

УДК 582.26:642

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЬГИНАТНЫХ ГЕЛЕЙ

Большакова Л. С., Литвинова Е. В., Жмурина Н. Д., Бурцева Е. И.

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли», Орел, Россия (302028, Орел, ул. Октябрьская, 12), e-mail: levorel@rambler.ru

Альгинат натрия является широко используемым в пищевых технологиях структурообразователем. С целью расширения возможностей его использования в производстве продуктов эмульсионного типа в качестве стабилизатора проведено исследование зависимости параметров предварительной подготовки альгината натрия и реологических характеристик полученного из него геля. Реологические свойства гелей измерялись на вискозиметре ротационном Visco Basic Plus R. В ходе эксперимента изучено влияние температуры воды, взятой для обводнения альгината натрия, и продолжительности набухания на эффективную вязкость гелей. Температуру воды для обводнения альгината варьировали от 20 до 100 °С, продолжительность набухания образцов – от 5 до 40 мин. В результате исследований установлено, что наиболее активно процесс набухания альгината натрия происходит в период с 5 до 25 мин. Максимальное значение вязкости выявлено при набухании в течение 25 мин. Затем во всем исследованном диапазоне времени набухания реологические характеристики геля практически не изменяются. В ходе установления рациональных температурных режимов получения раствора структурообразователя определено, что вязкость альгинатных растворов практически не изменяется в интервале температур воды от 20 до 80 °С и составляет 9,5-9,6 Па*с. Использование воды, доведенной до температуры кипения (100 °С), приводит к резкому снижению вязкости раствора до 3,4 Па*с. При изучении влияния концентраций альгината натрия на реологические и органолептические свойства гелей определено, что интенсивность процесса структурирования альгинатных гелей находится в прямой зависимости от концентрации полисахарида в растворе и описывается линейным уравнением с высоким значением коэффициента аппроксимации. Установленные зависимости позволяют проектировать пищевые системы с заданными показателями динамической вязкости.

Ключевые слова: альгинат натрия, гель, реологические характеристики, органолептические показатели.

INFLUENCE OF VARIOUS TECHNOLOGY FACTORS ON RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS GEL FROM ALGINATES

Bolshakova L. S., Litvinova E. V., Zhmurina N. D., Burtseva E. I.

Orel State Institute of Economy and Trade, Orel, Russia (303028, Orel, street Oktyabrskaya, 12), e-mail: levorel@rambler.ru

Alginates sodium is structuroobrazovatel widely used in food technologies. For the purpose of expansion of possibilities of its use in production of products of emulsion type as the stabilizer research of dependence of parameters of preliminary preparation alginates sodium and rheological characteristics of the gel. Rheological properties of gels were measured on viscometr rotational Visco Basic Plus R. During experiment influence of the water temperature taken for an irrigation alginates sodium, and duration of swelling on effective viscosity of gels is studied. Water temperature varied from 20 to 100 °C, duration of swelling of samples – from 5 to 40 mines. As a result of researches it is established that most actively swelling process alginates sodium occurs during the period from 5 to 25 minutes. The maximum value of viscosity is revealed when swelling within 25 minutes. Then in all studied range of time of swelling rheological characteristics of gel practically don't change. During establishment of rational temperature modes of receiving solution of a structuroobrazovatel it is defined that viscosity of alginatny solutions practically doesn't change in the range of water temperatures from 20 to 80 °C and makes 9,5-9,6 Pa*s. Use of the water finished to temperature of boiling (100°C), leads to sharp decrease in viscosity of solution to 3,4 Pa*s. When studying influence of concentration alginates sodium on rheological and organoleptic properties of gels it is defined that intensity of process of structuring alginatny gels is in direct dependence on concentration of a polysaccharide in solution and it is described by the linear equation with high value of factor of approximation. The established dependences allow to design food systems with the set indicators dynamic viscosity.

Keywords: alginates sodium, gel, rheological characteristics, organoleptic indicators.

Введение

Полисахариды растительного происхождения довольно широко используются в технологии производства широкого ассортимента пищевых продуктов. Они улучшают функционально-технологические характеристики готовых изделий, кроме того, в некоторых случаях обладают ярко выраженными лечебно-профилактическими свойствами.

Одной из актуальных тенденций современной пищевой индустрии является разработка продуктов эмульсионного типа. На реологические свойства эмульсионных продуктов значительное влияние оказывают поверхностно-активные вещества (ПАВ), стабилизирующие структуру эмульсий.

Особую группу стабилизаторов составляют высокомолекулярные ПАВ, обладающие способностью к структурообразованию в межфазных слоях и в объеме фаз. В качестве загустителей и студнеобразователей в пищевых эмульсиях широко используют природные высокомолекулярные полисахариды-гидроколлоиды. Одним из широко используемых гидроколлоидов является альгинат натрия, получаемый путем щелочной экстракции бурых водорослей.

Альгинат натрия высоко гидрофилен, биосовместим и относительно экономичен, обеспечивает высокую вязкость структуры при небольших концентрациях, имеет невыраженный нейтральный вкус, значения рН его растворов близки к нейтральным. Гели, образованные альгинатом натрия, термонеобратимы и обладают относительной кислотоустойчивостью. Кроме того, альгинат натрия обладает широким спектром лечебно-профилактических свойств, что обуславливает его широкое применение в медицине, биотехнологии и различных отраслях пищевой промышленности.

Цель исследования

Целью исследования явилось установление взаимосвязи параметров предварительной подготовки альгината натрия и реологических характеристик полученного геля.

В задачи исследования входило: определить динамическую вязкость альгинатных гелей при различных концентрациях в растворе и режимах обводнения.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись альгинат натрия производства Архангельского опытного водорослевого комбината (ТУ 15-02-544-83) и водные гели, приготовленные на его основе.

Реологические свойства гелей измеряли на вискозиметре ротационном Visco Basic Plus R без контура термостатирования при комнатной температуре 20–25 °С.

Результаты и их обсуждение

Альгинат натрия по классификационному признаку, принятому в физколлоидной химии, относится к сухим бесструктурным гелям. Поэтому на первом этапе разработки струк-

турированного продукта изучали влияние предварительной обработки альгината натрия на реологические показатели обводненной коллоидной системы.

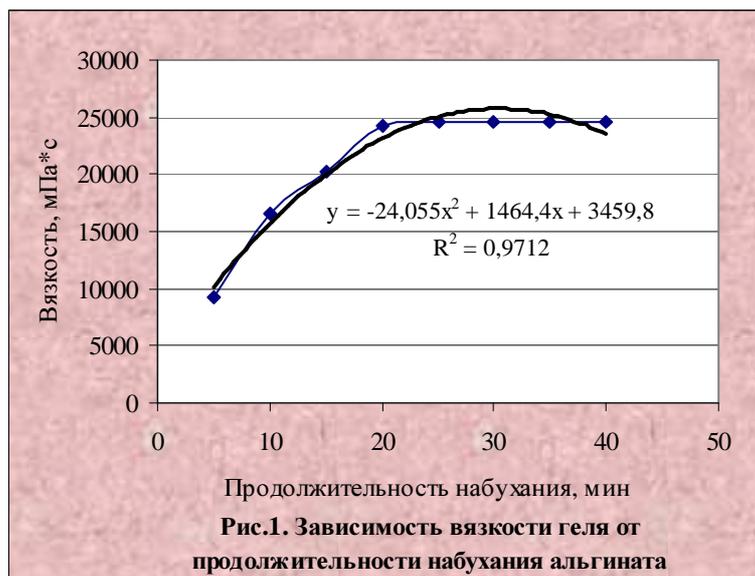
Исследовано влияние температуры воды, взятой для обводнения альгината натрия, и продолжительности набухания на эффективную вязкость гелей. Для исследования готовили 1%-ные растворы альгината натрия. Температуру воды для обводнения альгината варьировали от 20 до 100 °С (после обводнения образцы охлаждали до комнатной температуры), продолжительность набухания образцов – от 5 до 40 мин.

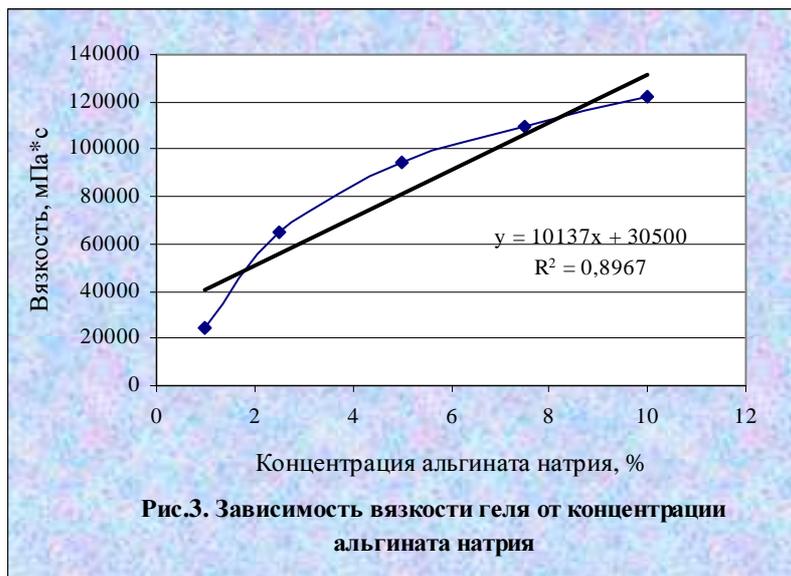
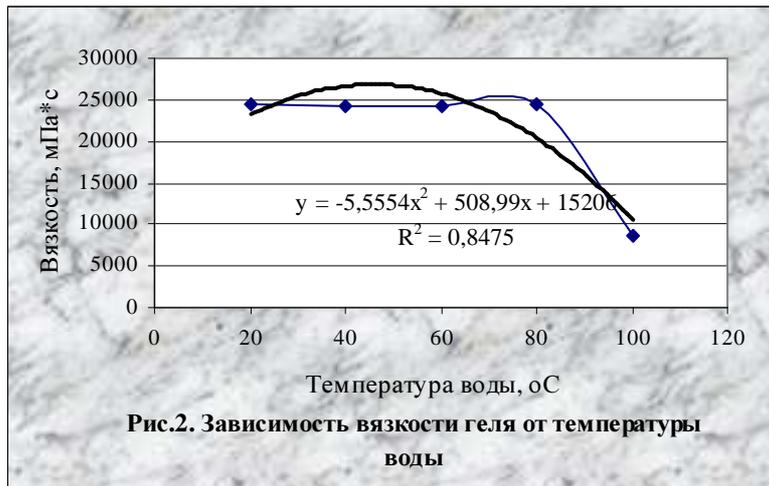
Известно, что процесс гелеобразования полисахаридов является кинетическим и может развиваться в течение длительного времени [1]. В связи с этим были проведены исследования влияния продолжительности набухания на вязкость раствора альгината натрия. Результаты исследования приведены на рис.1.

В результате исследований установлено, что наиболее активно процесс набухания альгината натрия происходит в период с 5 до 25 мин. Максимальное значение вязкости выявлено при набухании в течение 25 мин. Затем во всем исследованном диапазоне времени набухания реологические характеристики геля практически не изменяются.

Задачей дальнейших исследований являлось установление рациональных температурных режимов получения раствора структурообразователя. Для этого было изучено влияние температуры нагрева воды, используемой для набухания альгината, на реологические свойства получаемых гелей. Результаты исследования приведены на рис.2.

Проведенные исследования показали, что вязкость альгинатных растворов практически не изменяется в интервале температур воды от 20 до 80 °С и составляет 9,5-9,6 Па*с. Использование воды, доведенной до температуры кипения (100 °С), приводит к резкому снижению вязкости раствора до 3,4 Па*с.





В работе Ковалевой Е. А. с соавторами также представлены данные о том, что консервирование альгинатного геля при температурах 75–95 °С не изменяет его вязкостные характеристики и содержание альгиновой кислоты в нем. При этом температурный режим консервирования геля выше 100 °С сопровождается уменьшением содержания альгиновой кислоты в 2,2 раза. В результате высокого теплового воздействия происходит деструкция альгинатной молекулы и ослабевание вандерваальсовых сил сцепления в дисперсионной среде, что ведет к полной потере агрегативной устойчивости геля, соединению коллоидных частиц в крупные агрегаты, образованию плотного осадка – коагулята [2].

Следует отметить, что отсутствие стадии нагрева для получения альгинатного геля с требуемой вязкостью выгодно отличает альгинат натрия от других гидроколлоидов. Так, например, гелеобразование агар-агара и каррагенана требует повышение температуры нагрева их растворов до 60–80 °С [3,4].

Следующим этапом исследований являлось изучение влияния концентраций альгината натрия на реологические и органолептические свойства гелей.

На рис.3. представлены результаты изучения влияния концентрации альгината натрия в водном растворе на вязкость геля.

Установлено, что интенсивность процесса структурирования альгинатных гелей находится в прямой зависимости от концентрации полисахарида в растворе и описывается линейным уравнением с высоким значением коэффициента аппроксимации.

Характер межмолекулярных взаимодействий в системе «альгинат натрия – вода различной концентрации» связан с протеканием различных процессов, сопровождающих растворение. В растворе альгинат натрия может существовать в виде агрегатов разных размеров, обладающих различной степенью полимеризации и проницаемости для воды. Эти факторы оказывают значительное влияние на конфигурацию и прочность сформированной пространственной сетки полисахарида в воде, и, следовательно, на вязкость полученной коллоидной системы.

Некоторые авторы указывают, что процесс гелеобразования в значительной степени обусловлен размерами альгинатных частиц. Так, например, И. А. Оберюхтиной с соавторами методом лазерной корреляционной спектроскопии установлено, что в низкоконтрированном альгинатном растворе обнаружено три группы частиц с размерами гидродинамических радиусов, укладываемых в интервалы: $R_1=2-4$ нм; $R_2=20-60$ нм; $R_3=130-370$ нм. Авторы предполагают, что первая группа частиц (R_1), вероятно, включает в себя отдельные молекулы альгината натрия. С ростом концентрации альгината в растворе количество одиночных молекул резко уменьшается до полного исчезновения при концентрации $9 \cdot 10^{-5}$ г/дл. При этом количество частиц второй и третьей группы увеличивается, что, по мнению авторов, указывает на то, что данные частицы являются ассоциатами частиц первой группы. При увеличении концентрации альгината выше 10^{-5} в растворе присутствуют частицы с гидродинамическими радиусами групп R_2 и R_3 , что обуславливает высокую вязкость раствором [5].

Яковлевой Т. П. с соавторами исследована зависимость вязкости эмульсий от степени полимеризации альгината натрия. Установлено, что наибольшей вязкостью обладают альгинаты, имеющие среднюю (Alg500) и высокую (Alg700) степень полимеризации. Вязкость гелей с Alg300 на 25–30 % ниже, чем с Alg700. При этом альгинаты с высокой степенью полимеризации производят прочные, ломкие гели, устойчивые к нагреванию. В то время как альгинаты с низкой степенью полимеризации обеспечивают получение непрочных гелей, которые имеют меньшую устойчивость к нагреванию и обладают высокой тенденцией к водоотдаче [6].

Органолептическая оценка показателя консистенции полученных гелей представлена в табл. 1

Таблица 1. Органолептическая оценка консистенции альгинатных гелей

Концентрация альгината натрия в растворе, %	Органолептическая оценка
1	Консистенция однородная, жидкая, очень мало желированная
2,5	Консистенция однородная, маловязкая, хорошо текучая, мало желированная
5	Консистенция однородная, вязкая, текучая, хорошо желированная
7,5	Консистенция однородная, очень вязкая, густая, малотекучая, сильно желированная
10	Консистенция однородная, очень вязкая, очень густая, плотная, практически нетекучая, очень сильно желированная

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- Для получения гелей со сформированной структурой оптимальная продолжительность набухания альгината натрия составляет 25 мин.
- Для обводнения альгината натрия рекомендуется использовать воду с температурой 18–20 °С. Повышение температуры воды до 95 °С не оказывает влияния на вязкость образующегося геля, но приводит к увеличению энергоемкости технологического процесса и себестоимости продукции.
- Установленная взаимосвязь реологических и органолептических показателей гелей, обусловленная технологическими параметрами подготовки и концентрацией альгината натрия в растворе, позволяет определить необходимую для каждого конкретного технологического процесса концентрацию альгината натрия, позволяющую проектировать пищевую систему с заданными показателями динамической вязкости.

Список литературы

1. Маклакова А. А., Кондратюк Ю. В., Воронько Н. Г., Деркач С. Р. Реологическое поведение гелей желатины с добавками анионного полисахарида // Известия КГТУ. – 2012. – Т.25. – С.90-97.
2. Ковалева Е. А., Соколова В. М. Обоснование использования ламинариевых для получения пищевых систем с заданными функциональными свойствами // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2011. – Т. 23. – С.156-164.

3. Богданов В. Д., Пархутова И. И. Влияние температуры нагрева раствора структурообразователя на реологические свойства термотропных гелей // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2010. – Т.22. – С.332-337.
4. Богданов В. Д., Пархутова И. И., Петрова Л. Д. Получение гелеобразующей заливки на основе рыбного бульона // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 1. – С.45-48.
5. Оберюхтина И. А., Боголицын К. Г., Попова Н. Р., Парфенова Л. Н. Применение метода лазерной корреляционной спектроскопии в исследовании гидродинамических свойств разбавленных растворов альгината натрия // Материалы II Всероссийской конференции «Химия и технология растительных веществ». – Казань, 24-27 июня 2002 г. – С. 104-105.
6. Яковлева Т. П., Филимонова Е. Ю. Использование альгината натрия в качестве загустителя при производстве плодово-ягодного десерта «Облепиха» // Сборник статей и докл. тринадцатой научно-практ. конф. «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». – Барнаул, 19 октября 2010, Алт. гос. ун-т им. И. И. Ползунова. – С.78-82.

Рецензенты:

Артемова Елена Николаевна, д.т.н., профессор, зав. кафедрой технологии и организации питания, гостиничного хозяйства и туризма ФГБОУ ВПО Государственный университет – УНПК, г. Орел.

Шалимова Оксана Анатольевна, д.б.н., директор ИНИИЦ ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел.