

УДК.539.193:615.78

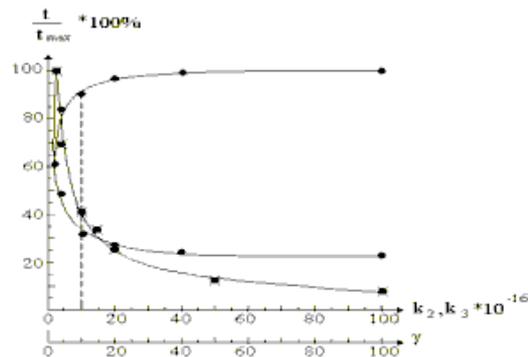
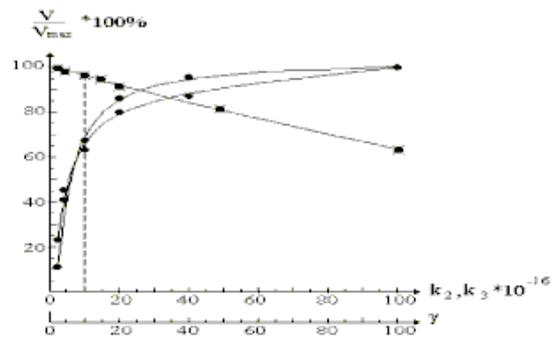
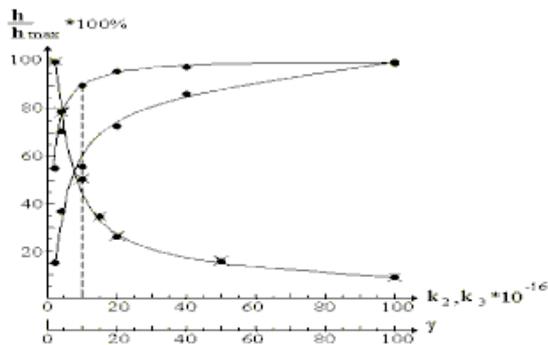
Д.В. Усов (5 курс, каф. ЭФ), Ю.Н. Орлов, д.т.н., с.н.с. ОМРБ ПИЯФ РАН

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ, ОПИСЫВАЮЩЕЙ СОПРЯЖЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ ЧЕРЕЗ КОТРАНСПОРТ И ПРОТИВОПОТОК

В данной работе, на основе математической модели сопряжения транспортных потоков мембранных переносчиков (Orlov et al., 2000), осуществляющих транспорт веществ в клетке, было исследовано влияние свободных параметров модели, характеризующих природу и свойства мембранных переносчиков, на результат математического моделирования. Подобное изучение поможет предсказывать ход транспортного процесса, осуществляемого через клеточные мембраны, в результате сопряжения потоков, осуществляемых через котранспорт и противопоток. В работе была исследована зависимость концентрации накапливаемого в клетке субстрата от времени при разных значениях свободных параметров k_3 , k_2 и γ описывающих свойства переносчика. С целью выяснить, какой из этих трех свободных параметров оказывает наибольшее влияние на начальную скорость накопления субстрата V , максимальную концентрацию субстрата h и время достижения этого максимума t , изменялось значение одного свободного параметра при постоянных значениях двух других. За исходные параметры системы были взяты параметры частного случая – сопряжения Na^+ /дикарбоксилатного симпорта и ПАГ/дикарбоксилатного анионного обмена (антипорта) на базолатеральной мембране клеток проксимальных канальцев. Оценка влияния проводилась через дополнительные расчеты процентного отношения исследуемой величины к максимальному значению этой величины в данной серии вычислений, которое проиллюстрировано графиками (см.ниже):

Обсуждение результатов работы:

- 1) Увеличение констант k_2 и k_3 , приводит к увеличению всех трех рассматриваемых параметров транспортной системы: увеличение начальной скорости, увеличение максимальной концентрации субстрата и увеличение времени достижения этой максимальной концентрации. Увеличение параметра γ приводит к уменьшению значений всех этих параметров.
- 2) Преимущественное влияние на начальную скорость оказывает k_3 (87 % прирост при увеличении k_3 на 2 порядка); на время достижения максимальной концентрации преимущественное влияние оказывает γ (89 % уменьшения этого времени); на максимальную концентрацию преимущественное влияние оказывает γ (92 % уменьшение концентрации)
- 3) На всех графиках можно выделить область сильного и более слабого влияния изменения констант на исследуемые параметры. Так, например, в областях, где параметр k_2 на порядок меньше, чем k_3 (слева от пунктирной линии) имеет место сильное влияние, которое для начальной скорости составляет увеличение на 41 % относительно первичного значения k_2 , для концентрации это увеличение также составляет 41 %, и для времени имеет место 67 % уменьшение времени достижения максимальной концентрации. В области, где k_2 превышает значение константы k_3 , ее влияние ослабляется. Верно и аналогичное утверждение о характере влияния k_3 . Таким образом, можно сказать, что наибольшее влияние на все исследуемые параметры оказывает меньшая константа. Характер изменения вносимого константой, характеризующей вероятность спонтанной переориентации переносчика, γ носит тот же характер.



Выводы.

Математическая модель, описывающая сопряжение транспортных потоков за счет симпорта и антипорта, наиболее точно будет описывать протекание транспортной реакции в областях, где константы k_2 и k_3 сильно отличаются друг от друга. В этом случае влияние преимущественное влияние будет оказываться только одной из констант и независимо от этого константой γ .

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ronson P.S. (1989). The renal proximal tubule: A model for diversity of anion exchangers and stilbene-sensitive anion transporters. *Annu. Rev. Physiol.*, V. 51, P. 419-441.
2. Chmitt C., Burckhardt G. (1993). p-Aminohippurate/ α -ketoglutarate exchange in bovine renal brush-border and basolateral membrane vesicles. *Pflügers Arch.*, V. 423. P. 280-290.
3. Himada H., Moewes B., Burckhardt G. (1987). Indirect coupling to Na of p-aminohippuric acid uptake into rat renal basolateral membrane vesicles. *Am. J. Physiol.*, V. 253, P. F795-F801.
4. Tein W., (1986). Transport and Diffusion across Cell Membranes. *Rev. Physiol.*
5. Lov Yu. N., Rebane Yu.T., Rebane E.N. (2000). Minimal mathematical model of energy coupling between cotransport and anion-exchange transfer mechanisms in biological membranes. *Cell Biophysics*, V. 45, 1 5, p. 831-837.
6. Волькенштейн М.В. Биофизика. - Москва: "Наука", 1991.
7. Котык А., Янычек К. Мембранный транспорт - Москва: "Мир", 1994.