

И. С. Андреева, М. С. Кунавина, Т. В. Мастюкова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОФИЛЬНЫХ СВОЙСТВ БИОПОЛИМЕРОВ

Основной задачей данных исследований являлось определение гидрофильных свойств наиболее часто встречающихся природных полисахаридов и белков.

В качестве объектов исследования использовали биополимеры растительного происхождения: полисахариды корневищ аира (*Rhizoma calami*), алтея (*Radix Althaeae*), девясила (*Rhizomata et ralices inulae*), валерьяны (*Rhizomata cum Radicibus Valerianae*), полисахариды и белки клетчатки пшеничной; биополимеры животного происхождения: казеин-кальций-фосфатные частицы.

Использовали адсорбционный метод, позволяющий определить степень набухания по изменению массы биополимера при контакте с растворителем, и калориметрический метод, посредством которого оценивали тепловые эффекты взаимодействия макромолекул с водой. Калориметрические измерения проводили в изотермическом калориметре с термометрической чувствительностью 10^{-4} К при температуре 293 К и постоянном перемешивании. На рисунках 1 и 2 приведены примеры калориметрического опыта набухания полисахаридов девясила и казеин-кальций-фосфатных частиц.

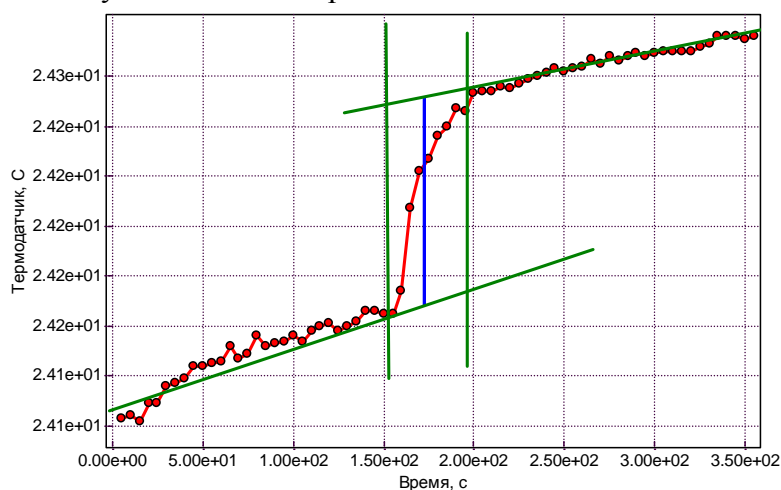


Рис. 1. Калориметрическая кривая при набухании полисахаридов и белков клетчатки пшеничной

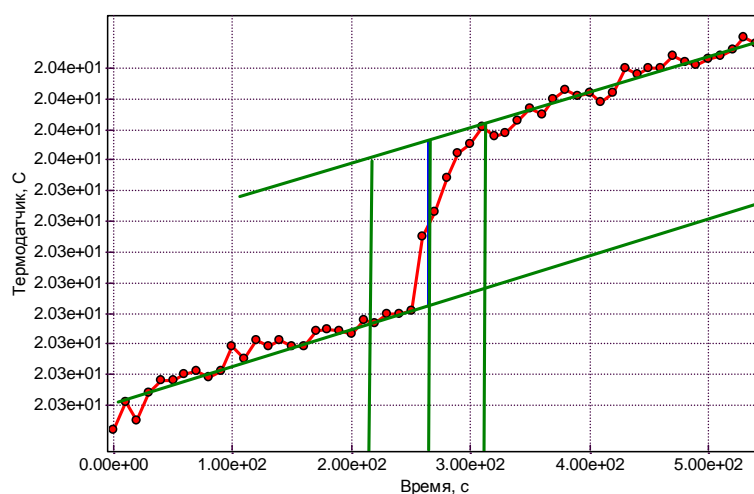


Рис. 2. Изменение температуры в калориметрическом опыте при набухании полисахаридов девясила

Расчет теплоты гидратации (набухания) проводили по формуле

$$\Delta H = -[(g_1 + g_2) C_p + K] \Delta T, \quad (1)$$

где g_1 – масса калориметрической жидкости; g_2 – масса полимера; C_p – теплоемкость водного раствора, $C_p = 4,18 \text{ кДж (кг}\cdot\text{K)}^{-1}$; K – постоянная прибора, определена по теплоте растворения стандартного вещества (KCl), $K = 68,22 \text{ Дж/К}$; ΔT – изменение температуры в процессе набухания.

Зависимость теплоты набухания от массы полимера имеет линейный характер (рис. 3).

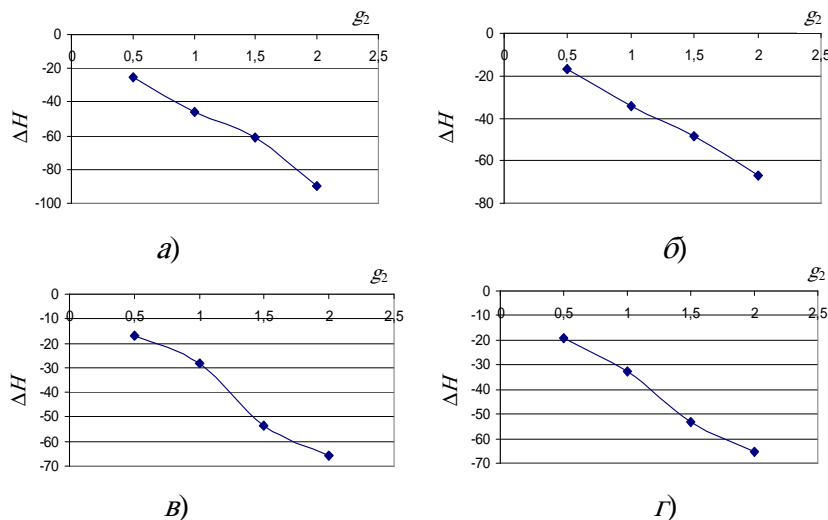


Рис. 3. Зависимости теплоты набухания от массы казеин-кальций-фосфатных частиц при различных значениях рН: а – 1,68; б – 3,56; в – 6,09; г – 9,18

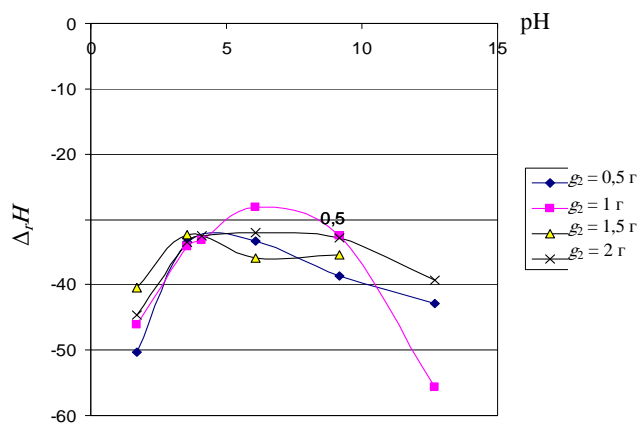


Рис. 4. Зависимость удельной теплоты набухания казеин-кальций-фосфатных частиц от рН среды

На гидрофильные свойства полимеров большое влияние оказывает рН среды. На рисунке 4 представлена зависимость удельной теплоты набухания от рН среды для казеин-кальций-фосфатных частиц.

Экспериментально установлено, что энергия перехода единицы массы воды из свободного состояния в связанное составляет около 334,4 Дж. Тогда массу воды, связываемой одним граммом полимера можно рассчитать по формуле

$$m = \Delta_r H / 334,4, \quad (2)$$

где m – масса связанной воды, г/г вещества; $\Delta_r H$ – удельная теплота набухания, Дж/г.

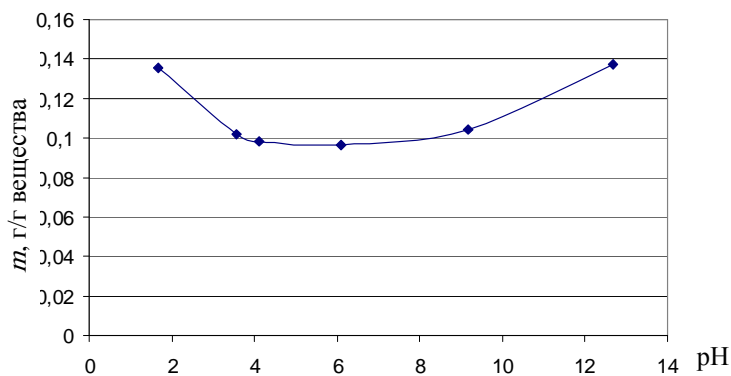


Рис. 5. Зависимость массы связанной воды от pH среды для казеин-кальций-фосфатных частиц

1. Кинетические и адсорбционные характеристики биополимеров при набухании в воде

Название биополимера	i_{\max} , мл/г	K , мин ⁻¹	$\Delta_r H$, Дж/г	$A_{\max} \cdot 10^3$, моль/г	$S_{уд}$, м ² /г
Полисахариды аира	7,6	0,11	-19,57	3,25	244,60
Полисахариды алтея	2,9	0,30	-11,99	2,00	149,75
Полисахариды девясила	2,2	0,20	-12,22	2,03	152,76
Полисахариды валерианы	1,5	0,40	-18,42	3,06	230,27
Полисахариды и белки пшеничной клетчатки	10,0	0,73	-34,06	5,66	426,00
Белок казеин-кальций-фосфатных частиц	–	–	-32,35	5,46	410,00

Найдены кинетические и адсорбционные характеристики исследуемых биополимеров (табл. 1).

Определили, что теплота гидратации полисахаридов аира, алтея, девясила, валерианы значительно ниже таковой для полисахаридов и белков клетчатки и казеин-кальций-фосфатных частиц и увеличивается от $\Delta_r H = -11,99$ Дж/г до $\Delta_r H = -34,06$ Дж/г, а количество связанной воды составило соответственно $2 \cdot 10^{-3} \dots 5,66 \cdot 10^{-3}$ моль/г.

Слабые гидрофильные свойства для казеин-кальций-фосфатных частиц установлены в области изоэлектрического состояния pH = 4,6. Удельная поверхность и адсорбционная емкость биополимера была определена по количеству связанной воды. Количественные закономерности взаимодействия исследованных биополимеров с водой и водными растворами подтверждают предположение об однотипном механизме их гидратации.