

*А.У. БЕКТЕМИСОВА, Н.С. САЛИКОВА А.С., ЖОЛБОЛСЫНОВА, З.Г. АККУЛОВА*

## **О ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ МАКРОМОЛЕКУЛ В СМЕШАННЫХ СИСТЕМАХ ЖЕЛАТИНЫ И ГУМАТА НАТРИЯ**

Изучены кинетика вязкости 0,5% растворов и изменение формы макромолекул в системе желатина - гумат натрия - вода в зависимости от состава и рН. Установлено, что присутствие гумата натрия приводит к уменьшению вязкости разбавленных систем, образованию менее симметричных форм макромолекул.

Настоящая работа посвящена изучению кинетики вязкости разбавленных растворов, изменению формы макромолекул возникающих комплексов в смешанных системах на основе био-

полимеров. Одним из наиболее распространенных природных гелеобразователей является желатина, специфичность свойств которой обуславливает широкий спектр ее применения, в том

числе в растениеводстве и птицеводстве в качестве стимуляторов роста [1-3]. Высокомолекулярная структура гумата натрия, его биологическая роль для структуры почв также определяет его применение в качестве стимулятора роста растений.

В этой связи считали целесообразным исследовать особенности получения смешанных водных систем желатины и гумата натрия, гидродинамические свойства макромолекул на примере изучения кинетики изменения вязкости разбавленных растворов до предела смешиаемости. Для выяснения механизма структурообразования нами применялся кинетический подход, так как это позволяет рассмотреть процессы зарождения и формирования пространственных структур в разбавленных смешанных растворах.

В виду простоты вискозиметрической аппаратуры, дающей однако хорошие результаты, исследования вязкости играют важную роль в химии полимеров. Один из основных критериев качества желатина определяют по эмпирической шкале вязкости.

Изучали влияние объемного соотношения полимеров и pH системы на процесс структурирования. Установлено, что смешанные студни желатины образуются при определенных оптимальных соотношениях. Для изучения совместимости системы полимер-полимер была выбрана форма кривых вязкость – состав. Предварительными опытами было установлено, что между этими величинами наблюдается линейная зависимость, означающая, что желатина и гумат натрия образуют однородные структурирующиеся системы до определенного объемного содержания гумата натрия в смеси. При смешивании растворов желатина с гуматом натрия одинаковой концентрации в различных объемных соотношениях расслоение системы наблюдается при доле гумата натрия в смеси выше 50 % об. В результате определения условий образования смешанных растворов выбран интервал варьирования доли гумата натрия в смеси 0÷50 (об. %). На основе анализа литературных данных выбрали рабочую концентрацию желатина, равную 0,5 %.

В работе использовали пищевой желатин, очищенный и приведенный к изоэлектрическому состоянию. Влажность препарата - 15%, зольность - 12 %, молекулярная масса 70000. Гумат натрия был получен в ТОО «Институт органи-

ческого синтеза и углехимии РК» извлечением из окисленного угля Шубаркольского месторождения щелочным реагентом. Содержание кислотных групп до 5 мг-экв/г, зольность 13-15 %.

Измерения относительной вязкости растворов проводили в термостатируемом вискозиметре при заданной температуре с точностью  $\pm 0,05^\circ\text{C}$ . Исследуемые растворы подвергали термостатированию в течение (15-20) минут. Время истечения определяли 5 – 7 раз по секундомеру с ценой деления 0,1 сек. Разница в отсчетах не превышала (0,2÷0,3) сек. Точность определения вязкости составила 1% относительной ошибки.

Изучение изменения относительной вязкости во времени позволяет выявить наличие явлений ассоциаций и структурирования в разбавленных смешанных системах. При изменении pH раствора происходит конформационный переход молекул желатины, сопровождающийся изменением формы и гидродинамических свойств макромолекул. Полученные результаты по кинетике изменения относительной вязкости 0,5 % разбавленных растворов желатины и гумата натрия в зависимости от pH и состава представлены в табл. 1-3.

Отмечено, что вязкость разбавленных смешанных водных растворов систем желатины с гуматом натрия со временем увеличивается, что объясняется высокомолекулярной природой компонентов. В среднем увеличение относительной вязкости во времени при pH, равном ИЭТ составляет от 121 % до 124 %.

Подобная зависимость прослеживается не только для изоэлектрического состояния желатины, но и при отклонении pH от ИЭТ. Так, увеличение вязкости на 4 сутки составляет в среднем 110 - 111 % (pH = 3), 117 - 119 % (pH = 9).

Добавление к системе гумата натрия не изменяет влияния pH. Наименьшую вязкость имеют растворы при pH среды, соответствующей изоэлектрическому состоянию желатины. При смещении pH в кислую или щелочную области вязкость увеличивается.

Однако отмечено, что добавление в систему гумата натрия приводит к уменьшению вязкости растворов на (7-12)%, обусловленное взаимодействием карбоксильных, карбонильных, спиртовых и фенольных групп гумата натрия с функциональными группами желатины, препятствующему образованию им свернутых конформаций.

**Таблица 1. Кинетика изменения относительной вязкости 0,5 % смешанных водных растворов желатины и гумата натрия в зависимости от состава при pH = 5, t = 20°C**

Состав (желатина : гумат натрия)	Относительная вязкость, $\zeta_{\text{отн}}$ , в течение времени, ф. час:				
0	24	48	72	96	
100:0	1,24	1,34	1,40	1,46	1,54
85:15	1,20	1,30	1,36	1,42	1,49
72:25	1,18	1,29	1,34	1,40	1,48
50:50	1,16	1,25	1,30	1,35	1,41

**Таблица 2. Кинетика изменения относительной вязкости 0,5 % смешанных водных растворов желатины и гумата натрия в зависимости от состава (pH 3, 20°C)**

Состав (желатина : гумат натрия)	Относительная вязкость, $\zeta_{\text{отн}}$ , в течение времени, ф. час:				
0	24	48	72	96	
100:0	1,50	1,56	1,60	1,62	1,66
85:15	1,42	1,48	1,52	1,54	1,58
72:25	1,41	1,47	1,50	1,52	1,56
50:50	1,33	1,38	1,42	1,44	1,48

**Таблица 3. Кинетика изменения относительной вязкости 0,5 % смешанных водных растворов желатины и гумата натрия в зависимости от состава (pH 9, 20°C)**

Состав (желатина : гумат натрия)	Относительная вязкость, $\zeta_{\text{отн}}$ , в течение времени, ф. час:				
0	24	48	72	96	
100:0	1,30	1,37	1,42	1,46	1,53
85:15	1,26	1,33	1,38	1,43	1,49
72:25	1,24	1,31	1,36	1,40	1,47
50:50	1,19	1,26	1,31	1,35	1,42

**Таблица 4. Изменение формы макромолекул в смешанных 0,5 % растворах желатины и гумата натрия от соотношения желатина и гумата натрия (pH 5, 20°C)**

Состав (желатина : гумат натрия)	Удельная вязкость, $\eta_{\text{уд}}$	Соотношение полуосей, в/а без учета гидратации	Соотношение полуосей, в/а с учетом гидратации
100:0	0,54	20,5	39,7
85:15	0,49	45,8	36,0
72:25	0,47	43,9	34,5
50:50	0,41	38,3	30,1

**Таблица 5. Изменение формы макромолекул в смешанных 0,5 % растворах желатины и гумата натрия от соотношения желатина и гумата натрия при pH 3**

Состав (желатина : гумат натрия)	Удельная вязкость, $\eta_{\text{уд}}$	Соотношение полуосей, в/а без учета гидратации	Соотношение полуосей, в/а с учетом гидратации
100:0	0,66	61,7	48,5
85:15	0,58	54,2	42,6
72:25	0,56	52,4	41,5
50:50	0,48	44,9	35,3

**Таблица 6. Изменение формы макромолекул в смешанных 0,5 % растворах желатины и гумата натрия от состава смеси при pH 9**

Состав (желатина : гумат натрия)	Удельная вязкость, $\eta_{уд}$	Соотношение полуосей, в/а без учета гидратации в/а	Соотношение полуосей, с учетом гидратации
100:0	0,53	49,5	39,0
85:15	0,49	45,8	36,0
72:25	0,47	44,2	34,5
50:50	0,42	39,3	30,9

Для определения влияния гумата натрия исследовали изменение формы макромолекул желатины в растворе для различных смесей. На основе теории разбавленных растворов асимметричных частиц и данных по удельной вязкости смешанных растворов желатины и гумата натрия рассчитали соотношение полуосей макромолекул «в/а» (табл.4 - 6).

Результаты показывают, что вязкость систем с увеличением гумата натрия в смеси с желатиной уменьшается и изменяется отношение полуосей клубка макромолекулы. Данные свидетельствуют о том, что макромолекула комплекса менее симметрична, чем исходная.

Таким образом, результаты исследования позволили сделать вывод, что присутствие гумата натрия в растворах желатины приводит к уменьшению вязкости разбавленных систем и образованию менее симметричных форм макромолекул.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кулезнев В.Н., Wolf B., Пожарнова Н.А. О межмолекулярных взаимодействиях в растворах полимерных смесей // Высокомолек. соед. 2002, Сер.Б. 44,3. С. 512-515.
2. Бектуров Е.А., Бимендинова Л.А. Интерполимерные комплексы. Алма-Ата: Наука, 1977. 264 с.
3. Бектуров Е.А., Сулейменов И.Э. Полимерные гидрогели. Алматы; Наука, 1998. 237 с.

## Резюме

0,5% ерітінділердің тұтқырылғының кинетикасы, желатин-натрий гуматы - су жүйесінде құрамы мен pH-қа тәуелді түрде макромолекулалардың пішіндерінің өзгерісі зерттелген. Натрий гуматының болуы сүйітылған жүйелердің тұтқырылғының азауына, макромолекулалардың кемірек симметриялы пішіндерінің түзілуіне әкелетіні анықталған.

Северо-Казахстанский КГУ им. М.Козыбаева,  
г. Петропавловск;  
Институт органического синтеза и углехимии РК,  
г. Караганда, Поступила 10.12.2008 г.