

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ГЛАВНОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В ЛИПИДНЫХ МЕМБРАНАХ

Сизоненко Т.О., Харакоз Д.П.

Институт теоретической и экспериментальной биофизики.
Россия, 142290, г. Пущино, ул. Институтская д. 3,
Тел.: (4967)73-93-82
E-mail: LuckyDevil2007@gmail.com

Настоящая работа находится в ряду исследований, в которых разрабатывается ранее сформулированная идея о фазово-переходном механизме синаптического экзоцитоза [1]. Согласно этой идее движущей силой экзоцитозного акта является вызванное Ca^{2+} отвердевание цитоплазматической мембраны (главный фазовый переход). Эта идея позволяет по-новому взглянуть на ряд нерешенных биофизических и физиологических проблем, связанных с механизмами работы химических синапсов. Работа посвящена математическому моделированию главного фазового перехода с целью выяснения его кинетических особенностей. Скорость перехода мембраны в новое состояние определяется вероятностью появления зародыша новой фазы и скоростью распространения этой фазы. Эти факторы зависят от температуры, а также от наличия долгоживущих неоднородностей в мембране, которые могут служить «затравкой» новой фазы.

Кинетическое моделирование фазового перехода в мембране производилось с помощью модели Изинга на треугольной решетке методом Монте-Карло. Узлам решетки сопоставлены отдельные неполярные цепи липидных молекул. Цепи могут находиться в двух состояниях, соответствующих гелю и жидкому кристаллу. Важными параметрами модели являются энергии взаимодействия соседей, константа скорости перехода узла из одного в другое состояние и размер системы. Калибровка термодинамических и кинетических параметров системы производилась путем сравнения результатов теоретического моделирования с экспериментальными калориметрическими и акустическими данными по главному переходу в липидных мембранах.

По нашим оценкам, время отвердевания мембраны синапса сопоставимо с известными временами синаптической задержки в быстрых синапсах при разумных предположениях о влиянии ионов кальция на фазовый переход в синапсе. Неоднородности в мембране, способные уменьшать энергетический барьер, сильно повышают вероятность перехода. Таким образом, вероятностью экзоцитоза – а значит и вероятностью синаптической передачи – можно управлять внесением неоднородностей в мембрану.

Литература

1. *Kharakoz, D.P.* Phase-Transition-Driven Synaptic Exocytosis: A Hypothesis and Its Physiological and Evolutionary Implications // *Biosci. Rep.* **21**, 6, 2001.Pp. 801–830.