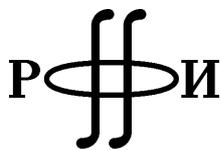


УДК 576.8.095:577.3



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту №04-04-62062.

Минкевич И.Г.

Материально-энергетический баланс и кинетика роста микроорганизмов. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; Институт компьютерных исследований, 2005. – 352 с.

Монография впервые дает систематическое изложение нового физико-химического подхода к описанию биоэнергетики микроорганизмов – теории материально-энергетического баланса. Введена обобщенная единица восстановленности химических соединений, на основе которой найдены связи между метаболическими потоками (потребление субстратов, образование биомассы и продуктов метаболизма). Получены формулы, описывающие зависимость выхода биомассы от биохимических характеристик клеток, позволяющие предсказывать величину выхода на основе результатов биохимических исследований. Описаны эксперименты, подтверждающие эту теорию и использующие ее результаты для анализа биоэнергетических свойств клеток.

Изложены результаты новых разработок в области математического моделирования микробных популяций, включая распределенные модели. Впервые получены решения для динамики возрастного распределения клеток в синхронной культуре при учете влияния субстрата.

Описан новый метод непрерывного культивирования – бистат, дающий возможность исследовать влияние субстрата в полном диапазоне его концентрации.

Книга адресована широкому кругу читателей – биологам, биотехнологам, биофизикам, а также математикам, физикам, химикам, интересующимся биологией.

**ISBN 5-93972-504-X**

© И.Г.МИНКЕВИЧ, 2005

© НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	5
ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ.....	8
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛЬНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА МИКРОБНОГО РОСТА.....	47
2.1. Введение .....	47
2.2. Элементный баланс роста микробных популяций.....	49
2.3. Понятия Ф-базиса и редоксона.....	57
2.4. Термодинамика баланса вещества и энергии при прохождении химических реакций .....	70
2.5. Баланс и термодинамика химических реакций в Ф-базисе.....	105
2.6. Характеристики клеточной биомассы в Ф-базисе .....	114
2.7. Энергетика метаболизма в Ф-базисе .....	121
ГЛАВА 3. ТЕОРИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА РОСТА МИКРОБНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ .....	134
3.1. Потоки редоксонов в метаболизме и их связь с переносчиками энергии. Парциальные обмены.....	134
3.2. Система уравнений материально-энергетического баланса .....	142
3.3. Эффективность роста биомассы и образования продуктов метаболизма.....	147
3.4. Модификации системы парциальных обменов .....	160
3.5. Верхний предел выхода биомассы и продуктов метаболизма.....	166
3.6. Энергетическая эффективность роста фотосинтезирующих бактерий .....	173
3.7. Ионный баланс роста клеточных культур. Обоснование бистата. ....	177
3.8. Приложения теории материально-энергетического баланса .....	185
ГЛАВА 4. МЕТОД БАЛАНСА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ КИНЕТИКЕ МИКРОБНЫХ КУЛЬТУР .....	198
4.1. Объекты и методы исследования.....	198
4.2. Соотношение тепловыделения и потребления кислорода при росте микроорганизмов.....	204
4.3. Энергетические и кинетические характеристики микробных культур при лимитировании и ингибировании их роста.....	208

4.4. Влияние температуры на рост культур дрожжей .....	220
4.5. Двойное лимитирование роста микроорганизмов .....	224
<b>ГЛАВА 5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОПУЛЯЦИЙ</b>	
<b>МИКРООРГАНИЗМОВ .....</b>	<b>231</b>
5.1. Уравнения кинетики роста микробной культуры в условиях идеального перемешивания.....	231
5.2. Временной масштаб переходных процессов в непрерывных культурах. Изохроны .....	240
5.3. Динамика бистата .....	254
5.4. Базовая распределенная модель роста микробных популяций .....	259
5.5. Динамика возрастного распределения клеток. Влияние субстрата .....	268
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>290</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>299</b>
<b>Литература .....</b>	<b>323</b>