

АДСОРБЦИОННАЯ МОДИФИКАЦИЯ УРАВНЕНИЯ ГИРЕРА-МЕЙНХАРДТА

Нестеренко А.М., Кузнецов М.Б.

Институт биоорганической химии им. ак. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН.
117997, Российская Федерация, Москва, ГСП-7, улица Миклухо-Маклая, дом 16/10;
e-mail: comcon1@ya.ru Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, 119991, Москва,
Ленинский проспект, 53

Процессы морфогенеза в живых организмов часто сопровождаются установлением саморазмечающихся градиентов специальных белков — морфогенов. Явление самоустановления таких градиентов хорошо описывается при помощи простых уравнений вида реакция-диффузия. Одними из первых конкретных уравнений, применяющихся для описания морфогенеза, были двухкомпонентные системы уравнений Гирера-Мейнхардта (ГМ) [2]. Как известно, для возникновения Тьюринговской неустойчивости в двухкомпонентной системе строго необходимо, чтобы коэффициенты диффузии двух веществ отличались. В живой природе в качестве морфогенов выступают белки примерно одинаковых размеров, поэтому их коэффициенты свободной диффузии не могут значительно отличаться. Однако многие белки-морфогены способны связываться с компонентами внеклеточного матрикса, гепарансульфат-протеогликанами (HSPG), и, таким образом, их диффузия в межклеточном пространстве оказывается заторможенной [1]. Данные экспериментальные факты побуждают нас к исследованию моделей, в которых коэффициенты свободной диффузии одинаковы, а адсорбция на поверхность — различна.

Для описания примера такой модели мы ввели адсорбцию в классическую систему ГМ и получили систему трех уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \rho \frac{(u + w_0 - w)^2}{v} - \mu_u u - k_1 w u + k_{-1}(w_0 - w) + D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \\ \frac{\partial v}{\partial t} = \rho(u + w_0 - w)^2 - \mu_v v + D \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \\ \frac{\partial w}{\partial t} = -k_1 w u + (k_{-1} + \mu_u)(w_0 - w) \end{cases} \quad (1)$$

Эта система обладает Тьюринговской неустойчивостью также, как система ГМ, однако ее структура позволяет исследовать поведение при варьировании биологически значимых параметров: количества центров связывания, w_0 , и констант скорости адсорбции/десорбции, k_1 , k_{-1} .

Работа выполнена за счет средств гранта РФФ 14-14-00557.

Литература.

1. *A.M. Nesterenko, et. al.* Affinity of the heparin binding motif of Noggin1 to heparan sulfate and its visualization in the embryonic tissues// *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **in press** 2015. doi:10.1016/j.bbrc.2015.10.100.
2. *Gierer A., Meinhardt H.* A theory of biological pattern formation// *Kybernetik* **12**. 1972. pp. 30–39.