

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ *Synechocystis sp.* НА ОСНОВЕ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Яруткин А.В., Бельских Ю.С., Маслаков А.С., Терлова Л.Д., Плюснина Т.Ю.

Московский государственный университет им. Ломоносова, Биологический ф-т, каф.  
биофизики, Россия, 119992, Москва, Ленинские горы, д.1, стр.12.  
Тел.: +7(495)939-02-89, факс: +7(495)939-11-15, E-mail: [plusn@yandex.ru](mailto:plusn@yandex.ru)

Для описания роста микроорганизмов, как правило, используются феноменологические модели роста популяций. Обычно изменения численности популяции описывается одним дифференциальным уравнением, в котором задается закон увеличения и уменьшения числа особей. С другой стороны расшифровка геномов многих микроорганизмов дала возможность построения соответствующих метаболических карт – описания всех биохимических реакций клетки, позволяющих в конечном итоге вычислить удельную скорость роста клеточной популяции за некий промежуток времени. Для описания метаболизма используются стационарные потоковые модели, задающие распределения метаболических потоков в различных условиях культивирования.

В данной работе была поставлена задача объединить два типа моделей – простейшую модель роста, описывающую размножение микроорганизмов в условиях начального избытка субстрата и потоковую модель метаболических реакций клетки синезеленой водоросли *Synechocystis sp.* Для описания центрального метаболизма были рассмотрены метаболические пути гликолиза, пентозофосфатного шунта, цикла Кребса, цикла Кальвина. Были описаны потоки, идущие на построение биомассы для случаев гетеротрофного и миксотрофного роста.

Для объединения динамической модели роста и стационарной модели метаболических процессов временной интервал был разбит на одинаковые промежутки, такие чтобы внутри каждого промежутка выполнялось условие стационарности потоков для метаболической модели. Дифференциальное уравнение роста было заменено на дискретное и представлено в виде рекуррентных соотношений. Рассчитанное на каждом шаге по метаболической модели значение удельной скорости роста использовалась далее в уравнении роста для получения численности популяции на данном шаге. Увеличение численности популяции в свою очередь влияло на скорость потребления субстрата в метаболической модели, что определяло новые начальные условия для расчета метаболической модели на следующем шаге. Объединение моделей было осуществлено в среде Octave. Ограничение скорости потребления субстрата на каждом шаге привело к естественному уменьшению удельной скорости роста популяции на каждом шаге.

В результате численных расчетов были получены кривые роста популяции клеток синезеленых водорослей *Synechocystis sp.* в условиях гетеротрофного и миксотрофного типа питания. Показано, что в условиях миксотрофного питания стационарное значение численности популяции выше, чем в условиях гетеротрофного питания. Полученные результаты адекватно описывают существующие экспериментальные данные.