

# Биотехнологии в пищевой промышленности

# ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ

- 1. Допастеровский период до 1865г. (приготовление хлеба, молочных продуктов (сыры, йогурт), получение спиртосодержащих напитков (вино, пиво) и других продуктов на основе процессов брожения (уксус).
- 2. Пастеровский период (1865-1940гг.), включающий промышленное культивирование микроорганизмов с целью получения продуктов брожения (этанол, бутанол, ацетон, глицерол, органические кислоты).
- 3. Производство антибиотиков (1940-1960гг.), период, включающий промышленное производство пенициллина, стрептомицина, хлортетрациклина и др. и микробное превращение стероидов (получение кортизона, тестостерона, эстрогена).

- **4.** (1960-1975гг.) Период расширения круга промышленно производимых микробных продуктов, включающий микробиологическое производство аминокислот (глутамин и лизин), разработку методик производства микробного белка, производство ферментов (протеазы, амилазы, глюкозоизомеразы), промышленное применение иммобилизованных ферментов (глюкозоизомераза), производство бактериальных полисахаридов (ксантан).
- **5.** Развитие синтетической биотехнологии (с 1975г. по настоящее время), включающий разработку технологий рекомбинантной ДНК (1974г.) и получение с ее использованием первых продуктов в 1982г. (инсулин человека, вакцины против диареи животных).

## Промышленные микробиологические процессы условно можно разбить на несколько основных групп:

- 1) получение живой или инактивированной микробной биомассы (производство пекарских, винных, кормовых дрожжей; вакцин, белково-витаминных концентратов, средств защиты растений, заквасок для получения кисломолочных продуктов и силосования кормов, почвоудобрительных препаратов и т.д.);
- 2) получение продуктов метаболизма микроорганизмов (антибиотики, гормоны, аминокислоты, витамины, органические кислоты и т.д.);
- 3) получение ферментов микробного происхождения;
- 4) получение рекомбинантных продуктов;
- 5) биотрансформация веществ;
- 6) утилизация неприродных соединений.

# ОСНОВНЫЕ СТАДИИ (ЭТАПЫ ИЛИ ОПЕРАЦИИ) ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

- Подготовка необходимой культуры микроорганизма-продуцента.
- Подготовка сырья.
- Стадия ферментации.
- Выделение и очистка целевого продукта.
- Приготовление товарной формы целевого продукта.

# Выбор и требования к штаммам-продуцентам

- 1) способность расти в чистой культуре и генетическая стабильность;
- 2) отсутствие патогенности и токсичности;
- 3) высокая скорость роста при массовом культивировании и способность синтезировать продукт в большом количестве и за короткий промежуток времени;
- 4) устойчивость к контаминации;
- 5) способность расти на простых и дешевых питательных средах.

# Объекты промышленного использования

- а) бактерии и цианобактерии;
- б) грибы;
- в) водоросли;
- г) простейшие.

Продукты микробиологического производства	Микроорганизмы-продуценты
<p><b>Пищевые продукты</b></p> <p><i>Кисломолочные продукты</i></p> <p><i>Соления и маринады</i></p> <p><i>Уксус</i></p> <p><b>Пищевые и кормовые добавки</b></p> <p><i>Аминокислоты</i></p> <p><i>Белок</i></p> <p><i>Витамины</i></p>	<p>Lactobacillus spp., Leuconostoc spp., Streptococcus spp., Lactococcus spp.</p> <p>Lactobacillus spp., Leuconostoc spp., Pediococcus spp.</p> <p>Acetobacter aceti, Gluconobacter suboxidans</p> <p>Corynebacterium glutamicum, Brevibacterium flavum, Micrococcus spp.</p> <p>Methylomonas spp., Methylophilus methylotrophus, Anabaena spp., Spirulina spp.</p> <p>Saccharomyces cerevisiae.</p> <p>Clostridium spp., Propionibacterium freudenreichii, Pseudomonas denitrificans, Bacillus megaterium, Gluconobacter spp.</p>

Продукты микробиологического производства	Микроорганизмы-продуценты
<p><b>Промышленные соединения</b></p> <p><i>Спирты</i></p> <p><i>Ацетон</i></p> <p><i>Органические кислоты</i></p> <p><i>Полисахариды</i></p> <p><b>Ферменты</b></p> <p><b>Лекарственные препараты</b></p> <p><i>Антибиотики</i></p> <p><b>Биологически активные вещества</b></p> <p><i>Инсектициды</i></p>	<p>Zimomonas mobilis, Clostridium spp.</p> <p>Clostridium spp.</p> <p>Lactobacillus spp., Acetobacter spp., Clostridium aceticum, Gluconobacter spp., Propionibacterium spp., Pseudomonas spp.</p> <p>Leucomonstoc mesenteroides, Azotobacter vinelandii</p> <p>Bacillus spp., Streptomyces spp., Actinomyces spp., Escherichia coli, Clostridium spp.</p> <p>Streptomyces spp., Bacillus spp.</p> <p>Bacillus thuringiensis</p>

Группы ферментов	Ферменты	Бактерии-продуценты
Гликозидазы	$\alpha$ -амилаза Пуллуланаза $\beta$ -галактозидаза Инвертаза Полигалактуроназа, пектин -эстераза Пектиназы	<i>Bacillus licheniformis</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. diastaticus</i> <i>Clostridium felsineum</i> <i>Erwinia spp.</i> , <i>Bacillus polymyxa</i>
Протеазы	Коллагеназа Аспартаза Комплекс «римопротелин» Комплекс «протелин»	<i>Clostridium histolyticum</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Actinomyces rimosus</i> <i>Streptomyces griseus</i>
Липазы	Фосфокиназы	<i>Clostridium spp.</i> , <i>Bacillus spp.</i>
Негидролитические ферменты	Фумараза Глюкозоизомеразы	<i>Escherichia coli</i> <i>Streptomyces spp.</i> , <i>Bacillus spp.</i>

# Грибы

- антибиотики (*Penicillium* spp.);
- гиббереллины и цитокинины (*Fusarium* spp., *Botrytis* spp.);
- каротиноиды (астаксантин, *Rhaffia rhodozima*);
- белок (*Candida*, *Saccharomycopsis lipolytica*);
- спирты (*Saccharomyces cerevisiae*, *Kluuveromyces fragilis*);
- сыры типа рокфор и камамбер (*Penicillium* spp.);
- соевый соус (*Aspergillus oryzae*).

# Простейшие

- Противоопухолевые препараты круцин и трепаноза (*Trypanosoma* (*Schizotrypanum cruzi*)), астазилид (*Astasia longa*), парамилон (*Astasia* spp., *Euglena* spp.).
- Потенциальные продуценты белка и гетерополисахаридов.

# Водоросли

- кормовой и пищевой белок (*Chlorella* spp., *Scenedesmus* spp);
- пищевые и витаминные добавки (*Ulva* spp., *Porfira* spp., *Undaria* spp., *Rhodimenia* spp., *Alaria* spp.);
- глицерол (*Dunaliella bardawil*)

# Классификация процессов культивирования

- 1) по состоянию питательной среды (поверхностные и глубинные);
- 2) по наличию или отсутствию перемешивания (динамические или статические);
- 3) по содержанию кислорода (на аэробные или анаэробные);
- 4) по способу действия (закрытые, чаще периодические, и открытые, чаще непрерывные);
- 5) по количеству ферментеров (одно-, дву- и многостадийные);
- 6) по способу управления (хемотратные, турбидостатные, оксигеностатные, pH-статные и другие).

## ПРОИЗВОДСТВА, ОСНОВАННЫЕ НА ПОЛУЧЕНИИ МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ

- Производство белка микроорганизмов
- Препараты для сельского хозяйства

# Производство белка микроорганизмов

Области применения микробного белка

- 1) техническая (компоненты питательных сред, различного рода наполнители, загустители-эмульгаторы, стабилизаторы и т.д.),
- 2) кормовая (для хозяйственно ценных животных),
- 3) пищевая.

Основные продуценты белка –

с технологической точки зрения наилучшими из продуцентов являются дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida* spp., *Trichosporon* spp., *Hansenula* spp., *Zygoascus* spp., *Pichia* spp.

Помимо дрожжей также используют мицелиальные грибы родов *Aspergillus* и *Fusarium*, виды рода *Mucor* и бактерии *Methylobacterium* spp., *Methylophilus methylotrophus*, *Hypomicrobium* spp., *Pseudomonas* spp.

# Сырье для микробиологического производства

Поиск сырья для микробиологического производства белковых веществ осуществляется по двум направлениям – ориентация на чистые виды сырья, желателен, индивидуальных соединений и ориентация на использование различных отходов.

## **Основные виды сырья для производства микробного белка :**

Нормальные (неразветвленные) парафины и дистилляты нефти, природный газ, спирты, растительные гидролизаты, метан, водород, метанол, этанол, уксусная кислота, углекислый газ, молочная сыворотка, меласса, крахмал и целлюлозосодержащие отходы промышленности и сельского хозяйства.

# Препараты для сельского хозяйства

Препараты, производимые для сельского хозяйства подразделяются на:

- энтомопатогенные препараты;
- бактериальные удобрения.

## Бактериальные энтомопатогенные препараты

- Бактериальные препараты на основе *Bacillus thuringiensis* - энтобактерин, дипел, инсектин, алестин, токсобактерин, дендробациллин, битоксибациллин, гомелин, бактокулицид, текнар, бактимос, вектобак, москитур, бактоспеин. Активны против 130 видов насекомых.

## *Грибные энтомопатогенные препараты*

- *Beaveria bassiana* (боверин),  
*Entomophthora thaxteriana*  
(энтомофторин), *Aschersonia aleuroides*  
(верталек, майкотал), *Verticillium lecanii*  
(вертициллин).

# Бактериальные удобрения

- *Rhizobium* spp. (нитрагин и ризоторфин), *Azotobacter chroococcum* (азотобактерин), *Bacillus megaterium* var. *Phosphaticum* (фосфобактерин).

## Получение товарных форм целевого продукта

Все товарные формы биопрепаратов с точки зрения технологии их получения можно разделить на три основные группы.

- 1. Биопрепараты, имеющие в товарном продукте в качестве основного компонента жизнеспособные микроорганизмы. К этой группе относятся средства защиты растений, бактериальные удобрения, закваски для силосования кормов, биодегранты, другие активные средства биотрансформации.
- 2. Биопрепараты, в состав которых входит инактивированная биомасса клеток и продукты ее переработки. Это кормовые дрожжи, грибной мицелий и т.д.
- 3. Биопрепараты на основе очищенных продуктов метаболизма микроорганизмов. К ним относятся витамины, аминокислоты, ферменты, антибиотики, липиды, полисахариды, продукты комплексной переработки микробных масс и метаболитов.

В зависимости от конкретных целей производства товарные формы представляют собой либо сложную смесь, содержащую некоторое количество основного вещества, либо высокоочищенный препарат, отвечающий ряду специальных требований.