

ЗАВИСИМОСТЬ ВЫХОДА БИОМАССЫ МИКРООРГАНИЗМОВ ОТ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАБОЛИЗМА КЛЕТОК ПРИ РОСТЕ НА РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТАХ

Минкевич И.Г.

ФГБУН Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина
Российская Академия наук
192290, Пущино, Московская область, Россия
e-mail: minkevich@ibpm.pushchino.ru

Выход биомассы из субстрата – источника вещества и энергии, то есть, отношение количества образованной биомассы к количеству потребленного клетками субстрата, является стехиометрической величиной, оценивающей эффективность конверсии субстрата в биомассу. Это интегральная величина, описывающая биоэнергетику роста. Выход является наиболее адекватной оценкой эффективности роста, когда количества биомассы и субстрата выражены в редоксонах (RO) — универсальных единицах восстановленности.

Выход биомассы зависит от интегральных биоэнергетических параметров больших частей метаболизма — парциальных обменов. В данной работе рассмотрен аэробный рост микроорганизмов. На основе баланса редоксонов выделены два парциальных обмена — конструктивный, конвертирующий вещество субстрата в биомассу, и энергетический, обеспечивающий конструктивный обмен и расходы на поддержание клеток необходимым количеством макроэргических связей (МЭС). Конструктивный обмен, в свою очередь, разделен на две части — передний и стандартный конструктивные обмены. Введено понятие узловых метаболитов, находящихся на границе переднего и стандартного конструктивных обменов. Стандартный конструктивный метаболизм конвертирует узловые метаболиты в вещество биомассы и не зависит от вида субстрата роста. Передний конструктивный метаболизм конвертирует субстрат в узловые метаболиты и существенно зависит от субстрата роста. Сформулирована система уравнений, описывающих баланс RO и сопряженный с ним баланс МЭС для всех парциальных обменов. Решением этой системы выход биомассы выражен через параметры парциальных обменов. Отношение МЭС/RO для стандартного конструктивного обмена найдено по многочисленным данным для роста микроорганизмов на глюкозе. Эти данные показывают одно и то же значение выхода из глюкозы при росте самых различных организмов в оптимальных условиях. Остальные отношения МЭС/RO найдены с помощью пакета программ GenMetPath, разработанного нами для синтеза метаболических путей из отдельных реакций, когда заданы исходный субстрат и конечные продукты метаболического пути.

Этот подход является инструментом для предсказания выхода биомассы при росте на заданном субстрате. Проверка на примере роста дрожжей на этаноле показала высокую степень соответствия теории и эксперимента.