

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ, ВЫЗВАННЫХ ОГРАНИЧЕННОСТЬЮ ПИТАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ПОЧВЕННЫХ НИШАХ

Воробьев Н.И., Семенов А.М.¹, Шаталов А.А.¹, VanBruggen A.H.C.²,
Свиридова О.В.

ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии РАСХН, РФ, 196608, С.-Петербург, ш.
Подбельского, 3

¹Московский государственный университет, Москва, РФ, 119991, ГСП-1, Ленинские
горы

²Emerging Pathogens Institute and Plant Pathology Department, IFAS, University of Florida,
USA

Исследования почвенных динамических процессов включают в себя изучение систематической составляющей микробиологических колебаний в почве. Трудности этих исследований связаны с тем, что в экспериментах контролируется только сумма хаотических и детерминированных процессов. Поэтому для выделения искомой систематической составляющей приходится прибегать к косвенным методам, основанным на математическом моделировании. В предлагаемой математической модели учитывались особенности выживания бактерий в условиях дефицита питания. В этих условиях бактерии вынуждены использовать наиболее экономичную и сложную стратегию выживания, характеризующуюся следующими четырьмя функциональными состояниями. Первая группа клеток в активном состоянии потребляет субстрат в объеме, необходимом для деления. Вторая группа клеток в пассивном состоянии потребляет субстрат в объеме, достаточном только для поддержания жизненно важных функций. Третья группа клеток находится в состоянии аутолизиса. Фрагменты последних клеток пополняют пул питательного субстрата в почвенной нише. Четвертая группа клеток находится в состоянии глубокого анабиоза, которое характеризуется замораживанием всех внутриклеточных процессов. Предполагается, что между активным, пассивным и аутолизиса состояниями происходит направленная циркуляция клеток со сменой общего доминирующего состояния бактериальной популяции. Для описания этих процессов была сформирована система из 5-ти обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений. Эта система описывает процессы взаимодействия двух бактериальных популяций в экологической нише с ограниченным питательным ресурсом. Для верификации модели были использованы экспериментальные данные, представленные кафедрой микробиологии МГУ. Эти данные содержали двухмесячную динамику численности бактерий в почвенных образцах. Численность клеток определялась двумя способами: прямым микроскопическим методом и посевом на питательной среде. Была проведена параметрическая и функциональная идентификация модели. С помощью математической модели был проведен анализ устойчивости биосистемы и определен характер особой точки системы (неустойчивый фокус). Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ-09-04-00907-а.