

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ: ВЗАИМОПОМОЩЬ ИЛИ ПОДЧИНЕНИЕ?

Топаж А.Г., Абрамова А.В.¹

Агрофизический НИИ, Лаборатория математического моделирования агроэкосистем,
Россия, 195220, г. Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14
Тел.: (812)534-11-79, факс: (812)534-19-00,
E-mail: alex.topaj@gmail.com

¹Алтайский Государственный Университет, математический факультет,
Россия, 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, 61
Тел. (3852) 367018
E-mail: abramova.math@gmail.com

Азотфиксация (превращение атмосферного азота в доступные растениям минеральные формы) является главной приходной составляющей азотного баланса растительных экосистем и играет ведущую роль в поддержании плодородия почвы. Наиболее изученный и значимый для практики сельского хозяйства процесс биологической азотфиксации – производство аммонийных соединений клубеньковыми бактериями (ризобиями) в симбиозе с бобовыми растениями. Создание специфических севооборотов с участием бобовых культур за счёт использования бобово-ризобиальных систем составляет основу «биологического земледелия».

Требование включения блока азотфиксации в комплексную модель агроландшафта предполагает нахождение сбалансированного уровня описания, то есть максимальную структурную и функциональную простоту соответствующей подмодели, обеспечивающую адекватное отражение всех влияющих экологических факторов. При этом, наряду со стандартными методами математического моделирования (системная динамика и поточно-балансовый подход, математической формализацией которого выступают системы обыкновенных дифференциальных уравнений) для описания динамики составляющих углеродно-азотного баланса и симбиотического взаимодействия компонентов микробно-растительного комплекса нередко привлекается теория кооперативных и эволюционных игр, а также теория переговоров. В сообщении приводятся выборочные результаты сравнения моделей, построенных с использованием как традиционного, так и «игрового» математических аппаратов при различных допущениях о характере взаимоотношений вовлеченных в симбиоз организмов (равноправное партнерство, управление со стороны бобового растения, паразитизм и т.д.). Численный анализ выполнен с привлечением мультипарадигменного подхода (системная динамика, дискретно-событийное моделирование и агентные модели) в специализированной среде имитационного моделирования AnyLogic.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 14-31-50324.