

ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»
Биологический факультет
Кафедра микробиологии

Дисциплина
«Основы физиологии роста и культивирования микроорганизмов»

«Компьютерное моделирование и управление ростом
популяции микроорганизмов в режиме связи с
объектом»

Выполнила: магистрант Зворыгина Г.Н.

Проверил: д.т.н., профессор Лещенко А.А.

Задачи, решаемые с помощью ЭВМ

1. Расчет синтезированных переменных процесса и их использование для анализа, контроля и непосредственного управления.
2. Косвенное измерение параметров, определение которых обычными методами трудно или невозможно.
3. Поиск оптимальных условий непосредственно на объекте.
4. Корректировка оптимальных условий в ходе процесса культивирования, выполняемая на основе математической модели процесса, заложенной в памяти ЭВМ.
5. Распределение нагрузок между ферментерами, оперативно-календарное планирование работы оборудования и технологического персонала.
6. Ситуационный анализ и прогнозирование результатов процесса культивирования.
7. Реализация сложных законов регулирования важнейших параметров процесса культивирования.

Синтезированные переменные

- интегральные и удельные скорости превращения веществ и энергии;
- относительные физиологические коэффициенты;
- соотношения материально-энергетического баланса;
- параметры возрастного и размерного распределения клеток микроорганизмов;
- массообменные и гидродинамические характеристики процесса;
- технико-экономические показатели.

Интегральные и удельные скорости превращения веществ

- Q_x - скорость образования биомассы;
- Q_p - скорость образования целевого продукта метаболизма;
- Q_s - скорость потребления субстрата;
- Q_H - скорость защелачивания или закисления среды;
- Q_{O_2} - скорость потребления кислорода;
- Q_{CO_2} - скорость выделения углекислого газа.

Очевидным недостатком интегральных кинетических характеристик как показателей условий культивирования является их зависимость от концентрации биомассы в аппарате. Одно и то же значение Q_{CO_2} , полученное при различной концентрации биомассы, характеризует различные условия протекания процесса.

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ

$$RQ = Q_{CO_2} / Q_{O_2}$$

Q_{CO_2} - скорость выделения углекислого газа;

Q_{O_2} - скорость потребления кислорода.

Варианты относительных физиологических коэффициентов

| Интегральная скорость в знаменателе | Обозначение относительного коэффициента при интегральной скорости в числителе | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|----------------|------------|------------|---------------|-----------------|------------|------------|------------|
| | Q_X | Q_{O_2} | Q_C | Q_N | Q_Φ | Q_{CO_2} | Q_H | Q_P | Q_T |
| Q_X | 1 | y_{O_2}/X | y_C/X | y_N/X | y_Φ/X | y_{CO_2}/X | y_H/X | y_P/X | y_T/X |
| Q_{O_2} | y_X/O_2 | 1 | y_C/O_2 | y_N/O_2 | y_Φ/O_2 | y_{CO_2}/O_2 | y_H/O_2 | y_P/O_2 | y_T/O_2 |
| Q_C | y_X/C | y_{O_2}/C | 1 | y_N/C | y_Φ/C | y_{CO_2}/C | y_H/C | y_P/C | y_T/C |
| Q_N | y_X/N | y_{O_2}/N | y_C/N | 1 | y_Φ/N | y_{CO_2}/N | y_H/N | y_P/N | y_T/N |
| Q_Φ | y_X/Φ | y_{O_2}/Φ | y_C/Φ | y_N/Φ | 1 | y_{CO_2}/Φ | y_H/Φ | y_P/Φ | y_T/Φ |
| Q_{CO_2} | y_X/CO_2 | y_{O_2}/CO_2 | y_C/CO_2 | y_N/CO_2 | y_Φ/CO_2 | 1 | y_H/CO_2 | y_P/CO_2 | y_T/CO_2 |
| Q_H | y_X/H | y_{O_2}/H | y_C/H | y_N/H | y_Φ/H | y_{CO_2}/H | 1 | y_P/H | y_T/H |
| Q_P | y_X/P | y_{O_2}/P | y_C/P | y_N/P | y_Φ/P | y_{CO_2}/P | y_H/P | 1 | y_T/P |
| Q_T | y_X/T | y_{O_2}/T | y_C/T | y_N/T | y_Φ/T | y_{CO_2}/T | y_H/T | y_P/T | 1 |

Уравнения углеродного дыхательного коэффициента

$$Q_c = F_c S_{c,o} \quad (1)$$

где F_c – скорость подачи подпитки; $S_{c,o}$ – концентрация углеводов в подпитке.

Подаваемый углеводный субстрат расходуется на образование биомассы ($Q_{сх}$), углекислого газа (Q_{CO_2}) и на биосинтез различных продуктов метаболизма ($Q_{ср}$):

$$Q_c = Q_{сх} + Q_{CO_2} + Q_{ср} \quad (2)$$

Из уравнения (1) можно получить выражение для y_{CO_2}/c :

$$y_{CO_2}/c = 1 - \frac{Q_{сх} + Q_{ср}}{Q_c} \quad (3)$$

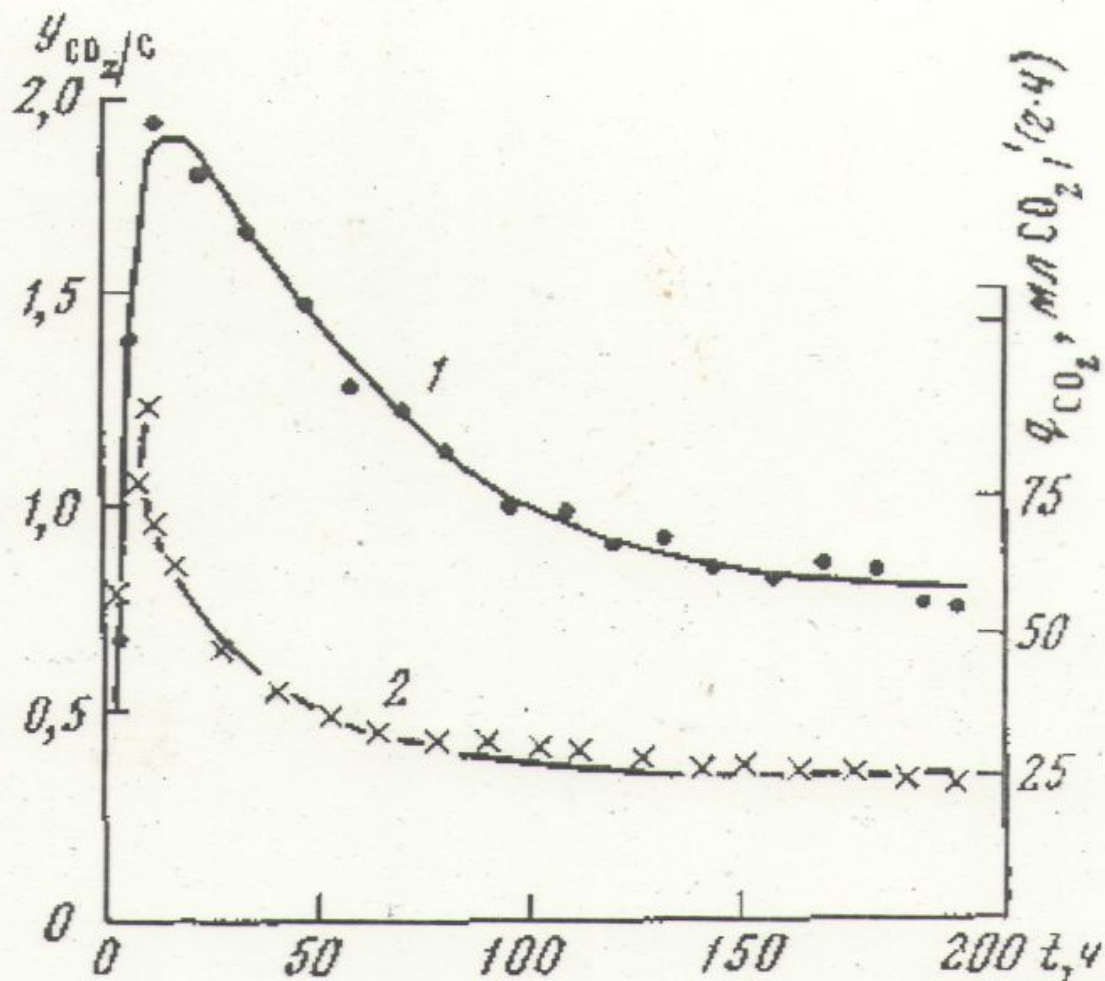


Рис. 1. Изменение углеродного дыхательного коэффициента (1) и удельной интенсивности дыхания (2) в процессе биосинтеза пенициллина

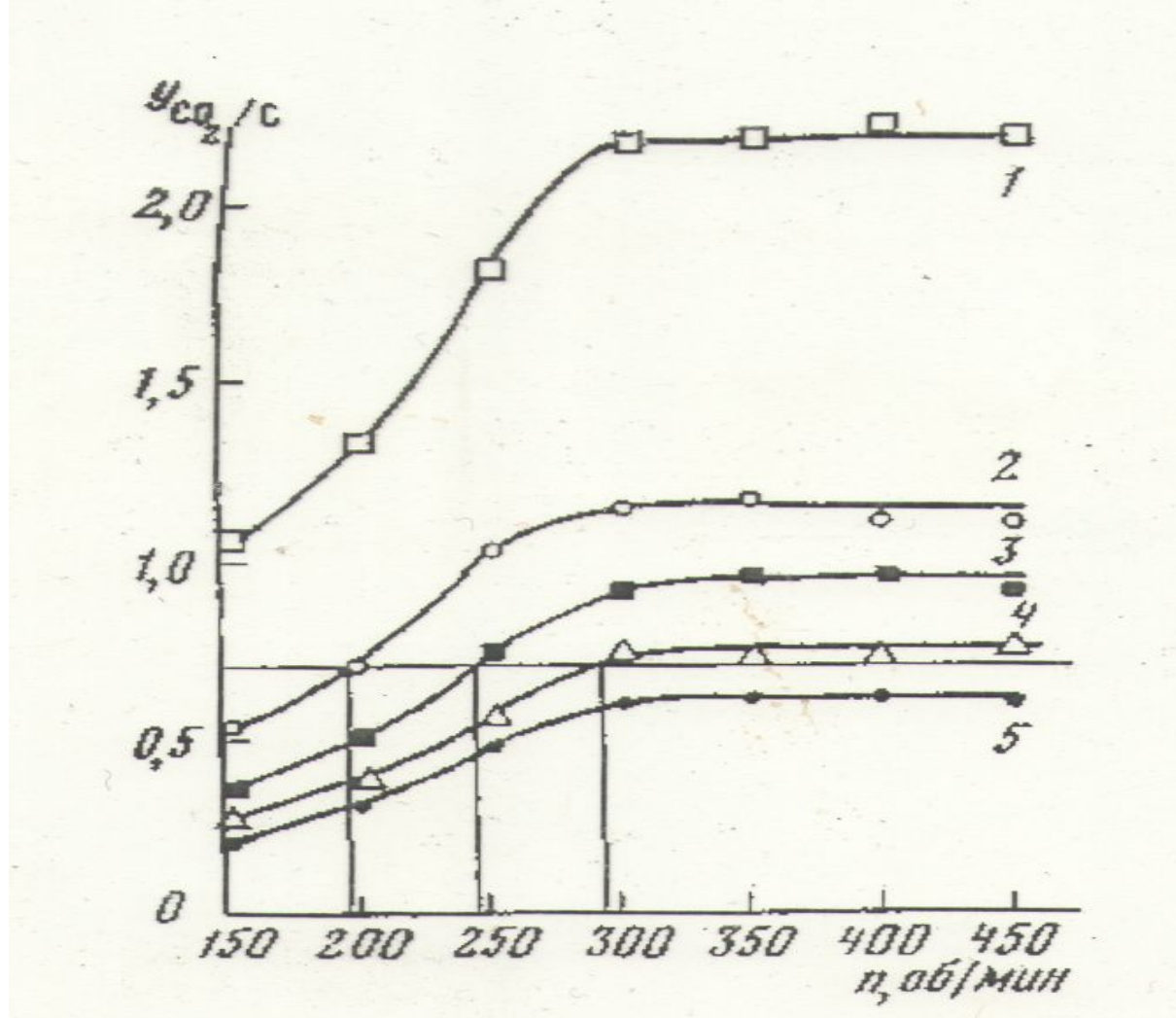


Рис. 2. Влияние скорости вращения мешалки на величину углеродного дыхательного коэффициента

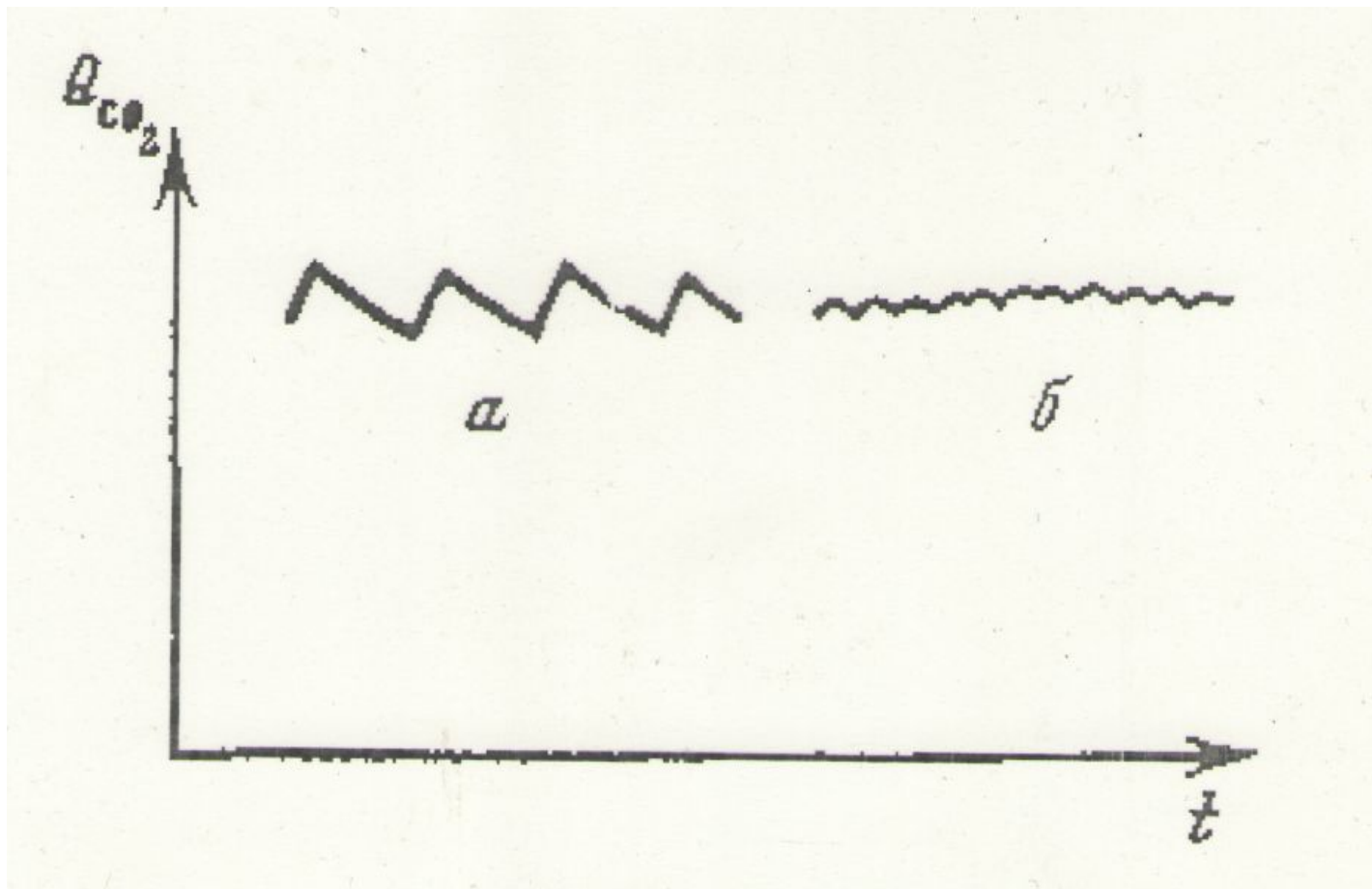


Рис. 3. Регулирование интенсивности дыхания путем изменения скорости дозирования глюкозы (а) и путем изменения скорости вращения мешалки (б).

Таблица 2. Изменение УДК, интенсивности дыхания и удельной продуктивности культуры по пенициллину при различных условиях перемешивания и подпитки

| Характеристика | Вариант осуществления | Время от начала ферментации, ч (в скобках – номер ферментации) | | | | | |
|---|-----------------------|--|-------|--------|--------|----------|----------|
| | | 26(I) | 69(I) | 56(II) | 92(II) | 120(III) | 142(III) |
| Скорость дозирования глюкозы, г/ч | а | 30 | 40 | 40 | 40 | 15 | 15 |
| | б | 80 | 80 | 80 | 80 | 50 | 50 |
| Перемешивание, об/мин | а | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |
| | б | 190 | 250 | 200 | 300 | 185 | 200 |
| Интенсивность дыхания, мл/(л·ч) | а | 469 | 576 | 459 | 556 | 217 | 217 |
| | б | ± 23 | ± 30 | ± 34 | ± 36 | ± 45 | ± 45 |
| УДК | а | 469 | 576 | 457 | 556 | 217 | 217 |
| | б | 1,256 | 1,157 | 0,922 | 1,116 | 1,162 | 1,162 |
| Относительное значение удельной скорости биосинтеза пенициллина | а | 0,470 | 0,578 | 0,462 | 0,558 | 0,348 | 0,348 |
| | б | 1,00 | 0,620 | 0,644 | 1,00 | 0,620 | 0,644 |
| | а | 0,224 | 0,288 | 0,284 | 0,224 | 0,288 | 0,284 |
| | б | | | | | | |



Спасибо за внимание!