

БИОФИЗИКА КЛЕТКИ**О МЕХАНИЗМЕ ПРОВОДИМОСТИ
ИСКУССТВЕННЫХ ФОСФОЛИПИДНЫХ МЕМБРАН
В ПРИСУТСТВИИ ПЕРЕНОСЧИКОВ ИОНОВ**

В. С. МАРКИН, Л. И. КРИШТАЛИК, Е. А. ЛИБЕРМАН, В. П. ТОПАЛЫ

Институт электрохимии АН СССР, Москва

В работе рассмотрены два механизма проводимости. Первый состоит в том, что разобшители обеспечивают протонам только переход через границу раствор — мембрана. Далее протоны мигрируют по мембране под действием поля и на другой границе снова переходят в раствор с помощью разобшителей. Получены формулы для проводимости, однако ее зависимость от рН оказалась монотонной. Таким образом, основной экспериментальный факт — резкий максимум на кривой проводимости — не находит объяснения в рамках этой модели. Исследован другой механизм. Разобшитель рассматривается как переносчик протонов. На одной границе мембраны разобшитель соединяется с протоном, этот комплекс диффундирует к другой границе, там протон выходит в раствор, а разобшитель снова возвращается к первой границе. Цикл замыкается. Получены формулы для проводимости. Они правильно описывают экспериментальную зависимость от рН раствора. Проанализированы случаи как заряженных, так и незаряженных переносчиков.

В последнее время большой интерес вызывают искусственные бимолекулярные фосфолипидные мембраны. В работах [1, 2] изучались свойства таких мембран в присутствии разобшителей окислительного фосфорилирования. Были использованы следующие разобшители: паратрифторметоксикарбонилцианидфенилгидразон (ФКФ), тетрахлортрифторметилбензимидазол (ТФБ), парадинитрофенол (ДНФ), салициловая кислота и ацетсуксусный эфир.

Все изучавшиеся разобшители сильно (в $10-10^6$ раз) повышают проводимость фосфолипидных мембран. Наиболее эффективен в этом отношении ТФБ. Проводимость мембран резко зависит от рН водных растворов и практически не зависит от концентрации K^+ , Na^+ , Ca^{++} и Cl^- в этих растворах. Кривая зависимости проводимости от рН имеет ярко выраженный максимум. Для ТФБ, например, этот максимум расположен в районе рН 5,3—5,6; при рН — 12 и 2 проводимость в 1000 раз меньше, чем в максимуме. Максимум в районе рН = рК наблюдается и для других разобшителей (рис. 1).

И, наконец, было показано, что электрический ток через мембрану в присутствии ТФБ переносят протоны, а не ионы OH^- [2]. Недавно обнаружено, что совершенно аналогичное явление имеет место для ионов калия в присутствии валиномицина (рис. 2).

В этой статье рассматривается механизм переноса ионов через искусственную фосфолипидную мембрану. Транспорт ионов через мембрану может происходить двумя способами: либо разобшители помогают протонам проникнуть в мембрану, по которой они далее движутся