

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОДЕЛЬНЫХ СОСТАВОВ ГЕЛЕЙ С ТАУРИНОМ И АЛЛАНТОИНОМ

С. И. Провоторова¹, А. И. Сливкин¹, Ф. С. Бугаёв¹, М. А. Веретенникова¹, П. А. Федосов¹, М. В. Сенютина¹, Ю. Г. Козочкина¹, А. С. Беленова¹, А. А. Смирных², Е. Е. Чупандина¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Поступила в редакцию 12.10.2016 г.

Аннотация. В статье приведены результаты реологических исследований: определение динамической вязкости, предельного напряжения сдвига, механической стабильности модельных составов гелей с таурином и аллантином на основе метилцеллюлозы (МЦ), натрий-карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) и натрия альгината. Установлено, что гель на основе натрия альгината обладает оптимальными реологическими характеристиками.

Ключевые слова: гель, таурин, аллантин, натрия альгинат, метилцеллюлоза, натрий-карбоксиметилцеллюлоза, реология.

Abstract. The results of rheological research: the study of the dynamic viscosity, shear stress limit, the definition of the mechanical stability of the model compositions of gels with taurine and allantoin based on methylcellulose, sodium carboxymethylcellulose and sodium alginate presents. It is found that a gel based on sodium alginate has optimum rheological characteristics.

Keywords: gel, taurine, allantoin, alginate sodium, methylcellulose, sodium carboxymethylcellulose, rheology.

Разработка лекарственных форм с упруго-вязко-пластичной консистенцией затрагивает вопросы исследования структурно-механических свойств, которые важны для ряда технологических процессов, таких как: прохождение продукта по трубопроводу, фасовка и экструзия из туб, в течение которых продукт должен оставаться стабильным. Необходимо отметить, что изучение данных свойств субъективно отражает их влияние на терапевтические и потребительские показатели, а именно: удобство, легкость и равномерность нанесения на обрабатываемую поверхность, высвобождение лекарственного вещества [1, 2].

Цель работы - изучение структурно-механических свойств геля с таурином и аллантином

по показателям динамическая вязкость (η , Па*с), предельное напряжение сдвига (τ , Па), механическая стабильность.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В качестве объектов исследований были выбраны оптимальные составы гелей с таурином и аллантином на основании результатов, полученных при использовании метода математического планирования (табл.1) [3].

Изучение реологических параметров гелей с таурином и аллантином проводили на ротационном вискозиметре «Rheotest-2» типа RV (Германия) в широком диапазоне скоростей сдвига.

Анализируемый образец геля в количестве около 50 г. помещали в измерительную ячейку, которую подключали к вискозиметру, затем измеряли при диапазоне скоростей предварительно запланированных экспериментально, последовательно

© Провоторова С. И., Сливкин А. И., Бугаёв Ф. С., Веретенникова М. А., Федосов П. А., Сенютина М. В., Козочкина Ю. Г., Беленова А. С., Смирных А. А., Чупандина Е. Е., 2017

увеличивая, а затем уменьшая скорость сдвига, регистрируя показания индикаторного прибора на каждой ступени. Разрушение структуры проводили путем вращения цилиндра при максимальной скорости в течение 10 мин, после чего, регистрировали показания индикатора на каждой скорости.

Таблица 1.

Составы для изучения структурно-механических свойств

Компоненты	Номер состава		
	1	2	3
	МЦ 3.5 %	Na-КМЦ 2.5 %	Na-альгинат 4.5 %
Глицерин 6.5 %	Глицерин 6.5 %	Глицерин 6.5 %	
Таурин 4%	Таурин 4%	Таурин 4%	
Аллантоин 0.5%	Аллантоин 0.5%	Аллантоин 0.5%	
Нипагин 0.1 %	Нипагин 0.1 %	Нипагин 0.1 %	
Воды до 100г.	Воды до 100г.	Воды до 100г.	

На основании полученных результатов рассчитывали величину предельного напряжения сдвига по формуле 1:

$$\tau = \tilde{n} \times \alpha \quad (1),$$

где τ – предельное напряжение сдвига, Па; c – константа цилиндра, Па; α – показания шкалы индикаторного прибора.

Динамическую вязкость рассчитывали по формуле 2:

$$\eta = \frac{\tau}{Dr} \quad (2),$$

где η – динамическая вязкость, Па*с; τ – касательное напряжение, Па; Dr – градиент скорости, с⁻¹.

По рассчитанным значениям эффективной вязкости гелей с таурином и аллантоином строили графики зависимости динамической вязкости от скорости сдвига – кривые вязкости.

Оценку консистентных свойств гелей с таурином и аллантоином проводили на основе реограмм их течения в диапазонах скоростей сдвига. С этой целью строили графики зависимости напряжения сдвига от возрастающих и убывающих значений скорости сдвига.

О степени разрушения структуры систем в процессе необратимых деформаций судили по величине механической стабильности (МС), которую исследовали по методике Г.В. Михайловой. МС рассчитывали как отношение предела прочности структуры неразрушенной системы (τ_1) к величине предела прочности структуры системы, подвергнутой разрушению в течение 10 мин во внутреннем цилиндре вискозиметра (τ_2) по формуле 3:

$$MC = \frac{\tau_1}{\tau_2} \quad (3),$$

где τ - предел прочности структуры, не разрушенной системы; τ - предела прочности структуры, разрушенной системы.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исходя из полученных данных, была установлена зависимость динамической вязкости от скорости сдвига для изучаемых образцов геля с таурином и аллантоином (рис. 1-3).

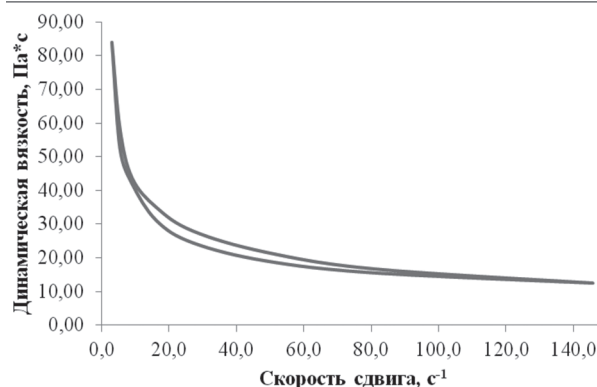


Рис. 1. Реограмма кривой вязкости геля на основе МЦ с таурином и аллантоином

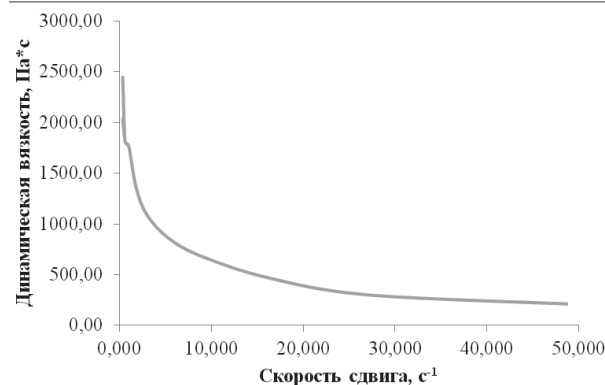


Рис. 2. Реограмма кривой вязкости геля на основе натрия альгината с таурином и аллантоином

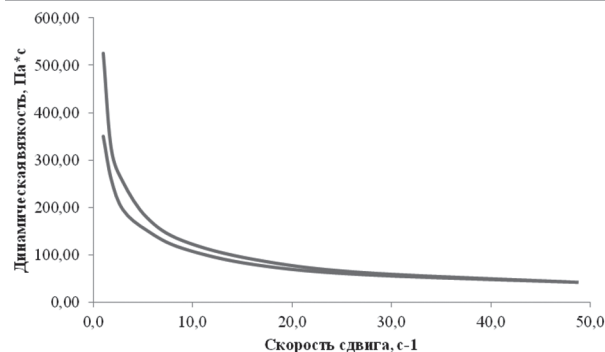


Рис. 3. Реограмма кривой вязкости геля на основе Na-КМЦ с таурином и аллантоином

Провоторова С. И., Сливкин А. И., Бугаёв Ф. С., Веретенникова М. А., Федосов П. А., Сеньютина М. В., Козочкина Ю. Г., Беленова А. С., Смирных А. А., Чупандина Е. Е.

По данным реограмм установлено, что вязкость исследуемых образцов падает с увеличением скорости сдвига в результате нарушения структуры и молекулярной ориентации. Кроме того, на вязкость геля на основе натрия альгината, при данных условиях, сдвиговая предыстория образца не влияет, что нельзя сказать про гели на основе МЦ и Na-КМЦ.

По полученным результатам для изучения тиксотропных свойств всех исследуемых гелей построили кривые течения в координатах скорость сдвига – напряжение сдвига (рис. 4-6).

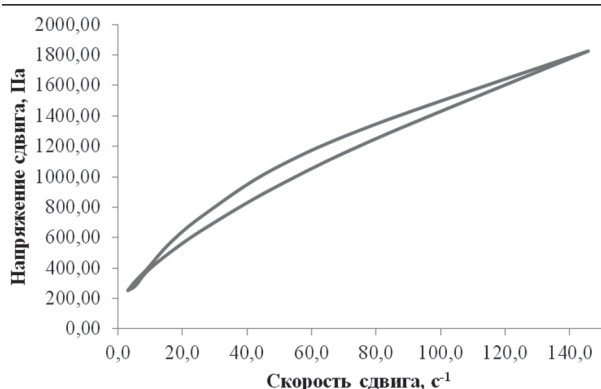


Рис. 4. Кривая течения геля на основе МЦ с таурином и аллантоином

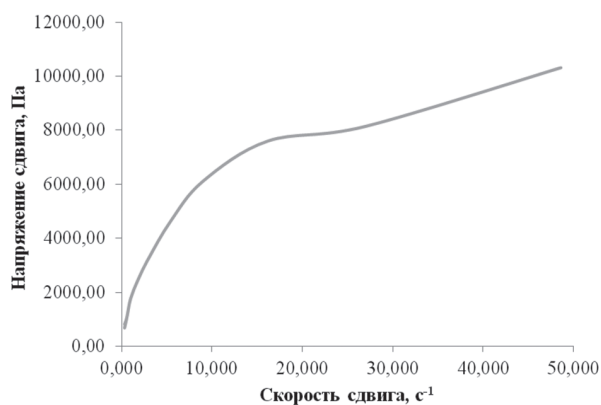


Рис. 5. Кривая течения геля на основе натрия альгината с таурином и аллантоином

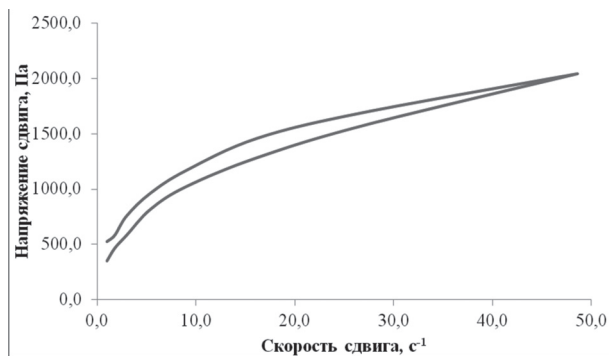


Рис. 6. Кривая течения геля на основе Na-КМЦ с таурином и аллантоином

Полученные кривые в области изменения градиента скоростей от малых к большим и от больших к малым показывают, что течение гелей начинается только после определенного значения напряжения, которое необходимо для разрушения элементов структуры геля. Этот факт свидетельствует о том, что исследуемые образцы гелей являются структурированными системами.

В период вновь убывающего напряжения сдвига восстановление прежней структуры образцов геля на основе МЦ и Na-КМЦ имеет запаздывающий характер, что нельзя сказать про образец геля на основе натрия альгината.

Наличие восходящих и нисходящих кривых, образующих «петлю гистерезиса», указывает на наличие тиксотропных свойств. Данный факт позволяет прогнозировать хорошую намазываемость исследуемых гелей, а также дает возможность предположить стабильность продукта в процессе производства и экструзии из туб.

На основании полученных данных были рассчитаны значения механической стабильности гелей с таурином и аллантоином (табл. 2).

Таблица 2.

Значения механической стабильности гелей

Показатель прочности структуры	Гель МЦ с таурином и аллантоином	Гель Na-альгинат с таурином и аллантоином	Гель КМЦ с таурином и аллантоином
τ_1	1354,5	8148	1693,6
τ_2	1260	8148	1576,8
МС	1,075	1,000	1,074

Результаты исследования, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о том, что механическая стабильность исследуемых гелей входит в диапазон от 1 до 2, но наиболее стабильным является гель на основе натрия альгината. Полученные данные позволяют сделать вывод о полной обратимости деформаций после снятия напряжения, что способствует обеспечению стабильности реологических показателей геля в процессе производства и длительного хранения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основании полученных данных при изучении структурно-механических свойств модельных составов гелей с таурином и аллантоином можно сделать вывод, что состав геля на основе натрия альгината обладает всеми необходимыми реологическими характеристиками, что позволяет прогнозировать его оптимальную намазывающую способность,

выдавливается из тубы, технологичность производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реологические исследования в разработке карандашей / М.А. Веретенникова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. — Воронеж, 2015. — № 4. — С. 119-121.

*Воронежский государственный университет
Провоторова С. И., к.фармац.н., доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета
Тел.: +7 960 123-99-49
E-mail: provotorova-svetlana@mail.ru*

Сливкин А. И. д.фармац.н., профессор, декан фармацевтического факультета

Бугаёв Ф. С., ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии

*Веретенникова М. А., к.фармац.н., ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии
_veretennikova@mail.ru
тел.: +7 906 680-54-18
E-mail: ma_veretennikova@mail.ru*

Федосов П. А., ассистент кафедры фармакологии фармацевтического факультета

Сенютина М. В., студент

Козочкина Ю. Г., студент

Беленова А. С., к.б.н., ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии

Чупандина Е. Е., д.фармац.н., заведующий кафедрой управления и экономики фармации и фармакогнозии,

Воронежский государственный университет инженерных технологий

Смирных А. А., к.т.н., доцент кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств

2. Шрамм Г. Основы практической реологии и реометрии / Г. Шрамм; перевод с англ. И.А. Лавыгина ; под ред. В.Г. Куличихина. – М.: КолосС, 2003. – 311 с.

3. Оценка влияния различных факторов в разработке модельных составов гелей с таурином на основе метода математического планирования / С.И. Провоторова [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2015. – №1-1. – С. 88-91.

*Voronezh State University,
Provotorova S. I., Ph.D., associate professor at the department of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology
Ph.: +7 960 123-99-49
E-mail: provotorova-svetlana@mail.ru*

Slivkin A. I., Ph.D., professor, dean of Pharmaceutical Faculty

Bugayov F. S., assistant professor, department of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology

*Veretennikova M. A., Ph.D, assistant professor, department of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology
Ph.: 8-906-680-54-18
E-mail: ma_veretennikova@mail.ru*

Fedosov P. A., assistant professor, department of pharmacology

Senyutina M. V., student

Kozochkina Y. G., student

Belenova A. S., Ph.D., assistant professor, department of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology

Chupandina E. E., — Head of the dept. of Pharmaceutics and Pharmacognosy Economy,

Voronezh State University of Engineering Technologies,

Smirnykh A. A., Ph.D, Associate Professor, Department of technology of fats, processes and devices for chemical and food industry.