

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 :

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

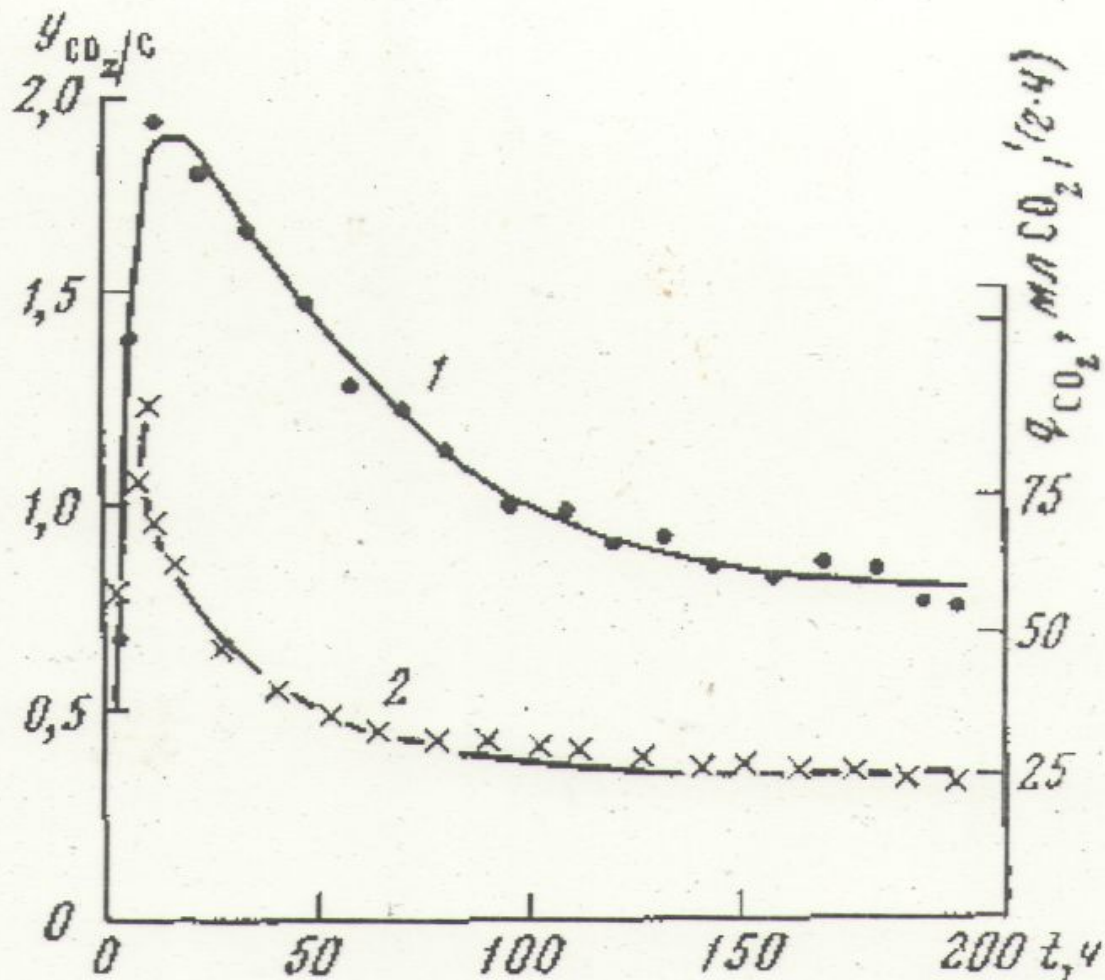


Рис. 1. Изменение углеродного дыхательного коэффициента (1) и удельной интенсивности дыхания (2) в процессе биосинтеза пенициллина

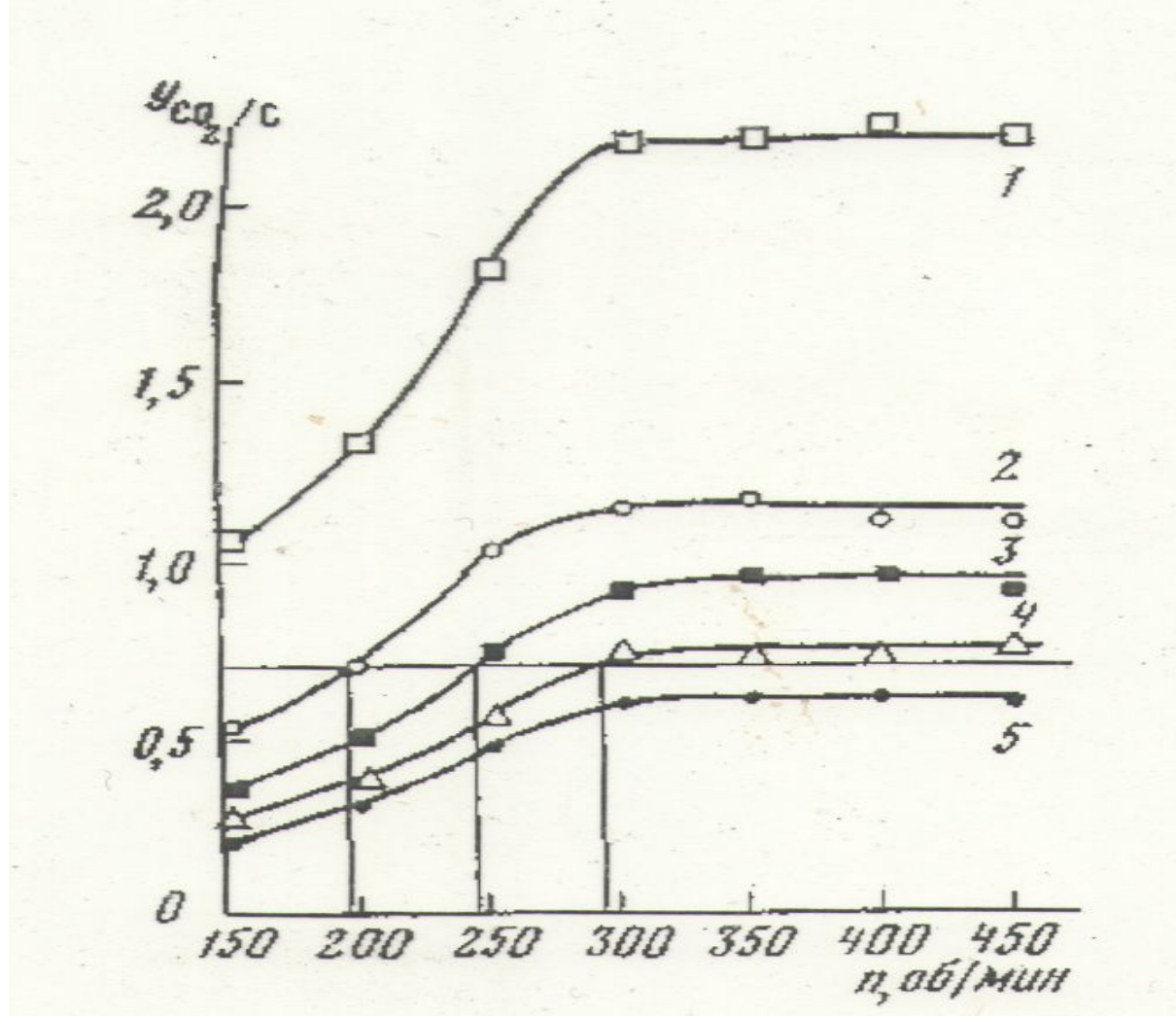


Рис. 2. Влияние скорости вращения мешалки на величину углеродного дыхательного коэффициента

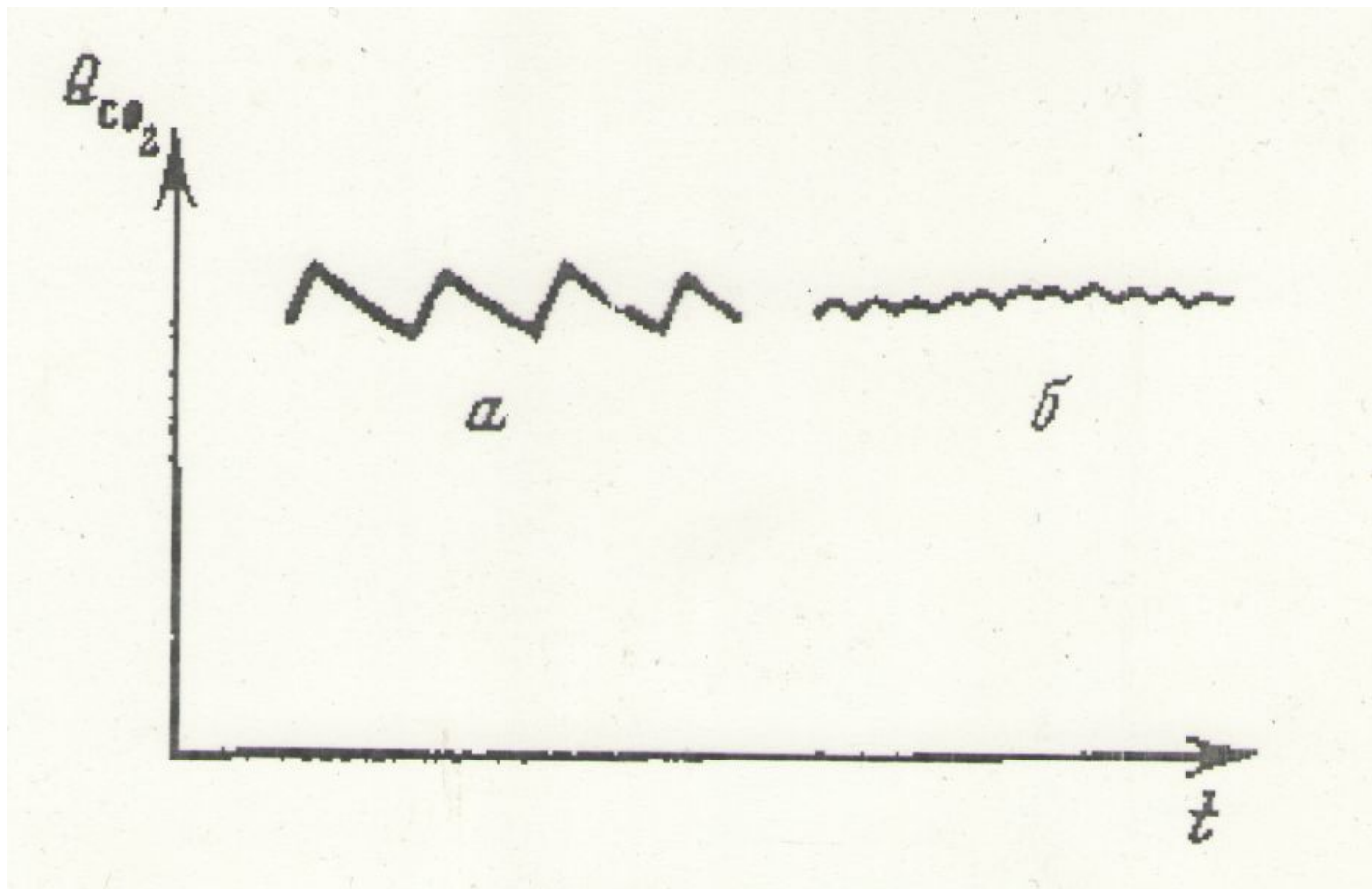


Рис. 3. Регулирование интенсивности дыхания путем изменения скорости дозирования глюкозы (а) и путем изменения скорости вращения мешалки (б).

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!