

## ВИТАМИНЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ. СТРОЕНИЕ

### 7.1. Общая характеристика витаминов

**Витамины** — низкомолекулярные, разнообразные по химическому строению органические вещества, принимающие участие во многих реакциях клеточного метаболизма.

В отличие от белков, жиров и углеводов витамины 1- не являются структурными компонентами клетки; 2 - не используются в качестве источника энергии.

Большинство витаминов не синтезируются в организме человека и животных, но некоторые синтезируются микрофлорой кишечника и тканями в минимальных количествах, поэтому основным источником витаминов является пища.

Витамины — вещества нестойкие, они легко разрушаются высокой температурой, действием сильных гидроксидов, кислородом воздуха, ионизирующими излучениями и другими факторами.

Витамины были открыты в конце XIX столетия благодаря работам русских ученых Н.И. Лунина и В.В. Пашутина, впервые показавших необходимость для полноценного питания кроме белков, жиров и углеводов еще каких то неизвестных веществ. Н.И. Лунин провел эксперимент на 2 группах мышей, одну из которых он кормил цельным молоком, а другую — смесью из белков, жиров и углеводов молока. Вторая группа мышей стала болеть, отставать в росте и развитии. В 1912 году польский ученый Коземир Функ, изучая компоненты, входящие в состав шелухи риса и предохраняющие от болезни бери-бери, и полагая, что в их состав должны входить аминные группировки, предложил назвать эти неизвестные вещества *витаминами*, т.е. аминами жизни.

Известно 3 состояния связанные с витаминами:

1 – *авитаминоз* - полное отсутствие витаминов в кормах.

2 - *гиповитаминоз* - недостаток витаминов в кормах.

3 – *гипервитаминоз* – избыточное поступление витаминов с кормом.

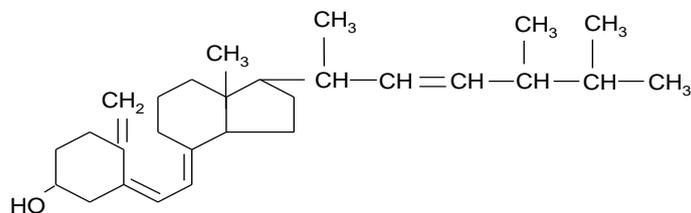
В настоящее время авитаминозы практически отсутствуют, но часто встречаются гиповитаминозы. Причины их вызывающие делятся на 2 группы: 1- экзогенные - отсутствие или недостаток витаминов в рационе; 2 – эндогенные – а) нарушение процессов всасывания витаминов в желудочно-кишечном тракте при его заболевании, при заболевании печени и желчного пузыря; 2) наличие в кормах антибиотиков и сульфаниламидных препаратов, которые подавляют кишечную микрофлору, вырабатывающую витамины; 3) некоторые физиологические состояния организма (беременность, острые и хронические заболевания, тяжелая работа, рост и развитие молодняка, высокая продуктивность), при котором необходимо повышенное потребление витаминов.

Определенное значение в развитии авитаминозов и гиповитаминозов имеют антагонисты витаминов (*антивитамины*), близкие по структуре к соответствующим витаминам. Антивитамины являются их «ложными заменителями» и включаясь в естественную цепь реакций обмена, нарушают его нормальное течение. Очевидно, в основе действия антивитаминов лежит «конкурентное» вытеснение антивитамином соответствующего витамина из ферментного комплекса. В результате образуется недействительный фермент, метаболизм нарушается и возникает тяжелое заболевание.

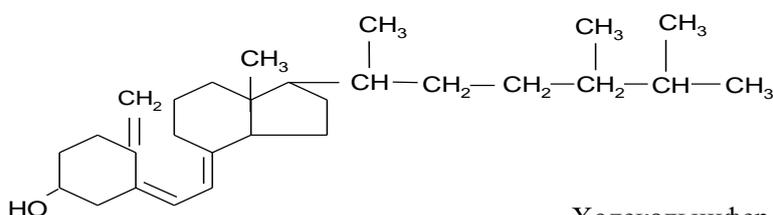


Витамин D влияет на всасывание кальция из кишечника в кровь. Витамин D индуцирует синтез в стенке кишечника белка-переносчика, транспортирующего кальций через мембраны ворсинок кишечника в кровь.

Витамины группы D являются производными стероидов. Известно более 10 производных стероидов, обладающих активностью витамина D. Физиологическое значение для питания животных имеют только витамины D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub>.



Эргокальциферол (витамин D<sub>2</sub>)



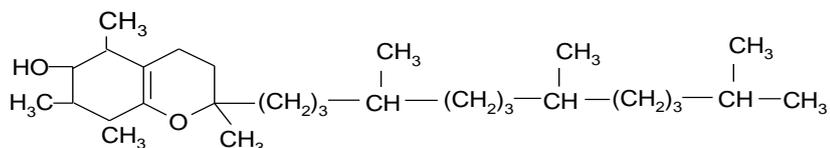
Холекальциферол (Витамин D<sub>3</sub>)

Недостаток витаминов группы D приводит к возникновению рахита у молодых животных и остеопороза (ломкость костей) у взрослых, у старых - остеопороз.

**Распространение в природе.** Витамины группы D много в печени и печеночном жире, рыбьем жире, рыбной муке, яичном желтке, молоке и других кормах животного происхождения. Растения содержат мало витамина D, за исключением кукурузы в фазе восковой спелости.

#### ***Витамин E, антистерильный, токоферол***

Витамин E представляет собой группу веществ, которые являются производными хромана и называются токоферолами. В настоящее время известно 7 токоферолов, но в природе широко распространены лишь α-, β- и γ-токоферолы. Наивысшей биологической активностью обладает α – токоферол:



**Биологическая роль.** Витамины группы E действуют в организме как биокатализаторы играют роль антиокислителей по отношению к определенным жирным кислотам, витамину A и каротинам. α - токоферол влияет на процесс клеточного дыхания, тесно связан с активностью ферментов, содержащих S. Защищает клеточные мембраны, мембраны митохондрий, рибосом и ядра.

**Недостаток витамина** вызывает у самцов дегенеративные изменения в семенниках, приводящие к бесплодию вследствие нарушения или прекращения сперматогенеза.

#### **Распространение в природе:**

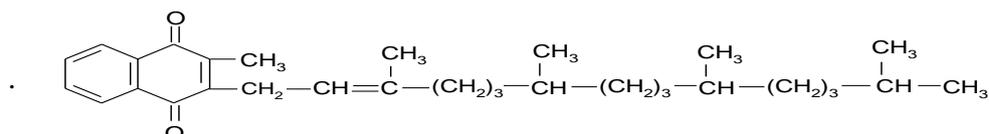
Витамины группы E относят к числу устойчивых и широко распространенных в природе соединений. Наиболее богаты витамином E семена злаков и отжатые из них

масла (масло хлопковое – 350 мг на 100 гр продукта), а также ягоды шиповника и семена яблок. Много витамина Е находится в мышцах свиней, крупного рогатого скота и овец, сливочном масле и яичном желтке.

**Витамин К, антигеморрагический, филлохинон**

**Биологическая роль.** Витамин К существует в нескольких формах – витаминах: К<sub>1</sub> – филлохинон, К<sub>2</sub> – мезохинон.

Витамин К необходим для синтеза в печени некоторых белков и ферментных систем необходимых для свертывания крови. Витамин К<sub>1</sub> принимает участие в переносе электронов в дыхательной цепи и окислительном фосфорилировании



Витамин К<sub>1</sub> ( 2-метил-3-фетил-1,4-нафтохинон), Филохинон

**При гиповитаминозе К** у животных появляются подкожные и внутримышечные кровоизлияния (гемморагии) и снижается скорость свертывания крови, возникают анемии. Ухудшается общее состояние, выпадает шерсть. К недостатку особенно чувствительны птицы. Антивитамины – дикумарол, салициловая кислота и кокцидиостатики.

**Распространение в природе:** Витамином К богаты зеленые корма и все виды травяной муки. Значительное количество витамина К содержится в листьях каштана и ягодах рябины. Кроме того, высокое содержание этого витамина отмечается в рыбной и мясокостной муке, печени свиней и других тканях. Витамин К<sub>2</sub> синтезируется микроорганизмами в том числе микрофлорой толстого отдела кишечника и преджелудков жвачных.

**Витамин F, полиненасыщенные жирные кислоты, антисклеротический**

Витамин F (англ. *fat* – жир) представляет собой набор полиненасыщенных жирных кислот. Наиболее распространены из этих кислот: линолевая, линоленовая и арахидоновая. Они широко представлены в растительных маслах (кукурузное, льняное, подсолнечное и др.) и не синтезируются в организме животных и человека.

Линолевая С<sub>17</sub>Н<sub>31</sub>СООН 18:2 (9;12)

Линоленовая С<sub>17</sub>Н<sub>29</sub>СООН 18:3 (9;12;15)

Арахидоновая С<sub>19</sub>Н<sub>31</sub>СООН 20:4 (5;8;11;14)

Одним из характерных признаков недостатка линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот является нарушение обмена холина, холестерина и фосфора.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Общая характеристика и классификация витаминов.
2. Понятие а-, гипо-, гипervитаминозов.
3. Жирорастворимые витамин А. Строение. Биологическое значение.
4. Жирорастворимый витамин Д. Строение. Биологическое значение.
5. Жирорастворимый витамин Е. Строение. Биологическое значение.
6. Жирорастворимый витамин К. Строение. Биологическое значение.
7. Жирорастворимый витамин F. Строение. Биологическое значение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. *Березов, Т. Т.* Биологическая химия : учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Медицина, 2012. - 704 с. ISBN 978-5-2251-0013-1.
2. *Горбатова, К.К.*, Биохимия молока и молочных продуктов [Текст]: учебник / К. К. Горбатова. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : ГИОРД, 2010. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98879-112-6
3. *Григорьев, В. С.*, Лекции по биохимии с основами физической и коллоидной химии: Учеб. пособие [Текст] : учебное пособие / В.С. Григорьев. - Самара : СГСХА, 2003. - 437 с.
4. *Данилова, Н. С.*, Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов : учебное пособие / Н. С. Данилова. - М. : Колос С, 2008. - 280 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 978-5-9532-0513-9
5. *Пустовалова, Л. М.*, Основы биохимии для медицинских колледжей [Текст] : учебное пособие / Л. М. Пустовалова. - Ростов н/Д. : Феникс, 2003. - 448 с. - (Серия "Медицина для вас"). - ISBN 5-222-03395-3

### Дополнительная

1. *Ленинджер, А.*, Основы биохимии. М.: Мир. – 1985.–В 3-х том.-1050 с.
2. *Тюкавкина, Н.А.*, Биоорганическая химия./ Бауков Ю.И. – М.: Медицина – 1991. 528 с. ISBN 5-7107-8994-1
3. *Блинов, В.А.*, Основы клинической биохимии человека и животных./ Калужный И.И. – Саратов: ПКИ. – 1996. – 246 с. ISBN 5-7633-0783-6
4. *Буришина, С.Н.*, Биологическая химия с основами физической и коллоидной./ Зеленцова Е.Н., Шапулина .А., Пилипченко О.В. Методические указания. В 2-х частях. – Саратов, 2009. – 124 с., 88 с.
5. *Гидранович, В.И.* Биохимия. Минск: ТетраСистемс, – 2012. – 528 с. ISBN 978-985-536-244-0
6. *Блинов, В.А.*, Биологическая химия (курс лекций)/ В.А. Блинов, И.А. Сазонова; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: «Экспресс-тиражирование», 2007. – 398 с
7. *Буришина, С.Н.*, Биологическая химия с основами физической и коллоидной. Методические указания. В 2-х частях./ Зеленцова Е.Н., Шапулина .А., Пилипченко О.В. – Саратов, 2009. – 124 с., 88 с.
8. *Серянов Ю.В.* Краткий курс биохимии. Учебное пособие для студентов биомедицинских специальностей и аспирантов./ Фоменко Л.А., – Саратов: «СГТУ» - 2007. – 150 с.
9. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, Агропоиск, полнотекстовая база данных иностранных журналов Doal, поисковые системы Rambler, Yandex, Google.

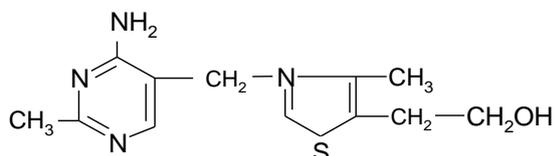
## ВИТАМИНЫ. ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

### 8.1. Витамин В<sub>1</sub>, антиневритный, тиамин

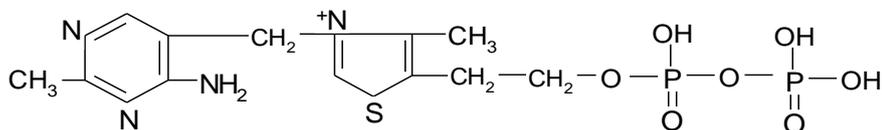
**Биологическая роль:** В организме тиамин присоединяет 1-3 молекулы фосфорной кислоты, образуется ТПФ - метаболически активная форма витамина В<sub>1</sub>, который осуществляет декарбоксилирование кетокилот. При недостатке витамина В<sub>1</sub> тормозятся как процессы превращения пировиноградной кислоты в активированную уксусную кислоту, так и реакции цикла лимонной кислоты в целом. В крови и тканях при этом накапливаются кетокилоты (пировиноградная, α-кетоглутаровая), что вызывает тяжелое нарушение, особенно в тканях с высокой интенсивностью обмена веществ (мозг, сердце).

#### Химическое строение и свойства.

Молекула витамина В<sub>1</sub> состоит из пиримидинового и тиазолового гетероциклов, соединенных метиленовым мостиком:

Витамин В<sub>1</sub>

В животных тканях и дрожжах витамин В<sub>1</sub> находится не в свободном состоянии, а в виде тиаминпирофосфата:



Тиаминпирофосфат (ТПФ)

**Распространение в природе:** Витамин В<sub>1</sub> содержится в зернах злаков, мука грубого помола и дерть, отруби, горох, рыбная мука, сухой обрат, молоко и молочная сыворотка. Очень высоким содержанием витамина В<sub>1</sub> отличаются дрожжи, в печени, почках, сердечной мышце и в мозгу.

### 8.2. Витамин В<sub>2</sub>, рибофлавин, витамин роста

**Роль в обмене веществ.** Биологическое действие рибофлавина обусловлено его ролью как составляющей части двух коферментов аэробных дегидрогеназ — флавиномононуклеотид (ФМН, рибофлавин-5-фосфат) и флавинадениндинуклеотид (ФАД).

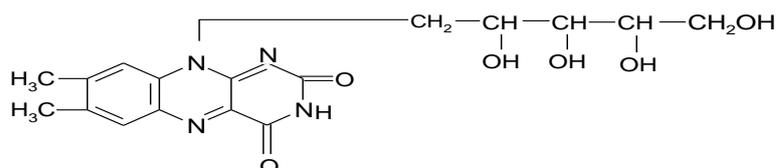
ФМН служит коферментом дегидрогеназ, которые катализируют окислительное дезаминирование некоторых аминокислот и других веществ. ФАД является коферментом дегидрогеназ β-окисления жирных кислот, сукцинатдегидрогеназы,

ксантиноксидазы и многих других ферментов (более 60), которые катализируют аэробные окислительно-восстановительные реакции.

Следовательно, флавиновые ферменты участвуют в энергетическом обмене и тканевом дыхании.

**Недостаток витамина В<sub>2</sub>** нарушает активность многих ферментных систем организма, что приводит к резкому снижению продуктивности, замедлению роста и развития, возрастает смертность молодняка.

**Структура и свойства.** Витамин В<sub>2</sub> является производным изоаллоксазина, в котором к среднему кольцу присоединен пятиатомный спирт рибитол:



Витамин В<sub>2</sub>,

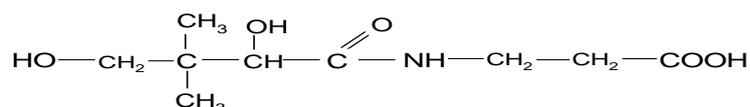
**Распространение в природе:** Витамин В<sub>2</sub> много содержится в люцерновой травяной муке и кормовых дрожжах, в достаточном количестве имеется в различных шротах, а зернах и отходах мукомольного производства. Богаты рибофлавином сухое обезжиренное молоко и молочная сыворотка, рыбная и мясокостная мука.

### 8.3. Витамин В<sub>3</sub>, пантотеновая кислота, антидерматитный

Название этого витамина (греч. *Pantothea* – всюду присутствует) свидетельствует о его широком распространении в природе. Пантотеновая кислота является необходимым веществом для жизнедеятельности микробов, насекомых и всех позвоночных.

**Биологическая роль.** Пантотеновая кислота входит в состав кофермента активирования кислот — HSKoA, который принимает участие в активировании жирных кислот и аминокислот.

**Структура и свойства.** Пантотеновая кислота ( $\alpha$ -, $\gamma$ -диокси- $\beta$ , $\beta'$ -диметилбутирил- $\beta$ -аланин).



Пантотеновая кислота

**Недостаток витамина В<sub>3</sub>** вызывает потерю аппетита, поносы, кожные заболевания (дерматиты в области глаз с истечением коричневого экссудата), огрубение волосяного покрова, выпадение шерсти и щетины, образование опухолей в стенке желудка и кишечника.

**Распространение в природе.** дрожжи, печень и яичный желток. Много пантотеновой кислоты содержат растительные белковые корма (шроты и жмыхи), в умеренном количестве – зерновые корма и много — корнеклубнеплоды и кормовые продукты их переработки.

### 8.4. Витамин РР, В<sub>5</sub>, антипеллагрический, никотинамид, ниацин

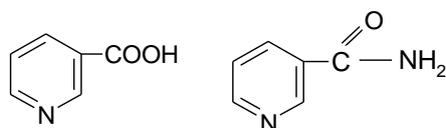
Пеллагра (от итал. — *pell agre* – шершавая кожа) распространена в странах, где одним из основных продуктов питания является кукуруза. Причина пеллагры слабая

усвояемость организмом никотиновой кислоты, содержащейся в кукурузе, и низкий процент в ней триптофана. Никотиновая кислота участвует в обмене в форме амида.

**Биологическая роль.** Механизм действия витамина РР связан с его ролью как составной части коферментов большого числа ферментов, катализирующих процессы тканевого дыхания путем переноса водорода от субстрата к восстанавливаемому веществу.

Амид никотиновой кислоты является составной частью таких коферментов, как никотинамиддинуклеотид (НАД) и никотинамиддинуклеотидфосфат (НАДФ), которые катализируют процессы окисления и восстановления путем присоединения или отдачи водорода. Установлено, что витамин РР служит составной частью около 100 анаэробных дегидрогеназ.

**Структура и свойства.** Никотиновая кислота и ее амид — производные пиридина со следующее структурой:



никотиновая кислота      никатинамид

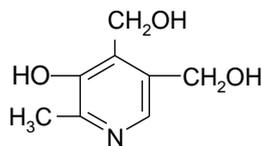
**При недостатке витамина В<sub>5</sub>** возникают потемнения окраски слизистой оболочки языка у собаки («черный язык»).

**Распространение в природе:** Большое количество никотиновой кислоты содержится в зернах злаков и отходах мукомольной промышленности, особенно в пшеничной дерти, рисовых и пшеничных отрубях, шротах, жмыхах и кормовых дрожжах.

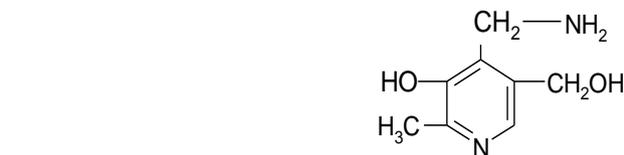
## 8.5. Витамин В<sub>6</sub>, адермин, пиридоксин

**Биологическая роль.** Роль витамина В<sub>6</sub> в обмене веществ обуславливается его участием в построении многих ферментов белкового и аминокислотного обмена. В частности, пиридоксальфосфат и пиридоксаминфосфат входят в качестве кофакторов в состав ферментов аминотрансфераз, катализирующие процессы трансаминирования, которые являются центральным звеном белкового обмена, и важнейшим звеном связи между обменом белков, углеводов и липидов.

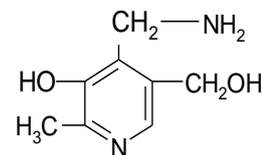
**Структура и свойства.** Свойствами витамина В<sub>6</sub> обладают три соединения: пиридоксол, пиридоксаль и пиридоксамин. Они различаются радикалом в 4-м положении кольца пиридина. В последнее время все эти три компонента объединяются под общим названием пиридоксин:



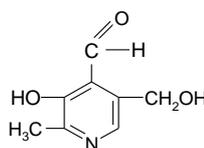
Пиридокс



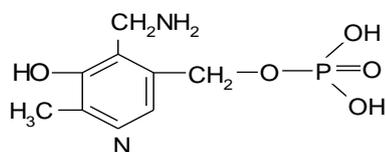
Пиридоксаль



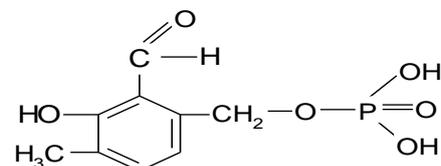
Пиридок



Все три формы встречаются в свободном или связанном виде в растительных и животных тканях и могут взаимно превращаться друг в друга. В тканях организма пиридоксаль и пиридоксамин встречаются в виде фосфорных эфиров, которые являются кофакторами в процессах переаминирования:



Фосфопиридокса



Фосфопиридокс

**Недостаток витамина В<sub>6</sub>** ухудшается аппетит, падают привесы. Прогрессирующая недостаточность приводит к патологическим изменениям кожного покрова и нервной ткани. Внешнее проявление поражения нервной ткани — общая слабость, судороги и расстройство движения.

**Распространение в природе:** Витамин В<sub>6</sub> содержится в отходах мукомольного производства и в различных растительных белковых кормах (шроты и жмыхи). Наилучшим естественным источником витамина В<sub>6</sub> являются кормовые и пивные дрожжи. Может синтезироваться микрофлорой кишечника.

### 8.6. Витамин В<sub>12</sub>, антианемический, цианкобаламин

**Биологическая роль.** Биохимические функции витамина В<sub>12</sub> у высших животных еще недостаточно изучены. Витамин В<sub>12</sub> совместно с фолиевой кислотой участвует в переносе одноуглеродных остатков и влияет на формирование подвижных метильных групп необходимых для биосинтеза ряда веществ. Восстановленная форма витамина В<sub>12</sub> с участием АТФ преобразуется в аденозилкобаламин (В<sub>12</sub>-кофермент). Витамин В<sub>12</sub> как фактор синтеза метионина необходим для образования креатина, адреналина, азотистых оснований мононуклеотидов, а отсюда нуклеиновых кислот, белков и других веществ.

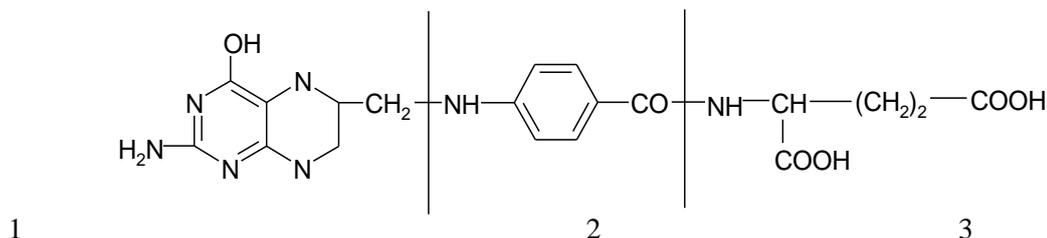
**Структура и свойства.** Витамин В<sub>12</sub> — это совокупность соединений, молекула которых образована системой порфириновых колец. В центре ее находится атом кобальта.

**Распространение в природе.** Растительные корма совсем не содержат витамина В<sub>12</sub>. Его способны синтезировать лишь гетеротрофные микроорганизмы. Бактериальный синтез витамина В<sub>12</sub> происходит в почве и в активном иле отстойников при очистке сточных вод. В активном иле содержится 20-22 мг витамина В<sub>12</sub> на 10 г сухого вещества. Богатый источник витамина В<sub>12</sub> — белковые корма животного происхождения (рыбная мука, сухой рыбный сок, мясная и мясокостная мука, сухое молоко и молочная сыворотка).

### 8.7. Витамин В<sub>9</sub>, фолиевая кислота, антианемический

**Биологическая роль:** фолиевая кислота принимает участие синтезе креатина, аминокислот (метионина, гистидина и серина), азотистых оснований нуклеиновых кислот и холина. Фолиевая кислота необходима для метилирования урацила и превращения его в тимин, а также для синтеза пуриновых оснований.

**Структура и свойства.** Фолиевая кислота является продуктом конденсации остатков 1 - птеридина, 2 - парааминобензойной и 3 - глутаминовой кислот.



**Авитаминоз.** При недостатке этого витамина развивается малокровие и резко изменяется состав крови. Нарушается образование эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Эти нарушения особенно выражены, если кроме фолиевой кислоты в рационе недостаточно (или нет) витамина В<sub>12</sub>.

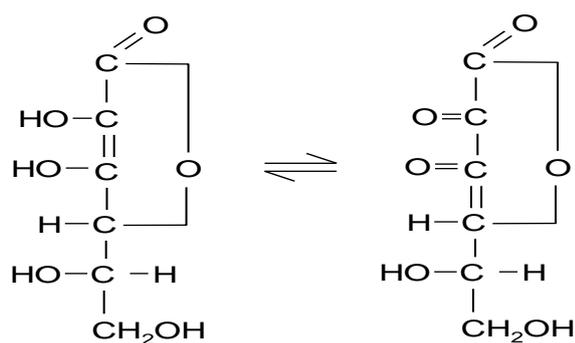
Богатым **источником** фолиевой кислоты служат зеленые части растений (лат. *folium* — лист), а также пивные и кормовые дрожжи, соевый шрот, пшеничная мука, бедны фолиевой кислотой все виды зерна злаковых культур и рыбная мука.

### 8.8. Витамин С, аскорбиновая кислота, антискорбутный

У большинства млекопитающих и птиц, кроме человека, обезьян и морских свинок, витамин С синтезируется в печени, почках и других органах из простых моносахаридов.

**Недостаток витамина С** у сельскохозяйственных животных возможен при необычных состояниях организма (стрессах, инфекционных заболеваниях). Типичный авитаминоз С – цинга, проявляется поражением кровеносных сосудов, которые становятся проницаемыми и служат причиной кровоточивости десен, слизистых оболочек и мышц, отеков нижних конечностей.

**Основными источниками** витамина С служат: болгарский перец, салат, капуста, хрен, черная смородина, цитрусовые, картофель, шиповник, хвоя.



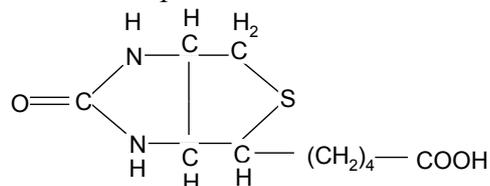
L-аскорбиновая кислота

L-дегидроаскорбиновая кислота

### 8.9. Витамин Н, биотин, антисеборейный

**Биологическая роль.** Биотин является коферментом различных ферментов, в т.ч. транскарбоксилаз. Биотин участвует в синтезе жирных кислот, пуриновых оснований и мочевины, превращении пирувата в ЦУК и др.

**Структура и свойства.** В основе строения биотина лежит тиофеновое кольцо, к которому присоединена мочевиная и валериановая кислота.



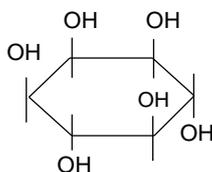
**Недостаток биотина** развивается при высоком содержании в пище сырого куриного белка авеидина, который связывает биотин и препятствует всасыванию его в кровь. Недостаток биотина сопровождается характерным поражением кожи – покраснение, шелушение всего тела, выпадение шерсти и перьев, поражение ногтей. Дерматит сопровождается выделением жира железами кожи – себорея.

**Источники.** Пивные и кормовые дрожжи, шроты и жмыхи, люцерновая мука и сухое молоко, зерна злаковых.

### 8.10. Витаминоподные соединения

**Инозит** — это шестиатомный спирт ряда циклогексана. Витаминной активностью обладает миоинозит, который является фактором роста для дрожжей.

Растительные и животные корма содержат довольно много инозита. Животные способны самостоятельно синтезировать инозит из глюкозы, поэтому, очевидно, яркий авитаминоз получен и описан только на мышах.



Биологическое действие инозита пока мало изучено. Четко установлено липотропное действие этого витамина, он предупреждает ожирение печени, особенно у кур-несушек. Это связано с тем, что в организме животных инозит используется для синтеза фосфолипидов (инозитфосфатидов), которые способствуют перемещению и окислению глицеридов.

**Источники:** печень, мясо, молоко, хлеб, овощи, фрукты. Больше всего в зародышах пшеницы.

#### **Холин**

Выделен из желчи и желтка куриного яйца.

Необходим в организме для жирового обмена и передачи нервного возбуждения. В частности, для синтеза фосфолипидов, оказывает липотропное действие, предохраняя печень от ожирения, с уксусной кислотой образует ацетилхолтин – медиатор нервной системы, участвующий в передаче нервного возбуждения. Может синтезироваться в организме из серина и метионина. При недостатке холина происходит усиленное отложение жира в тканях и органах.

**Источники:** белковые корма животного и растительного происхождения.

#### **Витамин Q (убихинон)**

Убихинон обязательный компонент дыхательной цепи, переносящих в митохондриях перенос электронов от мембранных дегидрогеназ (НАДН, СДГ) на

цитохромы. Витамин Q содержится в тканях животных, растений и микроорганизмов. Он может синтезироваться в организме животных из мевалоновой кислоты и продуктов обмена фенилаланина и тирозина

### **Витамин В<sub>13</sub>, оротовая кислота**

Впервые получен из молозева. Витамин В<sub>13</sub> может синтезироваться микроорганизмами, является предшественником всех пиримидиновых оснований. Способствует образованию жира из глюкозы, синтезу лактозы. Содержится в дрожжах, печени, молоке (коровьем и овечьем).

### **Витамин В<sub>15</sub>, пангамовая кислота.**

Точная роль витамина неизвестна. Считают, что он улучшает кислородное снабжение тканей и препятствует ожирению печени. Витамин необходим для синтеза тех соединений, которые содержат метильную группу (адреналин, креатин, метионин).

Она применяется при заболевании печени, сердечно-сосудистой системы склеротического характера. Потребность животных в витамине В<sub>15</sub> не выяснена. Им богаты дрожжеванные корма, рис, печень.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Строение, свойства, биологическая роль и источник витамина В<sub>1</sub>
2. Строение, свойства, биологическая роль и источник витамина В<sub>2</sub>
3. Строение, свойства, биологическая роль и источник витамина В<sub>3</sub>
4. Строение, свойства, биологическая роль и источник витаминов РР, В<sub>5</sub>
5. Строение, свойства, биологическая роль и источник витамина В<sub>6</sub>
6. Строение, свойства, биологическая роль и источник витамина В<sub>12</sub>
7. Строение, свойства, биологическая роль и источник витамина В<sub>С</sub>
8. Строение, свойства, биологическая роль и источник витамина С
9. Строение, свойства, биологическая роль и источник витамина Н
10. Роль витаминсодержащих соединений

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Основная**

1. *Березов, Т. Т.* Биологическая химия : учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Медицина, 2012. - 704 с. ISBN 978-5-2251-0013-1.
2. *Горбатова, К.К.*, Биохимия молока и молочных продуктов [Текст]: учебник / К. К. Горбатова. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : ГИОРД, 2010. - 336 с. : ил. - ISBN 978-5-98879-112-6
3. *Григорьев, В. С.*, Лекции по биохимии с основами физической и коллоидной химии: Учеб. пособие [Текст] : учебное пособие / В.С. Григорьев. - Самара : СГСХА, 2003. - 437 с.
4. *Данилова, Н. С.*, Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов : учебное пособие / Н. С. Данилова. - М. : Колос С, 2008. - 280 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 978-5-9532-0513-9
5. *Пустовалова, Л. М.*, Основы биохимии для медицинских колледжей [Текст] : учебное пособие / Л. М. Пустовалова. - Ростов н/Д. : Феникс, 2003. - 448 с. - (Серия "Медицина для вас"). - ISBN 5-222-03395-3

### **Дополнительная**

1. *Ленинджер, А.*, Основы биохимии. М.: Мир. – 1985.–В 3-х том.-1050 с.
2. *Тюкавкина, Н.А.*, Биоорганическая химия./ Бауков Ю.И. – М.: Медицина – 1991. 528 с. ISBN 5-7107-8994-1
3. *Блинов, В.А.*, Основы клинической биохимии человека и животных./ Калюжный И.И. – Саратов: ПКИ. – 1996. – 246 с. ISBN 5-7633-0783-6
4. *Буришина, С.Н.*, Биологическая химия с основами физической и коллоидной./ Зеленцова Е.Н., Шапулина .А., Пилипченко О.В. Методические указания. В 2-х частях. – Саратов, 2009. – 124 с., 88 с.
5. *Гидранович, В.И.* Биохимия. Минск: ТетраСистемс, – 2012. – 528 с. ISBN 978-985-536-244-0
6. *Блинов, В.А.*, Биологическая химия (курс лекций)/ В.А. Блинов, И.А. Сазонова; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: «Экспресс-тиражирование», 2007. – 398 с
7. *Буришина, С.Н.*, Биологическая химия с основами физической и коллоидной. Методические указания. В 2-х частях./ Зеленцова Е.Н., Шапулина .А., Пилипченко О.В. – Саратов, 2009. – 124 с., 88 с.
8. *Серянов Ю.В.* Краткий курс биохимии. Учебное пособие для студентов биомедицинских специальностей и аспирантов./ Фоменко Л.А., – Саратов: «СГТУ» - 2007. – 150 с.
9. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, Агропоиск, полнотекстовая база данных иностранных журналов Doal, поисковые системы Rambler, Yandex, Google.