

Бугаец Наталья Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации питания института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т.: 88612746745;

Тамова Майя Юрьевна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии и организации питания института пищевой и перерабатывающей промышленности Кубанского государственного технологического университета, т.: 88612746745;

Бугаец Иван Алексеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-образовательного центра пищевых технологий и безопасности продуктов питания Кубанского государственного технологического университета, т.: 88612550671.

ВЛИЯНИЕ pH СРЕДЫ НА СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОЛИСАХАРИДНОЙ И БЕЛКОВОЙ ПРИРОДЫ*

(рецензирована)

Объектами исследований являлись структурообразователи полисахаридной и белковой природы.

Цель исследования – изучить сочетанное влияние структурообразователей, обладающих свойствами полиамфолитов (желатин) и свойствами поликислот (пектин) на структурно-реологические свойства стабилизируемых систем с различным pH.

Ключевые слова: пектин, желатин, композиции структурообразователей, структурно-реологические свойства, вязкость, pH среды.

Bugaets Natalia Alexeevna, Candidate of Technical Sciences, assistant professor of the Department of Technology and Catering of the Institute of Food and Processing industries, Kuban State Technological University, tel: 88612746745;

Tamova Maya Yurjevna, Doctor of Technical Sciences, professor, head of the Department of Technology and Catering of the Institute of Food and Processing Industry of the Kuban State Technological University, tel: 88612746745;

Bugaets Ivan Alexeevich, Candidate of Technical Sciences, senior researcher of the Research and Education Center of Food Technologies and Food Safety, Kuban State Technological University, tel: 88612550671.

EFFECT OF pH MEDIUM ON STRUCTURAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF POLYSACCHARIDE AND PROTEIN NATURE STRUCTURE FORMING SOLUTIONS

(reviewed)

The objects of study have been the builders of the polysaccharide and protein nature. The purpose of the study has been to study the combined influence of structure- builders possessing the properties of polyampholytes (gelatin) and the properties of polyacids (pectin) on the structural and rheological properties of the stabilized systems with different pH.

Keywords: pectin, gelatin, structure- builders compositions, structural and rheological properties, viscosity, pH of the medium.

Сравнительный анализ особенностей химического состава, строения и физико-химических свойств, широко используемых в пищевых технологиях структурообразователей – пектина и желатина, позволил научно обосновать концепцию создания комплексной белково-полисахаридной пищевой добавки, предназначенной для использования в технологиях функциональных продуктов питания.

В основе предлагаемой концепции лежат представления о превращениях молекул пектина и желатина, обусловленных изменением pH среды, а также их взаимовлиянием.

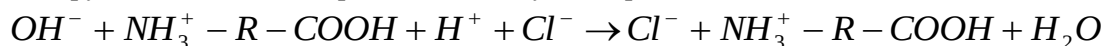
По химической природе пектины представляют собой гетерополисахариды, основу которых составляют рамногалактуронаны. Главная полимерная цепь состоит из остатков D-галак-туроновой кислоты (или ее метиловых эфиров), соединенных α -(1-4)-гликозидной связью [1].

В водных растворах полугибкая макромолекула пектина имеет конформацию спирали с постоянным поперечным сечением, карбоксильные группы которой расположены в соседних витках друг над другом. При изменении pH в сторону создания кислой среды в результате избытка водородных ионов ионизация карбоксильных групп подавляется, что нарушает спиралевидную конформацию макромолекулы. Напротив, при создании щелочной среды диссоциация свободных карбоксильных групп усиливается, при этом каждая диссоциированная группа получает отрицательный заряд. Создаются близкорасположенные одноименно заряженные центры, между которыми действуют силы отталкивания, выпрямляющие спиральную молекулу и увеличивающие ее линейные размеры и вязкость [2, 3].

Желатин является амфотерным соединением белковой природы, молекула которого содержит основные группы HONH_3^- и кислотные группы -COOH . При этом ионогенные группы HONH_3^- и -COOH

располагаются не только на концах молекулы, но и в виде коротких боковых цепей, распределены по всей длине основной цепи.

В кислой среде, например в присутствии HCl, в результате избытка водородных ионов ионизация карбоксильных групп подавляется и происходит следующая реакция:



Молекула желатина, проявляющая себя в этом случае как основание, приобретает положительный заряд. Поскольку между одноименно заряженными группами, распределенными по всей длине молекулы, действуют электрические силы отталкивания, свернутая в клубок цепная молекула желатина в кислой среде будет стремиться распрямиться. Однако, при большом избытке HCl из-за наличия большого количества хлорид-ионов степень ионизации соединения $ClNH_3-R-COOH$, являющегося солью сильной кислоты и слабого основания, будет понижаться, и молекула примет конформацию еще более плотного клубка.

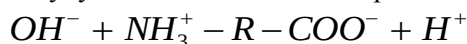
В щелочной среде, например в присутствии NaOH, из-за большого количества находящихся в растворе гидроксильных ионов ионизация групп $HONH_3-$ будет подавлена и в растворе протекает следующая реакция:



В этих условиях молекула желатина ведет себя как кислота и приобретает отрицательный заряд. Аналогично описанному выше, силы электростатического отталкивания между одноименно заряженными группами $-COO^-$ будут стремиться распрямить молекулу желатина. Однако при избытке NaOH, из-за наличия большого количества ионов Na^+ и снижения ионизации соли $HONH_3-R-COONa$, заряд будет уменьшаться, и макромолекула снова свернется в более плотный клубок.

В водном растворе при определенной концентрации водородных ионов, соответствующей изоэлектрической точке, у всякого амфолита число ионизированных основных групп равно числу ионизированных кислотных групп. При этом число, как тех, так и других групп минимально. Учитывая это, молекулу желатина в изоэлектрическом состоянии следует считать в целом нейтральной, хотя она и имеет еще ионизированные группы.

Условно в этом состоянии молекулу желатина можно изобразить следующим образом:



Так как в изоэлектрической точке число взаимодействующих ионизированных основных и кислотных групп в молекуле одинаково, то гибкая макромолекула в этом состоянии свернется в клубок.

Таким образом, макромолекулы желатина и пектина обладают противоположными по знаку суммарными зарядами при pH ниже изоэлектрической точки белка, а, следовательно, в этой области pH при соотношении макромолекулярных реагентов, близком к эквивалентному (по их суммарным зарядам), могут образоваться комплексы желатина и пектина.

Учитывая изложенное, исследовали влияние pH среды на структурно-реологические характеристики растворов пектина и желатина, а также влияние соотношения пектина и желатина на структурно-реологические характеристики системы «пектин-желатин-вода».

Для изучения влияния pH среды на вязкость растворов пектина и желатина готовили модельные 1 % растворы данных структурообразователей, при этом значение pH среды варьировали в диапазоне 3,8÷10,2.

На рисунке 1 изображена экспериментально найденная зависимость относительной вязкости 1 %-ого раствора желатина от pH среды.

Показано, что наименьшая вязкость соответствует изоэлектрической точке (pH = 6,22), при которой молекула свернута в наиболее плотный клубок, а, следовательно, благодаря малому объему в наименьшей степени препятствует течению жидкости. Как с уменьшением, так и с увеличением pH вязкость раствора возрастает, что обусловлено распрямлением молекул и увеличением их линейных размеров.

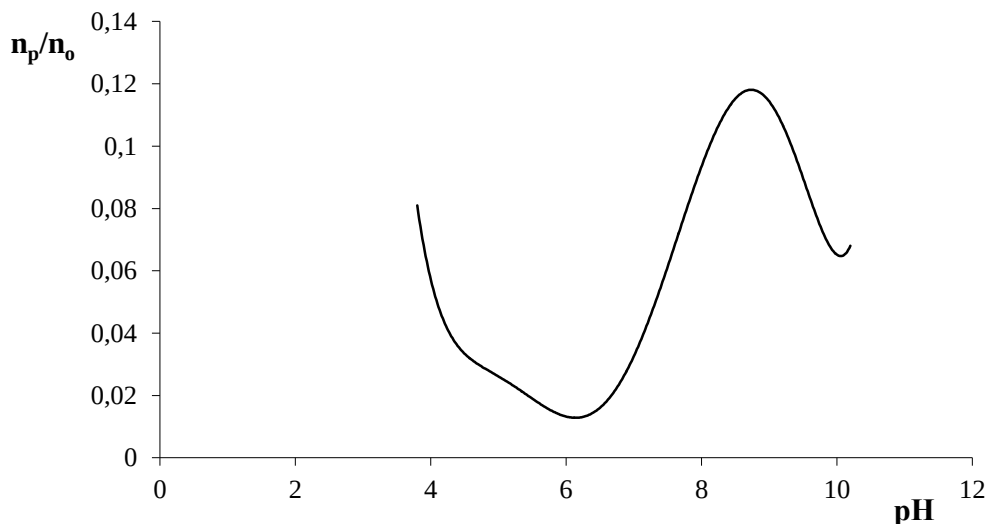


Рис. 1. Зависимость относительной вязкости 1 %-ого раствора желатина от pH среды

Зависимость, представленная на рисунке 2, характеризует влияние pH среды на относительную вязкость 1 %-ого раствора пектина.

Молекулы пектина в растворе легко ассоциируют друг с другом, что обуславливает высокую вязкость пектиновых растворов. Как видно из представленных данных минимальная вязкость наблюдается при pH 6,22, а при pH 3,8 и 8,27 – вязкость максимальна.

На следующем этапе исследования изучали влияние pH среды на эффективную вязкость системы с совместным присутствием пектина и желатина.

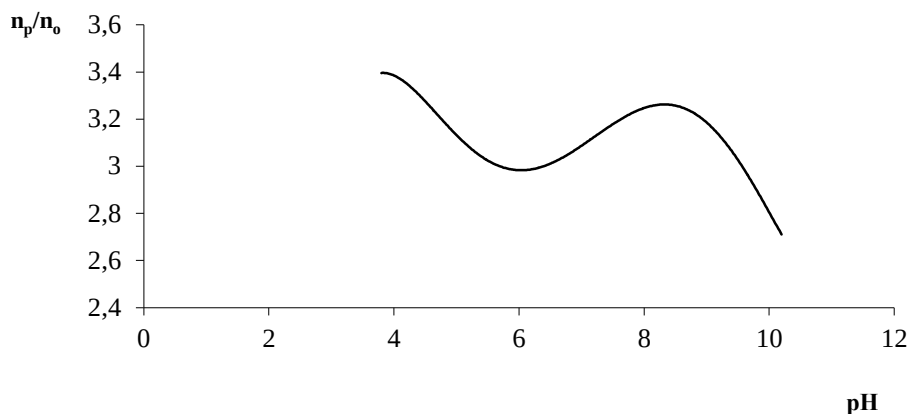


Рис. 2. Зависимость относительной вязкости 1 %-ого раствора пектина от pH среды

Установлено (рисунок 3), что эффективная вязкость раствора с совместным присутствием пектина и желатина увеличивается в диапазоне pH от 3,8 до 6,22. В этой области pH при соотношении макромолекулярных реагентов, близком к эквивалентному (по их суммарным зарядам), образуются ассоциаты пектин-желатин.

Для разъяснения явления предложена гипотеза о существовании внутри золя сетки из соединяющихся между собой частиц.

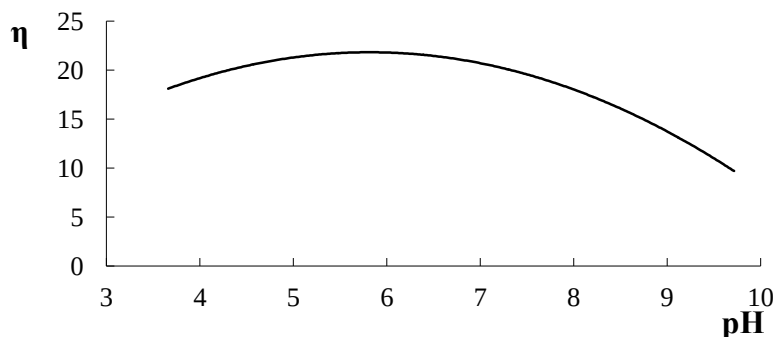


Рис. 3. Зависимость эффективной вязкости 2 %-ого раствора с совместным присутствием пектина и желатина при соотношении 1:1 от pH среды

Исследованиями было установлено, что, находясь одновременно в растворе, при определенных значениях pH, под воздействием электростатических сил, разноименно заряженные полиэлектролиты пектин и желатин притягиваются друг к другу с образованием ассоциатов, превосходящих по своим вязкостным характеристикам отдельно взятые полиэлектролиты. По-видимому, обусловлено это возникновением многочисленных водородных связей между макромолекулами изучаемых полимеров, хотя прямого подтверждения этого механизма нет.

**Работа выполнена в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.*

Литература:

1. Хрундин Д.В., Романова Н.К., Решетник О.А. Пектин: освоенные и потенциальные возможности применения в пищевой промышленности // Изв. СПбГУНиПТ. 2008. №3. С. 35-39.
2. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов: учеб. пособие. М.: ДеЛи, 2000. 256 с.
3. Пектин: его свойства и производство / И.С. Гулый [и др.] // Обзор информ. АгроНИИТЭИПП. Серия 14, Обзоры по информационному обеспечению общесоюзных научно-технических программ. М., 1992. Вып. 6. 56 с.

References:

1. D.V.Khrundin, Romanova N.K., Reshetnik O.A. *Pectin: developed and potential opportunities of application in the food industry* // *Proceed. Of SPbSUNFT*. 2008. № 3. P. 35-39.
2. Donchenko L.V. *The technology of pectin and pectin products: tutorial*. M.:DeLi, 2000. 256 p.
3. *Pectin: properties and production* / I.S. Guly, L.V. [and oth.] // *Review of AgriSRIEFP. Series 14, Reviews on information supply of scientific and technical programs*. M., 1992. No. 6. 56 p.