

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА БАКТЕРИАЛЬНЫХ КОЛОНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ДИФФУЗИИ

Идиятуллина А. Р., Водопьянов В. В.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
Общенаучный ф-т, каф. Математики,
Россия, 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12,
Тел.: (347) 2230726
E-mail: vodop@yandex.ru, albina_idiyat@mail.ru

При исследовании роста бактериальных колоний на питательных средах основной используемой является математическая модель Перта линейного роста радиуса колонии. Вместе с тем многие исследователи отмечали в опытах многочисленные отклонения от линейного закона роста (см., напр., [1]). При математическом моделировании в этом случае выдвигались различные гипотезы. В частности, в работе Н.С. Паникова и др. [1] показано, что при росте колонии из капли происходят отклонения от линейного роста и это отклонение еще более заметно при развитии из одной клетки. Данное отклонение авторами обосновывается, в том числе, возможностью влияния ростом бактерий не только по периферии, но и в центре колонии.

Анализ показывает, что разница в динамике роста колоний может быть связана с тем, что рассматриваются различные формы бактерий, имеющие различные типы поведения после деления. Немаловажным, по-видимому, является также то, что микроорганизмы подвержены центростремительному хемотаксису. При этом диффузионные процессы оказывают влияние лишь в случае единичных клеток, в зависимости от взаимного влияния этих клеток. Когда клеток много коэффициент диффузии резко падает и влияние процесса становится слабым. Это согласуется с результатами работы [1], в которой показано влияние плотности колонии на скорость роста.

Диффузия может идти практически строго от центра колонии, в этом случае взаимовлияние клеток не существенно и рост радиуса будет линейным. Но может идти под различными углами к периферии колонии. Рассмотрим размножение бактерий при условии, что при делении клетки расходятся и для деления бактерии необходимо отсутствие ее столкновений с другими бактериями. Оценим рост колонии с течением времени. Учитывая, что рассматривается деление единичных бактерий, применим для построения модель диффузии частиц при их случайном блуждании. Это позволяет предположить, что радиус роста колонии бактерий во времени описывается аналогично процессу увеличения области, охваченной хаотическим блужданием частиц. Тогда получим следующее выражение для радиуса колонии:

$$R = \sqrt{2 \cdot D \cdot t}, \text{ где } D - \text{ коэффициент диффузии.}$$

Последнее соотношение показывает возможность отклонения роста радиуса колонии от линейного закона за счет диффузионных процессов.

Литература.

1. Н. С. Паников, С. Э. Белова, А. Г. Дорофеев. Нелинейность роста бактериальных колоний: условия проявления и причины // Микробиология, том 71, № 1, 2002. Стр. 59 – 65.