

Дисциплина

«Основы физиологии роста и культивирования микроорганизмов»

Лекция № 8

«Поиск оптимальных условий непосредственно в  
процессе выращивания микроорганизмов»

Выполнила: магистрант Савина В.Е.

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

- Главной задачей управления процессом ферментации является поддержание некоторого целевого параметра на оптимальном (минимальном или максимальном) значении. В связи с этим очевидным подходом к управлению процессом является использование поисковых методов.

- Задача поисковых методов состоит в том, чтобы путем варьирования управляющих воздействий и изучения реакции объекта на введенные изменения найти оптимальное соотношение величин управляющих воздействий, при котором параметр оптимизации принимает наилучшее значение.

- Обычно в качестве режимного параметра оптимизации используют технологический параметр, связанный с критерием эффективности процесса (например, ***производительность по биомассе*** или ***выход по редуцирующим веществам***), хотя иногда предлагается использовать малоинерционные показатели – ***интенсивность дыхания, скорость закисления;***
- алгоритм управления довольно часто используют в непрерывных процессах, варьируя ***температуру, рН, скорость разбавления*** или ***скорости подачи различных субстратов.***

- Время переходных процессов, по-видимому, является ахиллесовой пятой поисковых методов оптимизации на объекте, так как свойства культуры изменяются со временем, поэтому продолжается поиск более «быстрых» параметров, реагирующих на управляющие воздействия так же, как и интересующий исследователя экономический параметр оптимизации.

*Управление режимом аэрации – перемешивания по алгоритму максимального дыхания.*

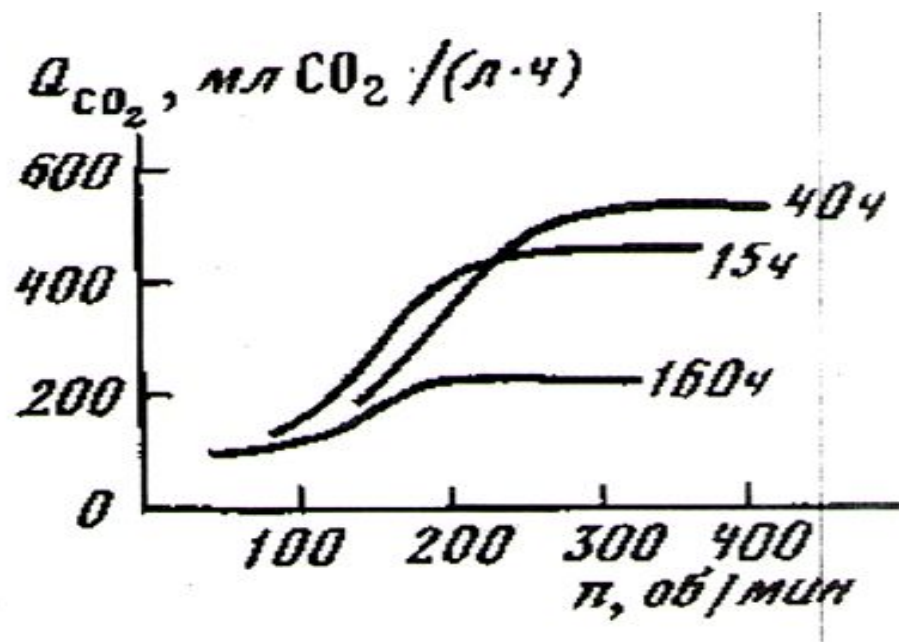
Оперативный параметр управления:

- интенсивность дыхания ( $Q_{O_2}$  или  $Q_{CO_2}$ ), быстро реагирующая на изменения условий аэрации;
- перемешивания (время переходного процесса не превышает 30 мин).

- Целесообразно управлять режимом аэрации – перемешиванием, ориентируясь не на поддержание заданной величины интенсивности дыхания, а используя принцип экспериментального регулирования, т.е. выбирая в каждый момент времени такие значения режимных параметров, при которых величина интенсивности дыхания максимальна.

# Применение поискового алгоритма управления по интенсивности дыхания возможно не для любых управляющих воздействий

(на рисунке - зависимость интенсивности дыхания продуцента окситетрациклина от скорости вращения мешалки для различных периодов ферментации в 100-литровом ферментере).





## Определение режима аэрации и перемешивания в ходе процесса ферментации:

- определяли зависимость скорости потребления кислорода  $Q_{O_2}$  от числа оборотов мешалки при постоянном расходе воздуха и от расхода воздуха при постоянной скорости вращения мешалки;
- при скачкообразном изменении скорости вращения мешалки или расхода воздуха новая установившаяся скорость потребления кислорода достигалась через 15 – 20 мин.;
- по результатам эксперимента определяли критическое число оборотов мешалки  $n_{кр}$  и критические расходы воздуха  $Q_{кр}$ .

- Алгоритм управления проверяли на процессах биосинтеза окситетрациклина и олеандомицина.
- Используя описанный алгоритм, получали ступенчатый режим аэрации и перемешивания.

- Максимальное число оборотов мешалки при биосинтезе окситетрациклина в опытных аппаратах (300 – 350 об/мин) совпадало с выбранным по методу «перебора» оптимальным для постоянного режима. Однако показано, что значительную часть времени процесс можно проводить при менее интенсивном перемешивании (200 – 250 об/мин). Расход воздуха в широком диапазоне его изменения не оказывал влияния на скорость потребления кислорода. В результате экспериментов установлено, что снижение расхода воздуха в 2 раза или более по сравнению с регламентным (с 50 до 25 – 15 л/мин) не влияет на выход окситетрациклина. Применение ступенчатого режима перемешивания и снижение расхода воздуха на аэрацию позволяют существенно снизить энергозатраты.

Таблица - сравнение результатов осуществления процесса биосинтеза окситетрациклина (I) и олеандомицина (II) при постоянном и ступенчатом режимах аэрации – перемешивания

Режим	Число операций		Концентрация антибиотика в конце процесса, % к контролю		Средние расчетные затраты электроэнергии, кВт·ч		Средний расход воздуха на операцию, м³	
	I	II	I	II	I	II	I	II
По максимальному дыханию	6	9	96±4	111±4	20,3	41,7	252	490
Постоянная скорость перемешивания	6	6	100	100	28,5	34,0	504	540

## Управление добавками конкордантных субстратов по максимальному дыханию

(на рисунке - варианты зависимости интенсивности дыхания культуры в тест-колбах от количества добавленного субстрата)

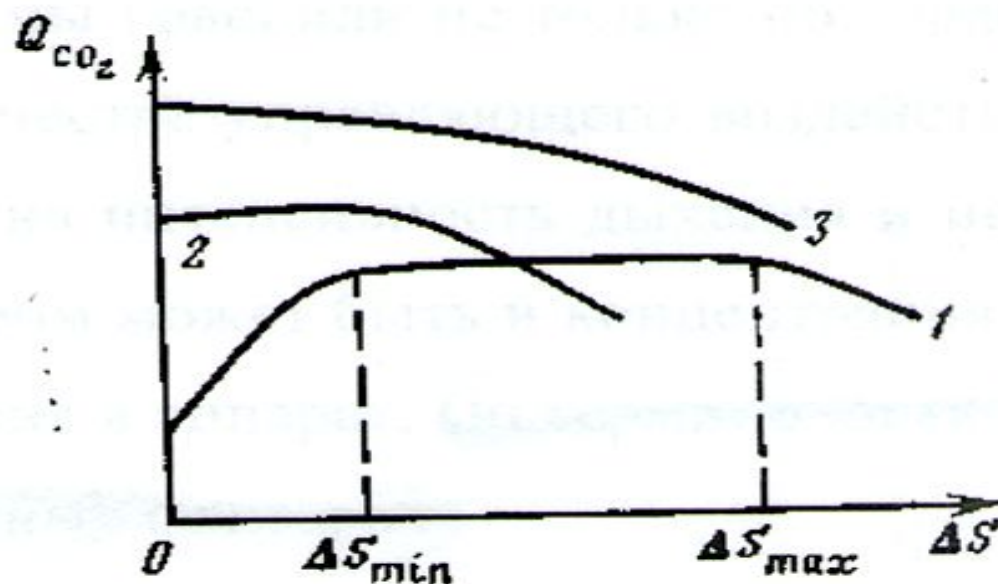


Таблица - выбор оптимальных доз глюкозы и аммонийного азота для добавок в процессе биосинтеза тетрациклина

Время от начала ферментации, ч	Интенсивность дыхания культуры в колбах [мкл CO <sub>2</sub> /(мл·ч)] при добавке различных доз субстратов (мг/мл)						Реализованные дозы, мг/мл	
	Аммонийный азот			Глюкоза			Аммонийный азот	Глюкоза
	0,2	0,3	0,5	5	10	15		
15	780	900	810	950	870	820	0,3	5
24	730	910	980	830	910	1000	0,5	15
40	1020	1100	970	980	1200	1010	0,3	10
62	750	840	970	790	975	830	0,5	10
70	670	740	860	810	900	780	0,5	10
78	680	720	640	740	690	630	0,3	5
87	650	780	720	700	670	650	0,3	5
92	540	500	480	520	480	430	0,2	5

Спасибо за внимание!