

УДК 541.1

И.Я. КИСЕЛЕВ

С.- Петербургская лесотехническая академия

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК НЕКОТОРЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ И ГЛИЦЕРИДОВ

Определены электрические свойства пленок жирных кислот (олеиновой, стеариновой) и глицеридов (триолеина, тристеарина).

The electric characteristics of aliphatic acids sheets (oleic, stearic acids) and glycerydes (triolein, tristearin) have been revealed.

Жирные кислоты и глицериды относятся к природным полярным веществам. Листья древесных растений содержат насыщенные (лауриновую C_{12} , миристиновую C_{14} , пальмитиновую C_{16} , стеариновую C_{18}) и ненасыщенные (олеиновую $C_{18:1}$, линолевую $C_{18:2}$, линоленовую $C_{18:3}$, арахидоновую $C_{20:4}$) жирные кислоты [2].

В состав жидких растительных жиров (масел) входят, главным образом, ненасыщенные жирные кислоты,

В виде глицеридов эти кислоты находятся в льняном, конопляном, подсолнечном, ореховом и других маслах. Оливковое масло содержит глицерид триолеин [5].

Полярные молекулы жирных кислот, глицеридов, спиртов и других веществ можно представить в виде электрических диполей. Диполь характеризуется векторной величиной – электрическим моментом, который обычно используют для оценки полярности молекул.

Электрический момент диполя p химической связи определяется по формуле

$$p = e l,$$

где e – заряд электрона, $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл;

l – расстояние между центрами положительного и отрицательного зарядов в диполе, м.

Электрический момент диполя многоатомной молекулы равен геометрической сумме электрических диполей химических связей. Результат сложения зависит от структуры молекулы.

Таблица 1

Органические вещества	Электрический момент диполя молекулы $p \cdot 10^{-30}$, Кл · м
Жирные кислоты:	
лауриновая	5,70
миристиновая	5,74
пальмитиновая	5,84
стеариновая	5,80
олеиновая	4,84
линоленовая	5,04
Глицериды:	
трипальмитин	9,67
тристеарин	9,44
триолеин	10,27
Спирты:	
метиловый	5,54
этиловый	5,44
бутиловый	5,50

Электрические моменты диполей молекул некоторых жирных кислот, глицеридов и спиртов приведены в табл. 1 [7].

Из данных табл. 1 видно, что полярность молекул жирных кислот и спиртов одинакова ($p = (5...6) \cdot 10^{-30}$ Кл·м) и соответствует О–Н–связи. Полярность молекул глицеридов примерно в два раза выше полярности молекул жирных кислот и спиртов.

Малорастворимые полярные вещества обладают способностью самопроизвольно образовывать пленки на поверхности воды с ориентированными молекулярными слоями. При этом гидрофобные углеводородные радикалы молекул направлены внутрь пленки, образуя углеводородный слой. Гидрофильные полярные группы молекул проникают в водную фазу.

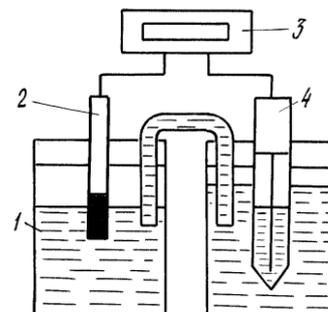
Цель данной работы — определить электрические свойства пленок в биологических растворах некоторых жирных кислот и глицеридов. Для эксперимента были использованы жирные кислоты (олеиновая и стеариновая), а также глицериды (триолеин и тристеарин). Были приготовлены изотонические (изоосмотические) биологические растворы с внутриклеточной и внеклеточной жидкостями.

Раствор, подобный внеклеточной жидкости, представлял собой 0,147-молярный водный раствор хлорида натрия, содержащий углекислотно-гидрокарбонатную буферную систему $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{HCO}_3^-$ ($\text{pK}' = 3,8$).

Раствор, подобный внутриклеточной жидкости, представлял собой 0,147-молярный водный раствор хлорида калия, содержащий дигидрофосфатную буферную систему $\text{H}_2\text{PO}_4^- - \text{HPO}_4^{2-}$ ($\text{pK}' = 7,2$) [3, 4, 6].

Пленки получали за счет самопроизвольной адсорбции полярных молекул изучаемых веществ на поверхности графитового электрода.

Рис. 1. Схема установки для измерения электродных потенциалов пленок: 1 – биологический раствор; 2 – графитовый электрод с пленкой; 3 – прибор для измерения напряжения; 4 – стандартный насыщенный хлор-серебряный электрод сравнения ($E = +0,201$ В)



Площадь поверхности, занимаемая одной молекулой жирной кислоты в поверхностном молекулярном слое пленки, $S_0 = 2,05 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2$ [1].

На установке (рис. 1) определяли электродные потенциалы пленок, полученных на графитовом электроде. Через 30 с после погружения электрода в биологический раствор измеряли напряжение U на зажимах гальванического элемента. Величину электродного потенциала E пленки по отношению к нормальному водородному электроду сравнения определяли по формуле

$$E = 0,201 - U.$$

Контактные разности потенциалов в измерительной системе не учитывали. Результаты определений электродных потенциалов поверхности пленок исследуемых веществ в биологических растворах при температуре 20 °С приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что потенциалы пленок исследуемых веществ в биологических растворах с внеклеточной и внутриклеточной жидкостями соответственно изменяются в пределах + 0,42...+0,44 В и +0,40...+0,42 В.

В внеклеточной жидкости потенциалы пленок жирных кислот и глицеридов на 0,20 В больше, чем в внутриклеточной жидкости.

Знак потенциалов пленок исследуемых веществ положительный. Следовательно, поверхность пленок со стороны водной среды обладает связанным положительным электрическим зарядом, который создает электри-

Таблица 2

Органические вещества	Электродный потенциал пленки, В	
	Внеклеточная жидкость	Внутриклеточная жидкость
Жирные кислоты:		
олеиновая	+0,42	+0,40
стеариновая	+0,44	+0,42
Глицериды:		
триолеин	+0,42	+0,40
тристеарин	+0,44	+0,42

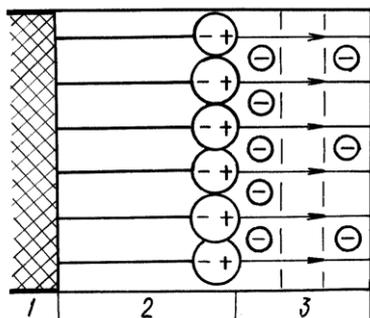


Рис. 2. Схема строения двойного электрического слоя на границе раздела пленка – раствор: 1 – графитовый электрод; 2 – молекулярный поверхностный слой жирной кислоты; 3 – биологический раствор

ческие диполи О–Н-связей карбоксильных групп жирных кислот и С–Н-связей глицериновых остатков глицеридов.

В растворе вблизи положительно заряженной поверхности пленки концентрируются хлорид-ионы (Cl^-) и компенсируют ее заряд. На границе раздела пленка–водный раствор образуется двойной электрический слой (ДЭС). Между пленкой и водным раствором возникает разность электрических потенциалов, которая называется просто потенциалом пленки. Потенциал является характеристикой электрического поля, которое обладает напряженностью E_n .

На рис. 2 показана неполная картина линий напряженности E_n электрического поля в ДЭС. (Линии напряженности в ДЭС выходят из положительных зарядов диполей и заканчиваются на отрицательных.) Электрические диполи полярных групп молекул ориентированы в направлении поля. Направление вектора E_n и линий напряженности перпендикулярно к поверхности пленки и эквипотенциальным поверхностям (эквипотенциальные поверхности показаны пунктиром).

Электрическое поле ДЭС пленки подобно полю плоского конденсатора. Напряженность такого поля [8]

$$E_n = \frac{\sigma}{\epsilon_0},$$

где σ – поверхностная плотность электрического заряда, Кл/м²;

ϵ_0 – электрическая постоянная, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Поверхностная плотность связанного электрического заряда

$$\sigma = \frac{e}{S_0} = \frac{1,602 \cdot 10^{-19}}{2,05 \cdot 10^{-19}} = 0,78 \text{ Кл/м}^2.$$

В данном случае напряженность электрического поля поверхности пленки

$$E_n = \frac{0,78}{8,85 \cdot 10^{-12}} = 8,8 \cdot 10^{10} \text{ В/м.}$$

Таким образом, в результате выполненных расчетов проведена оценка электрических свойств пленок некоторых жирных кислот и глицеридов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия: Учебник для фарм. вузов и факультетов / Под ред. К.И. Евстратовой. - М.: Высш. шк., 1990. - 487 с. [2]. Киселев И. Я. Количественные изменения состава жирных кислот листьев клена остролистного в течение летнего периода // Лесн. журн. - 1992. - № 3. - С. 101 - 102. - (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3 т. Т. 2 / Пер. с англ. - М.: Мир, 1985. - 368 с. [4]. Неницеску К. Общая химия / Пер. с рум.; Под ред. А.В. Аблова. - М.: Мир, 1968. - 816 с. [5]. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А., Начала органической химии: В 2 кн. Кн. 1. - Изд. 2-е, перераб. - М.: Химия, 1974. - 624 с. [6]. Овчинников Ю.М. Биоорганическая химия. - М.: Просвещение, 1987. - 815 с. [7]. Осипов О.А., Минкин В.И., Гарновский А.Д. Справочник по дипольным моментам. - 3-е, изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1971. - 416 с. [8]. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 2. Электричество. - М.: Наука, 1973. - 430 с.

Поступила 25 сентября 1995 г.