

## ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Викторов. Физические основы применения ультразвуковых волн Рэлея и Лэмба. М., «Наука», 1966.
2. Е. С. Машашвили. Исследование нормальных волн в плоской пластине. Отчет Акустического ин-та АН СССР, М., 1962.
3. Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц. Теория упругости. М., «Наука», 1965.
4. Г. Кальский. Волны напряжения в твердых телах. М., ИЛ, 1965.

Горький

Поступило в редакцию  
9 ноября 1970 г.

УДК 534.286

### ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА С ПОЛИСАХАРИДАМИ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

О. М. Зорина, К. П. Фурсов, И. Е. Эльгинер

В предыдущих сообщениях [1, 2] было показано, что величина коэффициента поглощения белковых растворов зависит как от конформационных особенностей белковых молекул, так и от размеров их частиц, изменяющихся в ходе гидролиза. Ниже исследована возможность применения метода ультразвуковой спектроскопии для изучения образования комплексов биомакромолекул.

В качестве объектов исследования использовались сывороточный альбумин человека, декстран двух различных молекулярных весов 70 000 и 500 000 и гепарин, которые, как известно, являются соединениями, легко вступающими в реакцию с рядом веществ с образованием комплексов [3, 4]. Измерение затухания ультразвуковых волн производилось импульсным методом на установке, описанной ранее в работе [5]. Результаты измерений представлены в таблице.

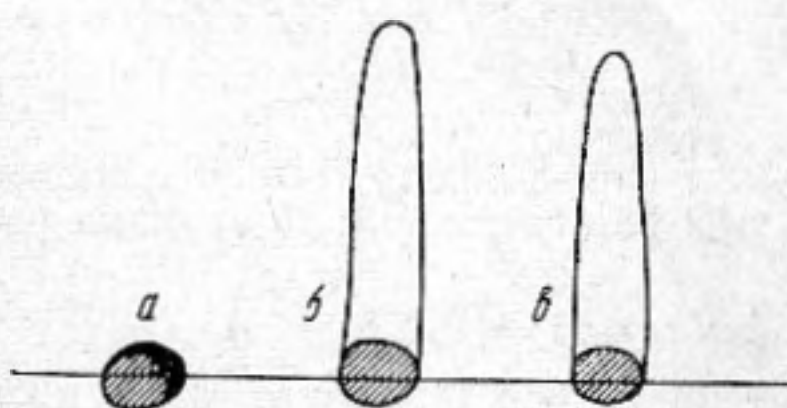
Как видно из таблицы, взаимодействие альбумина с гепарином и высокомолекулярным сульфатдекстраном (в отличие от низкомолекулярного декстрана) сопровождается нарушением аддитивности измеренных величин вязкости и поглощения. Величина гидратации смеси также отличается от величин гидратации составляющих ее компонентов.

По-видимому, наблюдаемые факты свидетельствуют об образовании комплексов альбумин — гепарин и альбумин — высокомолекулярный сульфатдекстран, что может быть зарегистрировано методом ультразвуковой спектроскопии. Обнаруженный эффект подтверждается также методом бумажной хроматографии и спектрофотометрии.

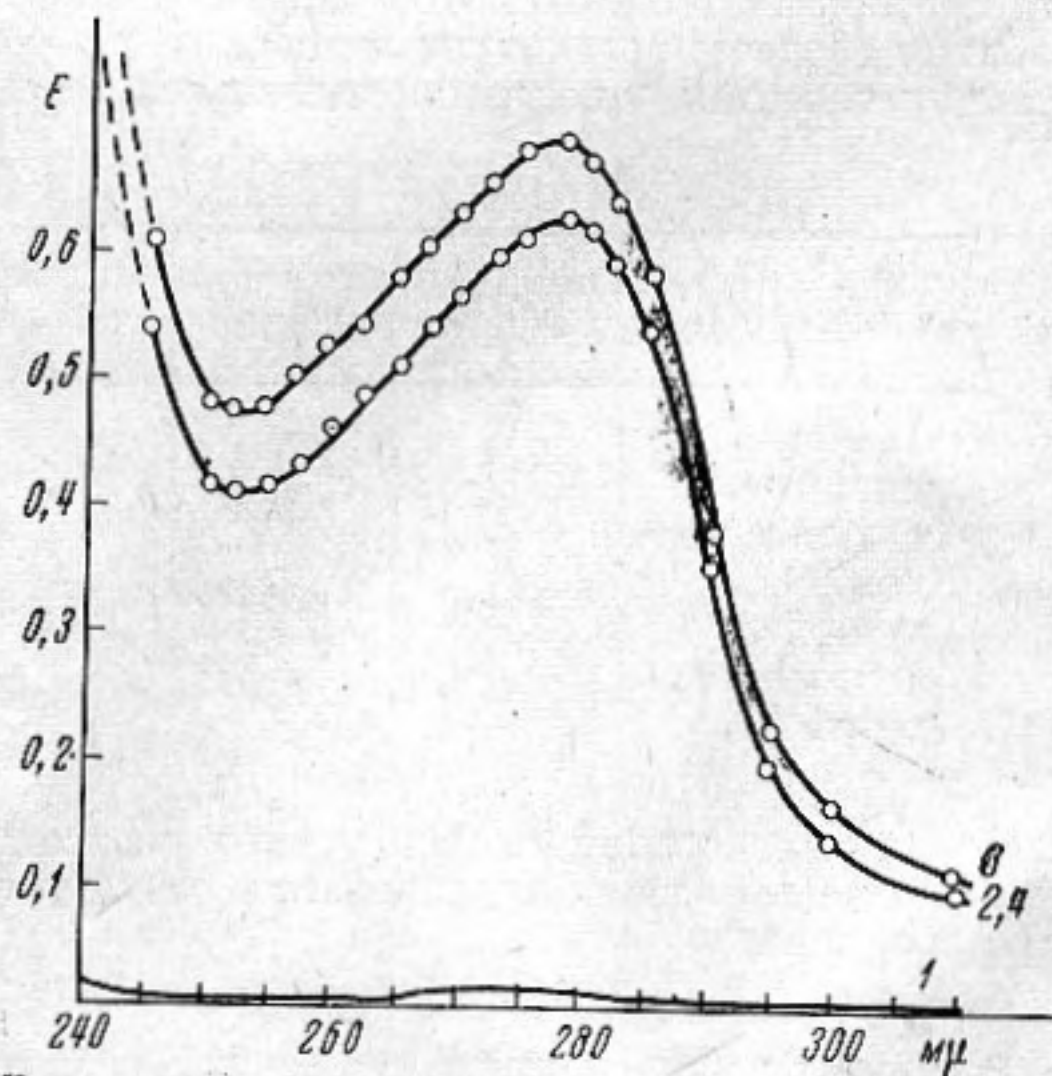
Хроматографирование растворов сывороточного альбумина с декстранами (рН 6,2) проводилось в смеси бутиловый спирт — уксусная кислота — вода (50 : 18 : 50). Как

видно из фиг. 1, смесь высокомолекулярного сульфатдекстрана с белком остается на стартовой линии (а), в то время как растворы самого белка (б) и его смеси с низкомолекулярным декстраном (в) оказались подвижными. Таким образом, при взаимодействии белка с высокомолекулярным сульфатдекстраном имеет место изменение адсорбционных свойств белка.

Факты комплексообразования высокомолекулярного сульфат-



Фиг. 1



Фиг. 2

Исследуемый раствор, $t = 20^\circ \text{C}$	pH	Плотность, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Вязкость, $\eta$ , санти- пуаз	Скорость, м/сек	Гидратация, $h$ , г/г	$\alpha/f^2 \cdot 10^{17}$ , см <sup>-1</sup> ·сек <sup>2</sup> , 20 Мгц
Вода		0,9831	1,09	1484,2	—	25,0
Альбумин $C = 0,57 \cdot 10^{-3} \text{M}$	4,5*	0,9993	1,26	1512,9	1,293	72,0
Гепарин $C = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{M}$	4,5	1,0134	2,24	1501,6	4,960	51,0
$\Sigma \eta$ , $\alpha/f^2$ с вычетом растворителя		—	2,41	—	—	98,0
Смесь альбумина с гепарином	4,5	1,0260	2,94	1528,5	1,785	116,0
Изменение измеряемых величин за счет ком- плексообразования	—	—	+0,53	—	—	+18,0
Альбумин $C = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{M}$	6,2	0,9976	1,21	1492,0	0,890	51,0
Сульфатдекстран $M = 500\ 000$ ; $C = 2 \cdot 10^{-5} \text{M}$	6,2	0,9933	8,58	1489,2	0,693	36,8
$\Sigma \eta$ , $\alpha/f^2$ с вычетом растворителя	—	—	8,70	—	—	62,8
Смесь альбумина с сульфат-декстраном $M = 500\ 000$	6,2	0,9948	7,57	1496,6	0,515	49,0
Изменение измеряемых величин за счет ком- плексообразования	—	—	-1,13	—	—	+13,8
Альбумин $C = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{M}$	5,1	0,9958	1,13	—	—	48,0
Декстран $M = 70\ 000$ ; $C = 2,86 \cdot 10^{-4} \text{M}$	5,1	0,9959	1,67	—	—	32,0
$\Sigma \eta$ , $\alpha/f^2$ с вычетом растворителя	—	—	1,71	—	—	55,0
Смесь альбумина с декстраном $M = 70\ 000$	5,1	0,9960	1,69	—	—	55,0
Изменение измеряемых величин за счет ком- плексообразования	—	—	Нет	—	—	Нет

\* Наблюдаемый эффект больше выражен в кислой, чем в щелочной среде.

декстрана (то же относится и к гепарину) с белком подтверждают также и данные спектрофотометрии. Как видно из фиг. 2, величина оптического поглощения в смеси белка и высокомолекулярного сульфатдекстрана (кривая 3) больше суммы оптического поглощения составляющих компонентов (кривые 1, 2). Спектр смеси белка и низкомолекулярного декстрана с молекулярным весом 70 000 (кривая 4) полностью совпадает со спектром самого белка, поэтому кривые 2 и 4 совпадают.

#### ЛИТЕРАТУРА

- И. Е. Эльпинер, К. П. Фурсов, О. М. Зорина. Влияние денатурирующих агентов на коэффициент поглощения ультразвуковых волн белковых растворов. Докл. АН СССР, 1970, 192, № 5, 1160—1163.
- О. М. Зорина, К. П. Фурсов, И. Е. Эльпинер. О затухании ультразвука в растворах белка и его гидролизатах. Акуст. ж., 17, 1, 1971, 155—156.
- E. Ponder, M. Ponder. Age and molecular weight of dextrans their coating effects and their interaction with serum albumin. Nature, 1961, 190, 277—278.
- С. М. Золотухин. Специфическое действие гепарина в присутствии антибиотиков разного химического строения. Сб. «Физиология, биохимия, фармакология и клиническое применение гепарина», 1968, 91—95.
- А. А. Зарецкий, К. П. Фурсов. Импульсная установка для измерения затухания ультразвуковых волн в биологических растворах. Ультразвук. техн., 1968, 2, 39—46.

Московский стоматологический институт

Поступило в редакцию  
1 марта 1971 г.

УДК 534.422

#### ОДНОРОТОРНАЯ СИРЕНА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ШИРОКОПОЛОСНОГО ШУМА

Ю. А. Кашталяи, Л. Е. Матожнюк

Сирены, как известно, относятся к самым мощным источникам звука. Однако до настоящего времени они создавались в основном для генерирования узкополосного шума, хотя сейчас имеется потребность и в широкополосных источниках. В узкополосной сирене модуляция воздушного потока достигается простым периодическим перекрытием его и временную функцию можно представить (с известным приближением) как серию одинаковых по длительности  $q$  равномерно расположенных с периодом  $T$  прямоугольных импульсов (фиг. 1, а).