,67x + 34678$	1,00	721,04–735,75	-31,1
		II I	$-0,0002x^3 + 0,4231x^2 - 361,17x + 102817$	1,00	735,75–1406,00	-63,38–0
Анолит	-	I	$-1,8669x + 2966,8$	0,99	618,03–1236,06	1,87
		II	$-4,9048x + 6757,7$	0,99	1236,06–1324,35	4,9
		II I	$0,0032x^2 - 10,063x + 7922,5$	0,99	1324,35–1572,34	-1,59–0,00
	+	I	$-1,3816x + 2063,4$	1,00	470,88–676,89	1,38
		II	$-2,763x + 2971,6$	0,98	676,89–1059,48	2,76
		II I	$0,0004x^2 - 1,1012x + 878,94$	0,98	1059,48–1376,50	-0,25–0,00

Анализ расчетных и экспериментальных результатов позволяет утверждать, что в областях малых значений напряжения сдвига (**зона I**) наиболее склонен к сохранению своей структуры сувари из сурими, промытого водой. Наибольшую интенсивность разрушения структуры проявляет гель, полученный с применением католита, при этом ширина зоны I для католита по значениям величины напряжения сдвига значительно уже, чем аналогичные участки для других промывных жидкостей.

Введение в промытый фарш кристаллического хлорида натрия значительно меняет характер реологического поведения всех видов сувари в рассматриваемой зоне. Под воздействием сильного электролита интенсивность разрушения структуры геля из фарша, промытого водой, возрастает в 4,5 раза, а для сувари из фаршей, промытых электроактивированными системами, эта величина меняется всего в 1,4–0,73 раза.

Гель сувари, полученный из фарша, промытого католитом с добавлением хлорида натрия, имеет наибольшее значение величины эффективной вязкости при низких значениях напряжения сдвига.

Зона II – начало лавинного снижения эффективной вязкости и разрушения структуры – имеет примерно одинаковые границы значений напряжения сдвига для всех рассматриваемых вариантов сувари без добавления поваренной соли. Она характеризуется одинаково высокими значениями интенсивности этого процесса для продукта из фарша, промытого водой и аноли-

том, а применение католита тормозит разрушение структуры под воздействием возрастающих напряжений сдвига.

Анализ данных, полученных для всех экспериментальных образцов продукции с добавлением хлорида натрия, позволяет утверждать, что в этом случае сильный электролит наиболее активно способствует разрушению структуры сувари из сурими, промытого католитом. Аналогичные изменения сувари из фарша, промытого водой и анолитом, протекают значительно менее интенсивно.

Зона III – лавинное разрушение структуры – для всех образцов сувари без внесения кристаллического хлорида натрия характеризуется близкими значениями интенсивности разрушения структуры, при этом процесс имеет затухающий характер.

Сравнительная оценка изменений продукта в этой зоне показывает, что введение кристаллического хлорида натрия снижает интенсивность разрушения структуры сувари, промытого водой, в 2 раза, анолитом – в 4 раза. Наибольшие изменения претерпевает гель из сурими, промытый католитом. В этом случае интенсивность разрушения структуры возрастает в 82 раза по сравнению с аналогичными образцами без поваренной соли.

Очевидно, что выявленные особенности реологического поведения сувари из фарша, промытого католитом с добавлением хлорида натрия, связаны с изменениями гидратации миофибриллярных белков фарша под воздействием сильного электролита. Можно предположить, что в процессе промывки измельченного рыбного сырья католитом с pH 12 и последующей термической обработки для создания геля сувари происходит формирование сильногидратированных миофибриллярных матриц, которые хорошо сохраняют свою структуру при механическом воздействии и очень быстро разрушаются при введении в систему сильного электролита.

Сувари из фарша, промытого католитом, с последующим добавлением хлорида натрия, обладает максимальной эффективной вязкостью при низких значениях напряжения, которая быстро снижается при возрастании интенсивности перемешивания. Такое реологическое поведение дает основание предполагать, что данный вариант сурими предпочтителен при производстве различных видов формованной и имитированной продукции.

Результаты экспериментальных исследований пенетрации образцов сувари и модори, полученных из разных вариантов промытого фарша – с добавлением и без добавления хлорида натрия, представлены на рис. 3 в виде зависимостей предельного напряжения сдвига материала от значения pH промывной жидкости.

Из сравнения особенностей реологического поведения образцов сувари без внесения хлорида натрия следует, что для этих гелей с повышением pH промывной жидкости возрастает предельное напряжение сдвига, при этом зависимость имеет линейный характер.

В результате введения 1,5 % кристаллического NaCl в промытые водой, анолитом и католитом фарши способность сувари необратимо деформироваться под действием внешних сил без нарушения сплошности приобретает более сложный, нелинейный характер. Пластическое течение мягких гелей на основе промытых электроактивированными системами фаршей, начинается при величине напряжения, почти в 2 раза превышающей предел текучести сувари из фарша, промытого водой. Таким образом, можно утверждать, что применение католитов и анолитов для промывки фаршей из карпа позволяет повысить упругопрочностные свойства гелей сувари, т. е. повышает качество сурими, делая его более пригодным для формования.

Некоторые несоответствия между кривыми вязкости сувари и значениями предельного напряжения сдвига, полученного из исследований пенетрации, могут быть объяснены эффектом Вейссенберга. Им было обнаружено, что при течении упругих систем в условиях простого сдвига возникают не только касательные, но и нормальные напряжения, ортогональные направлению сдвига. Упругое тело, деформационное состояние которого характеризуется осевой симметрией, стягивается нормальными напряжениями, противодействующими силам тяжести и центробежным силам, и выдавливается из зазора ротационного вискозиметра.

Зависимости предельного напряжения сдвига гелей модори от pH жидкости, использованной для промывки фарша, также имеют нелинейный характер. Из полученных результатов следует, что внесение кристаллической поваренной соли в сурими, промытое водой и католитом, не оказывает заметного влияния на значения предельного напряжения сдвига этого геля. Использование для промывки сурими анолита с последующим внесением хлорида натрия оказывает отрицательное влияние на способность геля удерживать форму. Этот вид модори имеет наименьшее значение предельного напряжения сдвига, а наибольшее значение наблюдаются для образцов, полученных из фаршей, промытых водой.

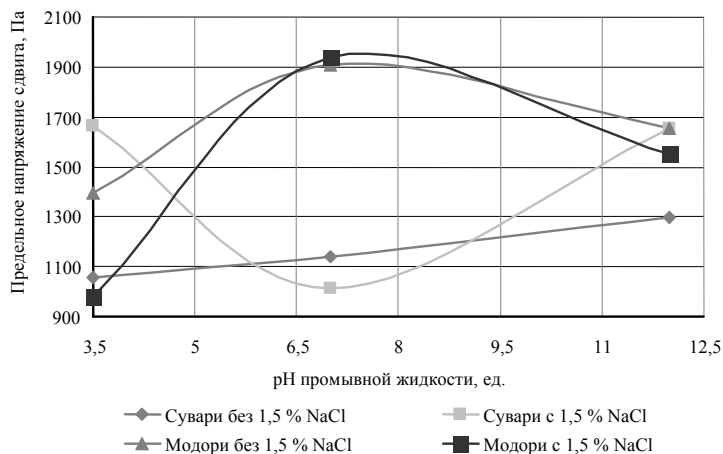


Рис. 3. Зависимость статистического предельного напряжения сдвига от значения pH промывной жидкости для сувари и модори из карпа

Сопоставление экспериментальных реологических характеристик сувари и модори со значениями массовой доли влаги в продуктах, полученных для различных видов промывной жидкости (рис. 4), позволяет сделать следующее предположение. Максимальное предельное напряжение сдвига, выявленное для модори из фарша, промытого водой, связано прежде всего с невысоким, по сравнению с другими образцами, содержанием влаги в этом продукте.

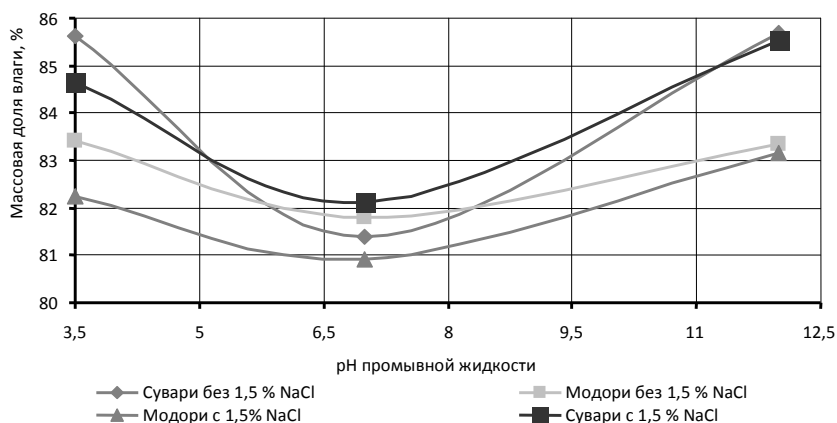


Рис. 4. Зависимость содержания влаги в продукте от pH промывной жидкости

Заключение

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Экспериментально установлено, что гели сувари из промытого фарша карпа являются псевдопластическими телами. Применение электроактивированных систем для промывки фарша из карпа не меняет реологический характер поведения этого геля.

2. Выявлены границы зон течения гелей сувари, полученных из разных вариантов сурими. В случае применения для промывки фарша электроактивированных систем начало зоны лавинного разрушения структуры и зоны ньютоновского течения разрушенной структуры смещено в сторону более высоких значений напряжения сдвига.

3. Доказано, что интенсивность разрушения структуры мягких гелей зависит от вида промывной жидкости. Наибольшую эффективную вязкость при малых значениях напряжения сдвига имеет сувари, полученный из фарша, промытого католитом с добавлением хлорида натрия. Этот вид мягкого геля интенсивно снижает свою эффективную вязкость под внешним механическим воздействием, проявляя выраженные пластические свойства.

4. Установлено, что гели сувари и модори из фаршей, промытых электроактивированными системами, имеют более высокое содержание влаги, чем их аналоги, промытые водой. Сравнительная оценка значений предельных напряжений сдвига мягких и твердых гелей позволяет утверждать, что этот показатель для фарша, промытого католитом, характеризуется наибольшим значением с учетом массовой доли влаги в продукте.

5. Установлено, что применение католитов и анолитов для получения промытых фаршей из карпа обеспечивает получение гелей сувари и модори с более высокими реологическими показателями, чем в случае промывки фарша водой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Состояние мирового рыболовства и аквакультуры: докл. Департамента рыболовства и аквакультуры ФАО за 2012 год.* – Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций, 2012. – 237 с.
2. *Ярцева Н. В., Долганова Н. В.* Изучение возможности улучшения качества рыбного фарша путем промывания органическими кислотами // *Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство.* – 2011. – № 1. – С. 158–165.
3. *Виннов А. С., Манолу Т. А.* Использование анолитов для производства рыбных белковых масс // *Науч. тр. ОНАПТ.* – Одесса, 2011. – Вып. 40, т. 2. – С. 117–120.
4. *Jafarpour Khozagh S.* Quality characteristics of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi and kamaboko and the role of sarcooplasmic proteins // *RMIT University School of Applied Sciences*, 2008. – 216 p.
5. Alternatives for Efficient and Sustainable Production of Surimi / *A. M. Martin-Sanchez, C. Navarro, J. A. Perez-Alvarez, V. Kuri* // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* – 2009. – Vol. 8, iss. 4. – P. 359–374.
6. *Маевская Т.* Оценка цвета промытых фаршей // *Продовольча індустрія АПК.* – 2012. – № 6. – С. 37–39.
7. *Маевская Т., Виннов А., Слободяник А.* Повышение эффективности промывки рыбных фаршей // *Продовольча індустрія АПК.* – 2012. – № 5. – С. 23–26.
8. *Маевская Т. Н., Виннов А. С.* Обоснование режимов промывки рыбных белковых масс электроактивированными растворами // *Науч. тр. ОНАПТ.* – Одесса, 2012. – Вып. 42, т. 2. – С. 106–109.
9. *ГОСТ 30469–95.* Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором. – Киев: Госстандарт Украины, 2001. – 12 с.
10. *ГОСТ 7636–85.* Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов. – 87 с.
11. *Падохин В. А., Кокина Н. П.* Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов: учеб. пособие / *Иван. гос. хим.-технол. ун-т, Институт химии растворов РАН.* – Иваново, 2007. – 128 с.

REFERENCES

1. *Sostoianie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury. Doklad Departamenta rybolovstva i akvakul'tury FAO za 2012 god* [State of world fishery and aquaculture. Report of the Department of Fishery and Aquaculture FAO in 2012]. Rome, Prodovol'stvennaia i sel'skokhoziaistvennaia Organizatsiia Ob"edinennykh Natsii, 2012. 237 p.
2. *Iartseva N. V., Dolganova N. V.* Izuchenie vozmozhnosti uluchsheniia kachestva rybnogo farsha putem promyvaniia organicheskimi kislotami [Study of the possibility of improvement of minced fish quality by washing with organic acids]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Serii: Rybnoe khoziaistvo*, 2011, no. 1, pp. 158–165.
3. *Vinnov A. S., Manoli T. A.* Ispol'zovanie anolitov dlia proizvodstva rybnykh belkovykh mass [Use of anolytes for production of fish protein masses]. *Nauchnye trudy ONAPT. Odessa*, 2011, iss. 40, vol. 2, pp. 117–120.
4. *Jafarpour Khozagh S.* *Quality characteristics of common carp (Cyprinus carpio) surimi and kamaboko and the role of sarcooplasmic proteins.* RMIT University School of Applied Sciences, 2008. 216 p.
5. *Martin-Sanchez A. M., Navarro C., Perez-Alvarez J. A., Kuri V.* Alternatives for Efficient and Sustainable Production of Surimi. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2009, vol. 8, iss. 4, pp. 359–374.
6. *Maevskaia T.* Otsenka tsveta promytykh farshei [Evaluation of colour of washed minced fish]. *Prodovol'cha industriia APK*, 2012, no. 6, pp. 37–39.
7. *Maevskaia T., Vinnov A., Slobodianik A.* Povyshenie effektivnosti promytki rybnykh farshei [Increase in efficiency of washing minced fish]. *Prodovol'cha industriia APK*, 2012, no. 5, pp. 23–26.
8. *Maevskaia T. N., Vinnov A. S.* Obosnovanie rezhimov promytki rybnykh belkovykh mass elektroaktivirovannymi rastvorami [Substantiation of regimes of washing of fish protein masses with electro-activated solutions]. *Nauchnye trudy ONAPT. Odessa*, 2012, iss. 42, vol. 2, pp. 106–109.
9. *GOST 30469–95. Miasoprodukty. Metody opredeleniia penetratsii konusom i igol'chatym indentorom* [Meat

products. Methods of determination of cone and needle indenter penetration]. Kiev, Gosstandart Ukrainy, 2001. 12 p.

10. *GOST 7636–85. Ryba, morskije mlekopitaiushchie, morskije bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki. Metody analiza* [Fish, sea mammals, sea invertebrates and the products of their processing]. Moscow, Izd-vo standartov. 87 p.

11. Padokhin V. A., Kokina N. R. *Fiziko-mekhanicheskie svoistva syr'ia i pishchevykh produktov* [Physical and mechanical properties of raw material and foodstuff]. Ivanovskii gosudarstvennyi khimiko-tehnologicheskii universitet, Institut khimii rastvorov Rossiiskoi akademii nauk. Ivanovo, 2007. 128 p.

Статья поступила в редакцию 12.02.2013

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Виннов Алексей Сергеевич – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев; канд. техн. наук; доцент кафедры «Технология мясных, рыбных и морепродуктов»; Aleks2174@yandex.ru.

Vinnov Alexey Sergeevich – National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kiev; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department "Meat, Fish and Marine Products Technology"; Aleks2174@yandex.ru.

Маевская Татьяна Николаевна – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев; аспирант кафедры «Технология мясных, рыбных и морепродуктов»; t.m.maevska@gmail.com.

Maevskaya Tatyana Nickolayevna – National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine Kiev; Postgraduate Student of the Department "Meat, Fish and Marine Products Technology"; t.m.maevska@gmail.com.

Долганова Наталья Вадимовна – Астраханский государственный технический университет; д-р техн. наук; профессор; зав. кафедрой «Товароведение, технология и экспертиза товаров»; n.dolganova@astu.org.

Dolganova Natalia Vadimovna – Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department; "Commodity Research, Technology and Expert Examination of Goods"; n.dolganova@astu.org.