

**Биотехнологические
процессы в пищевой
промышленности**
Лекция № 5



Проблема обеспечения населения нашей планеты продуктами питания внушает серьезные опасения. По этим данным, более половины населения Земли не обеспечено достаточным количеством продуктов питания, **примерно 500 млн. людей голодают, а около 2 млрд. питаются недостаточно или неправильно.** К концу XX в. население нашей планеты с учетом контроля рождаемости составило **7,5 млрд. человек.** Следовательно, тяжелое уже сейчас положение с продуктами питания может принять в недалеком будущем для некоторых народов угрожающие масштабы.





Проблема питания людей в конечном счете заключается **в дефиците белка.**

Там, где сегодня люди голодают, не хватает прежде всего белка.

Установлено, что ежегодный дефицит белка в мире, по самым скромным подсчетам, оценивается в **15 млн. т.**

Наибольшую популярность как источники белка приобрели семена масличных культур — сои, семян подсолнечника, арахиса и других, которые содержат до 30 процентов высококачественного белка.



Эффективным источником белка могут служить **водоросли**. Увеличить количество пищевого белка можно и за счет **микробиологического синтеза**, который в последние годы привлекает к себе особое внимание. Микроорганизмы чрезвычайно богаты белком — он составляет **70—80 процентов их веса**. Скорость его синтеза огромна. Микроорганизмы примерно в **10—100 тысяч раз быстрее** синтезируют белок, чем животные

400-килограммовая корова производит в день **400 граммов белка**, а **400 килограммов бактерий** — **40 тысяч тонн**. Естественно, на получение 1 кг белка микробиологическим синтезом при соответствующей промышленной технологии потребуются средств меньше, чем на получение 1 кг белка животного. Да к тому же технологический процесс куда менее трудоемок, чем сельскохозяйственное производство, не говоря уже об исключении сезонных влияний погоды — заморозков, дождей, суховеев, засух, освещенности, солнечной радиации и т. д.



Из **20 аминокислот**, входящих в состав белков, **8 аминокислот** люди не могут синтезировать, и их относят к **незаменимым**. Это **изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, валин, фенилаланин**.

Аминокислоты — это не только питательные вещества, но также ароматические и вкусовые агенты, и потому они широко используются в пищевой промышленности.



Как питательную добавку в пищу чаще всего вносят лизин и метионин.

Глутамат натрия и глицин

употребляют как ароматические вещества для усиления и улучшения вкуса пищи. У **глицина** освежающий, сладкий вкус. Его вводят в сладкие напитки, и кроме того, он проявляет там бактериостатическое действие.



Аминокислоты в большом количестве применяют как добавку к растительным кормам, которые дефицитны по **метионину, треонину, триптофану и особенно по лизину**. Если в животных белках содержится **7—9 % лизина**, то в белках пшеницы — только **около 3 %**. Внесение в корма лизина до содержания **0,3 %** позволяет сократить их расход больше чем на **20 %**. За последние 8 лет количество аминокислот, добавляемых в корма, выросло в 14 раз.



Около **66 %** **общего количества аминокислот**, получаемых в промышленности, используют в **кормах**, **31 % — в пище** и **4 % — в медицине**, косметике и как химические реактивы. На основе аминокислот готовят искусственный подсластитель — **метиловый эфир L-аспартил-L-фенилаланина**, который в 150 раз слаще, чем глюкоза.






- **ГМО- генетически модифицированные организмы**
- **ГМИ- генетически модифицированные ингредиенты**
- **ГМК- генетически модифицированные культуры**

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.

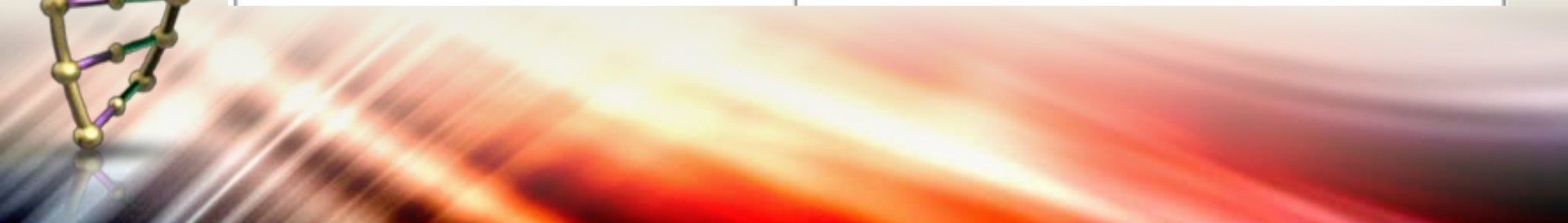


Объекты промышленного использования

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



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



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



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

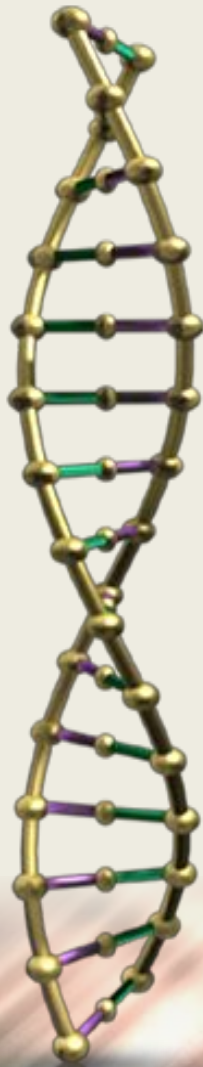
- кормовой и пищевой белок (*Chlorella* spp., *Scenedesmus* spp);
- пищевые и витаминные добавки (*Ulva* spp., *Porfira* spp., *Undaria* spp., *Rhodomenia* spp., *Alaria* spp.);
- глицерол (*Dunaliella bardawil*)



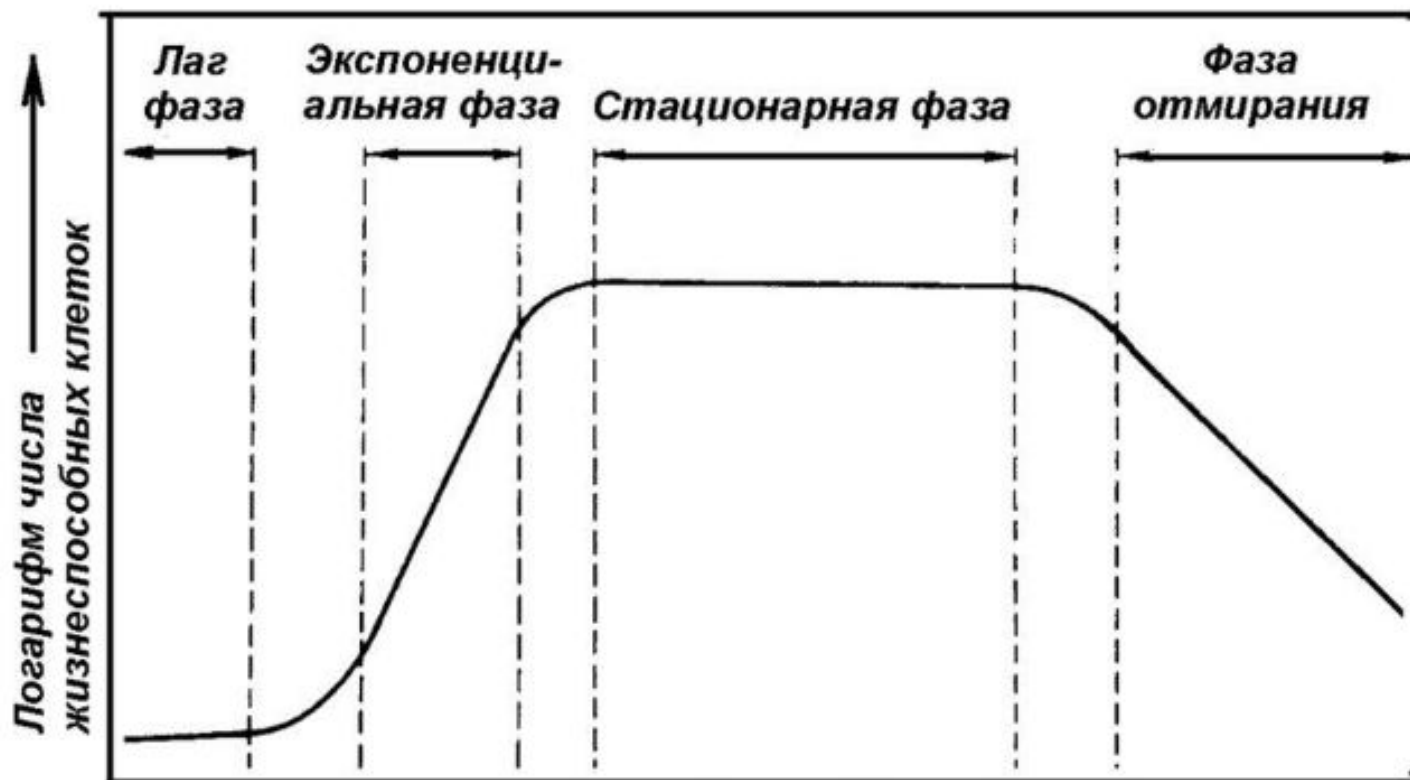
Классификация процессов культивирования

- 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 (хеостатные, турбидостатные, оксистатные, pH-статные и другие).





Системы твердофазного или твердожидкостного типа



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, желательны, 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.



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.



Бактерии и цианобактерии

Бактерии используются при производстве пищевых продуктов (уксуса, молочнокислых продуктов и др.); биоинсектицидов; белка; витаминов; растворителей и органических кислот; биогаза и фотоводорода (*Halobacterium halobium*). Уксуснокислые бактерии, представленные родами *Gluconobacter* и *Acetobacter*, превращают этанол в уксусную кислоту, а уксусную кислоту в углекислый газ и воду. *Clostridium acetobutylicum* сбраживает сахара в ацетон, этанол, изопропанол и n-бутанол; другие виды могут также сбраживать крахмал, пектин и различные азотсодержащие соединения.



Бактериальные удобрения

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



Грибы

- используют для получения таких продуктов, как:
- - антибиотики (*Penicillium spp.*);
- - гиббереллины и цитокинины (*Fusarium spp.*, *Botrytis spp.*);
- - каротиноиды (астаксантин – *Rhaffia rhodozima*,);
- - белок (*Candida spp.*, *Saccharomycopsis lipolytica*);
- - спирты (*Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces fragilis*);
- - сыры типа рокфор и камамбер (*Penicillium spp.*);
- - соевый соус (*Aspergillus oryzae*);





- Выделяют 5 стадий, этапов, или операций, биотехнологического производства.
- **Две начальные стадии** включают подготовку необходимой биологически действующего начала и сырья. При осуществлении биологического синтеза необходимы стадии приготовления питательной среды и поддержания чистой культуры, которая могла бы постоянно или по мере необходимости использоваться в процессе. **Третья стадия - стадия ферментации**, на которой происходит образование целевого продукта. На этой стадии идет превращение компонентов питательной среды сначала в биомассу, затем, если это необходимо, в целевой метаболит.

- **На четвертом этапе** из культуральной жидкости выделяют и очищают целевые продукты. Процессы выделения и очистки, часто занимающие важное место среди др. технологических операций, определяются химической природой получаемого вещества и могут включать экстракционные и хроматографические методы, кристаллизацию, фильтрацию, осаждение и др. **Заключительная стадия** промышленного производства - приготовление товарных форм продуктов. Общим свойством большинства продуктов биологического синтеза является их недостаточная стойкость к хранению, следовательно, на заключительной стадии производства крайне важны способы стабилизации и консервации целевых продуктов.

