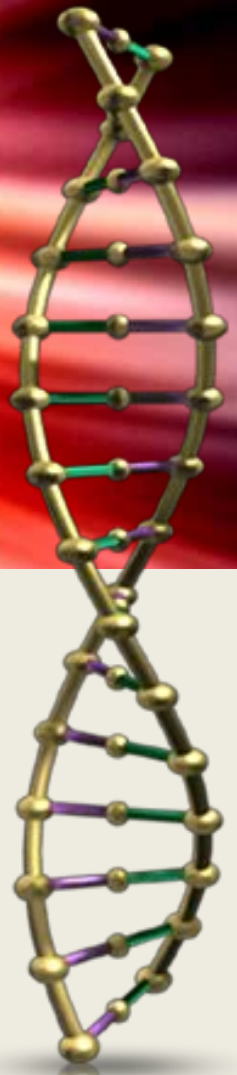
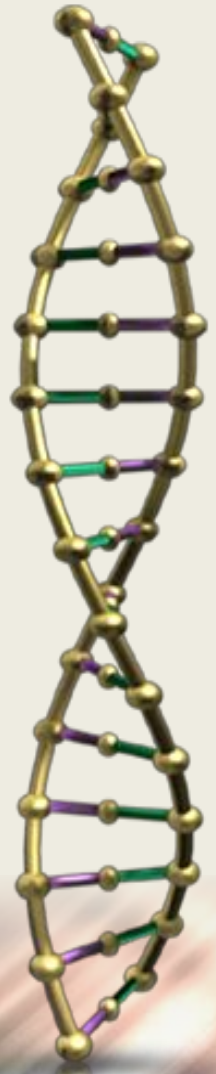
Биотехнологические процессы в пищевой промышленности

Лекция № 5

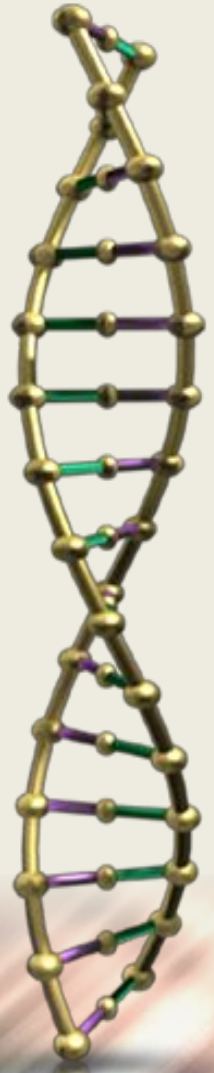


Проблема обеспечения населения нашей планеты продуктами питания внушает серьезные опасения. По этим данным, более половины населения Земли не обеспечено достаточным количеством продуктов питания, **примерно 500 млн. людей голодают**, а **около 2 млрд. питаются недостаточно или неправильно.** К концу 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.

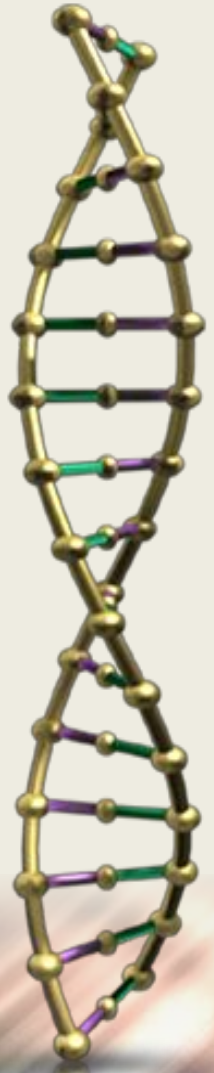
Проблема питания людей в конечном счете заключается **в дефиците белка**. Там, где сегодня люди голодают, не хватает прежде всего белка. Установлено, что ежегодный дефицит белка в мире, по самым скромным подсчетам, оценивается в **15 млн. т.** Наибольшую популярность как источники белка приобрели семена 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



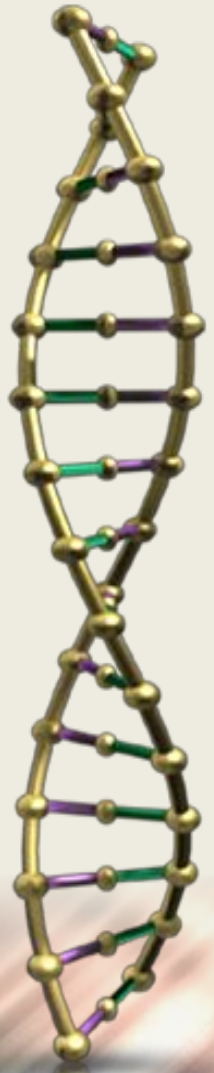
400-килограммовая корова производит в день **400 граммов белка**, а **400 килограммов бактерий — 40 тысяч тонн**. Естественно, на получение 1 кг белка микробиологическим синтезом при соответствующей промышленной технологии потребуется средств меньше, чем на получение 1 кг белка животного. Да к тому же 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.

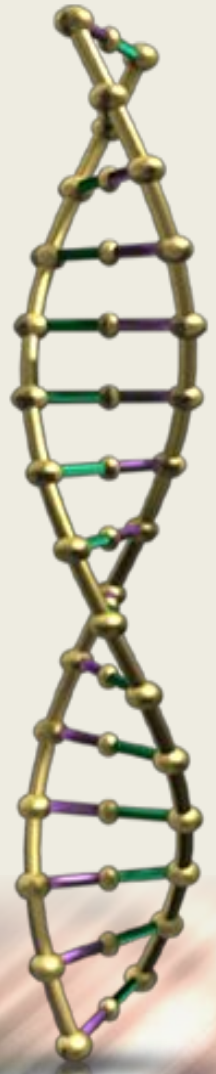
Как питательную добавку в пищу чаще всего вносят лизин и метионин. **Глутамат натрия и глицин** употребляют как ароматические вещества для усиления и улучшения вкуса пищи. У **глицина** освежающий, сладкий вкус. Его вводят в сладкие напитки, и кроме того, он проявляет там бактериостатическое действие.

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.



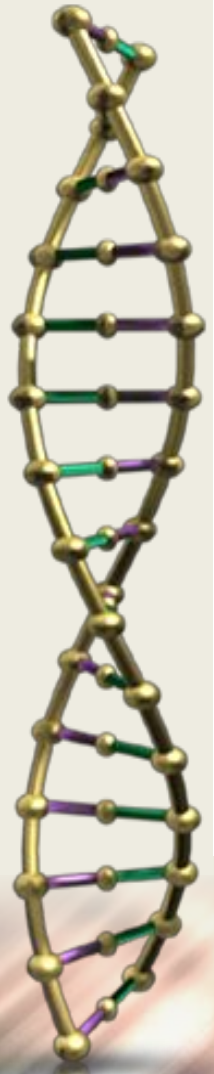
Около **66 % общего количества аминокислот**, получаемых в промышленности, используют в **кормах, 31 % — в пище** и **4 % — в медицине**, косметике и как химические реактивы. На основе аминокислот готовят искусственный подсластитель — **метиловый эфир L-аспартил-L-фенилаланина**, который в 150 раз слаще,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

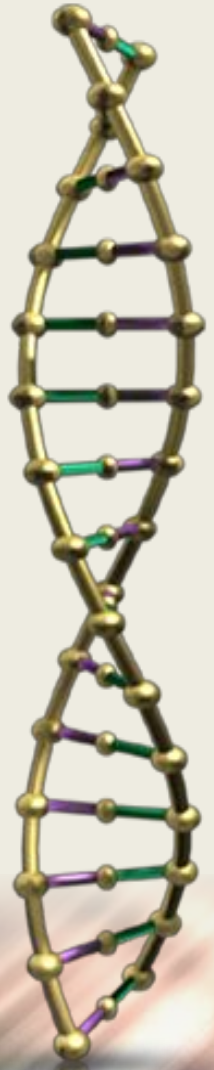


- **4**. (1960-1975гг.) Период расширения круга промышленно производимых микробных продуктов, включающий микробиологическое производство аминокислот (глутамин и лизин), разработку методик производства микробного белка, производство ферментов (протеазы, амилазы, глюкозоизомеразы), промышленное применение 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).

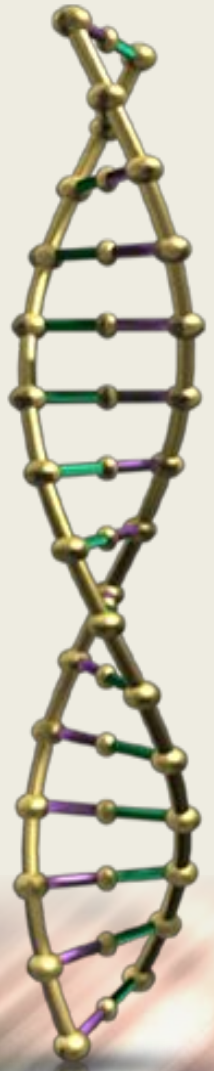
Промышленные микробиологические процессы условно можно разбить на несколько основных групп:

- **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	
Кисломолочные продукты	Lactobacillus spp., Leuconostoc spp., Streptococcus spp., Lactococcus spp.
Соления и маринады	Lactobacillus spp., Leuconostoc spp., Pediococcus spp.
Уксус	Acetobacter aceti, Gluconobacter suboxidans
Пищевые и кормовые добавки	
Аминокислоты	Corynebacterium glutamicum, Brevibacterium flavum, Micrococcus spp.
Белок	Methylomonas spp., Methylophillus methylotrophus, Anabaena spp., Spirulina spp. Saccharomyces cerevisiae.
Витамины	Clostridium spp., Propionibacterium freudenreichii, Pseudomonas denitrificans, Bacillus megaterium, Gluconobacter spp.

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

Грибы

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

Простейшие

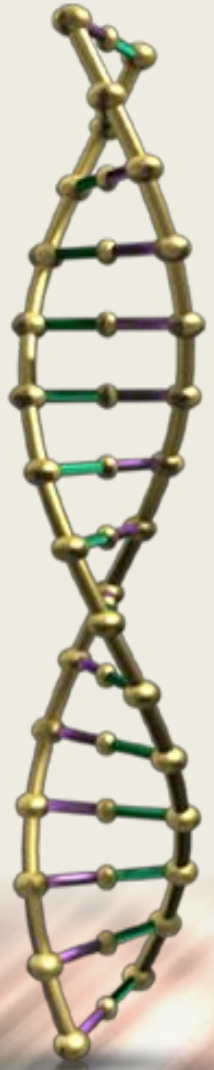
- Противоопухолевые препараты круцин и трепаноза (Trypanosoma (Schizotrypanum cruzi)), астазилид (Astasia longa), парамилон (Astasia spp., Euglena spp.).
- Потенциальные продуценты белка и гетерополисахаридов.

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)

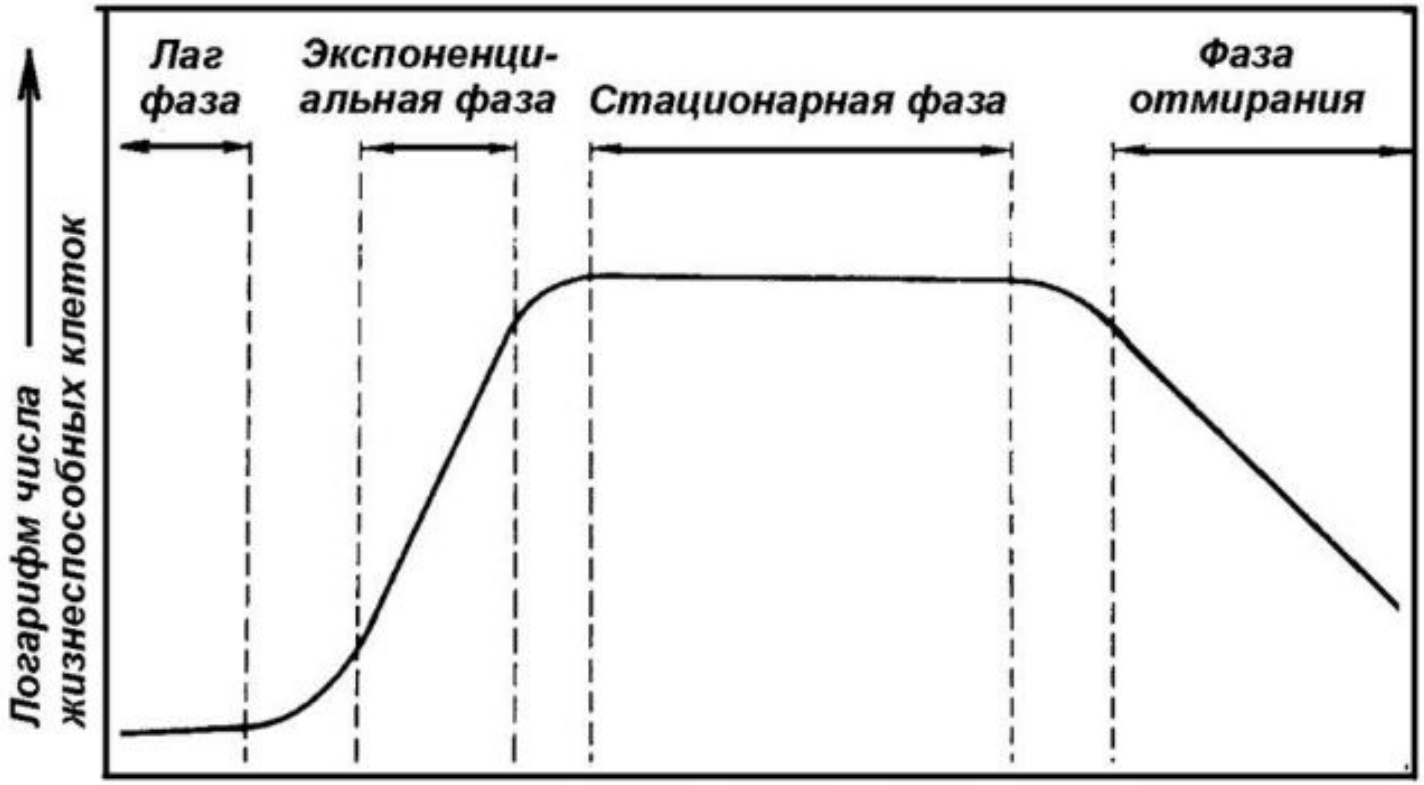
Классификация процессов культивирования

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



ПРОЦЕССЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ
ПЕРИОДИЧЕСКИЕ
НЕПРЕРЫВНО-ПРОТОЧНЫЕ
Статические
Динамические с перемешиванием при помощи:
Продленные
Полного смешения (хемостаты)
Полного вытеснения
Насадочные с иммобилизованными клетками
на плотной среде
на жидкой среде
качалки
барботажа
мешалки
диализ
подпитка
одностадийные
многостадийные
отъемно-доливные
регулирование по схеме хемостата
регулирование по схеме турбидостата, pH-стата
многостадийные
одностадийные
с рециркуляцией
трубчатый ферментер
колонка с наполнителем

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., Zygofabospora spp., Pichia spp.

Помимо дрожжей также используют мицелиальные грибы родов Aspergillus и Fusarium, виды рода Mucor и бактерии Methylomonas spp., Methylophillus 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, желательно, 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

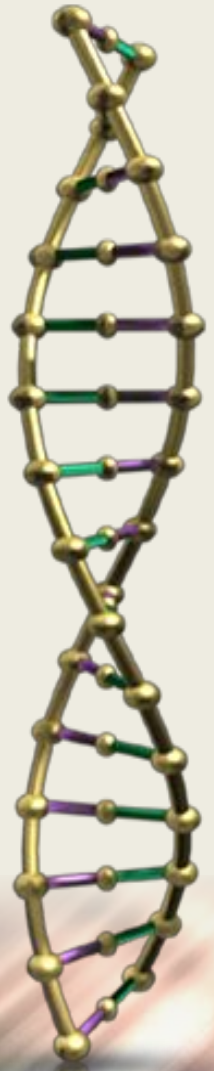
Бактерии используются при производстве пищевых продуктов (уксуса, молочнокислых продуктов и др.); биоинсектицидов; белка; витаминов; растворителей и органических кислот; биогаза и фотоводорода (***Halobacterium halobium***). Уксуснокислые бактерии, представленные родами ***Gluconobacter*** и ***Acetobacter***, 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

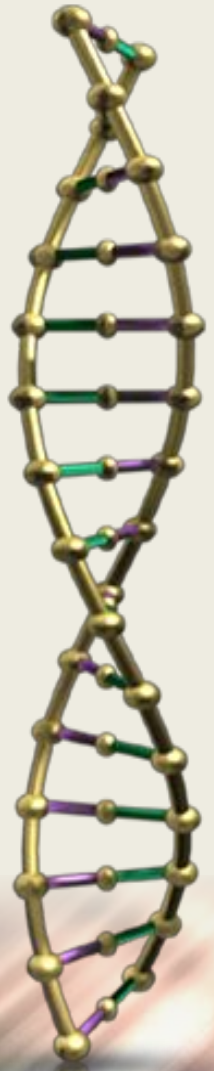
- Rhizobium spp. (нитрагин и ризоторфин), Azotobacter chroococcum (азотобактерин*),* Bacillus megaterium var. Phosphaticum (фосфобактерин).

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.