

**Отъемно-доливной метод
культивирования.
Тубулярная культура.
Хемотратный процесс непрерывного
культивирования микроорганизмов**

Кочина Е.А.
Якимова М.С.

Отъемно-доливной (полунепрерывный) метод культивирования

- › Часть объема культуральной жидкости удаляют и вводят соответствующий объем свежей питательной среды
- › Циклы «ферментация-слив-долив» повторяются непрерывно
- › При использовании батареи биореакторов вся система непрерывно поставляет биомассу

Отъемно-доливной (полунепрерывный) метод культивирования

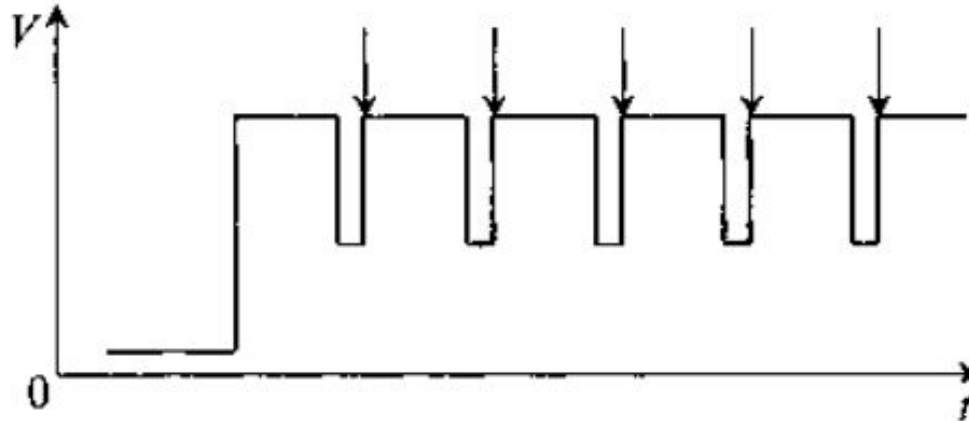


Рис. 4.4. Изменение объема жидкости во времени в отъемно-доливном процессе ферментации. Стрелки указывают момент загрузки свежей среды

По сравнению с многоциклическим процессом

- › Менее отбираемая часть жидкости
- › Менее интервалы между отборами
- › Больше число отборов

Таким образом осуществляется ЭКОНОМИЯ на посевном материале 👍

При расчете биореакторов задаются:

- › объемом реактора V
- › концентрацией биомассы $[X]_k$, при которой осуществляется отбор и подпитка долей отбираемой и доливаемой жидкости $P = V_c / V$

Концентрация после долива свежей культуры:

$$[X]_H = [X]_k * (V - V_c) / V = [X]_k (1-P)$$

Концентрация субстрата в начале каждого из циклов:

$$[S]_H = [S]_k + P([S]_0 - [S]_k);$$

Производительность одного биореактора:

$$G_x = [X]_k * P / \tau$$

* P зависит от
 $\mu_{max}, K_s, [S]_0$

Реальная продолжительность цикла ($\tau_{\text{ц}}$) включает:

- > Время роста (τ)
- > Продолжительность операции слива
- > Продолжительность операции долива культуральной жидкости

Ими пренебрегают



Задача оптимизации

- › определение оптимальной доли отбираемой жидкости
- › определение оптимальной доли добавляемой жидкости
- › при заданных значениях $[X]_k$ и t цикла

Разновидности непрерывных процессов

- › Тубулярные - процессы полного вытеснения
- › Хемостатные - процессы полного перемешивания

Тубулярный процесс

- Питательная среда и посевной материал непрерывно поступают в аппарат, в котором нет обратного смешения.

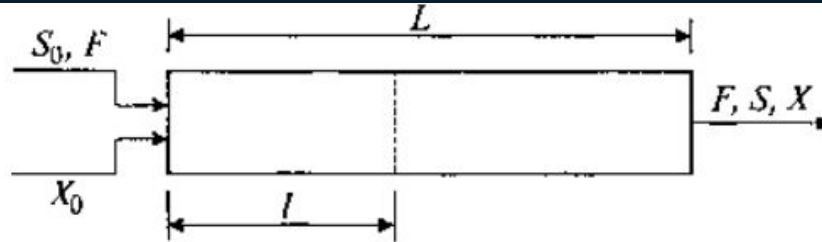


Рис.9.1. Схема тубулярного непрерывного процесса ферментации

Тубулярный процесс

- › Необходимость непрерывной подачи посевного материала вызывает некоторую сложность
- › НО! Ее можно избежать путем организации рециркуляции

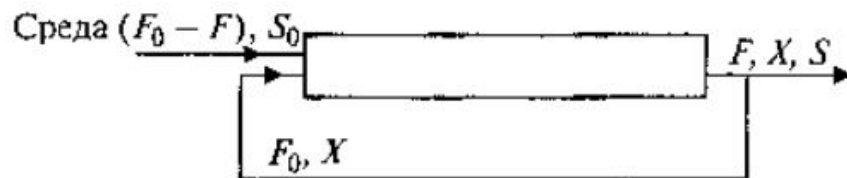


Рис. 9.2. Схема тубулярного непрерывного процесса с рециркуляцией посевного материала

Тубулярный процесс



- › более полное истощения субстрата



- › невозможность организовать аэрацию во всех зонах по длине аппарата
- › большая склонность к инфицированию

Хемостатный процесс непрерывного культивирования микроорганизмов



- > подводится свежая питательная среда
- > отводятся ферментационная среда, содержащая биомассу, продукт метаболизма и остатки субстрата
- > в любой точке аппарата и на выходе из него концентрации S , X и P равны

Хемостатный процесс непрерывного культивирования микроорганизмов

- Устанавливается стационарное состояние
- Скорость роста биомассы становится равной скорости ее вымывания из реактора

$$\frac{dX}{dt} = 0$$

- Скорость притока субстрата за вычетом оттока остаточного субстрата равна скорости его расходования на рост м/о

$$\frac{dS}{dt} = 0$$

- В таких условиях удельная скорость роста становится равной скорости разбавления D

$$\mu X - DX = 0 \text{ и } \mu = D$$

Хемостатный процесс непрерывного культивирования микроорганизмов

- Если в момент t_0 $\mu \neq D$, возникает переходный процесс по биомассе

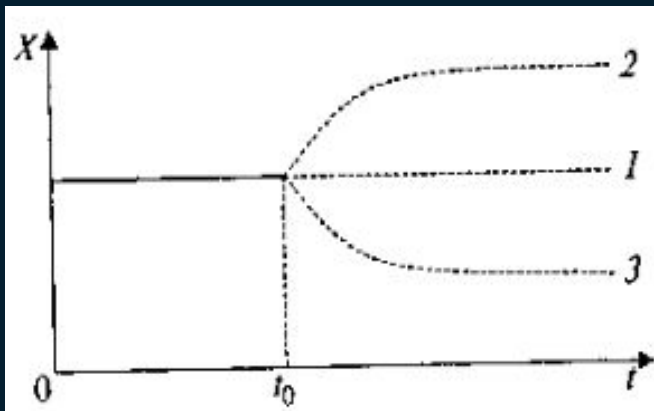


Рис. 9.4. Переходные процессы, возникающие в непрерывном хемостатном процессе при изменении скорости разбавления или удельной скорости роста биомассы:

1 — исходное состояние культуры и продолжение процесса после $t = t_0$ при $\mu_1 = D$; 2 — переходный процесс при увеличении μ в момент времени $t = t_0$ при $\mu_2 > D$; 3 — переходный процесс при снижении μ в момент времени $t = t_0$ при $\mu_3 < D$

Хемостатный процесс непрерывного культивирования микроорганизмов

- Хемостатные кривые - графические зависимости между установившимися значениями X и S в хемостатном процессе и скоростью разбавления D

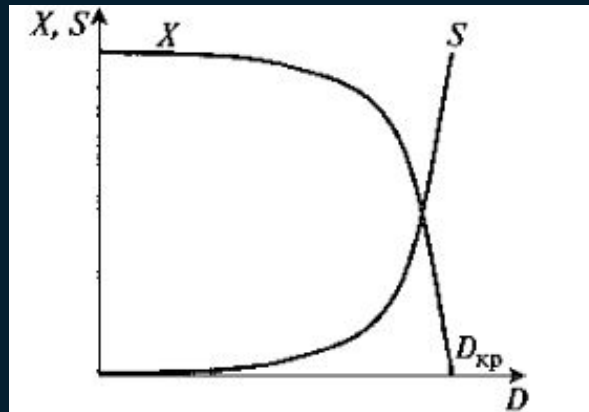


Рис. 9.5. Хемостатные кривые $X(D)$ и $S(D)$ в стационарном состоянии

Хемостатный процесс непрерывного культивирования микроорганизмов

Определим, при каких значениях $D_{кр}$ происходит вымывание культуры:

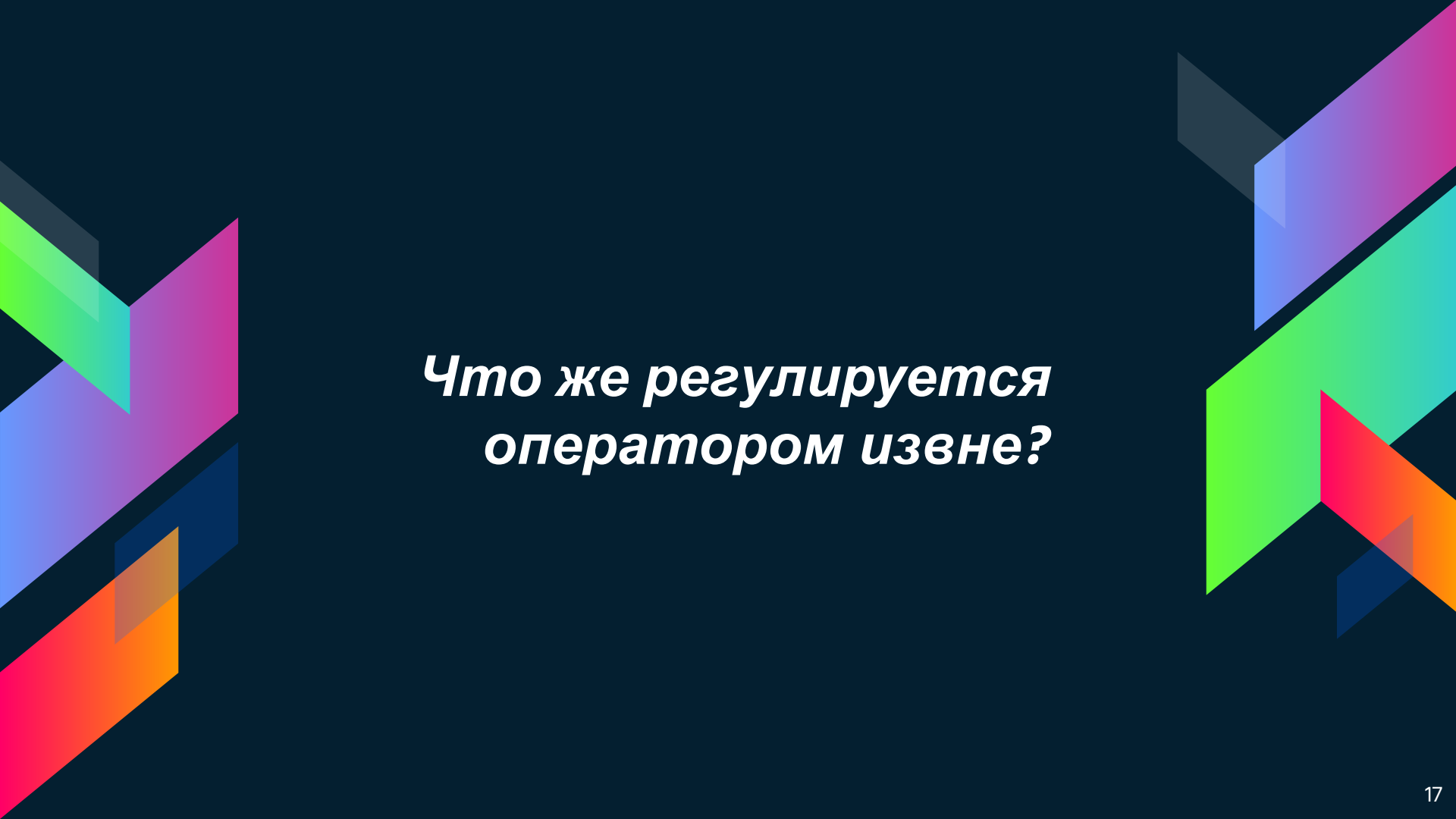
$$X = Y_{XS} \left(S_0 - \frac{K_S D}{\mu_m - D} \right) = 0; \quad (9.23)$$

$$S_0 = \frac{K_S D_{кр}}{\mu_m - D_{кр}}; \quad D_{кр} = \frac{\mu_m S_0}{K_S + S_0}. \quad (9.24)$$

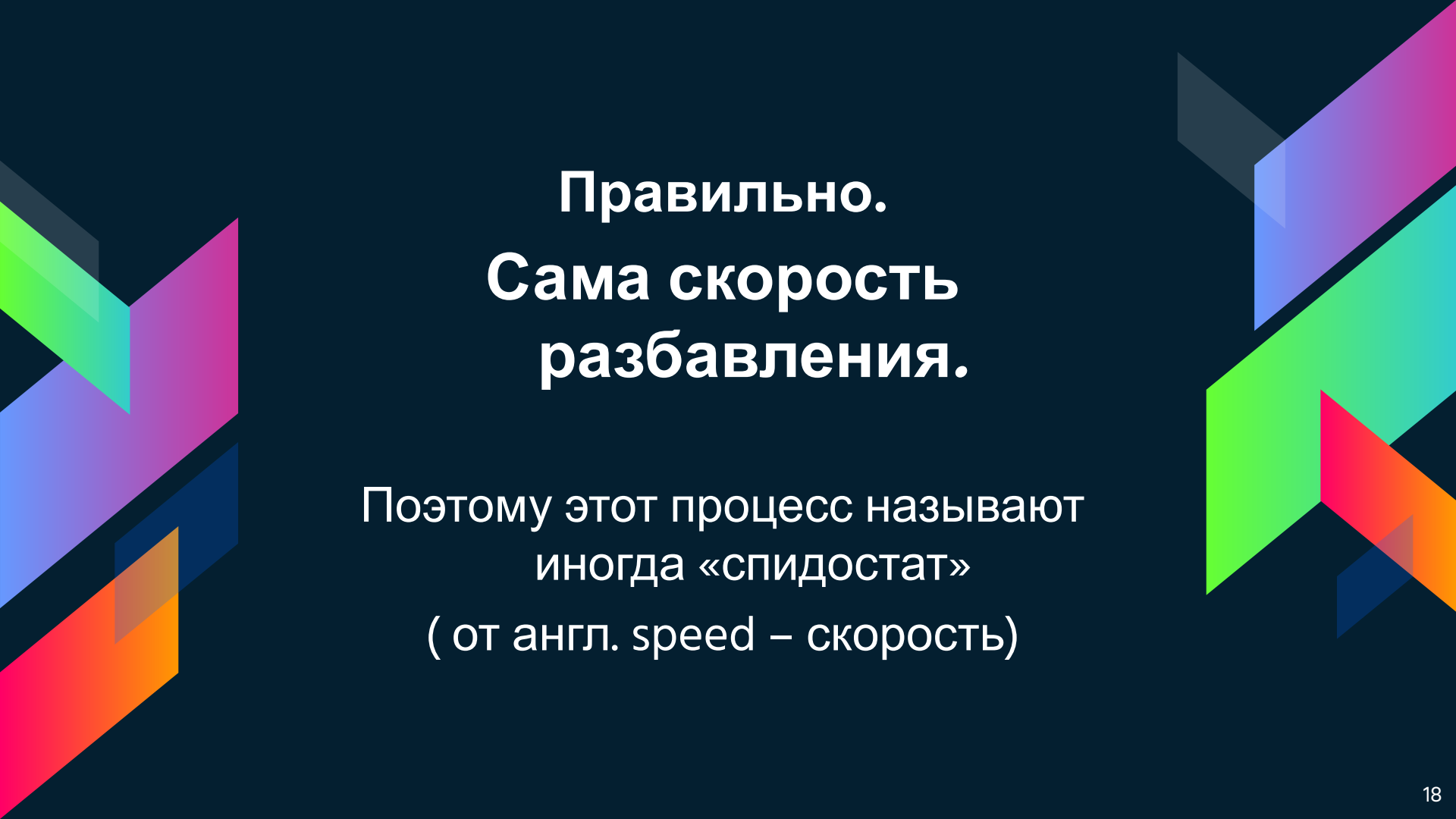
Отсюда следует, что вид хемостатной кривой зависит от S_0 .
При $D = 0$

$$X = Y_{XS} S_0. \quad (9.25)$$

- Интересно, что при любом изменении концентрации субстрата во входящем потоке S_0 в стационарном состоянии при заданной скорости разбавления устанавливается одна и та же остаточная концентрация субстрата S - это свойство хемостата дало ему название



*Что же регулируется
оператором извне?*



**Правильно.
Сама скорость
разбавления.**

Поэтому этот процесс называют
иногда «спидостат»
(от англ. speed – скорость)