



# ***ВИТАМИНЫ- КОФАКТОРЫ ФЕРМЕНТАТИВНЫХ РЕАКЦИЙ.***

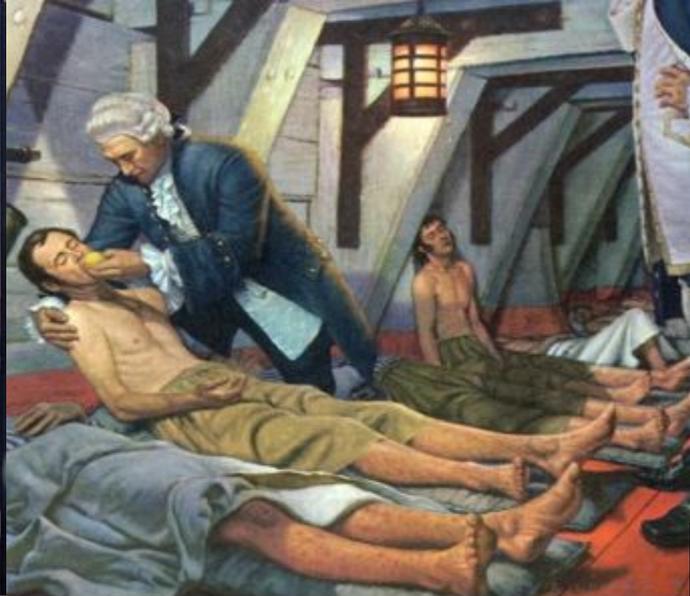
***КЛАССИФИКАЦИЯ ВИТАМИНОВ.***

***ГИПОВИТАМИНОЗЫ,  
ГИПЕРВИТАМИНОЗЫ.***

***АНТИВИТАМИНЫ.***



Джеймс Линд  
**(1716—1794)**  
 Английский врач  
**1753-** «Трактат о цинге»

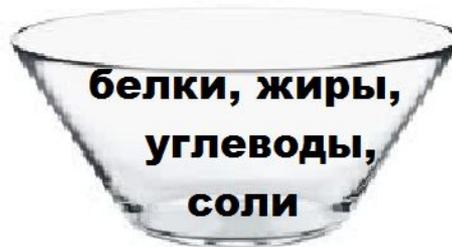


Николай Иванович Лунин  
**(1853-1937)**  
 русский педиатр



Казимир Функ  
**(1884-1967)**  
 польский биохимик  
**1912-** предложил термин «витамины»

**1880-**диссертация о витаминах



**Витамины- низкомолекулярные органические соединения, пищевые незаменимые факторы, которые при потреблении в ничтожно малых количествах обеспечивают протекание биохимических и физиологических процессов, не включаясь в структуру ткани и не используясь в качестве источника энергии.**

# КЛАССИФИКАЦИЯ ВИТАМИНОВ

## ВИТАМИНЫ

### ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ

- витамин А (ретинол)
- витамин D (кальциферол)
- витамин Е (токоферол)
- витамин К (нафтохинон)

### ВОДОРАСТВОРИМЫЕ

- витамин В1 (тиамин)
- витамин В2 (рибофлавин)
- витамин В3 (РР, ниацин)
- витамин В5 (пантотеновая кислота)
- витамин В6 (пиридоксин)
- витамин Н (биотин)
- витамин Вс (фолиевая кислота)
- витамин В12 (кобаламин)
- витамин С (аскорбиновая кислота)
- витамин Р (рутин)

### ВИТАМИНОПОДОБНЫЕ ВЕЩЕСТВА

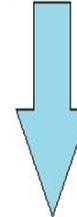
- коэнзим Q
- липоевая кислота
- карнитин
- витамин U (S- метилметионин)
- витамин F (эссенциальные жирные кислоты)

Витаминоподобные вещества - группа условно незаменимых факторов питания, напоминающих по физиологическому действию витамины, но при дефиците которых не наблюдается развития патологических изменений.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВИТАМИНОВ



**вхождение в состав коферментов  
или простетических групп**



**специализированные функции**

- косубстратная (витамин С)
- гормональная (витамины А, Д)
- антиоксидантная (витамины Е, А, С)
- фоторецепции (витамин А)

## Витамины как предшественники кофакторов сложных ферментов

Класс ферментов	Витамины	Кофакторы	Катализируемые реакции
I Оксидоредуктазы	B2 (рибофлавин)	ФАД ФМН	дегидрирование
	B3 (никотиновая кислота)	НАД <sup>+</sup> НАДФ <sup>+</sup>	дегидрирование
	C	аскорбиновая кислота	гидроксилирование
II Трансферазы	B5 (пантотеновая кислота)	коэнзим А	перенос ацетильных и ацильных остатков
	B6 (пиридоксин)	пиридоксальфосфат	перенос аминогрупп
	B12 (кобаламин)	метилкобаламин	перенос метильных групп
III Гидролазы	Простые ферменты, не имеют кофактора		
IV Лиазы	B1 (тиамин)	тиаминпирофосфат	декарбоксилирование карбоновых кислот
	B6 (пиридоксин)	пиридоксальфосфат	декарбоксилирование аминокислот
V Изомеразы	B12 (кобаламин)	метилкобаламин	внутримолекулярный перенос одноуглеродных фрагментов
VI Лигазы	H (биотин)	биотинил-лизин	карбоксилирование кетокислот
	K	менахинон	карбоксилирование аминокислот

# НАРУШЕНИЯ БАЛАНСА ВИТАМИНОВ В ОРГАНИЗМЕ

**Авитаминоз**- патологическое состояние, возникающее при полном отсутствии в пище витаминов либо при полном нарушении их усвоения.

**Гиповитаминоз**- патологическое состояние, обусловленное недостаточным поступлением витаминов с пищей, неполным их усвоением или нарушением их использованием организмом.

## ПРИЧИНЫ ГИПОВИТАМИНОЗОВ



### ЭКЗОГЕННЫЕ недостаточное

поступление витаминов

- искусственное вскармливание
- длительное вскармливание одним грудным молоком без прикорма



### ЭНДОГЕННЫЕ

- 1) нарушение всасывания в ЖКТ
  - 2) врождённые дефекты ферментов, участвующих в превращениях витаминов;
  - 3) авитамины
  - 4) прием противомикробных препаратов (подавление роста бактерий, синтезирующих вит. В12, В2, В6, Вс, К)
  - 5) курение, алкоголь
- недоношенность

**Гипервитаминозы**- патологические состояния, связанные с поступлением чрезмерно большого количества витаминов.

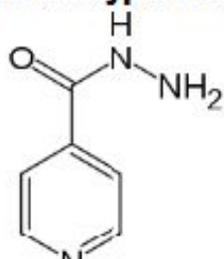
# АНТИВИТАМИНЫ - любые вещества, вызывающие независимо от механизма их действия снижение или полную потерю биологической

активности витаминов

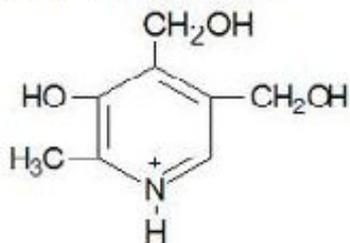
## АНТИВИТАМИНЫ

### СТРУКТУРОПОДОБНЫЕ

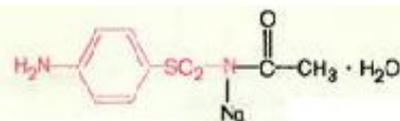
имеют структуру, сходную со структурой витамина и оказывающие действие, основанное на конкурентных отношениях с ним



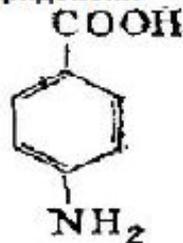
изониазид



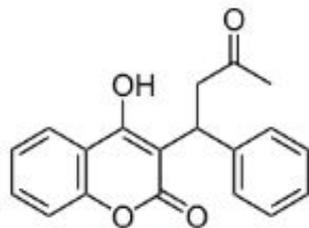
пиридоксин



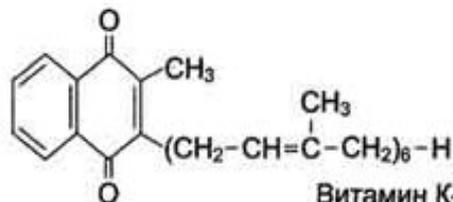
сульфацил натрия



парааминобензойная к-та



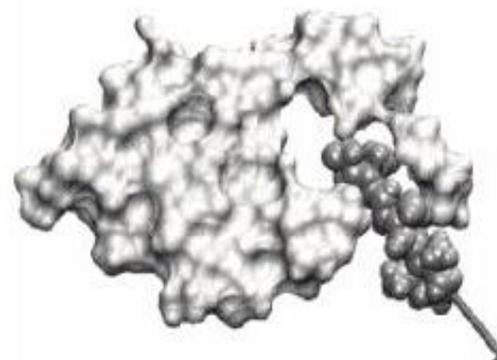
варфарин



Витамин K<sub>2</sub> (менахинон)

### НАРУШАЮЩИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ

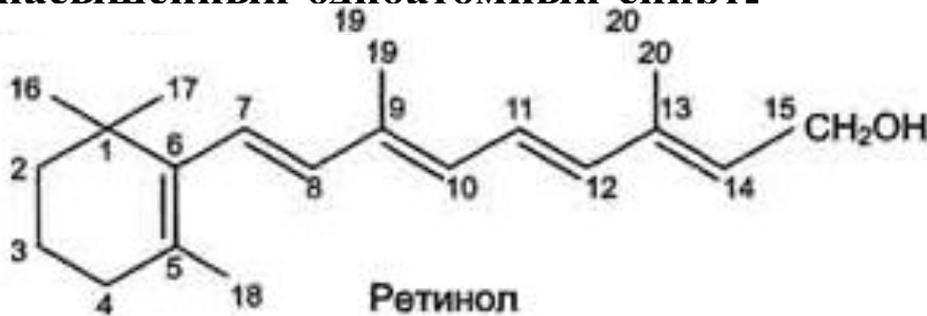
вызывают модификацию витаминов или затрудняющие их всасывание, транспорт, что сопровождается снижением или потерей биологического эффекта витаминов



Экстракция лиганда биотина активным центром авидина

# ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

**ВИТАМИН А** (ретинол, антиксерофтальмический витамин)-циклический, ненасыщенный одноатомный спирт.



**Биохимические функции:**

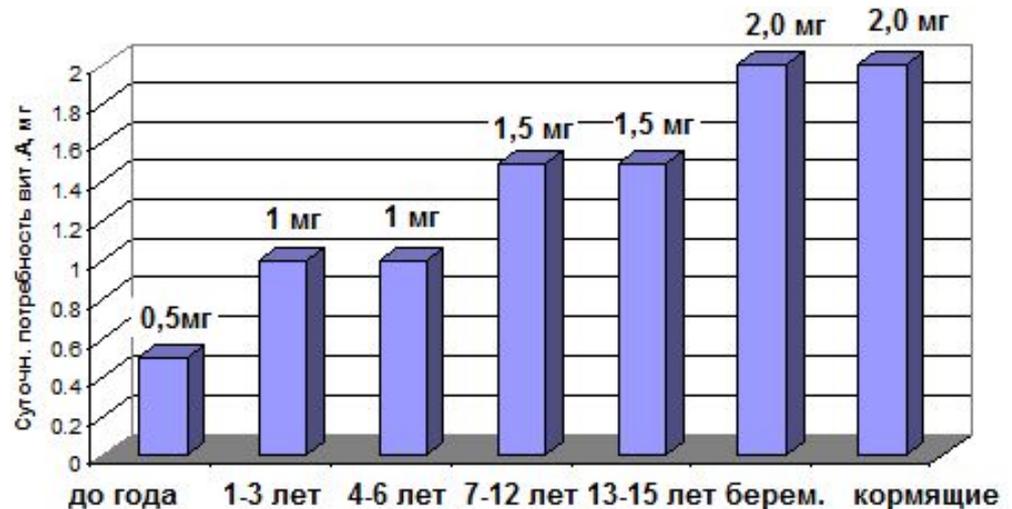
1) стимулирует транскрипцию генов, влияя на рост, дифференцировку, репродукцию и эмбриональное развитие

2) участие в зрительном акте



**Гиповитаминоз:** гемералопия, ксерофтальмия, кератоз эпителиальных клеток всех органов. У детей+ остановка роста костей

**Гипервитаминоз:** воспаление глаз, выпадение волос, головные боли, тошнота



Суточная потребность взрослого - от 1 до 2,5 мг

# ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

**Витамины группы D** (кальциферолы, антирахитический витамин)-одноатомные ненасыщенные циклические спирты, производные холестерина. У человека- D3 холекальциферол.

## **Биохимические функции:**

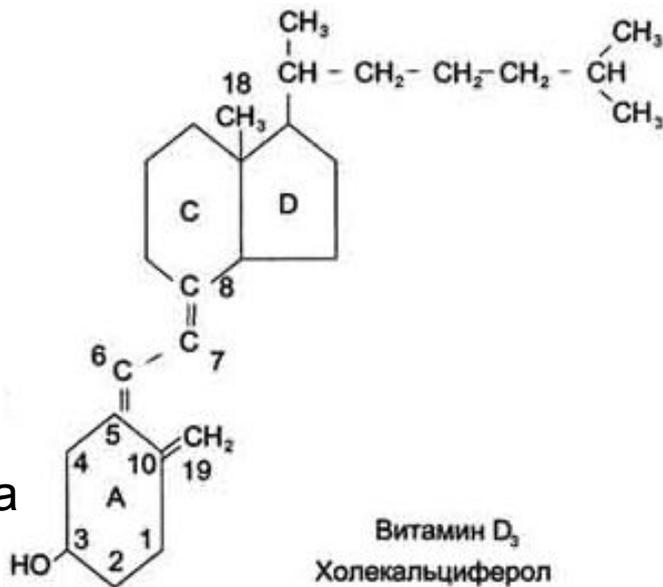
гидроксилированный в положениях 25 и 1 (биологически активное соединение 1,25-дигидроксихолекальциферол-кальцитриол). Кальцитриол участвует в регуляции обмена  $\text{Ca}^{2+}$  и фосфатов, стимулируя всасывание  $\text{Ca}^{2+}$  в кишечнике и кальцификацию костной ткани, реабсорбцию  $\text{Ca}^{2+}$  и фосфатов в почках.

**Источники:** сливочное масло, желток, рыбий жир.

**Гиповитаминоз:** рахит.

**Гипервитаминоз:** после приема больших доз (15000000МЕ). Возможен смертельный исход. Отложения гидроксиапатита в костях и внутренних органах.

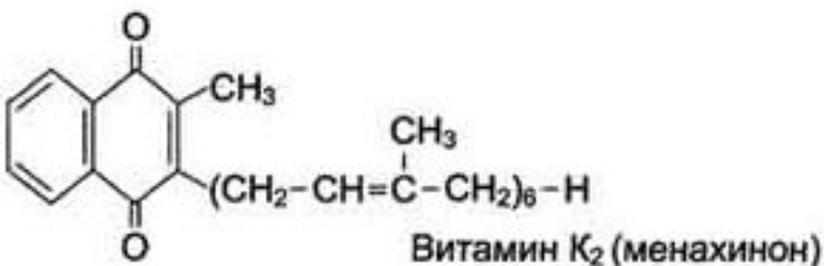
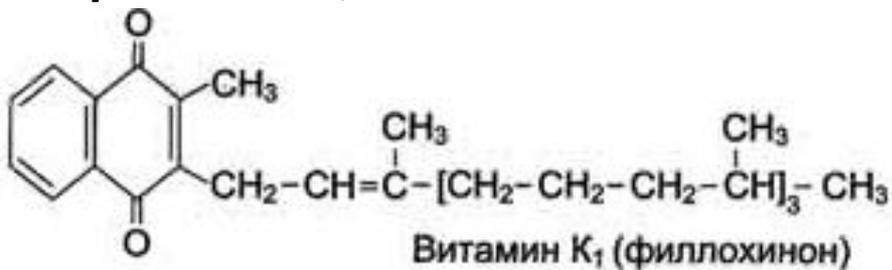
**Суточная потребность** для детей 12-25 мкг (500-1000 МЕ), для взрослых- значительно меньше (5 мкг).





# ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

**Витамины группы К** (нафтохиноны, антигеморрагический)- производные нафтохинона, отличающиеся боковыми цепями.



**Источники:** капуста, шпинат, корнеплоды и фрукты, печень, микрофлора кишечника

**Гиповитаминоз:** синяки, кровоточивость при небольших повреждениях, геморрагии у новорожденных

**Гипервитаминоз** может развиваться у новорождённых и проявляться гемолитическим синдромом.

**Биохимические функции:** его производное- кофермент γ-глутамилкарбоксилазы, катализирующей образование карбоксиглутаминовой кислоты в некоторых белках системы свертывания крови ( протромбина, проконвертина).



**Суточная потребность: 1-2 мг**

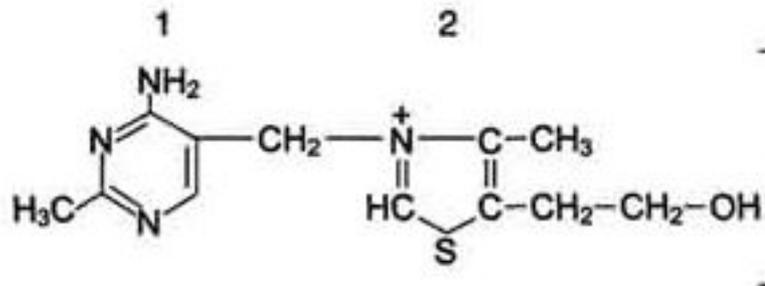
# ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

**Витамин В1** (тиамин, антиневритный)- включает пиримидиновое и тиазоловое кольца, объединенные метиленовой группой. Водные растворы в кислой среде выдерживают нагревание, в нейтральной и щелочной- нет. Активная форма- тиаминпирофосфат.

## Биохимические функции:

С в виде ТДФ входит в состав пируват- и  $\alpha$ -кетоглутаратдегидрогеназных комплексов ( окислительное декарбоксилирование пирувата, ЦТК);

в составе транскетолазы участвует в пентозофосфатном пути превращения углеводов

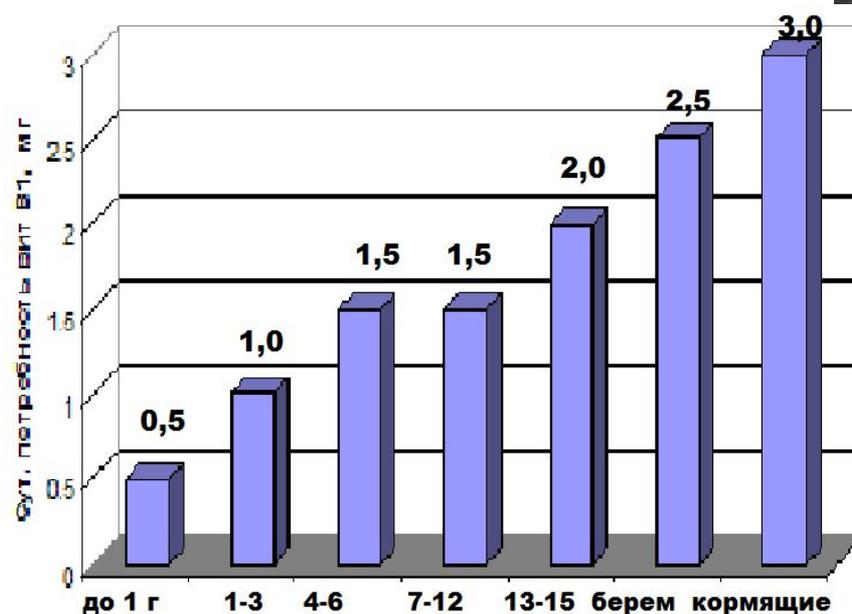


**Источники:** злаки, горох, фасоль  
печень, яйцо

## Гиповитаминоз:

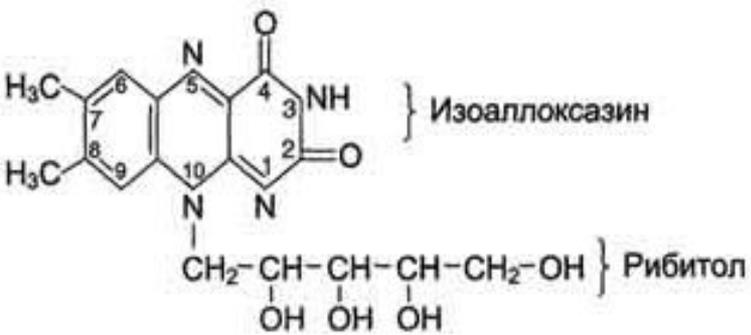
полиневрит, нарушение функций пищеварительной, сердечно-сосудистой систем, нарушение водного обмена и функций кроветворения.

**Суточная потребность у взрослых:** 2-3 мг



# ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

**Витамин В2** (рибофлавин, витамин роста)- гетероциклическое соединение изоаллоксазин с присоединенным пятиатомным спиртом рибитолом. Термостабилен, но чувствителен к свету. Активные формы- ФМН и ФАД.



Витамин В<sub>2</sub>



**Источники:** печень, молоко, яйца, дрожжи, зерновые, частично-продукт кишечной микрофлоры

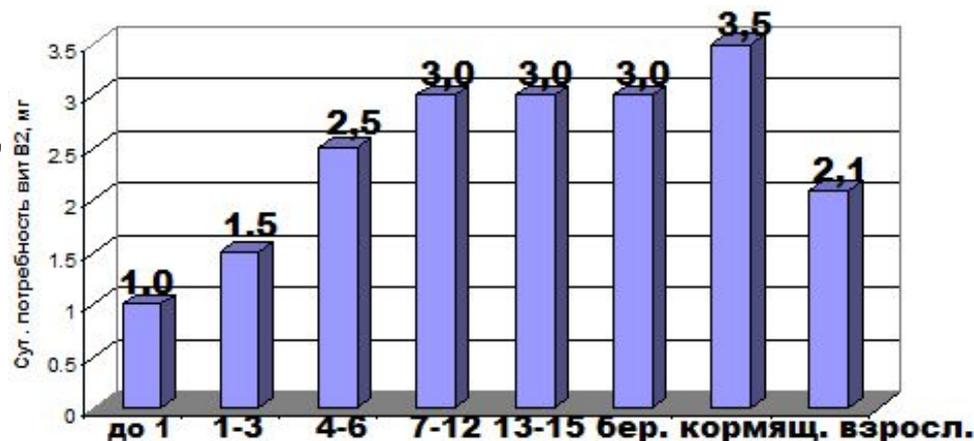
## Биохимические функции:

ФАД и ФМН- кофакторы ферментов, осуществляющих перенос водорода

-оксидазы аминокислот

- дегидрогеназы, переносящие электроны на системы цитохромов

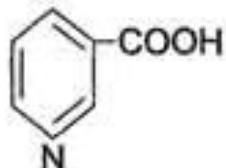
-дегидрогеназы, восстанавливающие никотиновые коферменты



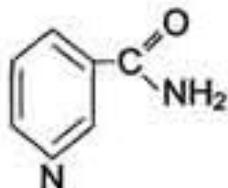
**Гиповитаминоз:** поражение эпителия слизистых, кожи, роговицы; «заеды». Ранний возраст- нарушение функций почечных канальцев, анемия, снижение резистентности к инфекциям, гипотрофия

# ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

**Витамин В3** (РР, никотинамид, ниацин, антипеллагрический)- соединение пиридинового ряда, содержащее карбоксильную группу (никотинамид-амидная группировка)



Никотиновая кислота



Никотинамид

**Источники:** рис, дрожжи, печень



**Гиповитаминоз:** симметричный дерматит, диарея, болезненность и фуксиновый цвет языка, тяжелые случаи- расстройство ЦНС.

**Биохимические функции:**

Входит в состав НАД и НАДФ-коферментов дегидрогеназ

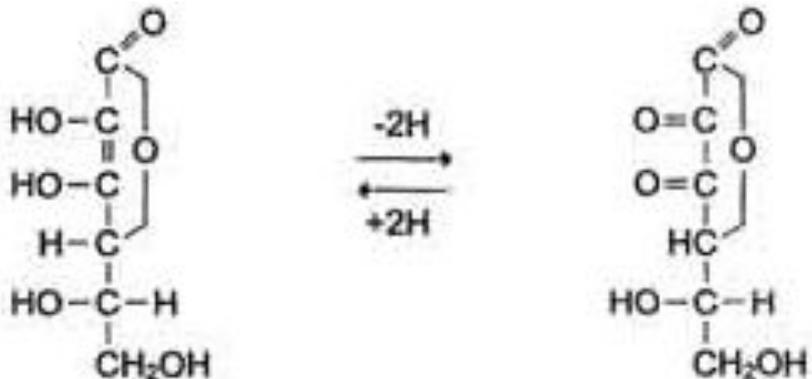


**Суточная потребность :**

для взрослых 15-25 мг,  
для детей - 15 мг.

# ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

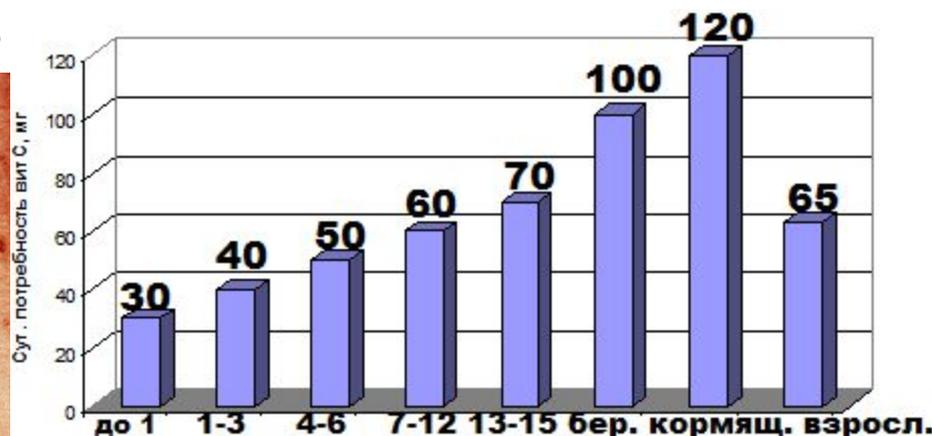
**Витамин С** (аскорбиновая кислота, антискорбутный)- лактон кислоты, близкий по структуре к L-глюкозе. Существует в двух формах: восстановленной и окисленной (дегидроаскорбиновой кислотой).



## Биохимические функции:

- 1) Участие в реакциях гидроксилирования (остатков Про и Лиз при синтезе коллагена)
- 2) Антиоксидант

**Источники:** свежие фрукты, овощи, зелень

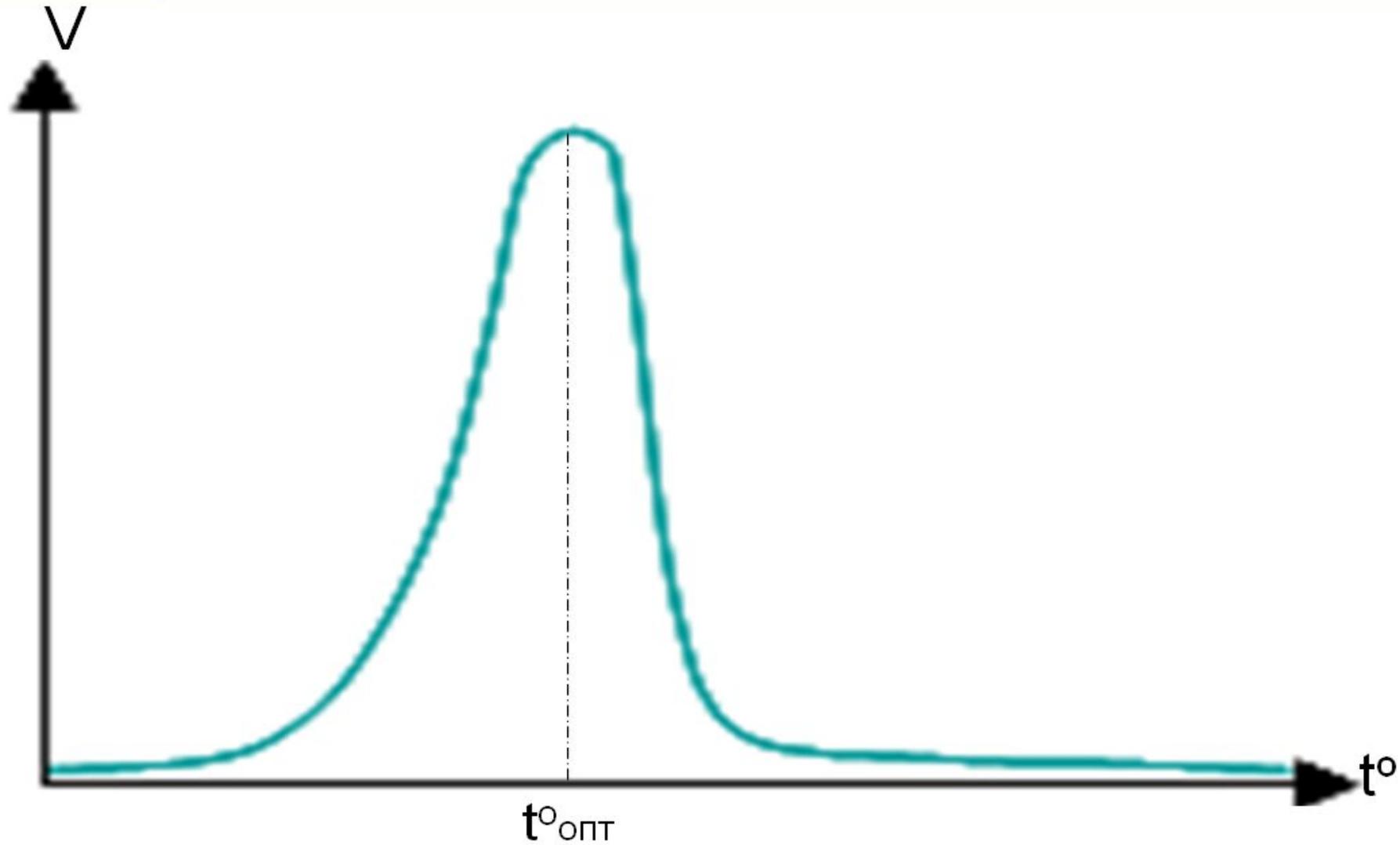


**Гиповитаминоз:** разрыхление дёсен, расшатывание зубов, отёки, боль в суставах, подкожные кровоизлияния, анемия (**цинга**).

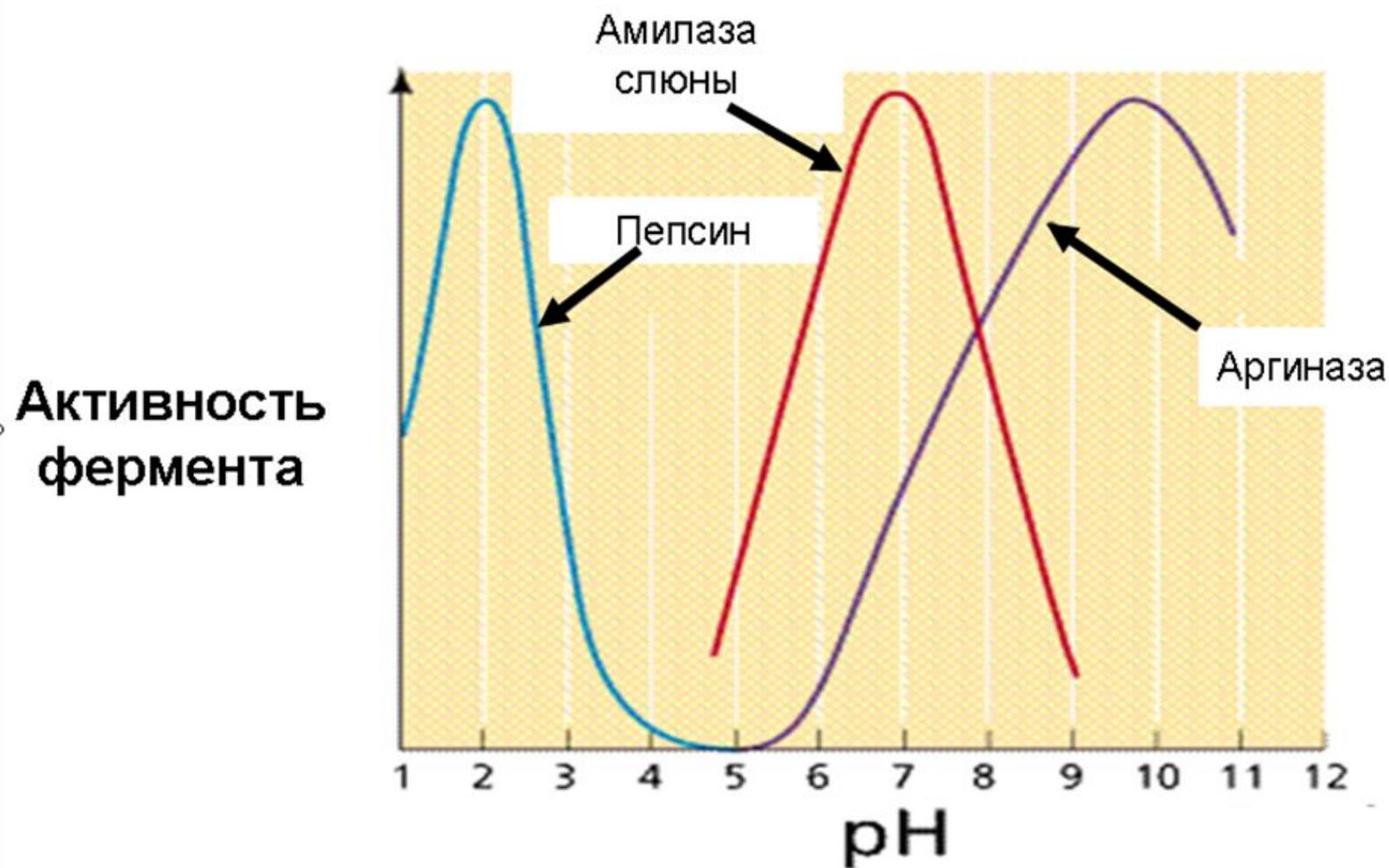
# Ферментативная кинетика

- Изучает скорость ферментативных реакций в зависимости от:
- -концентрации субстрата,
- -концентрации фермента,
- -вида субстрата (специфичность фермента),
- -температуры,
- -рН,
- -наличия или отсутствия активаторов и ингибиторов

# Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры



# Зависимость скорости ферментативной реакции от pH



# Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата

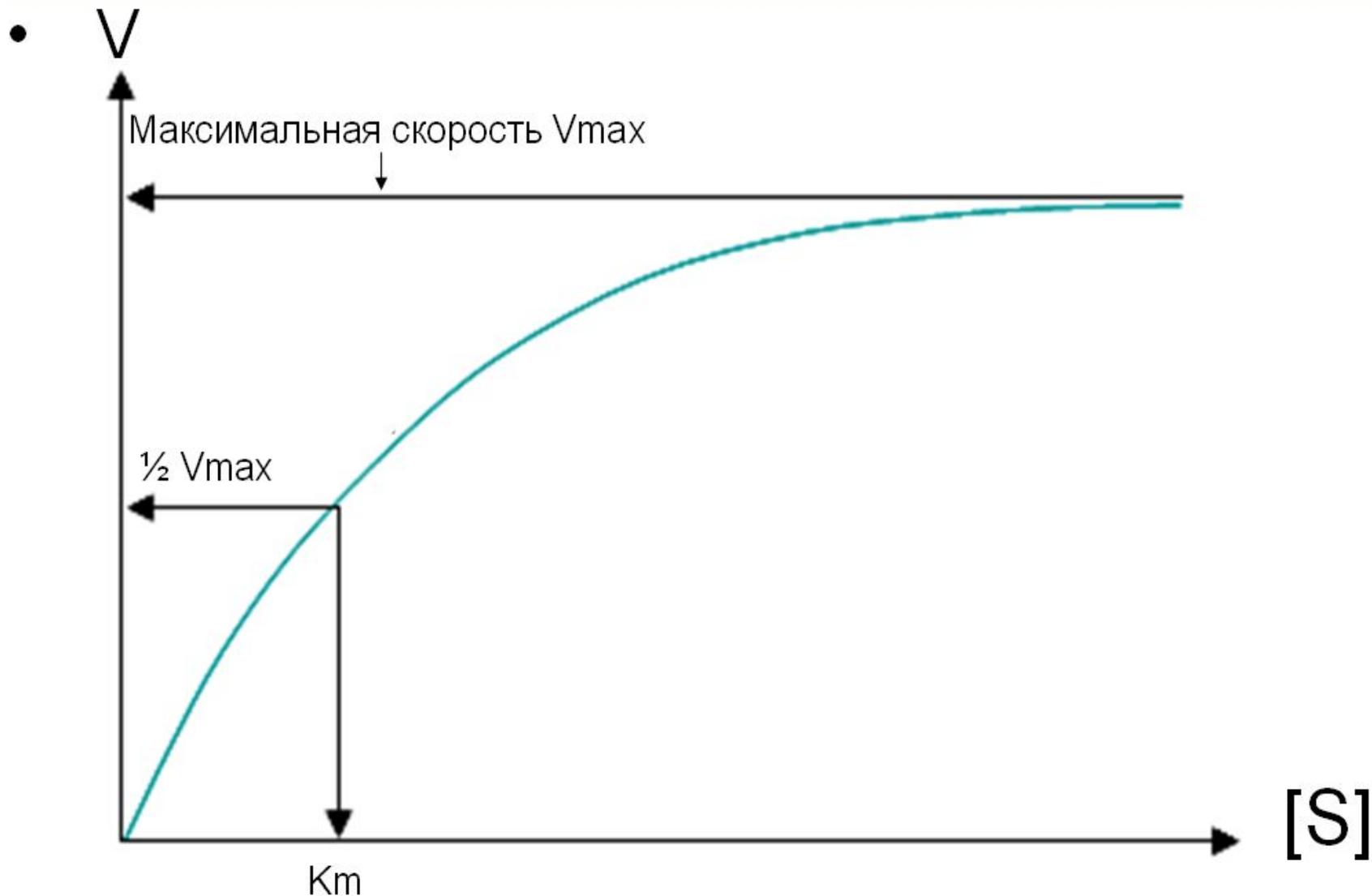


Леонор Михаэлис



МAUD ЛЕОНОРА МЕНТЕН

# График уравнения Михаэлиса-Ментен



# Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации фермента

