Долой авитаминоз!

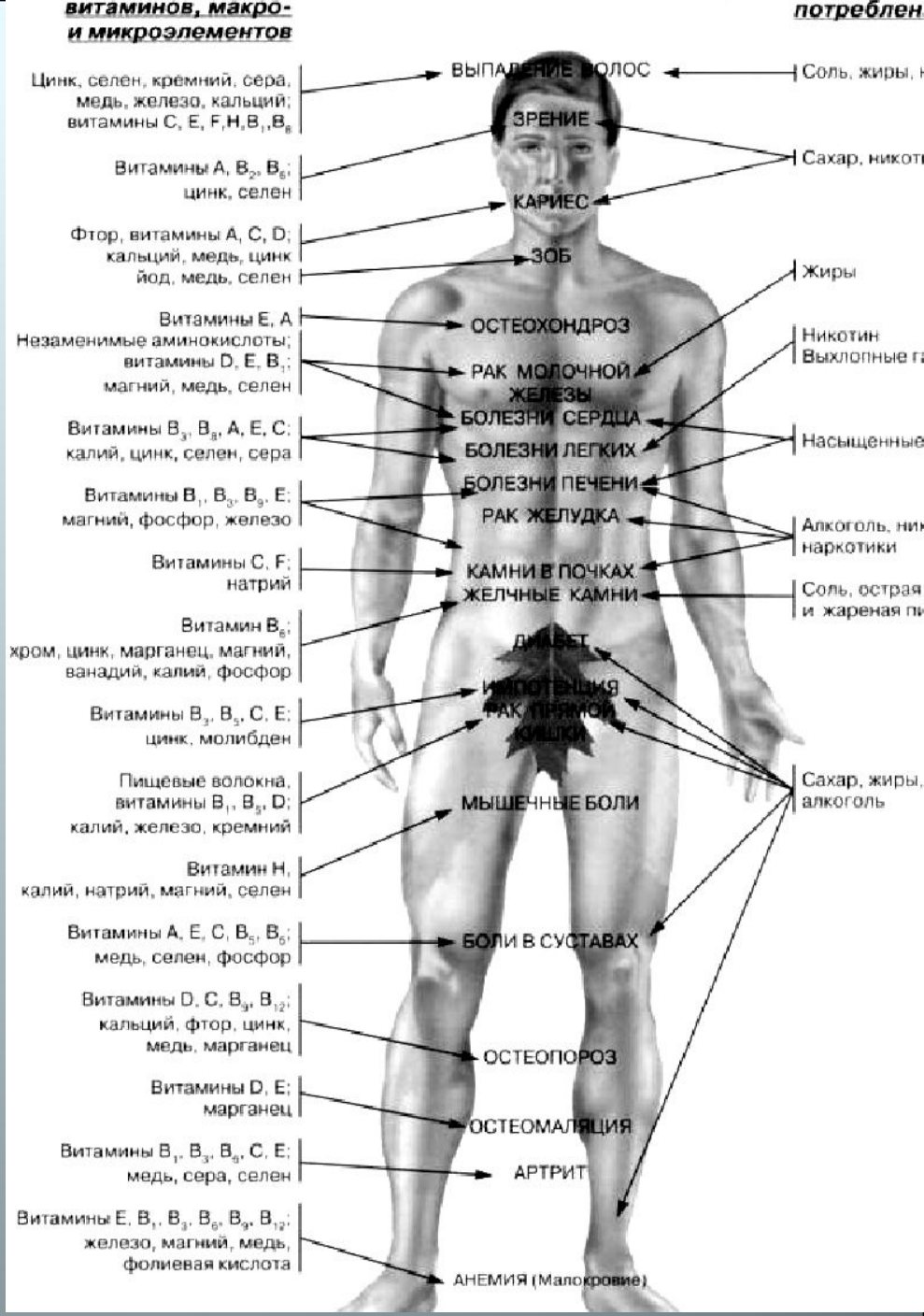
Где и зачем искать витамины

Витамин	Где больше всего: Растительные продукты	Где больше всего: Животные продукты	Чем грозит дефицит
A	Морковь, апельсин, мандарин, лимон	Печень трески, сыр (особенно твёрдые сорта типа пармезан), сливочное масло, яйца	Сухая кожа, обилие прыщей, преждевременные морщины, ломкие, выпадающие волосы, восприимчивость к инфекциям, частые расстройства желудка
B2	Лисички, цельнозерновой хлеб, проростки пшеницы, брокколи	Телячьи мозги, печень, творог, яичный желток, сыр	Воспалительные процессы на коже, трещины в уголках губ, в тяжёлых случаях – снижение аппетита, бессонница
B5	Арахис, брокколи, рис, бобовые	Цыплята, печень, мясные субпродукты	Ногти мягкие и ломкие, волосы истончаются и выпадают, а иногда начинают раньше времени седеть, стрессы
B6	Грецкие орехи, бананы, зелёный салат, проростки пшеницы	Лосось, устрицы, молоко, яйца, мясо	Раздражения, покраснения, шелушения кожи, склонность к диатезу, себорея, тошнота, отсутствие аппетита
B9 (фолиевая кислота)	Орехи, бобы, зелёный салат, бананы, апельсины	Яйца, мясные субпродукты	Склонность к анемии, у беременных – повышение риска аномалий у ребёнка
C	Апельсин, облепиха, чёрная смородина, киви, спаржа, земляника	–	Сухая кожа, плохо заживают раны, повышенная утомляемость, бессонница, восприимчивость к инфекциям
D	–	Молоко, печень трески, жирная рыба	У детей возникает рахит, у взрослых – повышение артериального давления
E	Оливковое масло, миндаль, фенхель, шпинат	–	Раннее старение кожи, ухудшение качества спермы у мужчин, а значит, склонность к бесплодию
PP (никотиновая кислота)	Белые грибы	Зайчатина, индейка	Кожа грубеет, шелушится, появляются трещины, дёсны кровоточат, частые расстройства желудка
H (биотин)	В том или ином виде содержится всюду	Больше всего в говяжьей печени и яичном желтке	Дерматит, себорея, сонливость, ногти и волосы перестают расти

Производство витаминов

Витамины – низкомолекулярные органические вещества, выполняющие каталитические и регуляторные функции.

Недостаток того или иного витамина нарушает обмен веществ и нормальные процессы жизнедеятельности организма, приводя к развитию патологических состояний.



Витамин	Продукты растительного происхождения	Продукты животного происхождения
A	Морковь, цитрусовые	Сливочное масло, сыр, яйца, печень, рыбий жир
Бета-Каротин	Морковь, петрушка, шпинат, весенняя зелень, дыня, помидоры, спаржа, капуста, брокколи, абрикосы	
D		Молоко, яйца, рыбий жир, печень трески, жирные сорта рыбы
E	Кукурузное, подсолнечное, оливковое масла, горох, облепиха	
K	Зеленые лиственные овощи, шпинат, брюссельская, белокачанная и цветная капуста, крупы из цельного зерна	
B_1	Сухие пивные дрожжи, свинина, проростки пшеницы, овес, орехи (фундук)	
B_2	Дрожжевой экстракт, проростки пшеницы, отруби пшеницы, соевые бобы, капуста брокколи	Печень, яичный желток, сыр
PP	Зеленые овощи, орехи, крупы из цельного зерна, дрожжи	Мясо, в том числе куриное, печень, рыба, молоко, сыр
B_5	Дрожжи, бобовые, грибы, рис	Печень, мясные субпродукты
B_6	Проростки и отруби пшеницы, зеленые лиственные овощи	Мясо, печень, рыба, молоко, яйца
B_9	Орехи, зеленые лиственные овощи, бобы, проростки пшеницы, бананы, апельсины	Яйца, мясные субпродукты
B_{12}	Дрожжи, морские водоросли	Печень, почки, икра, яйца, сыр, молоко, творог, мясо, рыба
H		Яичный желток, печень, почки

В естественной среде источниками этих представителей БАВ являются *растения* и *микроорганизмы*.

В промышленности витамины получают в основном ***химическим синтезом***. Однако ***микробиологическое производство*** этих соединений также имеет место.

Микробиологическим способом можно получить практически все известные витамины. Однако экономически более целесообразно получать витамины выделением из природных источников или *с помощью химического синтеза*.

С *помощью микроорганизмов* целесообразно получать сложные по строению витамины: ***β-каротин (провитамин А), В2, В12, витамин С*** и

С помощью *генетических манипуляций* были получены *штаммы микроорганизмов*, которые производят **в десятки тысяч раз больше витаминов**, чем необходимо для их роста.

Это штаммы:

- ***Ashbya gossypii*** – продуцент *рибофлавина*,
- ***Pseudomonas denitrifikans*** и ***Propionibacterium freudonreichii***, ***Bacillus rettgerii*** и др., производящие *витамин В12* ,
- ***Bacillus subtilis*** -эффективный продуцент *витамина В2*.

Микробиологические технологии позволили решить и задачу ***производства аскорбиновой кислоты (витамин С).*** В Японии разработан эффективный ферментативный способ получения стабильного производного витамина С – ***аскорбил-2-фосфата***, который используют в качестве

Получение витамина В2 (рибофлавин).

- Вплоть **до 30-х** годов прошлого столетия рибофлавин выделяли ***из природного сырья***. В наибольшей концентрации он присутствует *в моркови* и *печени трески* (Из 1 т моркови получали лишь ***1 г рибофлавина***, а из 1 т печени — ***6 г***).

Среди прокариот известными продуцентами флавинов являются **микобактерии** и **ацетобутиловые бактерии**. Из актиномицетов – ***Nocardia eritropolis***. Среди мицелиальных грибов – ***Aspergillus niger*** и ***Eremothecium ashbyi***.

- **В 1935 г.** обнаружен активный продуцент рибофлавина — гриб ***Eremothecium ashbyii***, способный при выращивании на 1 т питательной смеси синтезировать ***25 кг витамина В2***.

- **В 1983 г**. во ВНИИ генетики микроорганизмов сконструирован рекомбинантный штамм продуцента ***Bacillus subtilis***, характеризующийся увеличенной дозой оперонов, которые контролируют синтез рибофлавина.

Сверхсинтеза рибофлавина добиваются действием на дикие штаммы ***мутагенов***, *нарушающих механизм ретроингибирования синтеза витамина В2*, **флавиновыми нуклеотидами**, а также ***изменением состава культуральной среды.*** Отбор мутантов ведут по устойчивости к *аналогу витамина В2 — розеофлавину*.

Состав культуральной среды (соевая мука, кукурузный экстракт, сахароза, карбонат кальция, хлорид натрия, гидрофосфат калия, витамины, технический жир). Перед подачей в ферментер среду подвергают **стерилизации**, добавляя к ней **антибиотики**.

В качестве посевного материала используют ***споры E. ashbyii***, выращенные на пшене (7 —8 дней при 29 — 30 °С). Процесс ферментации грибов длится *3 суток* при температуре *28 — 30 °С*. Концентрация рибофлавина в культуральной жидкости может достигать ***1,4 мг/мл***.

По завершении процесса ферментации культуральную жидкость концентрируют в вакууме, высушивают на

В целях стабилизации витамина в процессе высушивания *культуральная жидкость подкисляется соляной кислотой до pH 4.5 – 5*, после чего она концентрируется в вакуум-выпарной установке, производят дополнительную очистку на *ионообменной установке*; элюат затем выпаривают и полученный концентрат рибофлавина высушивают на распылительной сушилке.

Для ***Candida guilliermondii*** важно регулировать содержание **железа** в питательной среде; оптимальные концентрации колеблются, в среднем, ***от 0,005 до 0,05 мкг/мл***. При этом определенные штаммы дрожжей могут образовывать за 5 – 7 дней до ***0,5 г/л и более витамина***.

Однако для целей промышленного производства рибофлавина предпочитают использовать более продуктивные виды и штаммы грибов – ***E.ashbyii и Ashbyii gossypii***.

Получение витамина В12

Витамин В12 (цианкобаламин) представлен группой биологически активных веществ, содержащих в своем составе *трехвалентный кобальт*, *аминные* и *цианистые группировки*, которые могут быть замещены другими радикалами: *– ОН-*, *Cl-*, *Br-* .

Этот витамин **стимулирует** образование крови в костном мозге, **улучшает** усвоение белков, **участвует** в синтезе аминокислот и азотистых оснований.

При недостатке витамина В12 нарушается нормальное кроветворение в костном мозгу, это в свою очередь приводит к злокачественной анемии, поэтому данный витамин называется ***антианемическим***. При недостатке данного витамина возможно *возникновение дегенеративных изменений в нервной ткани*.

Учитывая важную роль витамина в организме человека, его мировое производство достигло **11 т в год**, из *которых 7,5 т*

Цианкобаламин получают только **микробиологическим синтезом**.

Продуценты:

- Дикие штаммы пропионовых бактерий (р. Propionibacterium - синтезируют от 1 до 8 мг/л витамина),

- Propionibacterium shermani M-82 (до 60 мг/л продукта),

- Pseudomonas denitrificans M-2436 (продуцируют до 58 – 59 мг/л цианкобаламина).

- *актиномицеты* ***Nocardia rugosa*** (до 18 мг/л В12).

- *метанотрофов* ***Methanosarcina***, ***Methanococcus*** (штамм ***Methanococcus halophilus*** - до 16 мг на 1 г биомассы).

- *анаэробные бактерии* р. ***Clostridium***,

- ***Pseudomonas. У P. Denitricans*** (до 59 мг/л). Штамм запатентован фирмой «Merck» для промышленного получения В12.

- *термофильные бациллы* ***B. circulans*** и ***B. stearother mophilus***, которые дают выход 2-6 мг/л В12.

Биотехнологическое производство кормовых препаратов витамина В12

Для промышленного получения кормовых препаратов витамина В12 *выращивается специально подобранный биоценоз микроорганизмов*, осуществляющих ***термофильное метановое брожение***, в который входят **целлюлозоразлагающие**, **аммонифицирующие**, **углеводсбраживающие**, с**ульфитвосстанавливающие** и **метанообразующие** бактерии.

На первом этапе ферментации этих микроорганизмов (в течение 10 – 12 дней) наблюдается бурное развитие термофильных аммонифицирующих и углеводсбраживающих бактерий, которое происходит в *слабокислой среде (pH 5 – 7).* Преобладающими в этот период являются **метанообразующие бактерии**, которые синтезируют в *4 – 5 раз больше витамина В12*, чем другие микроорганизмы биоценоза.

Главные субстраты для развития метанообразующих

Для приготовления питательной среды обычно используют ***барду*** *ацетоно-бутилового производства*, которая **декантацией** очищается от твердых примесей, в нее добавляется ***хлорид кобальта*** (4 г/м^3) и ***0,5 % метанола***.

В процессе промышленного культивирования бактерий:

- вначале выращивают *посевной материал* (15 – 20 дней) в аппаратах вместимостью 250 м^3.

- Затем посевной материал подают в *железобетонные ферментеры* вместимостью 4200 м^3, в которых происходит ***метановое брожение***. Свежую барду подают в нижнюю часть ферментера в количестве 25 – 30 % от его объема за сутки.

- *Отбор метановой бражки*, содержащей витамин В12, производится в верхней части ферментера.

- В течение рабочего цикла в ферментере строго контролируют pH среды, концентрацию летучих жирных кислот, содержание аммонийного азота, поддерживают оптимальную температуру (55 – 57 °С).

- В результате брожения образуется **газовая смесь**, состоящая главным образом из метана (65 %) и диоксида углерода (30 %), которая может быть использована как источник тепла.

- ***Готовая культуральная жидкость***, образующаяся как продукт ферментации, обычно содержит 2 – 2,5 % сухих веществ и **1,1 – 1,7 мг/л витамина В12**.

- Для предотвращения разрушения витамина в процессе сушки культуральную жидкость *подкисляют соляной* или фосфорной кислотой до pH 6,3 – 6,5 и в нее *добавляют 0,2 – 0,25 % сульфита натрия*.

- Полученная таким образом культуральная жидкость **дегазируется**, **упаривается** на вакуум-выпарной установке, полученный концентрат **высушивают** в распылительной сушилке до 5 – 10 %

Биотехнологическое получение высокоочищенного препарата витамина В12.

Препарат получают микробиологическим способом с помощью ***стрептомицетов***, продуцирующих антибиотики, ***пропионовокислых*** или ***метанобразующих бактерий***.

Впервые был синтезирован в **1972 г Р.Б. Вудвордом**.

Витамин В12 получают путем культивирования ***Propionobacterium*** в анаэробных условиях, в периодическом режиме.

Питательная среда содержит в своем составе: глюкозу, кукурузный экстракт, соли кобальта, сульфат аммония, pH -7,0 (добавлением гидроксида аммония).

В процессе ***ферментации*** выделяются органические кислоты, которые нейтрализуют раствором щелочи, которая непрерывно поступает в ферментер. Процесс культивирования длится 6 суток; спустя 72 ч в ферментер вносят ***5,6-диметилбензимидозол (ДМБ) – предшественник витамина В12***, в качестве затравки.

Цианкобаламин накапливается **в клетках бактерий**, поэтому **по окончании ферментации** биомассу отделяют от культуральной жидкости методом *сепарации*.

Этапы очистки:

- Витамин **B12 экстрагируют** из биомассы *водой*, подкисленной до pH 4,5 – 5 при температуре 85-90°С (длится 1 ч; в воду вводят стабилизатор - 0,25 % раствор нитрита натрия).
- Раствор охлаждают,
- нейтрализуют до pH 6,8 – 7, добавляя гидроксид натрия;
- добавляют сульфат алюминия и хлорид железа в качестве коагулянтов белков,
- полученный раствор фильтруют с помощью фильтр-пресса,
- образующийся при этом фильтрат содержит витамин В12, очищают с помощью ионообменных смол и
- после промывки витамин В12 элюируют с ионообменной смолы аммиаком.

Для обеспечения более глубокой очистки проводят:

- **экстракцию** витамина органическими растворителями,
- после чего **упаривают**,
- **концентрируют**,
- снова **очищают на колонке**, заполненной оксидом алюминия,
- **очищают ацетоном**,
- **выдерживают 1 – 2 суток** при температуре 3 – 4 °С в результате чего *выпадают кристаллы витамина В12*,
- кристаллы **отфильтровывают** на холоде,
- **промывают в ацетоне**,
- **сушат** в экстракторе.

Кристаллический цианкобаламин можно получить с помощью **резорцина или фенола**, образующих с ним аддукаты, которые легко разлагаются на составные компоненты.

Получение аскорбиновой кислоты (витамина С)

Биологические функции витамина связаны с участием в:

- биосинтезе стероидов,
- в реакциях гидроксилирования, в частности, в превращении пролина в оксипролин (биосинтез коллагена).

При недостатке витамина С нарушается:

- обмен в соединительной ткани,
- повышается проницаемость капилляров, что ведет к кровоизлияниям и цинге.

Основными способами получения данного витамина:

- ***выделения из растительного сырья***,
- ***химический синтез из Д-глюкозы*** через Д-сорбит,
- ***биотехнологический способ*** (по сути, представляет собой комбинированный химико-ферментативный процесс).

Аскорбиновая кислота в мировом промышленном производстве витаминной продукции занимает **наибольшую долю — около 40 тыс. т в год**.

Синтез был разработан швейцарскими учеными ***А. Грюсснером и С. Рейхштейном в 1934 г***. - это многостадийныйм химический процесс, в котором только одна стадия представлена трансформацией **d-сорбита** в **L-сорбозу** при участии ***ацетатных бактерий***.

Для получения сорбозы используют глубинную ферментацию, когда культуру продуцента ***Gluconobacter oxydans*** выращивают в ферментерах *периодического режима* с *мешалкой* и *барботером* для усиления аэрации и массообмена *в течение 20 — 40 ч* с результатом по выходу сорбозы ***до 98%*** исходного количества сорбита в среде.

По окончании ферментации **сорбозу** выделяют из культуральной жидкости.

Биологическая стадия процесса катализируется мембраносвязанной *полиолдегидрогеназой*.

Химическая включает следующие этапы:

- **конденсация сорбозы** с диацетоном и получение ***диацетон-L-сорбозы***,

- **окисление диацетон-L-сорбозы** до ***диацетон-2-кето-L-гулоновой кислоты***,

- **гидролиз последней** с получением ***2-кето-L-гулоновой кислоты***;

- **энолизация 2-кето-L-гулоновой кислоты** с последующей трансформацией в ***L-аскорбиновую кислоту***.

Принципиально доказана *возможность получения L-сорбозы из сорбита с помощью иммобилизованных клеток в полиакриламидном геле*.

Аскорбиновую кислоту используют ***как антиоксидант*** в медицине и пищевой промышленности.

Синтез витамина С енолизацией **2-кето-β-гулоновой кислоты**, которую, получают методом **двухстадийного микробиологического синтеза** (*окисления d-глюкозы* в 2,5-дикето-глюконовую кислоту (2,5-ДКДГК) и *биотрансформации* последней в 2-кето-β-гулоновую кислоту (2-КГК)).

Основными продуктивными микроорганизмами являются : мутантные штаммы ***Erwinia punctata*** и ***Corynebacterium sp***., при использовании которых выход целевого продукта составляет около **90 %** количества глюкозы.

Данная технология имеет **недостатки**:

- при совместном культивировании продуцентов *происходит ингибирование синтеза 2-КГК*. Поэтому культуральную жидкость после выращивания продуцента 2,5-ДКДГК *стерилизуют*, применяя поверхностно-активные вещества (ПАВ), что позволяет значительно сократить потери.

Получение эргостерина и витамина Д.

Витамин D (кальцеферол) – группа родственных соединений, обладающих ***антирахитичным действием***, в основе которых находится **эргостерин**. Поэтому, например, ***пекарские*** или ***пивные дрожжи*** применяют для получения эргостерина, как провитамина. ***Содержание эргостерина*** в дрожжевых клетках в дрожжевых клетках колеблется в пределах **0,2 – 11 %.**

Витамин D_3 образуется на коже под действием ***ультрафиолетовых лучей и 7-дегидрохолестерина*** (его активная форма - ***1,25-диоксихолекальцеферол)***.

При ***недостатке*** этого витамина у детей развивается **рахит**, аналог рахита у взрослых – **остеомаляция.**

Витамин D_2 получают *при облучении светом дрожжей*. Данный витамин получают **фотоизомеризацией провитамина** – эргостерина и 7-дегидрохолестерина.

Витамины D_2 и D_3 хорошо *растворяются в жирах* и растворителях

Промышленные продуценты эргостерина:

- ***дрожжи*** (в пекарских дрожжах (**до 10 %**))

- ***мицелиальные грибы*** – аспергиллы и пенициллы, в которых содержится **1,2 – 2,2 % эргостерина**.

Этапы получение эргостерина в производственных условиях:

- *размножения исходной культуры* и накопление инокулята,

- *ферментация*,

- *сепарирование клеток*,

- *облучение клеток ультрафиолетовыми лучами*,

- *высушивание* и *упаковка* целевого продукта

***Условия образования эргостерина*:**

- **получают инокулят** на средах, обеспечивающих полноценное развитие клеток,

- основную среду ***с ацетатом*** (активатором биосинтеза стеринов), обогащенную источником ***углерода*** и содержащую ***пониженное количество азота***, **засевают** инокулятом.

- ***Культивирование*** проводят при ***температуре***, близкой к максимальной, и выраженной ***аэрации*** (2 % кислорода).

- Спустя 3 – 4 суток, **клетки сепарируют** и подвергают **вакуум-высушиванию**.

- Сухие дрожжи **облучают ультрафиолетовыми лучами** – УФЛ (**длина волны 280 – 300 нм**) (условия облучения указываются в регламентирующей документации).

В таком препарате содержится не менее ***5000 МЕ***

Технология получение витамина D_2

На выход витамина D_2 влияет:

- длительность облучения эргостерина,
- температура процесса,
- наличие примесей.

Для производства кристаллического витамина используют дрожжи или мицеллиальные грибы, которые:

- подвергают **гидролизу** раствором соляной кислоты **при температуре 110 °С**,
- затем гидролизат **обрабатывают спиртом** при **75 – 78 °С**,
- после чего **охлаждают до** температуры **10 – 15 °С и фильтруют**,
- фильтрат **упаривают** (**до 40 % абсолютно сухого вещества** (АСВ)),
- осадок, содержащий витамин D2, **промывают**, **размельчают**, дважды **обрабатывают при 98 °С трехкратным объемом спирта**,

- спиртовые **экстракты объединяют** и **сгущают** до 70% АСВ,

- полученный «липидный концентрат» **подвергают омылению** гидроксидом натрия,

- ***эргостерин*** *содержится в неомыленной* фракции и **выпадает в осадок** при температуре – 0 °С;

- затем его **растворяют в спирте** или бензоле *с целью дополнительной очистки*,

- выпавшие **кристаллы сушат** в эфире,

- чистый препарат эргостерина **облучают ультрафиолетовым светом** ***для получения витамина D_2***,

- **эфир отгоняют**,

- раствор витамина D_2 **концентрируют и кристаллизуют**.

- «Кислотный фильтрат» **упаривают до 50%-**го содержания сухих веществ.

Производят также масляный концентрат витамина

Получение витамина Н (биотина)

Витамин Н (биотин) – кофактор не менее десяти ферментов, ведущих в клетке синтез многих жизненно необходимых веществ.

Источники биотина:

- микроорганизмы, живущие в кишечнике человека,
- пища (яичном желтке, дрожжах и цветной капусте).

Признаками биотиновой недостаточности:

- пепельно-бледная кожа,
- атрофия сосочков языка,
- боли в мышцах,
- сонливость,
- потеря аппетита,
- снижение содержания эритроцитов и холестерина в крови.
- замедленный рост,

Способы получения биотина:

1. ***из природных источников*** – невыгодно (для выделения **1 мг витамина необходимо почти 230 кг сухого яичного желтка)**.

2. Разработаны и **методы химического синтеза биотина**, но химики (получают всего несколько сотен граммов витамина в год, химический синтез дает смесь изомеров, которую потом приходится разделять, чтобы получить активный D-биотин).

3. **Микробиологический синтез**.

Основные проблемы микробиологического синтеза:

- **синтезируют биотин в малых количествах**.

Грибы рода ***Rhizopus delemar*** - образуют около 1 мг биотина на 1 л среды и большую его часть выделяет наружу.

- проблема **масштабирования** (дрожжи рода ***Trichosporon*** за час аккумулировало 60 % биотина; **метилотрофные дрожжи** поглащают до 95 % биотина, находящегося в среде, переходит в их клетки всего за 20 – 30 мин).

Схема приготовления препарата:

- на оптимизированной питательной среде выращивают грибы рода ***Rhizopus***.

- биомассу гриба **отфильтровывают**,

- к культуральной жидкости, содержащую биотин, добавляют **метилотрофные дрожжи**, которые поглощают почти весь витамин,

- смесь биомассы ризопуса и дрожжей, богатая биотином, подвергается разрушению, центрифкгированию, ионообменной хроматонрафии, концентрированию препарата, упариванию и высушиванию.

Получение витамина А (ретинола)

Витамин А — циклический, непредельный одноатомный спирт, образуемый в слизистой кишечника и печени из провитаминов: а-, β- и γ-каротинов воздействием фермента **каротиноксидазы**.

Каротиноиды — широко распространенная группа природных пигментов, образуемых высшими растениями, водорослями и некоторыми микроорганизмами.

Получение β -каротина осуществляется **химическим** (более рентабелен) и микробиологическим (с использованием штаммов мицелиальных грибов ***Blakslea trispora***) методами.

Микробиологический метод получения β –каротина:

- многостадиен,

- требует использования достаточно сложной по составу и дорогой кукурузно-соевой среды с растительными маслами, ПАВ и специальными стимуляторами.

1. Разнополые штаммы **выращивают сначала отдельно**, **затем — совместно** в ферментере в течение 6 — 7 сут. при интенсивной **аэрации** и **26 °С**.

2. Если из измельченного мицелия экстрагировать (β-каротин подсолнечным маслом, то можно использовать его в виде **масляных растворов**.

3. Применяя *экстракцию органическим растворителем* с *последующей кристаллизацией*, получают β-каротин в ***кристаллическом виде***.

4. Использование *отходов крахмало-паточного производства* (кукурузного экстракта и зеленой патоки) позволяет ***снизить себестоимость*** получаемой продукции, а применение в качестве *источника углерода* ***целлобиозы***, образующейся при утилизации отходов целлюлозы, позволяет **в несколько раз увеличить синтез** каротиноидов у штаммов культуры ***Blakslea trispora***.

Получение убихинона (коферменты Q)

Убихиноны в последнее время вызывают интерес как *перспективные лечебные препараты*.

С одной стороны, они синтезируются в организме животных и человека, делая необязательным их поступление с пищевыми продуктами, что отличает их от группы витаминов.

С другой стороны, недостаток убихинонов ведет к нарушениям в обменных процессах, характерных для проявлений недостаточности витаминов групп **В и К**.

Убихиноны являются *регуляторами тканевого дыхания*, *окислительного фосфолирирования* в цепи транспорта электронов и за счет высокой специфичности проявляют свой *регуляторный эффект*.

С практической стороны наибольший интерес вызывают высшие гомологи: **убихинон-9 (КоQ9)** и **убихинон-10 (КоQ10).**

Убихи-нон-10 является коферментом организма человека, вследствие чего на его основе создан лекарственный препарат ***Ubichynon compositum***, проявляющий общетонизирующее, антиоксидантное и иммуностимулирующее действие

В производстве убихинонов применяются методы, в основе которых лежит *экстракция KoQ* из биологического материала.

В ***качестве субстрата*** используются как *растительные ткани* (**каллус риса** или **опухолевые ткани *Carthamus tinctorius***), так и ***микроорганизмы*** с высоким содержанием убихинонов, например дрожжи ***Cryptococcus curvatus*** и грибы ***Candida maltosa***.

В настоящее время используется биотехнология получения убихинона-9 и эргостерина **из микробных липидов**, являющихся побочным *продуктом крупного*

Установлено, что **биомасса уксуснокислых бактерий** (***Gluco-nobacter oxydans***), которые используются в производстве *аскорбиновой кислоты* на этапе окисления d-сорбита в L-сорбозу, содержит значительное количество ***KoQ$_{10}$ без примеси*** его гомологов.

Причем:

- с одной стороны, эта биомасса является **отходом производства аскорбиновой кислоты**,

- с другой стороны, штаммы ***Gluconobacter oxydans*** в биомассе *характеризуются наибольшей окислительной активностью по сорбиту*.

Это позволило разработать и внедрить ***совместную технологию получения L-сорбозы*** и *экстракции убихинона-10* из отсепарированной биомассы с последующей *очисткой* и с *выходом целевого продукта до 85 %.*