

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МЕЗОФАЗ В СИСТЕМАХ ЛИПИД—ВОДА И ВЛИЯНИЕ НА НИХ ТРОПОНИИ-ТРОПОМИОЗИНА

А. Г. САРКИСЯН, Л. М. ГАРИБЯН, М. Х. МИНАСЯНЦ, А. А. ШАГННЯН,
О. Н. СОЦКИП, Р. С. ОГАННЕСЯН

Ереванский государственный медицинский институт, кафедра физики
Ереванский государственный университет, кафедра общей физики

Ключевые слова: модели мембран, липиды.

Наличие гликоэффинголипидов в составе клеточных мембран в настоящее время не вызывает сомнений, хотя их роль в механизмах ионного транспорта, рецепции клеточного узнавания пока еще не ясна [1, 2]. Выявлена способность гликоэффинголипидов оказывать влияние на активность Na^+ -, K^+ -, АТФазы, что зависит как от соотношения липид/белок, так и от времени инкубации ферментного препарата с гликолипидом [3].

Неконкурентный характер ингибирования фермента гликоэффинго-липидами в присутствии различных концентраций АТФ, Na^+ , K^+ и их способность глубоко внедряться в бислой, вызывая повышение его жесткости и упорядоченности, дают основание предполагать, что в основе ингибирующего действия гликоэффинголипидов на Na^+ -, K^+ -АТФазу лежат изменения в жидкокристаллическом окружении молекул фермента [4].

В связи с этим изучение физико-химических свойств модельных мембран, содержащих гликоэффинголипиды, позволит выяснить роль этих липидов в текучести мембран, упорядоченности расположения углеводородных цепей в бислое.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования структуры жидкокристаллических мезофаз систем ганглиозид (Г)—вода, ганглиозид—цереброзид (Ц)—вода, ганглиозид—лецитин (Л)—вода, а также влияния белкового комплекса мыши тропонин-тропомиозина (ТТ) на структуру ГЛ—вода.

Для расшифровки рентгенограмм схематически представим возможные внутримембранные структуры лиотропной жидкокристаллической «гладкой» фазы. Как известно, в этой фазе при малом содержании воды реализуется внутримембранная молекулярная структура, т. е. имеется чередование параллельных слоев липида моно- (L_2 фаза) и бимолекулярной (L_1 фаза) толщины и слоев воды (рис. 1а, б).

На основании изменения рефлекса в зависимости от концентрации воды получена кривая зависимости толщины ламеллы (d) вместе с

водной прослойкой от отношения концентрации воды (C_w) к концентрации липида (C_l).

$$d = d_1 \left(1 + \frac{2 \rho_l C_w}{\rho_w C_l} \right), \quad (1)$$

где d —толщина липидного слоя, ρ_l и ρ_w соответственно плотности липида и воды. Из формулы видно существование линейной связи, по-

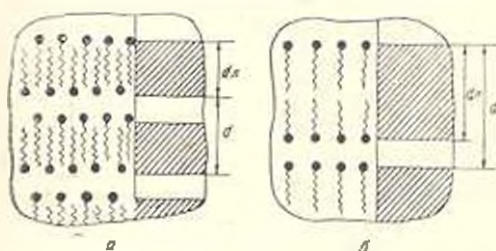


Рис. 1. Схема расположения молекул в гладкой фазе; а—ламеллы мономолекулярной толщины (L_2 фаза), б—ламеллы биомолекулярной толщины (L_1 фаза).

зволяющей определить толщину липидного слоя d_1 водной прослойкой ($d - d_1 = d_w$).

На рис. 2 приведены зависимости межплоскостных расстояний от отношения концентрации воды к концентрации исследуемого вещества. Как видно, в системе ганглиозид—вода существует «гладкая» мезофаза с сосуществованием L_1 и L_2 фаз с толщиной ламелл (слоев) соответственно 21 и 45 Å. При увеличении концентрации воды межплоскостные расстояния резко увеличиваются, что свидетельствует о накоплении воды в межламеллярном пространстве до максимального значения $C_w/C_l = 2$. При дальнейшем увеличении концентрации воды мезофаза разрушается, что выражается в постепенном снижении интенсивности рефлексов до их полного исчезновения.

Из рентгенограмм системы Г—вода в присутствии Ц следует, что молекулы Ц также встраиваются в структуру молекулярных слоев Г, увеличивая при этом толщину ламелл, что обуславливает изменения в его структуре. Так, например, при $\Gamma/\text{Ц} = 1$ $d_1 = 31$ Å, $d_{11} = 72$ Å. Из графика зависимости d от C_w/C_l вид-

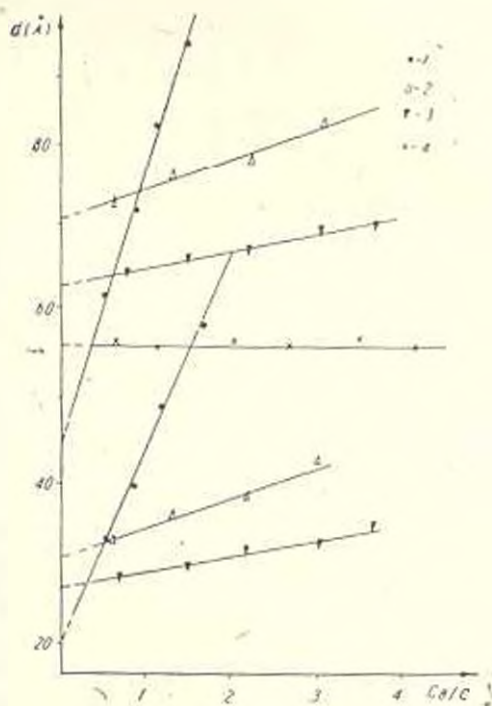


Рис. 2. Зависимость межплоскостных расстояний (d) от отношения концентрации воды (C_w) к концентрации липида (C_l).

но, что Ц приводит к торможению процесса накопления воды в меж-
плоскостном пространстве—уменьшается наклон прямой d от $C_{\text{д}}/C$. При
этом гладкая мезофаза сохраняется до достижения значения $C_{\text{д}}/C = 3$.

В системе ГЛ (33% Л по отношению к Г) получены значения тол-
щины ламелл—28 и 63 Å соответственно. Уменьшение межплоскостных
расстояний по отношению к системе ГЦ—вода может быть обусловле-
но как изменением структуры бислоя, так и снижением степени гидра-
тации лецитина относительно Ц.

Л аналогично Ц стабилизирует жидкокристаллическое состояние
системы Г—вода. Оно сохраняется до значения соотношения $C_{\text{д}}/C = 4$.

Изучение влияния ТТ на систему ЛГ—вода (0,5% от ГЛ) показа-
ло, что в его присутствии рефлекс становится тонким и четким.

При этом мезофаза сохраняется до значений $C_{\text{д}}/C = 4$, и ТТ практиче-
ски полностью предотвращает вход воды в межламеллярное простран-
ство. Однако при этом в системе реализуется только одна фаза, наблю-
дается только один рефлекс, соответствующий $d=56$ Å. Из полученных
данных можно заключить, что ТТ, по-видимому, способствует усилению
межламеллярного контакта и стабилизирует «гладкую» мезофазу си-
стемы ГЛ—вода.

Таким образом, природный липид—Ц, встраиваясь в слои системы
Г—вода, снижает степень набухания мицелл. Аналогичным образом
под действием яичного Л уменьшается степень набухания мицелл си-
стемы Г—вода. Комплекс фибриллярных белков ТТ, располагаясь в
гидрофильной части структуры, способствует стабилизации мезофазы
системы ГЛ—вода, увеличивая средство ламелл друг к другу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мхейн Э. Е., Соцкий О. П., Акопов С. Э. Ж. эксперим. и клинич. медицины, 18, 3, 7—12, 1978.
2. Мхейн Э. Е., Соцкий О. П., Баджиян А. С., Акопов С. Э. Биофизика, 25, 4, 638—642, 1983.
3. Мирзоян С. А., Секоян Э. С., Соцкий О. П. Бюлл. эксперим. биол. и мед., 97, 681—683, 1981.
4. Соцкий О. П., Акопов С. Э., Саркисова Г. М., Чухаджян Г. А. Укр. биохим. журн., 56, 6, 642—646, 1984.

Поступило 20.11 1985 г.