$c=c_{op}$), чему соответствует более интенсивное межмолекулярное взаимодействие между клубками ПНМА вследствие более сложного строения его структурной единицы.

Таким образом, исследование светорассеяния растворов полимеров в области малых концентраций, включающих пороговую концентрацию c_{op}, хотя и трудное в методическом отношении ввиду малых величин избыточного рассеяния I, дает более точное значение ММ полимера. Измерения светорассеяния в указанной выше области концентраций позволяют с привлечением данных по размерам макромолекул (получаемым из угловой зависимости светорассеяния или характеристической вязкости $[\eta]$) получить данные об исключенном объеме молекулярных клубков, их взаимопроницаемости, а также проследить характер зависимости этих свойств от концентрации раствора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Эскин В. Е., Барановская И. А., Худайбердиев У. С.* Высокомолек. соед. Б, 1984, т. 26, № 12, с. 883.
2. *Benoit H., Benmouna M.* Polymer, 1984, v. 25, № 8, p. 1059.

Институт высокомолекулярных соединений АН СССР

Поступила в редакцию 18.III.1985

УДК 541.64 : 547.822

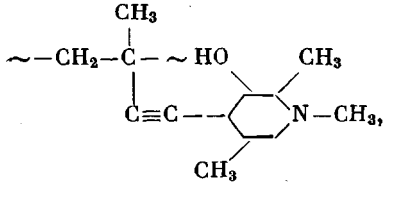
О МЕМБРАНОАКТИВНЫХ СВОЙСТВАХ ПОЛИМЕРНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЭТИНИЛПИПЕРИДОЛА

Халиков Д. Х., Шарифова З. Б., Кариева З. М., Мирходжаев У. З., Таринова М. В., Смолякова Н. Г., Рахимов М. М.

Биологическая активность соединений тесно связана с их действием на биологические и искусственные мембраны. В этом отношении наиболее полная информация получена при изучении различных классов природных соединений (токсинов, ионофорных антибиотиков, ферментов и др.). Вместе с тем число работ по исследованию мембраноактивных свойств синтетических соединений невелико. В основном они посвящены изучению краун-эфиров и криптандов [1—4]. Изучению мембраноактивных свойств синтетических полимеров до сих пор не уделяли достаточного внимания, хотя выявление мембраноактивных свойств полимеров существенно дополнило бы число индукторов проводимости искусственных и биологических мембран, а также позволило бы судить о механизме их физиологической активности. В связи с этим представляет интерес исследование физико-химических характеристик взаимодействия полимеров производных этинилпиперидола с модельными мембранными системами.

В настоящей работе нами исследовано поведение полимеров на границе раздела фаз вода — воздух и их комплексообразование с ионами щелочных металлов в связи с возможной мембранной активностью исследуемых веществ.

Исследовали гомополимер изопропенилэтинилтриметилпиперидола (**полимер I**)



его сополимеры с N-винилпирролидоном (**сополи-**

мер II) и метакриловой кислотой (сополимер III), а также их иодметильные производные. Мольное соотношение звеньев мономеров в сополимерах во всех случаях составляло 1 : 1.

Синтез гомо- и сополимеров осуществляли радикальной полимеризацией по методике [5].

Плоские липидные мембраны получали по методике, описанной Мюллером и сотр. [6].

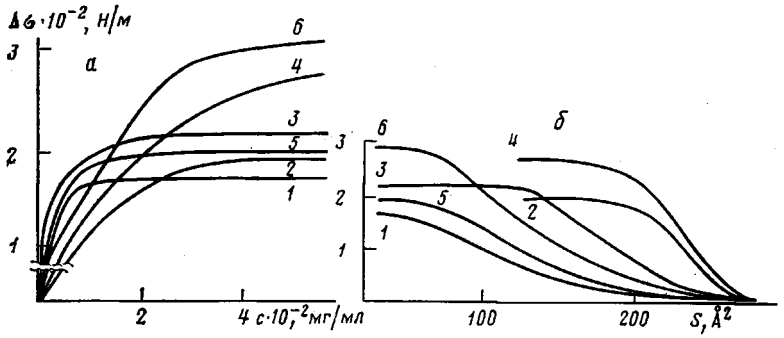
Комплексообразование полимеров с ионами калия изучали кондуктометрическим способом [7].

Исследование адсорбции полимеров на границе раздела фаз проводили по методу Вильгельми [8]. Расчет площади, занимаемой мономерными звеньями в мономолекулярном слое, находили по уравнению Гиббса

$$S_i = \frac{10^{16} kT\, d\ln c}{\Delta\sigma}, \qquad (1)$$

где k – константа Больцмана, T – абсолютная температура, c – концентрация полимера, $\Delta\sigma$ – изменение поверхностного натяжения.

Биологическое действие мембраноактивных комплексонов, как правило, обусловливается особенностями их химического строения. Поэтому нами



Кривые адсорбции полимеров на границе раздела фаз – вода – воздух: *а* – зависимость изменения поверхностного натяжения от концентрации полимера; *б* – зависимость $\Delta\sigma$ от занимаемой площади. *1* – полимер I, *2* – иодметилат I, *3* – сополимер III, *4* – иодметилат II, *5* – сополимер III, *6* – иодметилат III

были использованы полимерные производные этинилпиперидола, отличающиеся друг от друга как по величине, так и по плотности зарядов, а также в зависимости от степени гидрофобности макромолекул.

Характерная особенность исследуемых нами полимеров – их способность осуществлять разрыв плоских бислойных фосфолипидных мембран. При концентрациях 10^{-6} моль/л и выше они резко понижают стабильность мембран с последующим их разрывом. Это свидетельствует об относительно высокой поверхностной активности полимерных производных этинилпиперидола. В связи с этим нами были изучены также адсорбция полимеров на границе раздела фаз (рисунок). На основании полученных данных по уравнению (1) были рассчитаны значения средней площади S, занимаемой мономерными звеньями.

Полимер	I	Иодметилат I	II	Иодметилат II	III	Иодметилат III
S, Å²	32	229	114	171	57	59

Видно, что все исследованные гомо- и сополимеры на границе раздела фаз образуют стабильные мономолекулярные пленки. При этом расчетная площадь, приходящаяся на одно звено, наибольшая для сополимера II, а сополимер III занимает промежуточное положение. Интересные данные были получены при определении того же параметра для иодметилатов тех же полимеров. Видно, что перевод гомо- и сополимеров в водораство-

римое состояние влечет за собой изменение величины площади, приходящееся на одно звено, так, например, после иодметилирования соответствующие площади для сополимера II и полимера I увеличиваются почти в 7 и 1,5 раза соответственно, а для сополимера III практически не изменяется. Это означает, что перевод полимеров в водорастворимое состояние или введение в полимерную цепочку гидрофильных звеньев увеличивает их гидратацию и на одной и той же поверхности уже сосредотачивается меньшее число молекул. Одинаковая площадь, занимаемая сополимером III до и после иодметилирования, свидетельствует о том, что в исходном сополимере третичный атом азота звеньев полимера I под действием протонов карбоксильной группы практически квартернизирован и в достаточной степени гидратирован.

Одна из важных характеристик мембраноактивных соединений — их способность вызывать индукцию ионной проводимости. Необходимым для этого условием выступают их комплексообразующие свойства. В связи с этим нами была исследована способность некоторых из исследованных

Количественные характеристики комплексов полимерных производных этинилпиперидола с ионами калия в этаноле при 25°

Полимер	Предельная подвижность λ, $см^2$/Ом·моль	Константа устойчивости $K \cdot 10^{-3}$, л/моль	Радиус по «Стоксу» r_s, Å
I	2,25	1,82	33
II	1,00	29,8	75
III	–	Не образует	–

полимеров связывать ионы металлов. В таблице приведены данные, полученные для трех полимеров при изучении их комплексообразования с ионами калия в этаноле.

Как видно, у константы устойчивости комплексов с ионом калия достаточно высокое значение, причем в случае сополимера II более чем в 15 раз выше, чем в случае полимера I, несмотря на наличие карбоксильных групп в структуре полимера.

Таким образом, совокупность приведенных данных свидетельствует о том, что определенные полимерные производные этинилпиперидола могут представлять собой вещества, способные быть индукторами мембранной проводимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. *McLaughlin S. G. A., Szabo G., Ciani S., Eisenman G.* J. Membrane Biol., 1972, v. 9, № 1, p. 3.
2. *Мирходжаев У. З., Мамаджанов Л., Сайфуллина Н. Ж., Ташмухамедова А. К.* Узб. биол. журн., 1984, № 6, с. 8.
3. *Гагельганс А. И., Шкинев А. В., Мирходжаев У. З., Замараева М. А., Клюев С. Н., Ташмухамедова А. К., Сайфуллина Н. Ж., Стемпневская И. А.* Биол. мембраны, 1984, т. 1, № 3, с. 273.
4. *Богатский А. В., Лукьяненко Н. Г., Назаров Е. И., Цымбал И. Л., Олешко А. Я., Ионтов И. А., Захария А. Н., Назаров В. М., Фронтасова М. В., Переседов В. Ф.* Биол. мембраны, 1984, т. 1, № 7, с. 677.
5. *Халиков Д. Х., Кариева З. М., Маджлисова Г. А., Шанявский И. Г., Калонтаров И. Я., Марупов Р., Глазунова Е. М.* Высокомолек. соед. А, 1978, т. 20, № 1, с. 164.
6. *Mueller P., Rudin D. O.* J. Phys. Chem., 1963, v. 67, № 2, p. 534.
7. *Андреев И. М., Маленков Г. Г., Шкроб А. М., Шемякин М. М.* Молек. биол., 1971, т. 5, № 4, с. 614.
8. *Cadenhead D. A.* Industr. and Engng Chem. Prod. Res. and Developm., 1969, v. 61, № 1, p. 22.

Институт химии им. В. И. Никитина АН ТаджССР

Ташкентский государственный университет им. В. И. Ленина

Поступила в редакцию 13.III.1985