

ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»
Биологический факультет
Кафедра микробиологии

Дисциплина
«Основы физиологии роста и культивирования микроорганизмов»

« Воздействие внешних факторов на рост
микроорганизмов, физиологическая активность и
экономический коэффициент»

Выполнила магистрант Куликова Л.Е. БМм-11
Проверил: д.т.н., профессор Лещенко А.А.

Рост микроорганизмов характеризуется двумя основными показателями:

1) Удельной скоростью

2) Количеством выросшей биомассы («урожаем» культуры)

Рост микроорганизмов – необратимое увеличение живой клеточной массы, приводящее к увеличению числа клеток микроорганизмов в результате размножения

Удельная скорость роста (μ) – это увеличение биомассы клеток в единицу времени. Удельную скорость μ определяют логарифмическим отношением количества биомассы m_1 полученной за время t , к количеству субстрата m_0

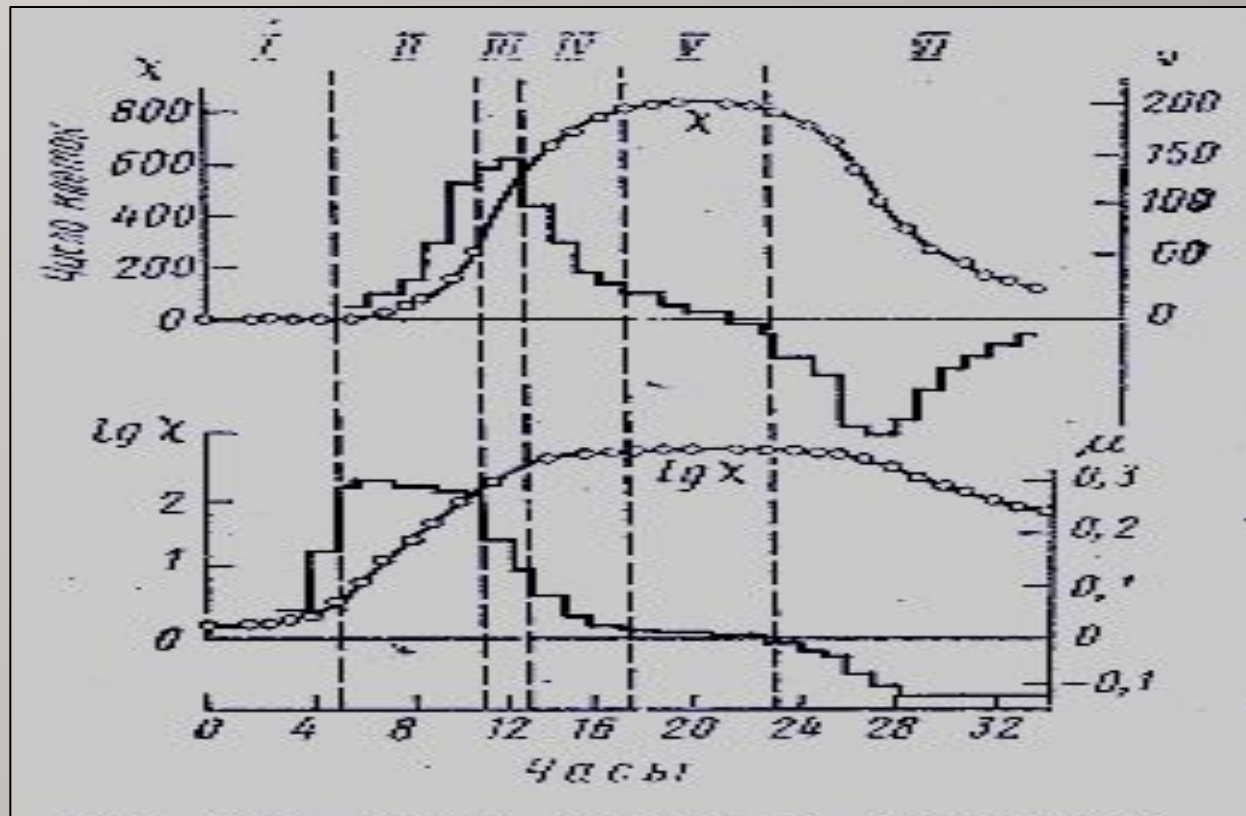
$$\mu = \ln \frac{m_1}{m_0} / t$$

(1)

где, μ – удельная скорость роста
 m_1 - количество биомассы
 m_0 - количество субстрата
 t - время

Величина удельной скорости роста определяется следующими лимитирующими фактором среды:

Влияние среды на скорость роста



Фазы развития микробной культуры

I – лаг-фаза; II – фаза ускоренного роста; III – фаза логарифмического роста; IV – фаза замедленного роста; V – стационарная фаза; VI – фаза отмирания

Лаг-фаза

Лаг-фаза – это период от засева микроорганизмов до достижения максимальной удельной скорости роста.

В период лаг-фазы клетки:

- адаптируются к новым условиям, изменяя среду
- скорость роста культуры опережает скорость размножения: биомасса растет, а число клеток остается постоянным
- интенсивно синтезируются адаптивные ферменты, нуклеиновые кислоты, белки, увеличивается процент воды

Как только количество РНК в клетке достигнет достаточно высокого уровня, начинается ее деление. К концу лаг-фазы удельная скорость роста становится максимальной. Чем полноценнее среда, тем короче лаг-фаза.

Фаза ускоренного роста

- ▶ удельная скорость роста остается постоянной, а абсолютная скорость быстро возрастает
- ▶ число клеток возрастает по экспоненте, а логарифм числа—линейно

Фаза логарифмического роста

- ▶ резкое снижение удельной скорости роста, абсолютная скорость продолжает незначительно возрастать и достигает максимума
- ▶ количество клеток интенсивно возрастает, логарифм числа клеток незначительно увеличивается

Фаза замедленного роста

- ▶ относительная и абсолютная скорости роста падают
- ▶ прирост биомассы идет менее интенсивно

Стационарная фаза

- ▶ количество живых клеток в культуре сохраняется постоянным, т. е. число вновь образующихся клеток равно числу отмирающих

Фаза отмирания

- ▶ абсолютная и относительная скорости роста становятся отрицательными величинами
- ▶ количество отмирающих клеток превышает количество образующихся
- ▶ начинается автолиз клеток, и биомасса культуры снижается

В 1950 г. Моно (Monod), Новик и Сцилярд показали, что между остаточной концентрацией питательного вещества, находящегося в минимуме, и удельной скоростью роста микроорганизмов существует зависимость, которую можно выразить уравнением Михаэлиса-Ментен

$$\mu = \frac{\mu_m S}{K_m + S} \quad (2)$$

где, μ_m - предел к которому стремится μ по мере повышения остаточной концентрации лимитирующего рост вещества S
 K_m – константа, численно равная той концентрации вещества, при которой скорость роста достигает половины предельной

Физиологическая активность — это количество питательных веществ, потребляемых единицей микробной биомассы за единицу времени или количество образующихся продуктов.

Физиологическая активность очень непостоянна и зависит от скорости роста микроорганизмов, тогда a и $b = \text{const}$ (формула 5). При $a > b$ (формула 5), физиологическая активность высокая.

В случае работы с возбудителями брожений этот показатель обычно называют «бродильной активностью», а при работе с аэробами — «дыхательной активностью».

Физиологическая активность (q) характеризуется следующими уравнениями:

$$q = \frac{dS}{dt} \cdot \frac{1}{m}$$

m - вес микробной биомассы
 t - время

(3) S - количество потребляемых веществ

P - количество образовавшихся продуктов

$$q = \frac{dP}{dt} \cdot \frac{1}{m}$$

(4) dS/dt и dP/dt - скорость потребления питательных веществ или скорость образования продуктов

Суммарная физиологическая активность (q)

складывается из двух величин:

$$q = a\mu + b$$

(5)

где: μ – удельная скорость роста
при $\mu=0$ первый член уравнения также равен нулю, и физиологическая активность становится равной основному обмену

a - трофический коэффициент (затраты питательного вещества на образование единицы биомассы)

b – коэффициент основного обмена (расход питательных веществ на поддержание жизни единицы биомассы в течение 1 часа)

Экономический коэффициент (Y) - прирост биомассы по отношению к потребленному субстрату. Он представляет собой частное от деления скорости роста на физиологическую активность микроорганизмов:

$$Y = \frac{\mu}{q} = \frac{1}{a + b/\mu} \quad (6)$$

где: μ – удельная скорость роста

q – физиологическая активность микроорганизмов

a – трофический коэффициент (затраты питательного вещества на образование единицы биомассы)

b – коэффициент основного обмена (расход питательных веществ на поддержание жизни единицы биомассы в течение 1 часа)

Экономический коэффициент зависит от скорости роста (μ)

- ▶ при замедлении роста и уменьшения μ величина члена b/μ в знаменателе уравнения (6) возрастает, а значение экономического коэффициента (Y) уменьшается
- ▶ при полном прекращении роста и $\mu = 0$, дробь b/μ становится бесконечно большой величиной, а экономический коэффициент падает до нуля ($Y = 0$)

Средний экономически коэффициент (Y_{cp}) – отношение прироста биомассы к количеству потребляемых питательных веществ

$$Y_{cp} = \frac{M - m_0}{S_0 - S} \quad (7)$$

где,

M – микробная биомасса

m_0 - вес посевного материала

($M - m_0$) - прирост биомассы, «урожай»

S_0 - концентрация питательного вещества в исходной среде

S – его остаточная концентрация

Влияние питательной среды на урожай биомассы

- ◆ величина выросшей биомассы определяется концентрацией того из питательных веществ, которое находится в относительном минимуме
- ◆ при повышении содержания этого вещества в среде, фактором лимитирующим величину урожая культуры будет другой питательный ингредиент
- ◆ при малых дозах лимитирующего питательного вещества биомасса обычно увеличивается пропорционально его количеству
- ◆ при повышенных концентрациях этого веществ прирост биомассы начинает отставать

Теория предельной численности клеток («концентрации М») Байль (Bail, 1924)

- каждой клетке необходимо определенное «жизненное пространство»
- бактерии могут размножаться и после достижения предельной численности
- часть клеток при этом отмирает и количество живых особей остается все время постоянным
- более «слабым» расам бактерий требуется большее жизненное пространство, более «сильные» довольствуются меньшим пространством

«Диауксия» - явление вторичного роста, наблюдаемое в средах содержащих два однотипных питательных вещества, различающихся по своей усвояемости (например, два разных углевода)

■ сначала бактерии потребляют одно питательное вещество и рост их прекращается

■ через некоторое время, выработав адаптивный фермент, необходимый для потребления второго вещества, культура возобновляет свой рост

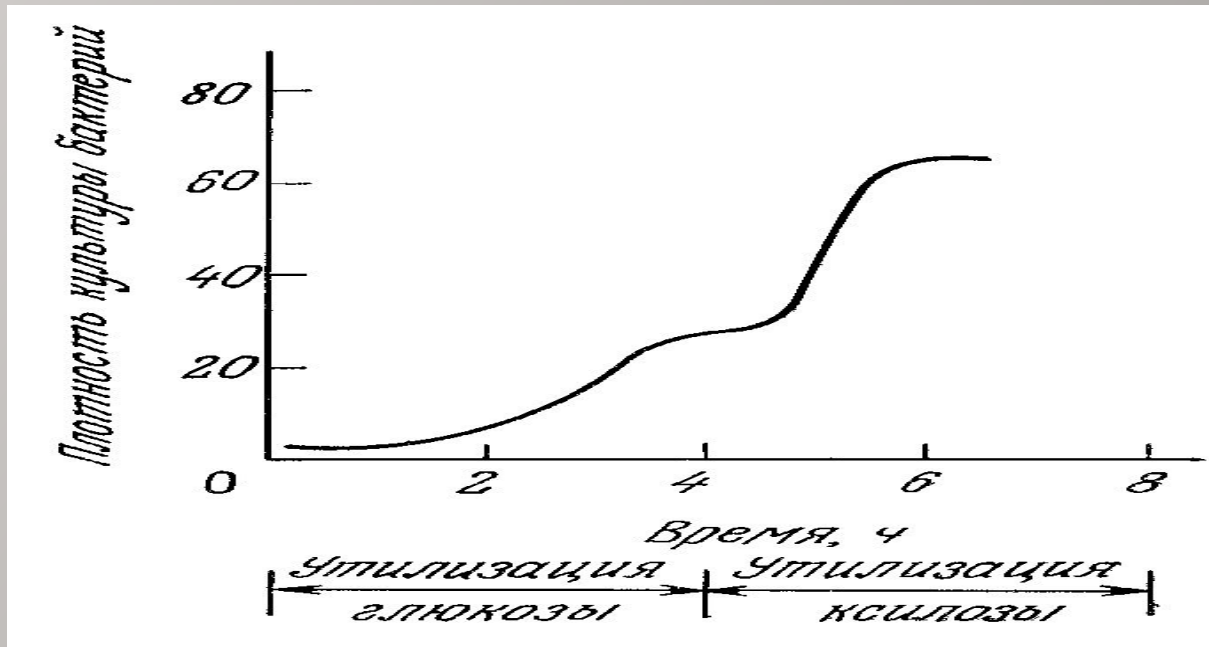


Рисунок. Двухфазный рост *Escherichia coli* (явление диауксии (двухфазного роста))

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !