

Основными элементами, слагающими биотехнологические процессы, являются:

**биологический объект (продуцент),**

**субстрат (питательная среда),**

**аппаратура (биореакторы)**

**целевой продукт (синтезирующийся в биотехнологическом процессе).**

# Этапы биотехнологического процесса

1. Подготовительные стадии
2. Биотехнологическая стадия
3. Разделение жидкости и биомассы
4. Выделение продуктов биосинтез
5. Очистка продукта
6. Концентрирование продукта
7. Получение готовой формы продукта
8. Очистка стоков и выбросов

**II. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СТАДИЯ** - является основной стадией, на которой с использованием биологического агента (микроорганизмов, изолированных клеток, или клеточных органелл, ферментов) происходит преобразование сырья в целевой продукт.

**Биотехнологическая стадия включает** синтез новых органических соединений в результате: **ферментации;** **биотрансформации;** **биокатализа** — химические превращения вещества, протекающие с использованием биокатализаторов-ферментов.

**III. РАЗДЕЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ И БИОМАССЫ** - целевой продукт находится либо в самой биомассе, либо в жидкости. Необходимо сначала разделить эти фазы.

***Отстаивание*** — разделение под действием гравитационных сил (обычно при очистке сточных вод).

***Фильтрация*** — пропускание суспензии через фильтрующий материал, на котором задерживаются частицы твердой фазы — биомасса.

***Микрофильтрация, ультрафильтрация*** — пропускание суспензии через мембраны с весьма малым размером пор.

Ультрафилтрация задерживает уже не только клетки, но и крупные молекулы растворенных веществ.

Такой способ применяют в производстве антибиотиков, особенно в тех случаях, когда микроорганизм-продуцент имеет мицелиальный характер.

***Сепарация, центрифугирование*** — разделение под действием центробежных сил. Наиболее часто используется для отделения дрожжей или бактерий в производстве кормовой биомассы.

***Коагуляция*** — добавление в суспензию реагентов, способствующих образованию и осаждению более крупных клеточных конгломератов и отделению их от жидкости путем отстаивания.

***Флотация*** — захват биомассы микроорганизмов пузырьками пены и выделение ее из пенной фракции.

**IV. ВЫДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ БИОСИНТЕЗА** отличия этой стадии связаны с тем, являются продукты внеклеточными или внутриклеточными.

Так, для внутриклеточных продуктов сначала необходимо разрушить клеточную оболочку.

**Дезинтеграция клеток** или разрушение клеточной оболочки можно осуществлять **физическими** методами (с помощью мелющих тел, путем замораживания и продавливания, воздействием ультразвука, методом декомпрессии — резкого сброса давления) или

**химическими и биотехнологическими** методами.

**Гидролиз** — разрушение клет. оболочек под действием хим. реагентов и температуры.

**Ферментолиз** — разрушение клеточных оболочек под действием ферментов при повышенной температуре.

**Автолиз** — разновидность ферментолиза, когда используют собств. ферменты клетки.

После проведения предварительной операции разрушения клеток выделение целевого продукта осуществляется из р-ра методами, которые являются общими для **внеклет. и внутрикл. продуктов.**

**Экстракция** — выделение целевого продукта в не смешивающийся - с водой экстрагент (хлороформ, эфир).

**Осаждение** — выделение целевого продукта путем добавления к жидкости реагента, взаимодействующего с растворенным продуктом и переводящего его в твердую фазу.

**Адсорбция** — перевод растворенного в жидкости продукта в твердую фазу путем его сорбции на специальных твердых носителях (сорбентах).

**Ионный обмен** — то же, что адсорбция, но в этом случае в твердую фазу переходят ионы (катионы или анионы), а не целиком молекула целевого продукта или примеси.

**Отгонка, ректификация** — эти методы используют для выделения растворенных в культуральной жидкости легкокипящих продуктов. Пример — этиловый спирт.

**Ультрафилтрация, нанофилтрация и обратный осмос** применяются для выделения высокомолекулярных соединений (белков, полипептидов, полинуклеотидов). Обратный осмос и нанофилтрация позволяют отделять даже небольшие по размеру молекулы.

**Центрифугирование, ультрацентрифугирование** используют для выделения вирусов, клеточных органелл, высокомолекулярных соединений. **V.**

**ОЧИСТКА ПРОДУКТА.** Задача этой стадии — убрать примеси, сделать продукт максимально чистым: **экстрагирование, ректификация, адсорбция, хроматография** - процесс, напоминающий адсорбцию. На твердом сорбенте собираются растворенные вещества, но не одно, а несколько, часто близких по структуре.

Например, смеси белков иммуноглобулинов.

**Диализ** — процесс, в котором через полупроницаемую перегородку могут проходить низкомолекулярные вещества, а высокомолекулярные остаются. Путем диализа осуществляют очистку вакцин и ферментов от солей и низкомолекулярных растворимых примесей.

**Кристаллизация.** Этот процесс основан на различной растворимости веществ, при разных температурах. Медленное охлаждение позволяет формировать кристаллы из растворов целевых продуктов

Вся «грязь» остается в маточном растворе. Таким образом, например, получают кристаллы пенициллина.

## **VI. КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ПРОДУКТА**

На выходе из БТ стадии суспензия обычно сод. целевого продукта примерно 0,1 — 1%, после стадии разделения биомассы 0,1-2%, после стадии выделения - 1-10%, после очистки - 50-80%, после концентрирования -90-100%. На стадии концентрирования применяют такие процессы, как ***выпаривание, сушка, осаждение, кристаллизация с фильтрацией*** и т.д.

**VII. ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА (ГОТОВОЙ ФОРМЫ)** На завершающей стадии производства продукт приобретает товарную форму за счет проведения процессов гранулирования, таблетирования, розлива и фасовки в ампулы.

## **VIII. ОЧИСТКА СТОКОВ И ВЫБРОСОВ**

Выше представлена схема основного биотехнологического производства, которое на некоторых стадиях, имеет определенные стоки и выбросы в атмосферу.

Очистка этих стоков и выбросов - это **отдельное биотехнологическое производство**, имеющее свои стадии:

1. подготовительные стадии;
2. биотехнологическую стадию;
3. стадию отстаивания биомассы;
4. активного ила (активный ил это масса, образующаяся в аэрируемых сточных водах- суспензия твердых веществ с огромным количеством аэробных микроорганизмов, способных энергично окислять растворенные органические вещества).

Микробное население **А. И.** естественно формирующиеся ассоциации микроорганизмов разных видов, заключенные в общую слизистую полисахаридную массу, образуемую бактериями **Zoogloea ramigera**. Помимо образующих слизь бактерий, в **А. И.** обычно присутствуют представители родов *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, а также различные простейшие. Слизистое вещество **А. И.** обеспечивает его высокую адсорбирующую способность, в результате чего из проходящих через **А.И.**

сточных вод быстро удаляются коллоидные вещества, бактерии (в том числе болезнетворные), красящие вещества, летучие ароматические соединения, соли тяжелых металлов и происходит осветление жидкости. Масса **А.И.** в процессе очистки стоков постоянно нарастает, поэтому проводится его удаление из аэраторов. Часть **А.И.** оставляют в качестве «закваски» для поддержания непрерывности процесса очистки.

- 5.стадию дополнительной очистки стоков
- 6.переработки осадка.