

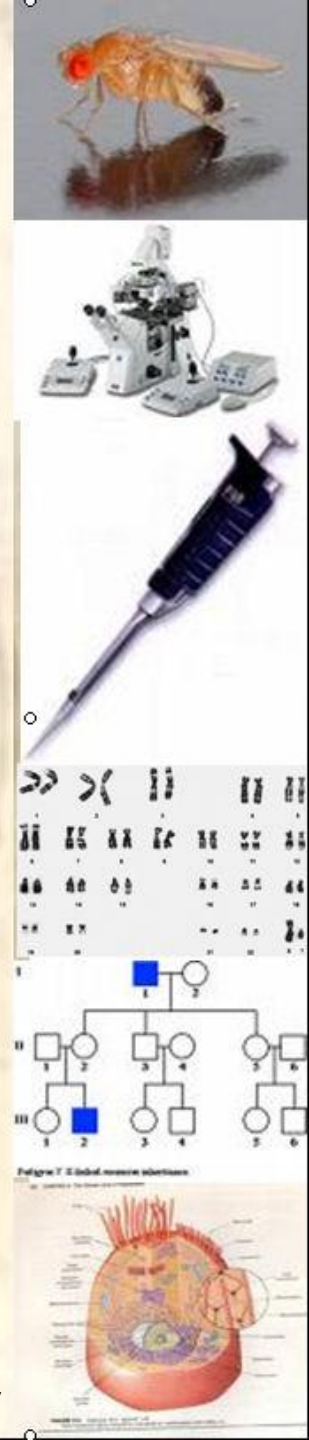
Новосибирский государственный университет
Факультет естественных наук
Кафедра цитологии и генетики

презентация к курсу лекций

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИЗНИ

К.б.н. Владимир Александрович Трифонов

Пособие разработано в рамках реализации Программы развития НИУ-НГУ



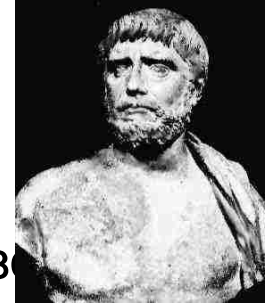
Лекция №1. План.

- 1) Введение в дисциплину.
- 2) Определение жизни.
- 3) Уровни организации живых систем.
- 4) Химический состав организмов.
- 5) Липиды. Строение и биологические функции.
- 6) Биополимеры, их строение и свойства

Что такое жизнь?

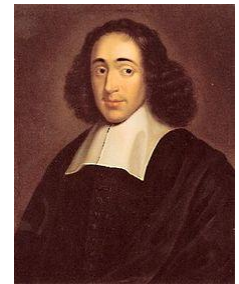
Попытки определения понятия:

- «магнит одушевлен, т.к. способен притягивать железо»



Фалес VI век до н.э.

- «одушевлены все тела природы»



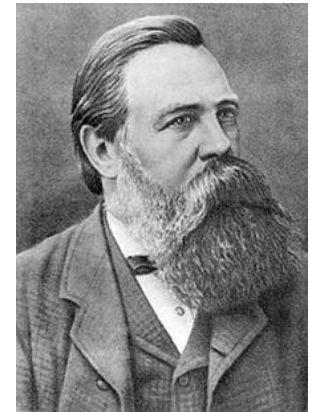
Б. Спиноза (XVII в)

«Всеобщность молекулярного обновления (обмена веществ) у растений и животных и во всех их частях, его постоянство, не допускающее остановки, делают из этого явления всеобщий признак жизни»



Клод Бернар (XIX в)

«Жизнь есть способ существования белковых тел, и этот способ существования состоит по своему существу в постоянном самообновлении химических составных этих тел»



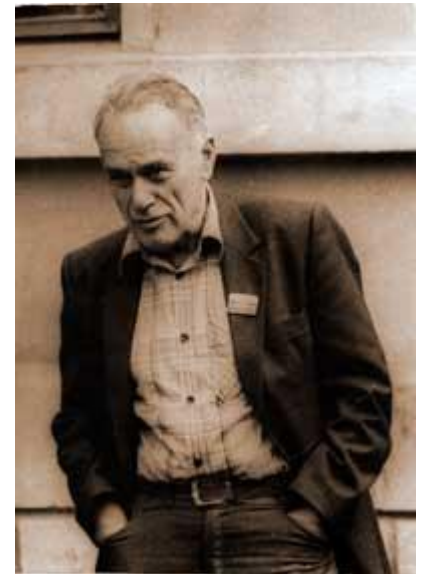
Ф.Энгельс (XIX в)

“Жизнь - ... это работа специальным образом организованной системы, направленная на понижение собственной энтропии за счет повышения энтропии окружающей среды”



Эрвин Шредингер (1887-1961)

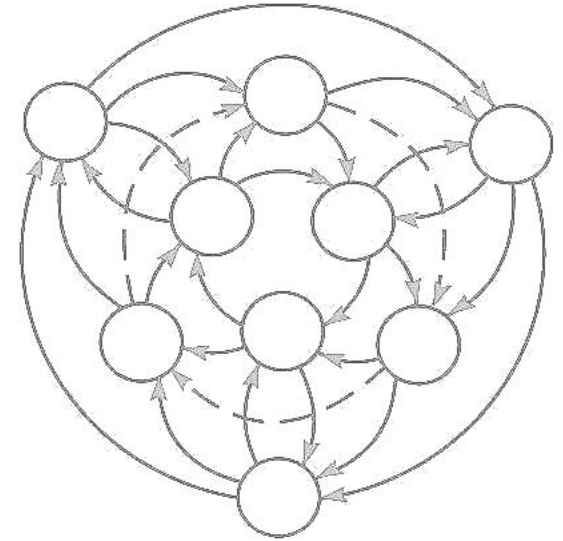
«Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые, саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот»



М.В. Волькенштейн (1912-1992)

Живые организмы как открытые системы

- Система – множество элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и связанных прямыми и обратными связями, образуя целостность.



Открытые системы: обмениваются энергией, веществом и информацией с окружающей средой.

Открытые системы: явления самоорганизации, усложнения или спонтанного возникновения порядка.

Общая теория систем

Свойства систем

Синергичность — однонаправленность действий компонентов усиливает эффективность функционирования системы.

Эмерджентность — функции компонентов системы не всегда совпадают с функциями системы.

Целостность — первичность целого по отношению к частям.

Иерархичность — каждый компонент системы может рассматриваться как система (подсистема) более широкой глобальной системы

Адаптивность — стремление к состоянию устойчивого равновесия, которое предполагает адаптацию параметров системы к изменяющимся параметрам внешней среды



Людвиг фон Берталафани
(1901-1972)

Неравновесные системы



«Неравновесность может стать источником упорядоченности»

Илья Пригожин (1917-2003)

Последовательность состояний системы – ТРАЕКТОРИЯ СИСТЕМЫ

Наиболее вероятные состояния системы - АТТРАКТОРЫ

Предпочтительность одних состояний другим – явление упорядоченности, т.е. убывание энтропии.

Самоорганизация в неравновесных системах

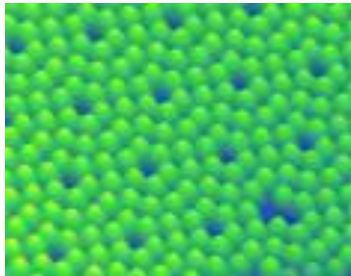
Существует точка зрения, что жизнь можно рассматривать как результат специфического отбора на пути длительной эволюции, который прошли самоорганизующиеся системы.

Свойства живых систем

- 1) Примерно одинаковый химический состав
- 2) Обмен веществом и энергией
- 3) Самовоспроизведение
- 4) Способность к росту и развитию
- 5) Раздражимость
- 6) Дискретность

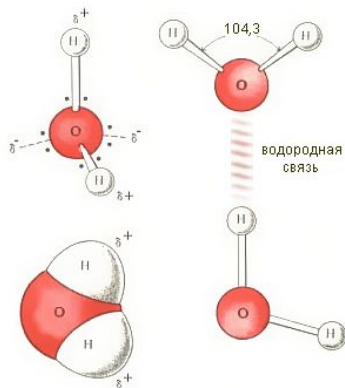
Уровни организации живой материи

Элементарные частицы



атомы

молекулы



мономеры



биополимеры

Уровни организации живой материи

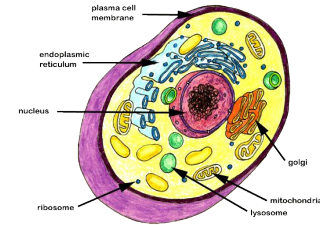
Клетка



Ткани



Органы и системы органов



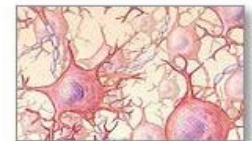
Connective tissue



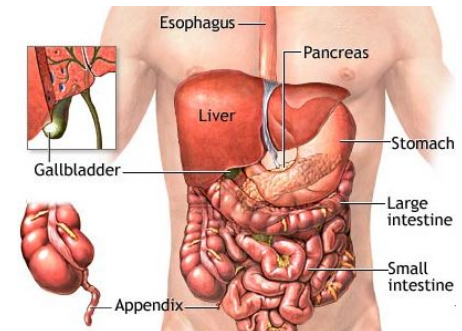
Epithelial tissue



Muscle tissue



Nervous tissue



Уровни организации живой материи

организм



↓
популяция



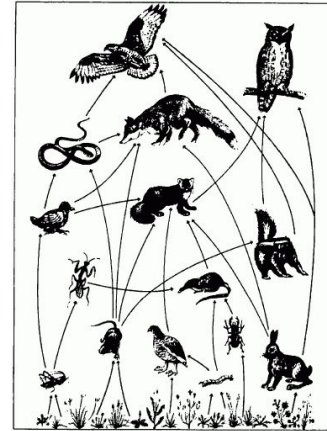
↓
ВИД

Уровни организации живой материи

Экосистема, биогеоценоз



Биосфера



Химический состав живых организмов

- Всего обнаружено 80 элементов, но только для 30 известны функции

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Периоды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ															
	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б	а VI б	а VII б	а VIII б	а IX б	а X б	а XI б	а XII б	а XIII б	а XIV б	а XV б	а XVI б
1	H 1						H 1	He 2								
2	Li 3	Be 4	B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10								
3	Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18								
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28						
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46						
6	Cs 55	Ba 56	La* 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78						
7	Fr 87	Ra 88	Ac** 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109							
	* лантаноиды															
	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71		
	** актиноиды															
	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103		

Относительные атомные массы приведены по Международной таблице 1995 года (точность указана для последней значащей цифры). Для элементов, не имеющих стабильных

Макроэлементы

- Содержание которых в живых организмах составляет больше 0,001 % на сухую массу. Составляют 99% сухой массы клетки
- Из них на **биогенные макроэлементы** приходится 98%: кислород (65-75%), углерод (15-18%), азот(1,5-3%) и водород (8-10%)

O

C

H

N

Ca

P

K

S

Cl

Mg

Na

Fe

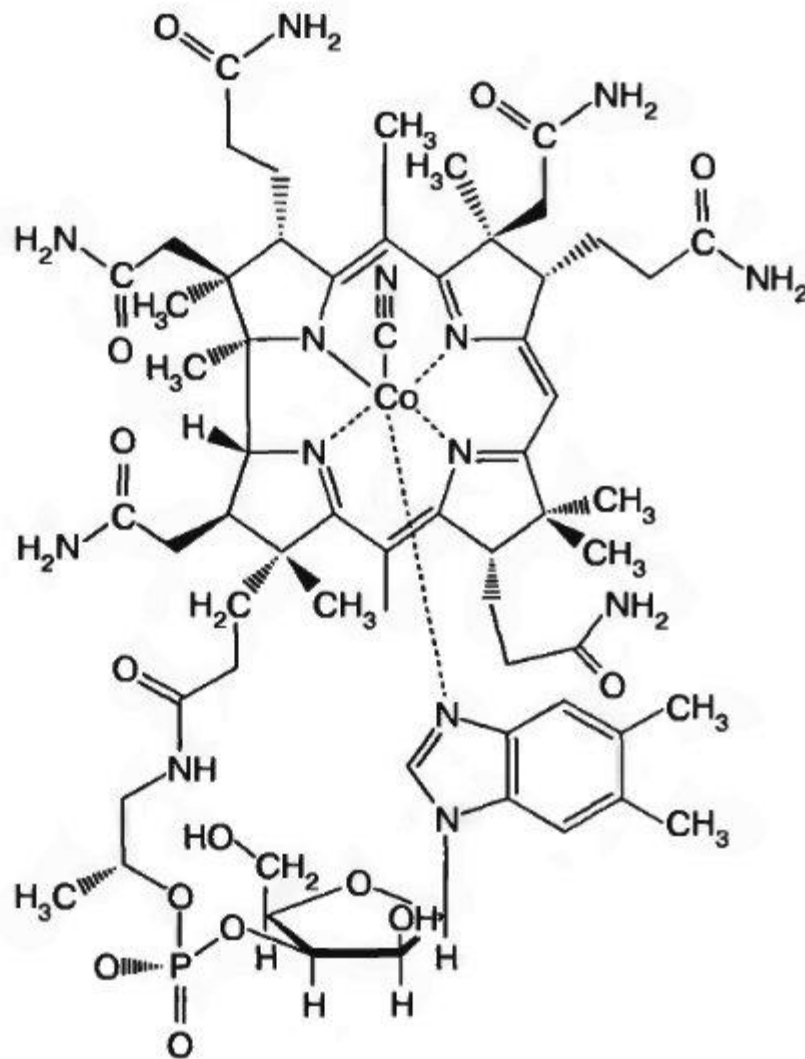
Микроэлементы

- Содержание в организме 0.001-0.000001%
- Могут входить в состав гормонов, ферментов и других важных компонентов клетки

Zn Cu I F B Co Mo V Br
Cr Mn Se Si Ge Ni

Co

витамин B₁₂



Ковалентная связь углерод-кобальт - единственный в природе пример ковалентной связи металл-углерод.

Ультрамикроэлементы

- Концентрация меньше 0.000001 %
- Физиологическая роль не установлена

Au Hg U Be Cs Ra и др.

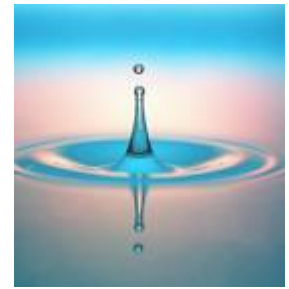
Состав химических соединений живой клетки

- Неограниченные вещества
- Вода от 50 до 90%
- Соли и др. неорг. вещ-ва 1-1.5%

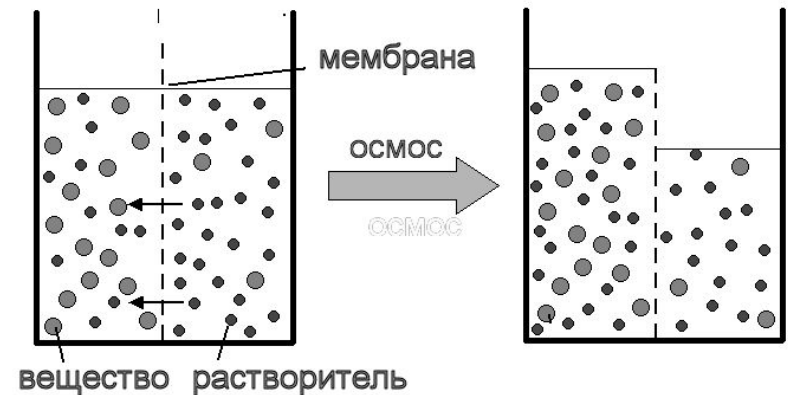
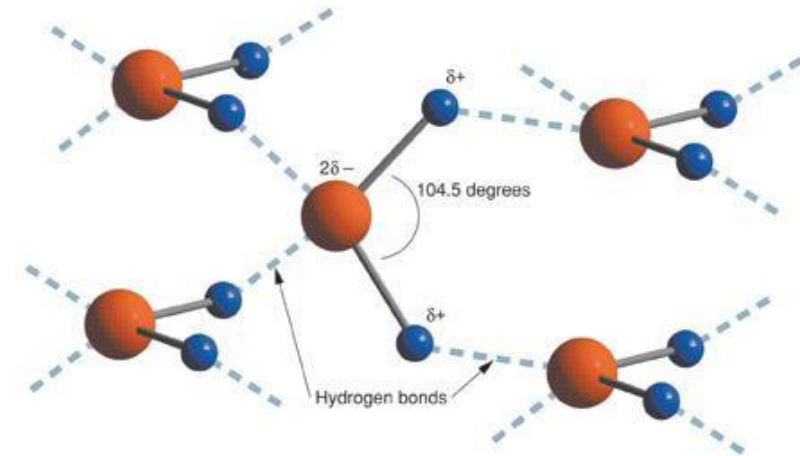
- Низкомолекулярные органические вещества
- липиды 1.5%
- прочие 0.1%

- Высокомолекулярные органические вещества
- Белки 10-20%
- Углеводы 0.2-20%
- Нуклеиновые кислоты 1-2%

Роль воды

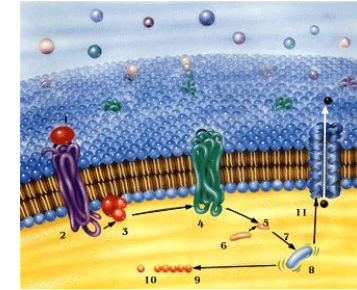


- Универсальный растворитель
- Водородные связи
- Высокая теплоемкость
- Участник многих реакций
- Транспорт веществ в организме
- Осмос



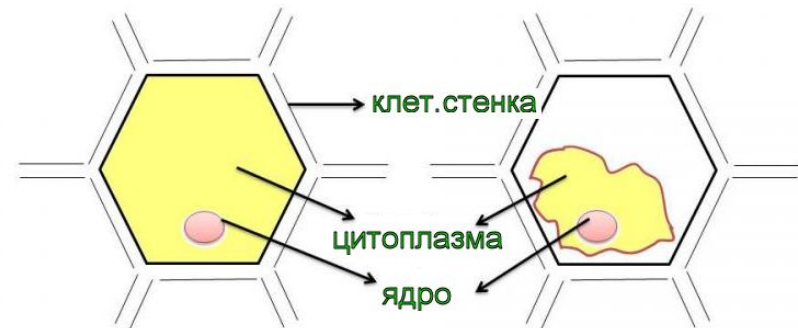
Значение осмоса в биологических процессах

- Мембрана клетки полупроницаема!
=>Белки остаются внутри клетки.



Осмоз участвует в переносе питательных веществ в стволах высоких деревьев.

Растения - осмос увеличивает объём вакуоли, и она распирает стенки клетки (тургорное давление)

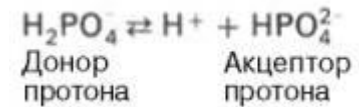
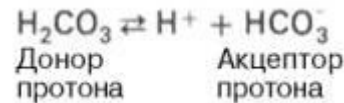


Ионы в клетке

- Важнейшие анионы: Cl^- , HCO_3^- , H_2PO_4^-

Важнейшие катионы: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}

Буферные свойства



Нерастворимые соли в костной ткани и раковинах



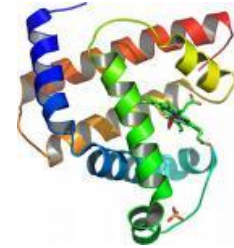
Эмаль
Дентин
Пульпа
Костная ткань
Периодонт
Цемента



Органические вещества клетки

Белки

10-20%



Углеводы

0.2-2%



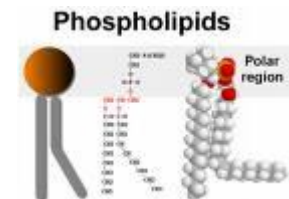
Нуклеиновые кислоты

1-2%



Липиды

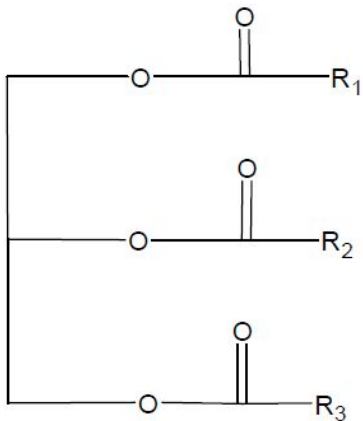
1-5%



Липиды

- большая группа веществ биологического происхождения, хорошо растворимых в органических растворителях: метанол, ацетон, хлороформ, бензол и т.д.

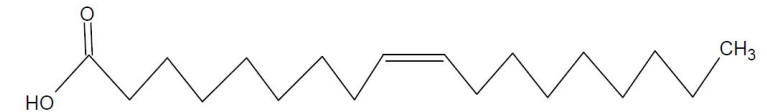
Нейтральные жиры: эфиры глицерина и карбоновых кислот



стеариновая

пальмитиновая

олеиновая



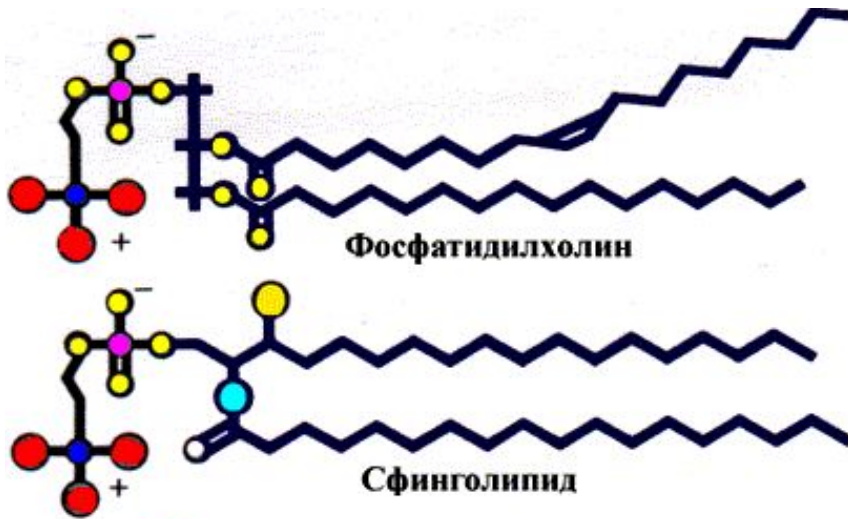
Карбоновые кислоты

Тривиальное название	Число С-атомов	Число двойных связей	Положение двойных связей		
				в липидах не встречается	структурная формула
Муравьиная	1: 0	0			
Уксусная	2: 0	0		в липидах не встречается	
Пропионовая	3: 0	0			
Масляная	4: 0	0			
Валериановая	5: 0	0			
Капроновая	6: 0	0			$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Каприловая	8: 0	0			
Каприновая	10: 0	0			
Лауриновая	12: 0	0			
Миристиновая	14: 0	0			
Пальмитиновая	16: 0	0			
Стеариновая	18: 0	0			
Олеиновая	18: 1; 9	1	9		
Линолевая	18: 2; 9,12	2	9,12		
Линоленовая	18: 3; 9,12,15	3	9,12,15		
Арахидоновая	20: 4; 5,8,11,14	4	5,8,11,14		
Бегеновая	22: 0	0			
Эруковая	22: 1; 13	1	13		
Лигноцериновая	24: 0	0			
Нервоновая	24: 1; 15	1	15		

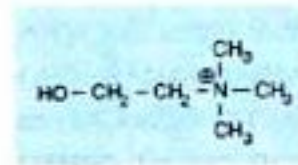
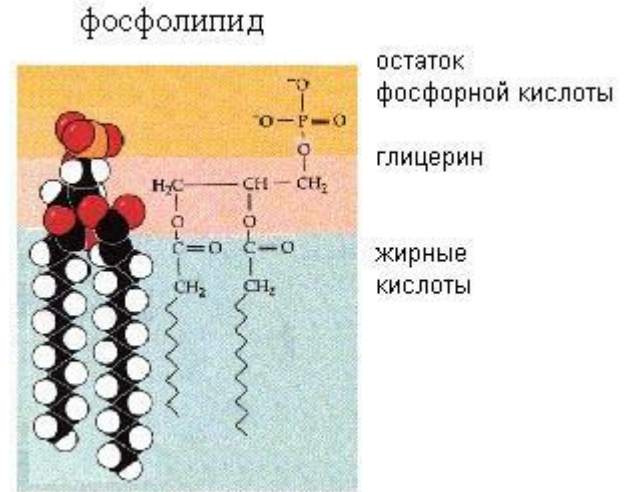
Незаменимые жирные кислоты не синтезируются в организме и должны поступать с пищей.

Из Кольман, Рем
«Наглядная биохимия»

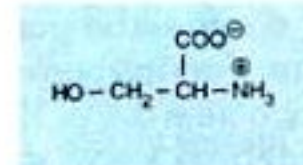
Фосфолипиды



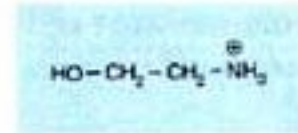
- CH₃
- NH
- O
- P
- N



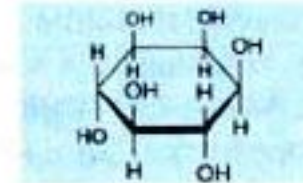
холин



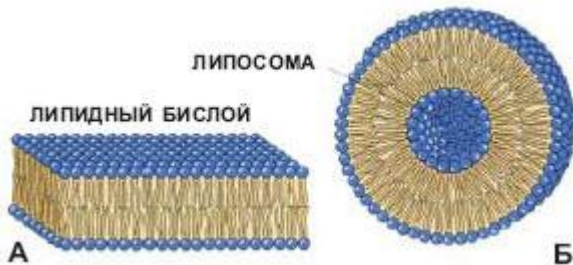
серин



этаноламин

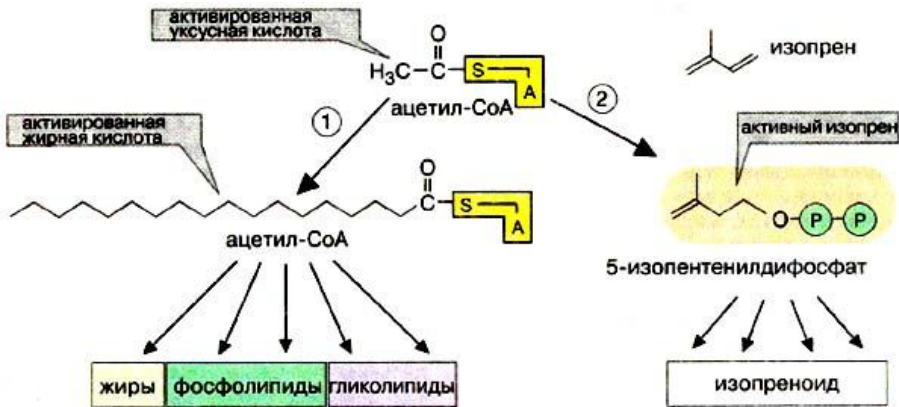


МИОИНОЗИТ

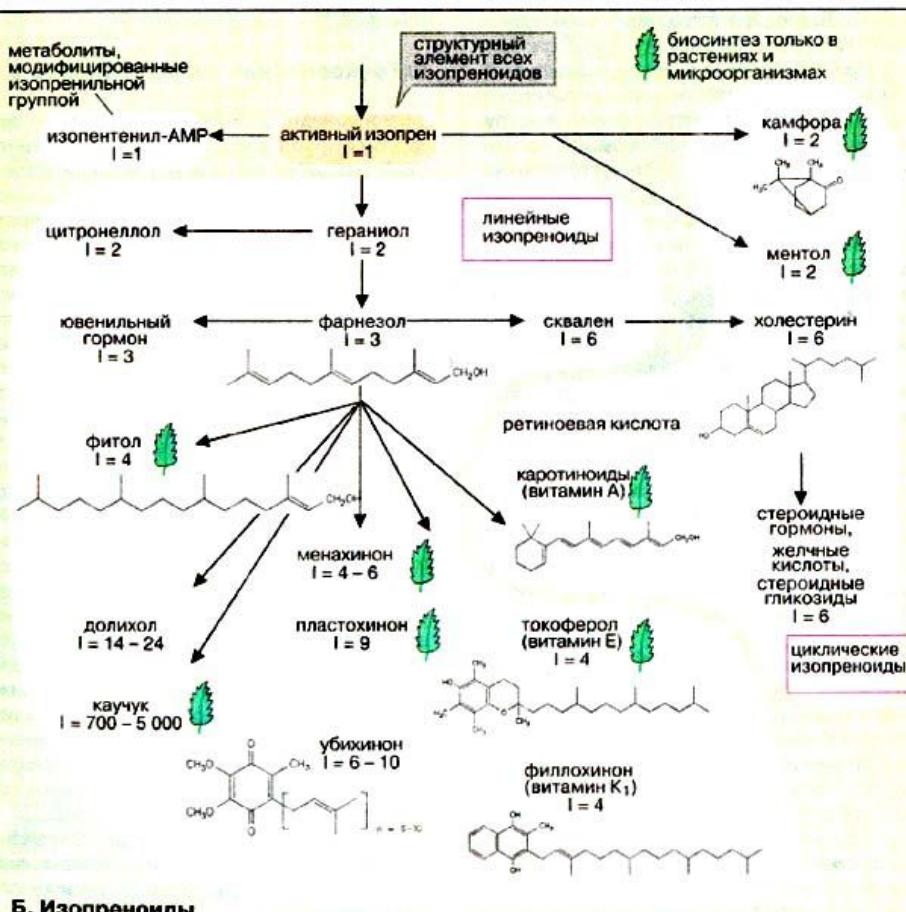


Из Кольман, Рем
«Наглядная биохимия»

Изопреноиды



А. Ацетил-СоА, как предшественник липидов



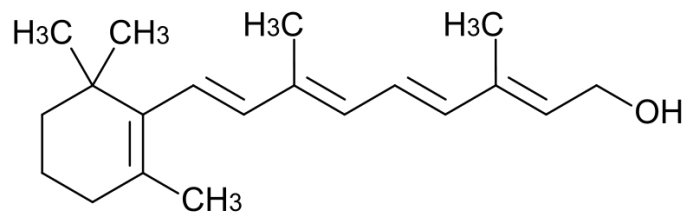
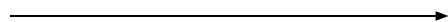
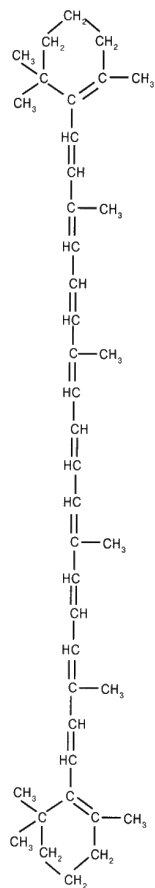
Б. Изопреноиды

Все липиды произошли от одного предшественника — **ацетилкофермента А** [ацетил-КоА (ацетилСоА)], представляющего собой активированную форму уксусной кислоты

Из Кольман, Рем «Наглядная биохимия»

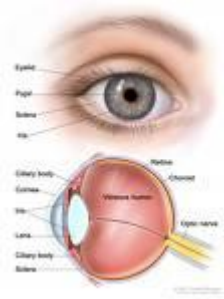


Витамин А



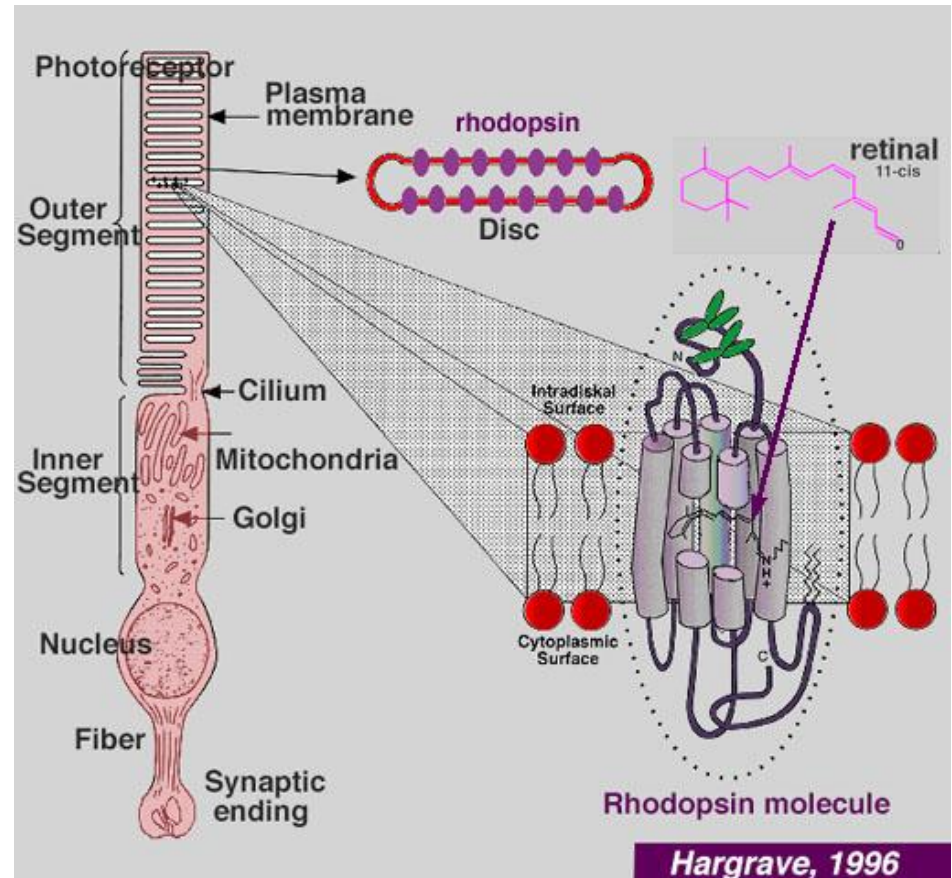
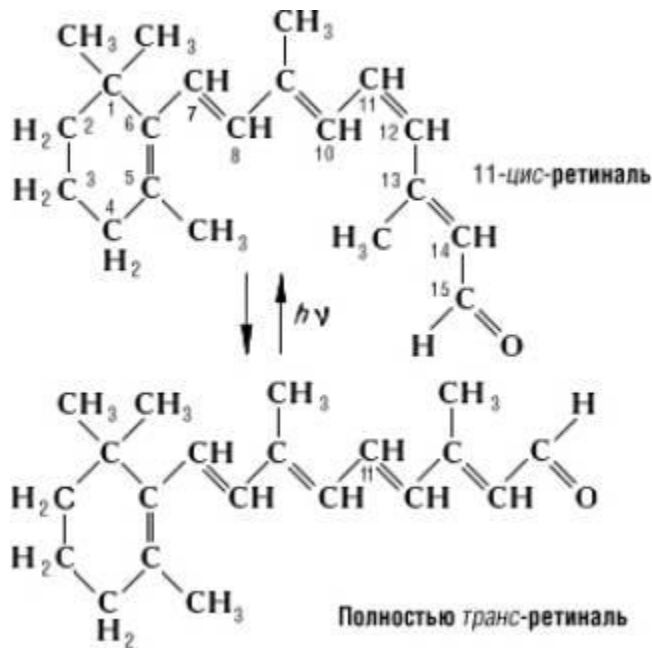
Витамин А - **ретинол**

- Провитамин А
– **β каротин**



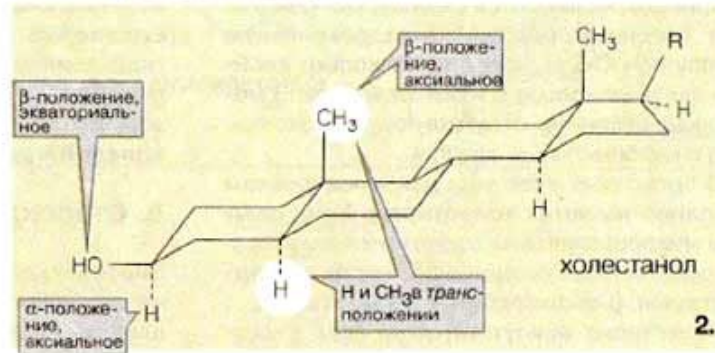
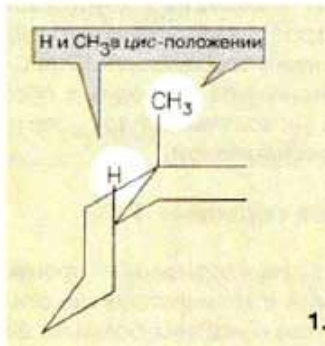
Родопсин

(белок с хромофорной группой)



- 1) Поглощение кванта света
- 2) хромофорная группа (11-цис-ретинаяль) переходит в транс-форму
- 3) разложение родопсина
- 4) возбуждение зрительного нерва

СТЕРОИДЫ

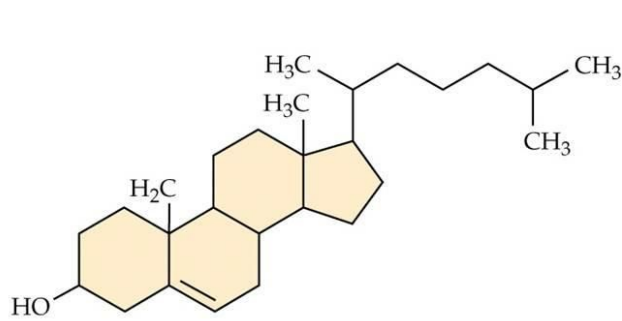


Конформации колец
Б. Пространственная структура стероидов

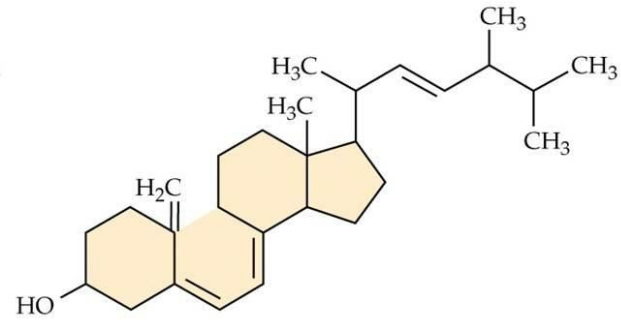


Из Кольман, Рем
«Наглядная биохимия»

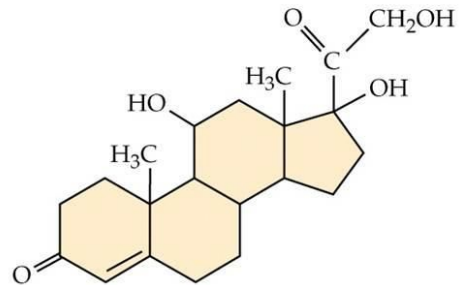
Стероиды



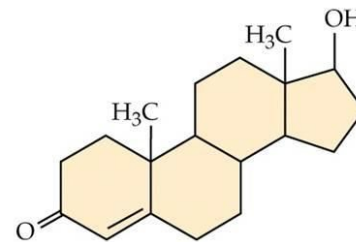
холестерин



витамин Д



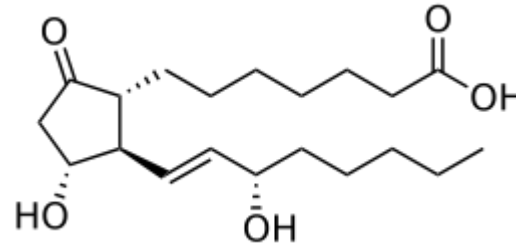
кортизол



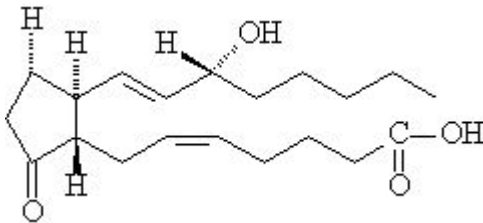
тестостерон

Структура мембран, желчные кислоты, гормоны, витамины

Простагландины



E1

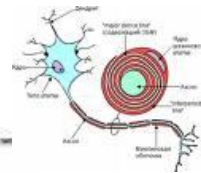
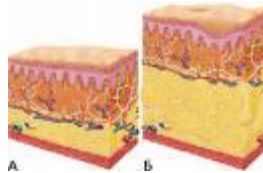


E2

Липидные медиаторы – обнаружены во всех органах и тканях животных.
Аспирин – ингибитор синтеза простагландинов.

Функции липидов

- 1) Структурная
- 2) Энергетическая
- 3) Запасная
- 4) Изоляционная
- 5) Регуляторная
- 6) Рецепторная



БИОПОЛИМЕРЫ

- Гомополимеры – один тип мономеров
- Гетерополимеры – более одного типа мономеров

- Регулярные –А-В-А-В-А-В-
- Нерегулярные –А-С-В-А-Г-А-

Литература

