

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего и профессионального образования

Сибирский федеральный университет

Кафедра биохимии и физиологии человека и
ЖИВОТНЫХ



Красноярск 2007

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
и профессионального образования

Сибирский федеральный университет
Кафедра биохимии и физиологии человека и животных



Автор: доцент, к.б.н. Замай Татьяна Николаевна

БИОХИМИЯ
ЧАСТЬ 1. Статическая биохимия
Строение, свойства, биологическая роль
углеводов и липидов

факультет физической культуры и спорта
направление - физическая культура

СТАТИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ

Содержание:

ЧАСТЬ 1. СТАТИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ

1. Строение, свойства, биологическая роль углеводов и липидов
2. Строение, свойства, биологическая роль белков
3. Строение, свойства, биологическая роль нуклеотидов
4. Витамины, ферменты
5. Гормоны, биологическая роль, классификация, механизм действия

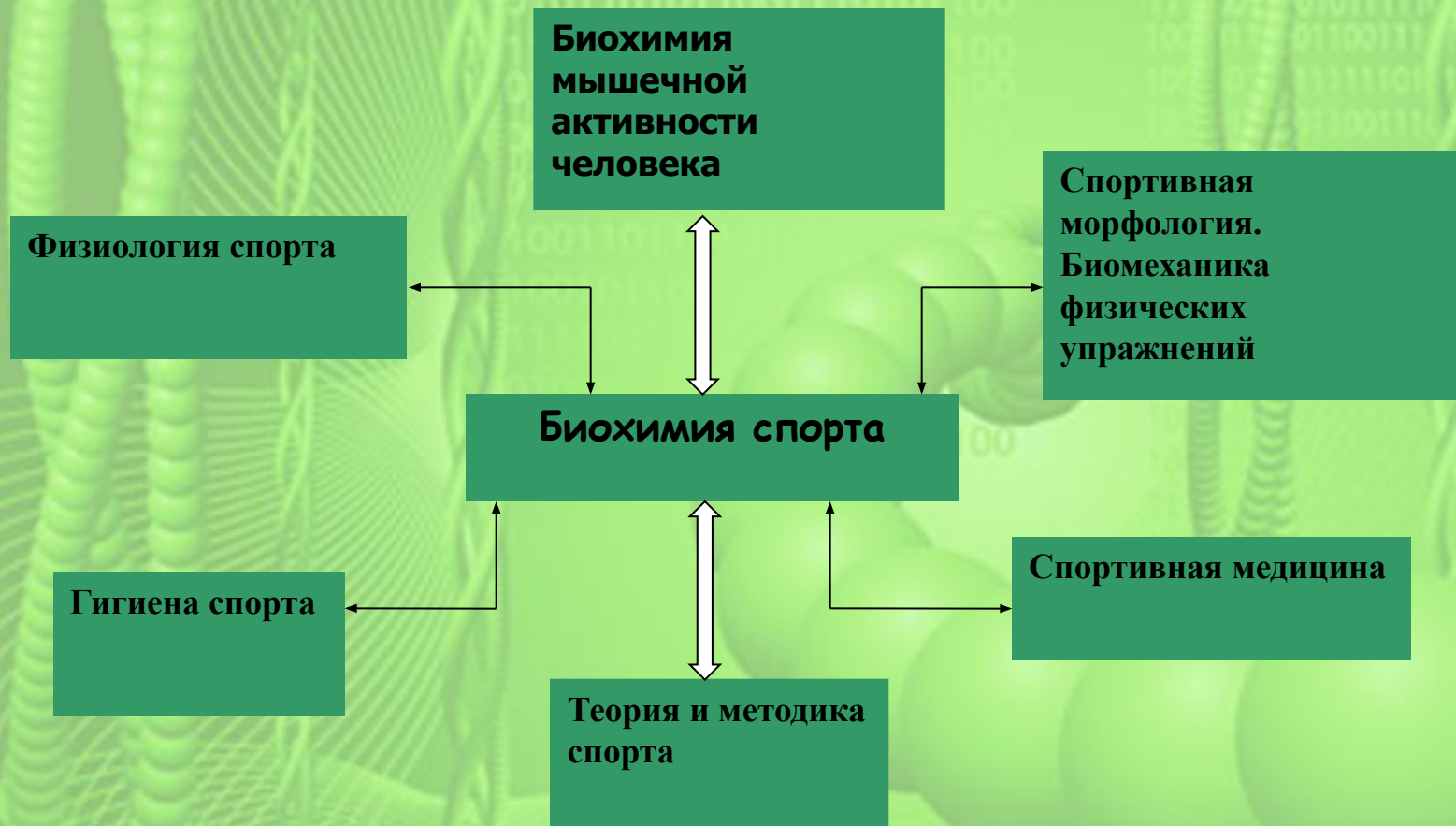
Основные проблемы спортивной биохимии:

- Механизмы преобразования энергии в организме человека при мышечной деятельности
- Регуляция синтеза белка при мышечной нагрузке
- Механизмы нервной и гормональной регуляции обмена веществ при мышечной деятельности
- Закономерности биохимической адаптации к систематической мышечной деятельности

Важнейшие задачи спортивной биохимии:

- Выявление и оценка биохимических факторов, лимитирующих уровень спортивных достижений
- Изучение биохимических сдвигов у спортсменов в процессе тренировочных занятий
- Изучение биохимических характеристик восстановительных процессов после соревновательных и тренировочных нагрузок
- Установление биохимических критериев, оценивающих эффективность тренировочного процесса, а также целесообразность применения специальных средств, направленных на повышение работоспособности и ускорение восстановительных процессов

Взаимосвязь спортивной биохимии с другими науками



Превращение энергии в живых клетках

Первая важная аксиома молекулярной логики живого: живые организмы создают и поддерживают присущую им упорядоченность за счет внешней среды, степень упорядоченности которой в результате этого уменьшается.

Вторая аксиома молекулярной логики живого включает положение о том, что клетка - неравновесная открытая система, машина для извлечения из внешней среды свободной энергии, в результате чего происходит возрастание энтропии среды.

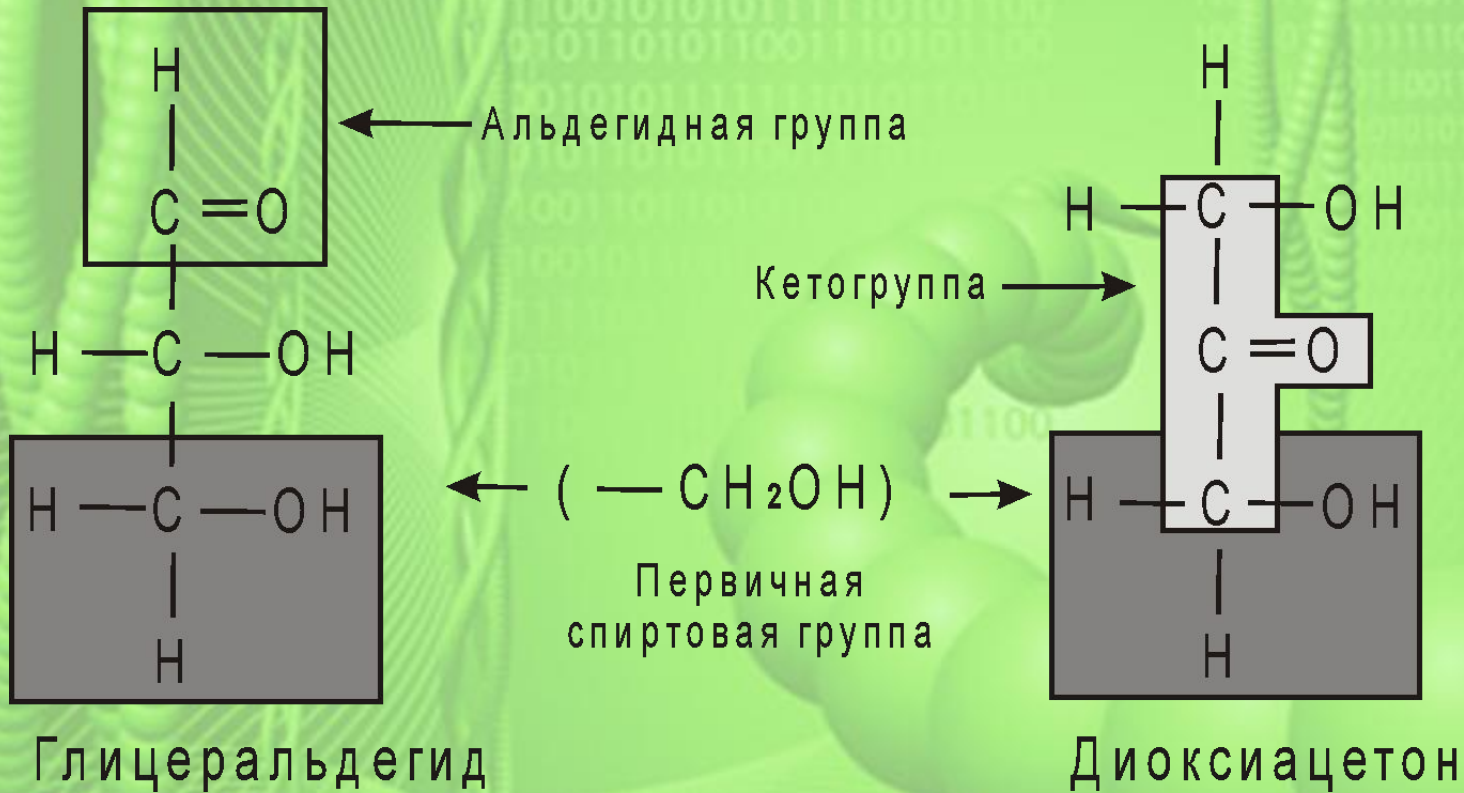
Третья важная аксиома: живая клетка является изотермической химической машиной.

Биологические функции углеводов

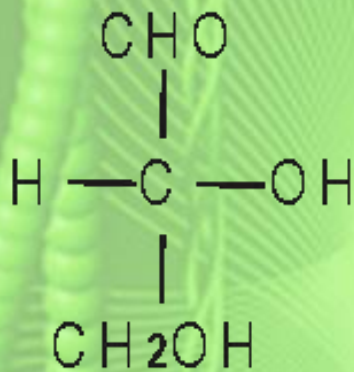
- Энергетическая функция (главный вид клеточного топлива)
- Структурная функция (обязательный компонент большинства внутриклеточных структур)
- Защитная функция (участие углеводных компонентов иммуноглобулинов в поддержании иммунитета)

Строение, свойства, биологическая роль углеводов и липидов

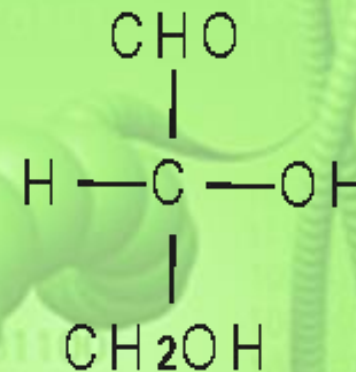
Моносахариды



Моносахариды

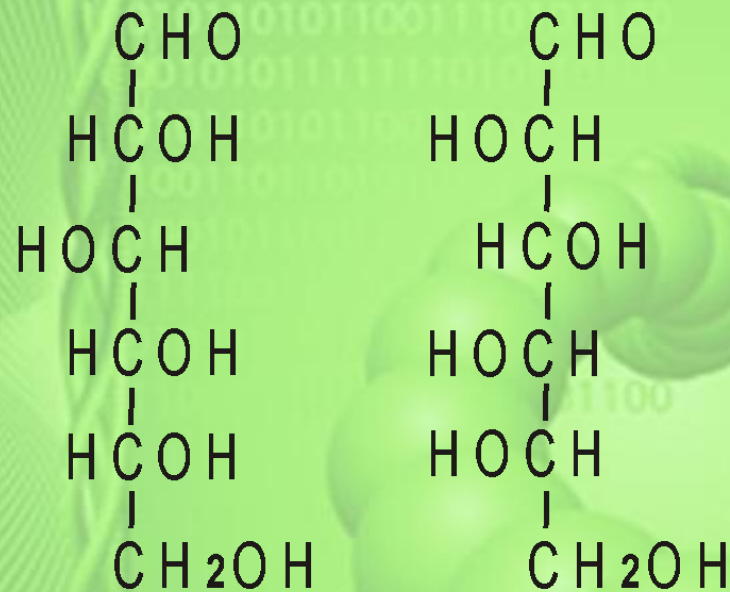


D(+)-глицеральдегид



L(-)-глицеральдегид

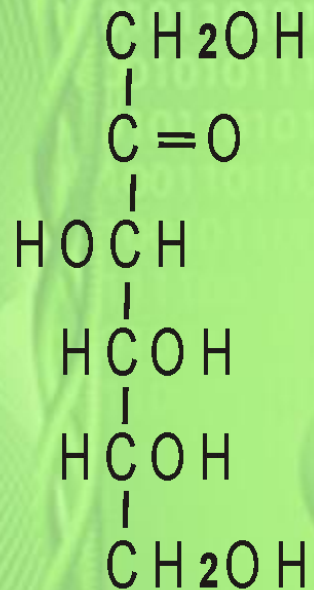
Энантиомеры



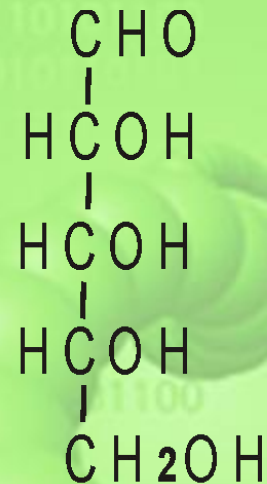
D-глюкоза

L-глюкоза

Представители моносахаридов

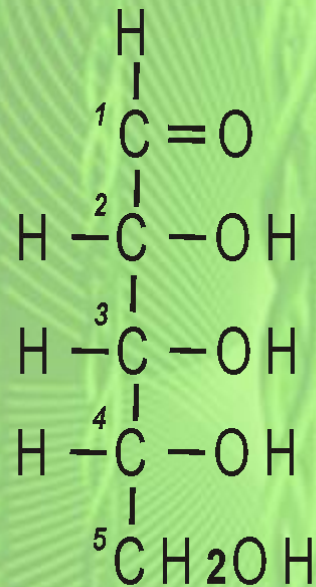


D-фруктоза

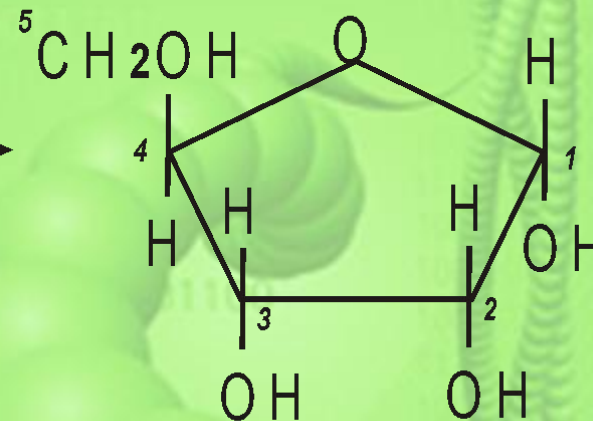


D-рибоза

5-членные кольца сахаров - фуранозы

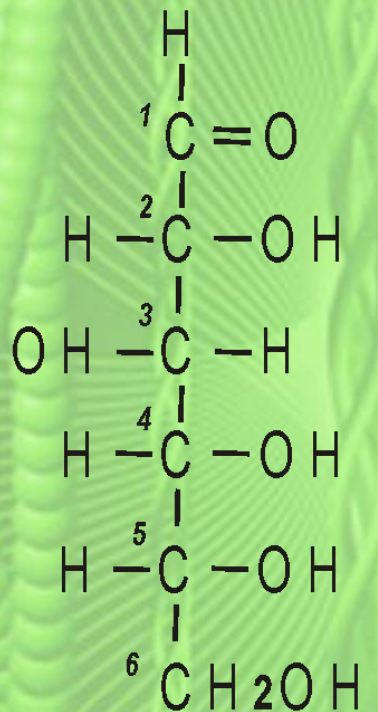


D-рибоза

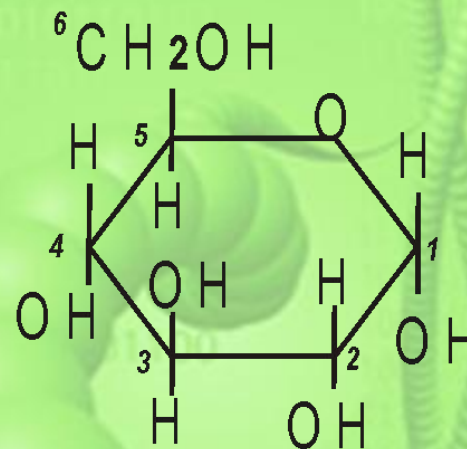


Фураноза

6-членные кольца сахаров - пиранозы



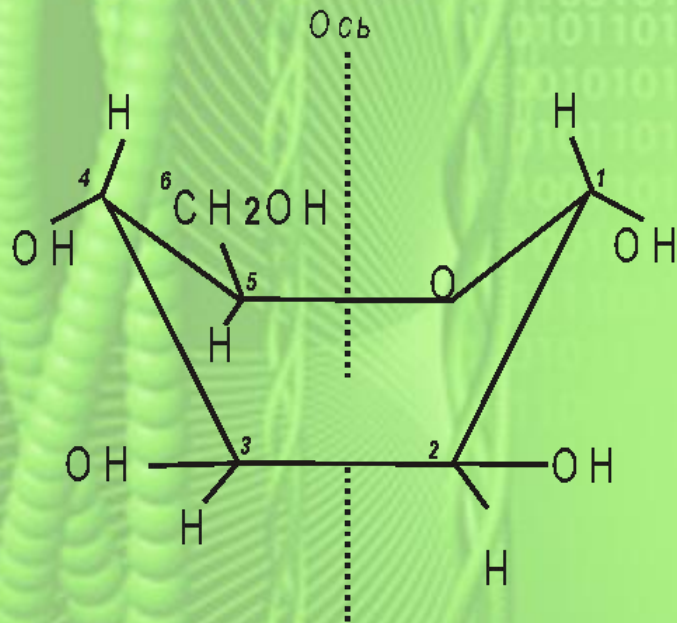
D-глюкоза



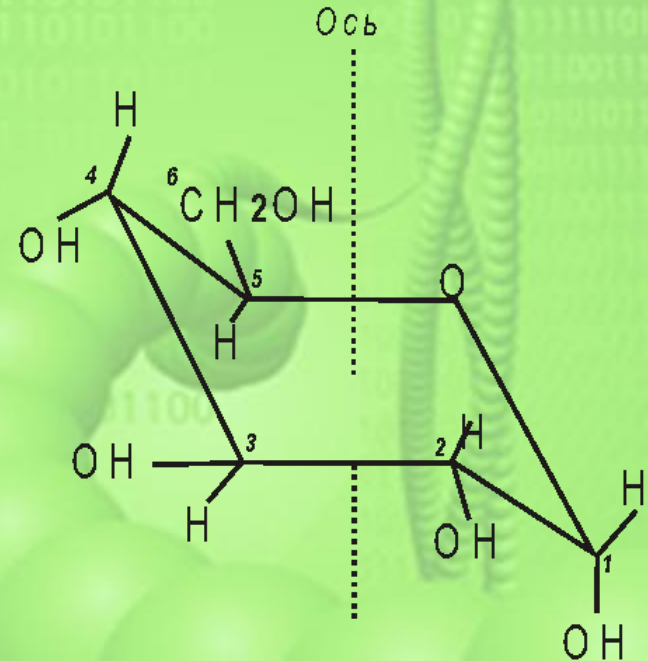
Пираноза

Строение, свойства, биологическая роль углеводов и липидов

Пиранозные кольца могут принимать формы кресла и лодки



Лодка



Кресло

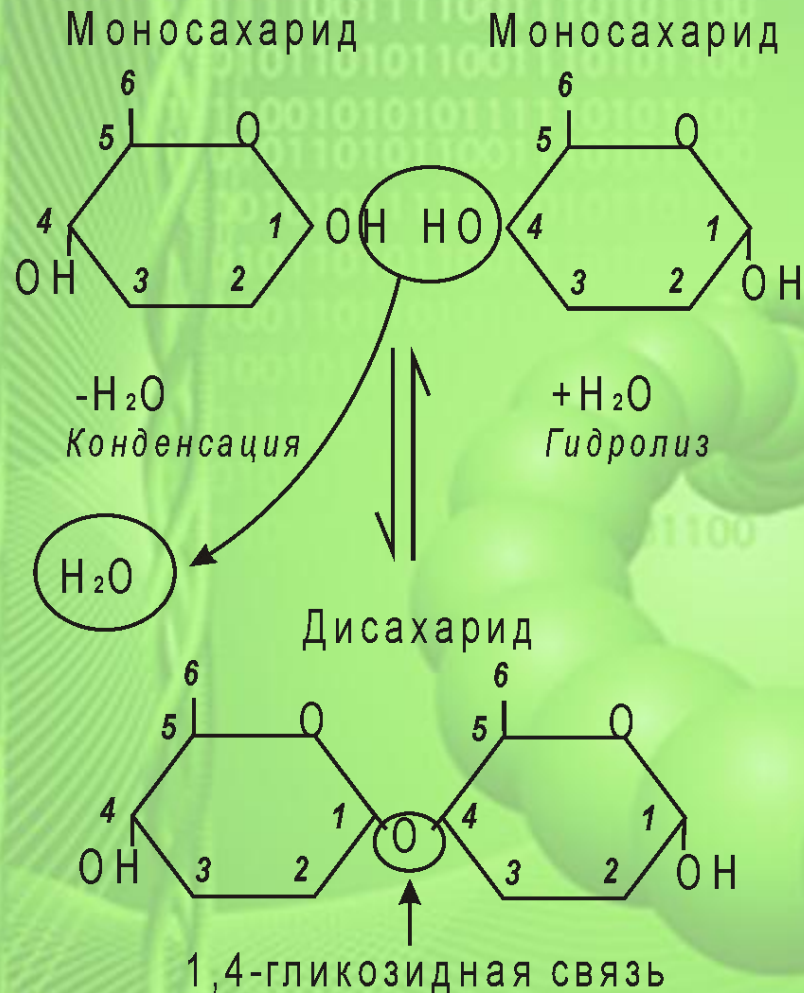
Олигосахариды

Глюкоза + Глюкоза = Мальтоза

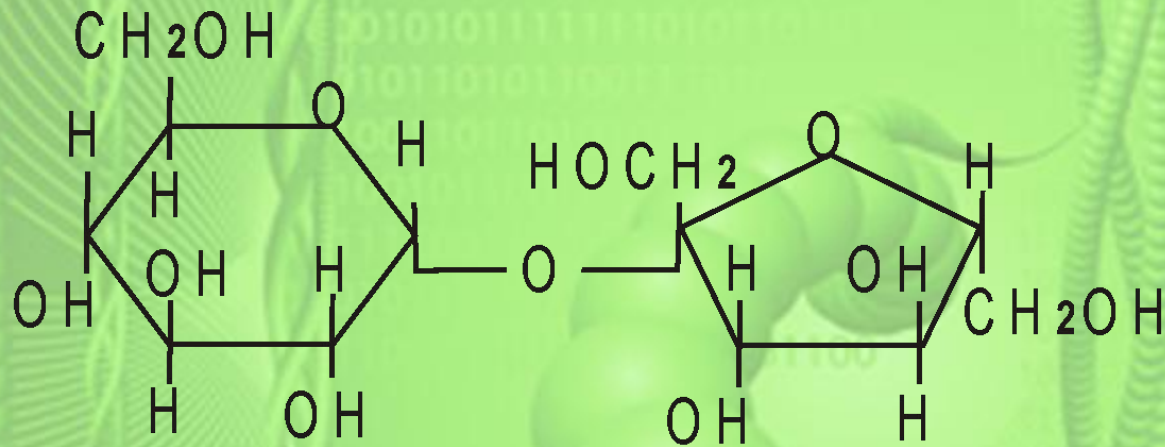
Глюкоза + Галактоза = Лактоза

Глюкоза + Фруктоза = Сахароза

Олигосахариды

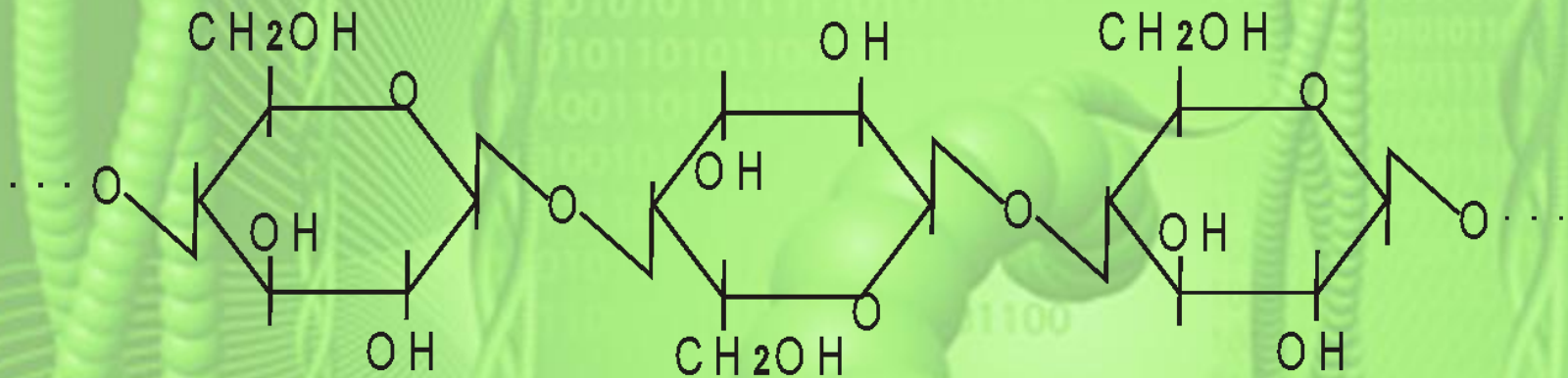


Олигосахариды



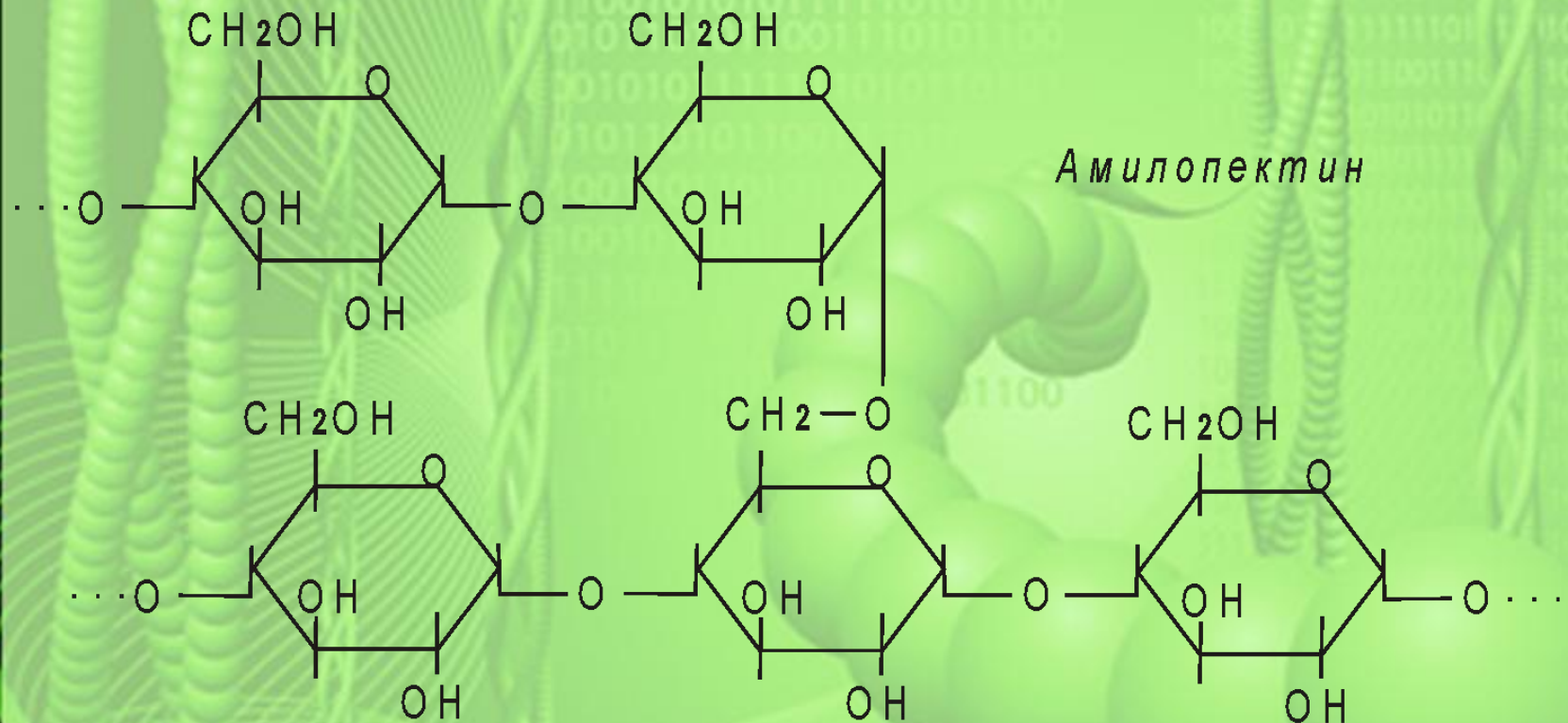
Сахароза

Полисахариды (гликаны)

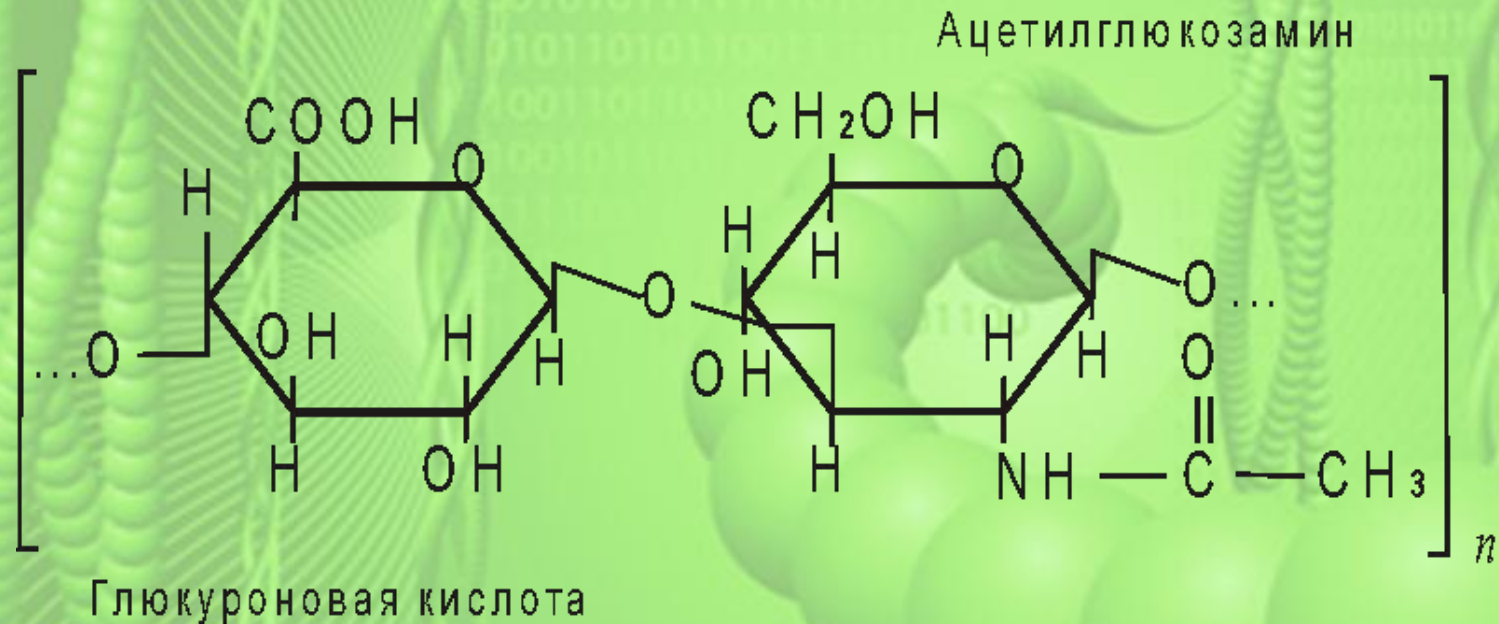


Целлюлоза

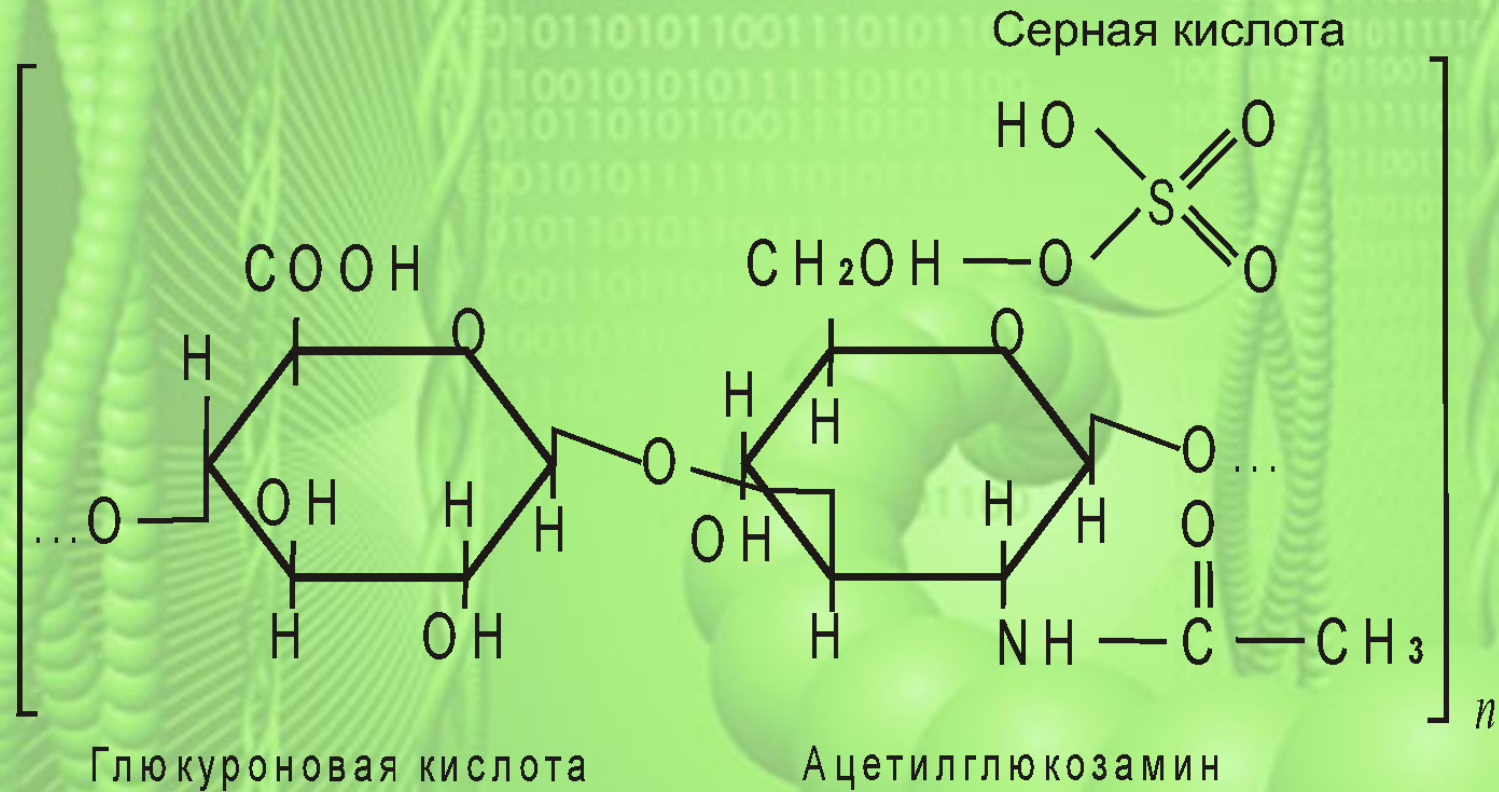
Полисахариды (гликаны)



Мукополисахариды (гликозамингликаны)



Мукополисахариды (гликозамингликаны)



Этерификация

Кислота + Спирт → Сложный эфир +
Вода



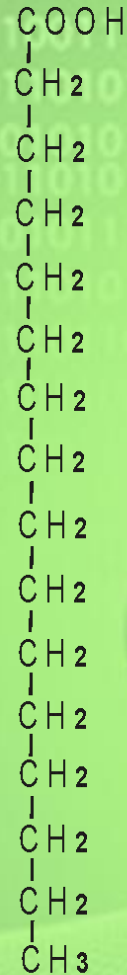
– COO - это сложноэфирная связь.

Биологическая роль липидов

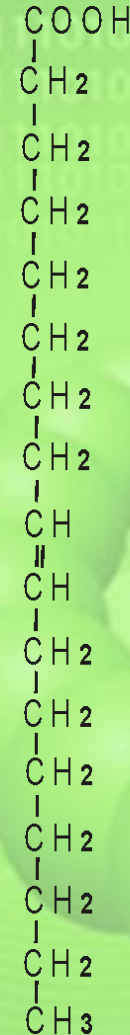
- Структурная функция (обязательные компоненты биологических мембран)
- Энергетическая функция (эффективный источник энергии в клетке)
- Служат формой, в которой транспортируется это топливо,
- Выполняют защитную функцию (в клеточных стенках бактерий, в листьях высших растений, в коже позвоночных)
- Некоторые вещества, относимые к липидам, обладают высокой биологической активностью - это витамины и их предшественники, некоторые гормон

Жирные кислоты

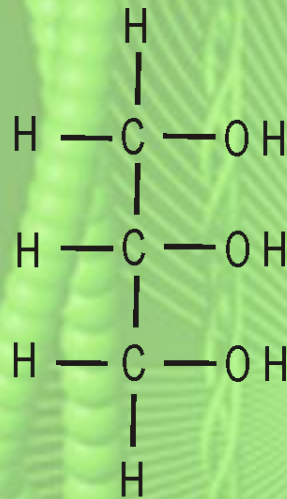
Пальмитиновая
кислота



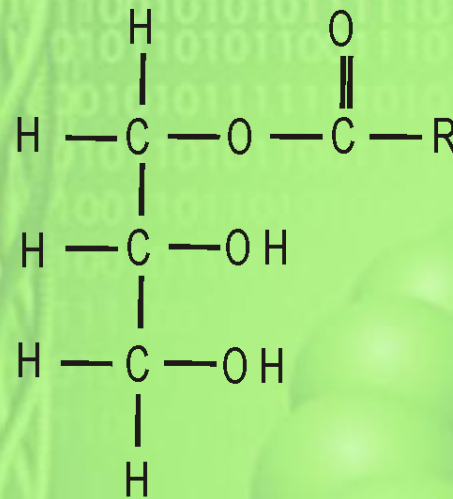
Олеиновая
кислота



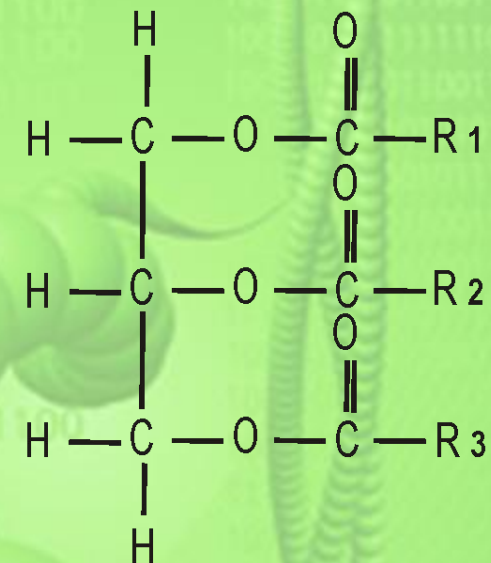
Нейтральные липиды



Глицерол

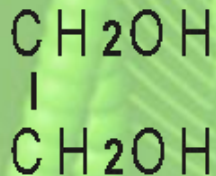


1-моноацилглицерин

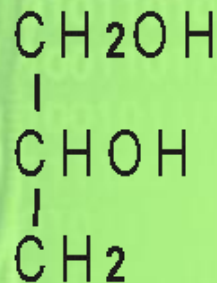


Триацлглицерин

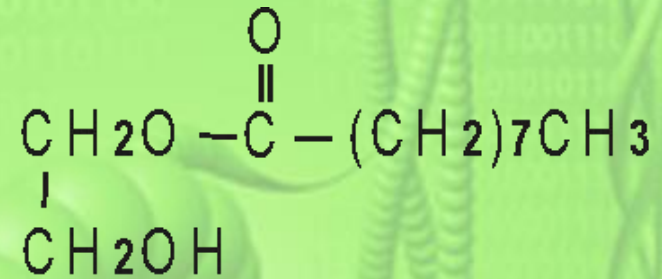
Нейтральные диольные липиды



Этандиол
(этиленгликоль)

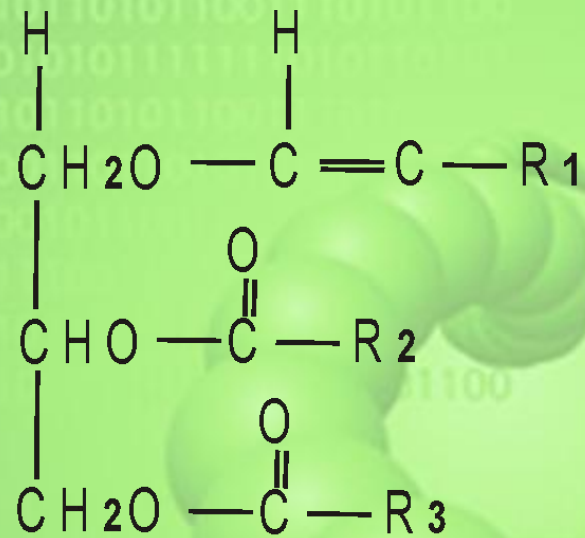


1,2-пропандиол



Моноолеатэтиленгликоля

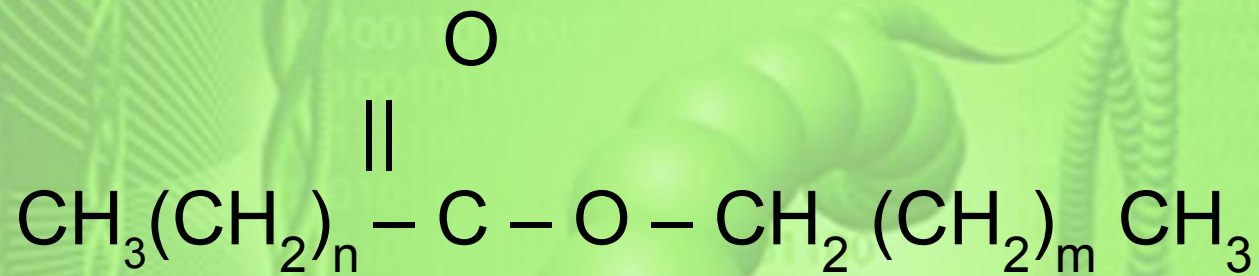
Нейтральные плазмалогены



Плазмоген

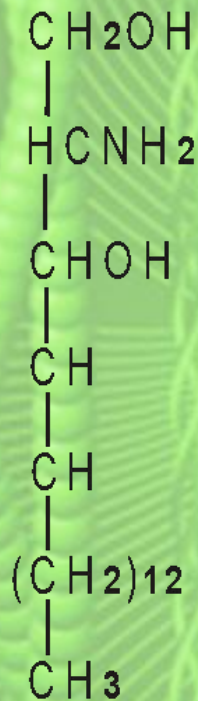
(R-ненасыщенный алифатический спирт, R₁, R₂ - жирные кислоты)

Воска

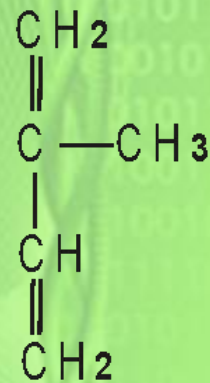


Строение, свойства, биологическая роль углеводов и липидов

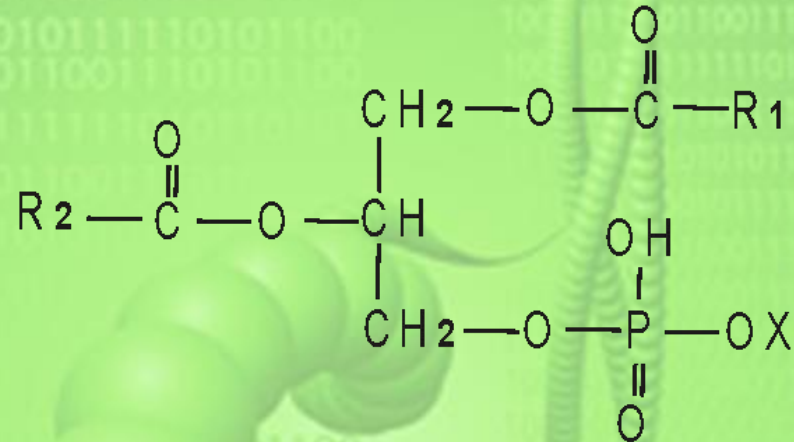
Гликолипиды



Сфингозин



Изопрен



Глицерофосфолипид

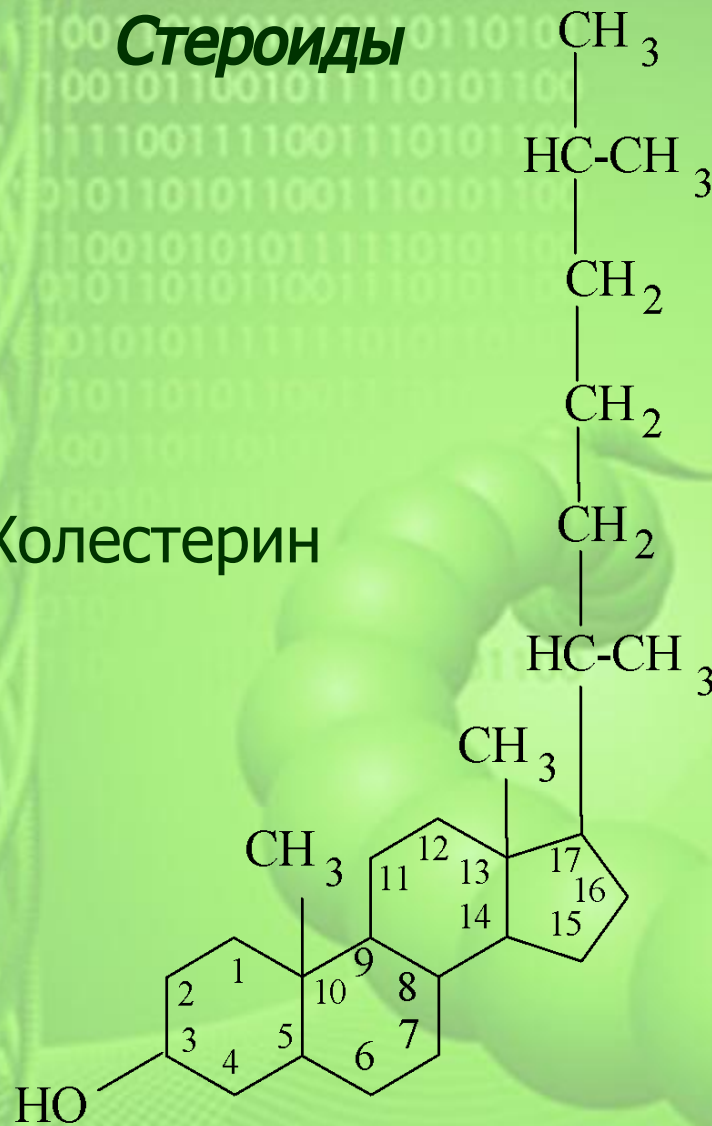
Стероиды



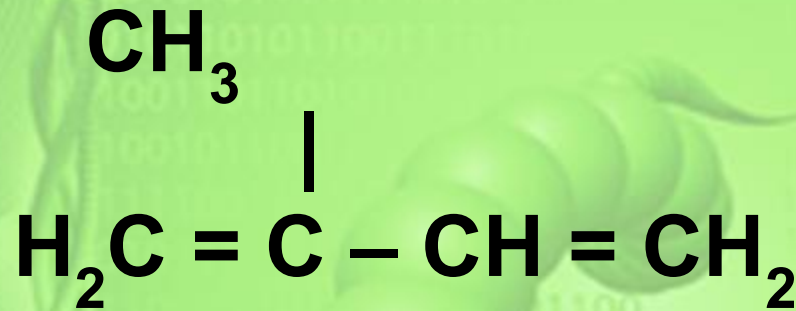
Циклопентапергидрофенантрен

Стероиды

Холестерин

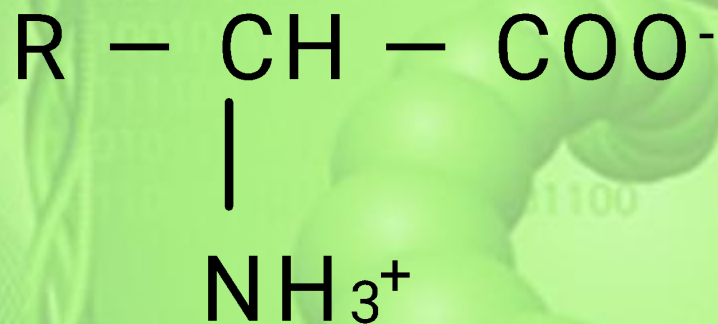


Терпены



Изопрен

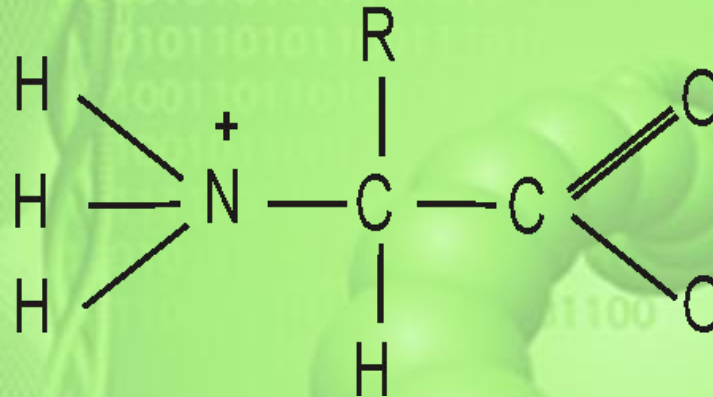
Общая формула аминокислот



Аминокислоты подразделяются на 4 основные класса:

- Неполярные, или гидрофобные (аланин, валин, лейцин, изолейцин, пролин, фенилаланин, триптофан, метионин),
- Полярные, но не заряженные (глицин, серин, треонин, цистеин, тирозин, аспарагин, глутамин),
- Положительно заряженные (лизин, гистидин, аргинин)
- Отрицательно заряженные (аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота)

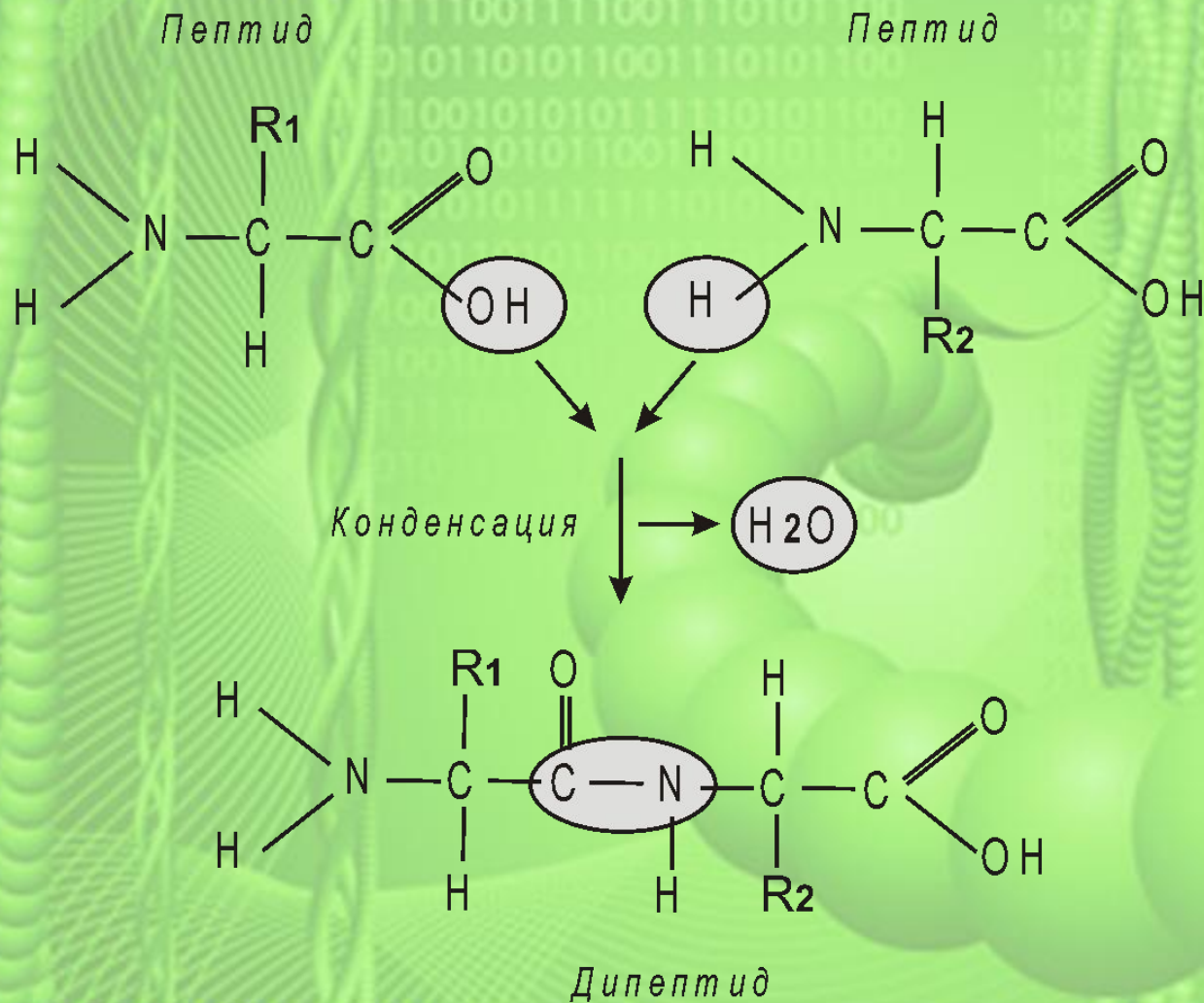
Нейтральная цвиттерионная форма аминокислоты



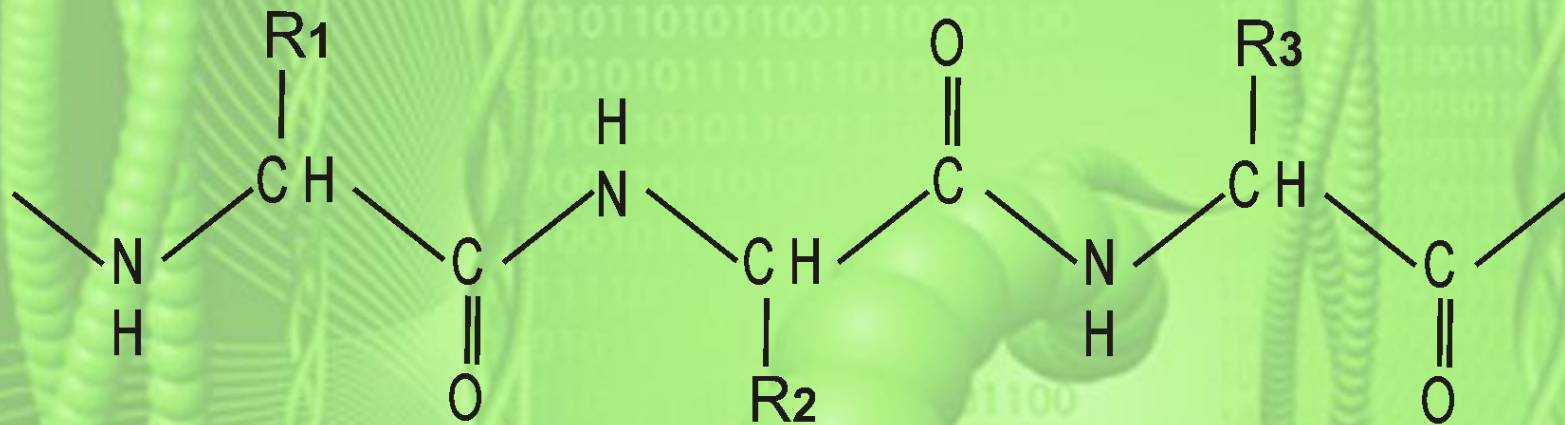
–NH₂, основная группа,
обладает сильным
сродством к H⁺–ионам

–COOH, кислотная группа,
диссоциирует с
высвобождением H⁺–ионов

Пептидные связи

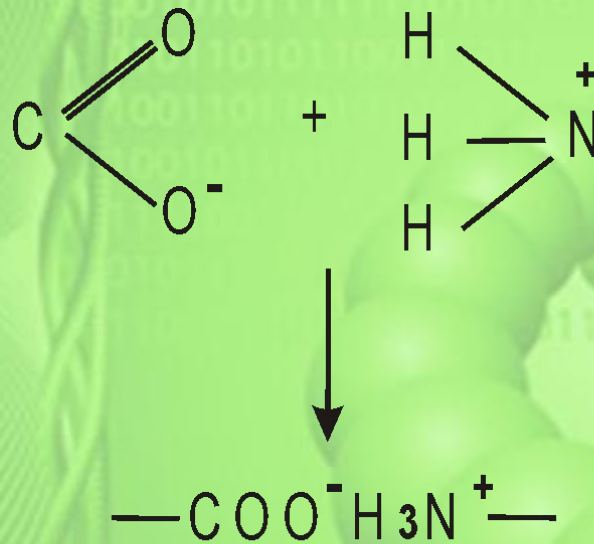


Связи, стабилизирующие белковую молекулу



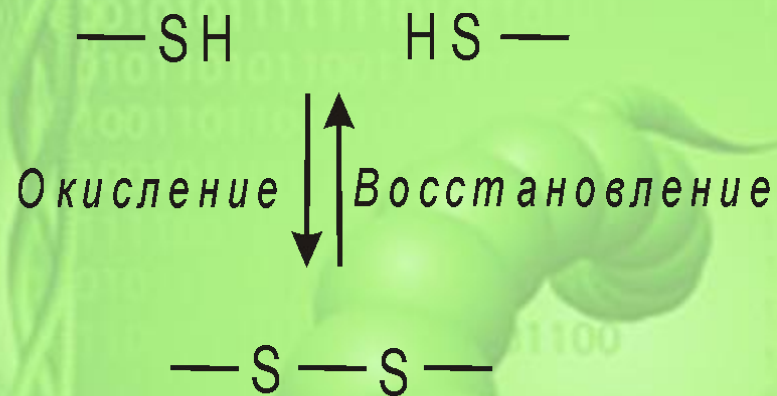
Часть молекулы полипептида

Связи, стабилизирующие белковую молекулу



Ионная связь

Связи, стабилизирующие белковую молекулу



Дисульфидная связь

Связи, стабилизирующие белковую молекулу

Электроположительные водородные атомы, соединенные с кислородом или азотом в группах – OH или – NH, стремятся обобществить электроны с находящимся по соседству электроотрицательным атомом кислорода, например, с кислородом группы = CO

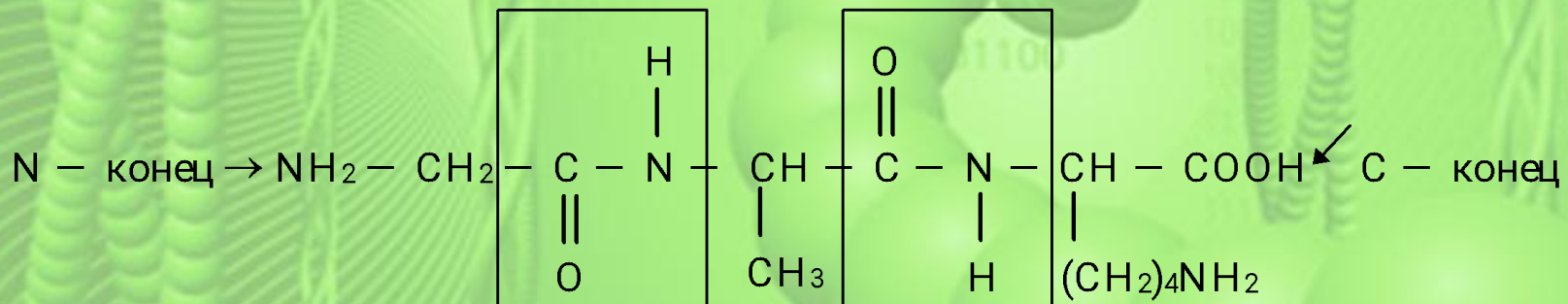
Локализованное электростатическое притяжение

– OH O=C

Водородная связь

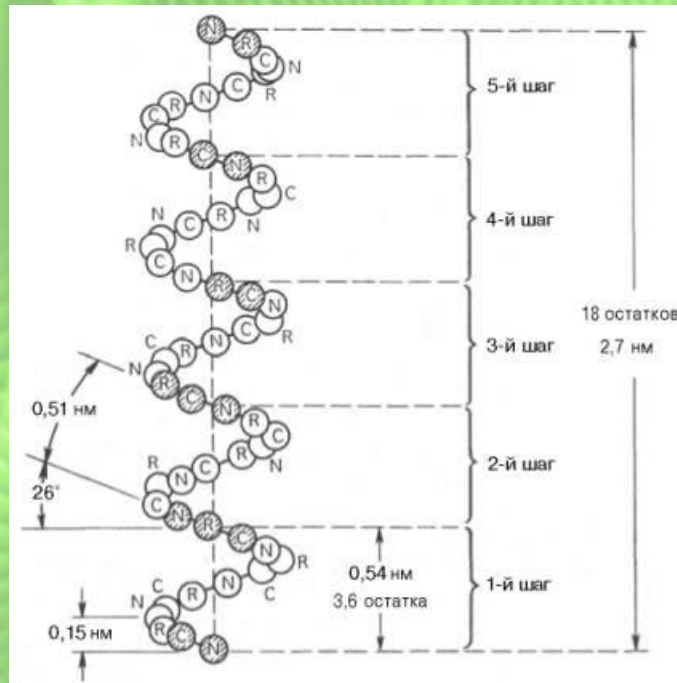
Последовательность аминокислот для каждого белка уникальна и закреплена генетически

Первичная структура характеризует последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи, связанных ковалентными связями

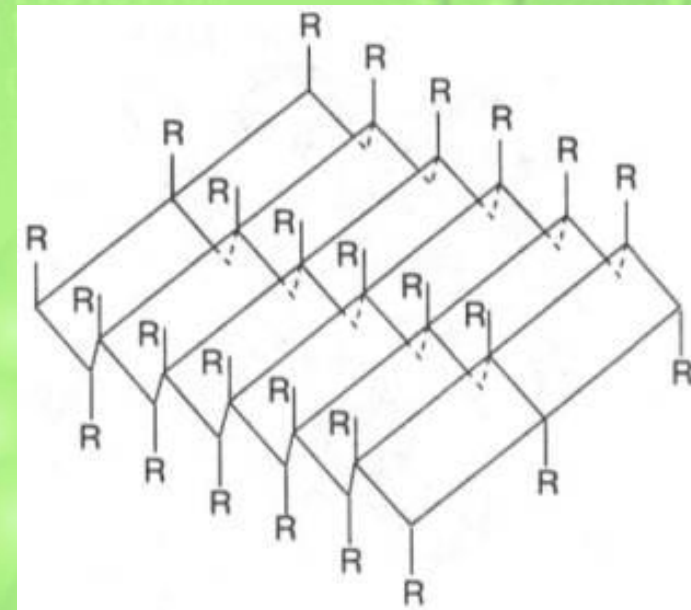


трипептид: глицилаланиллизин

Вторичная структура белка

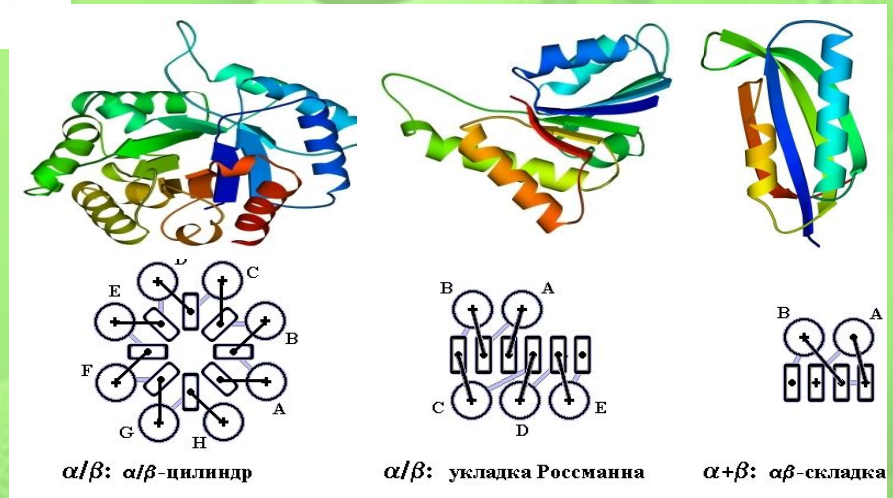
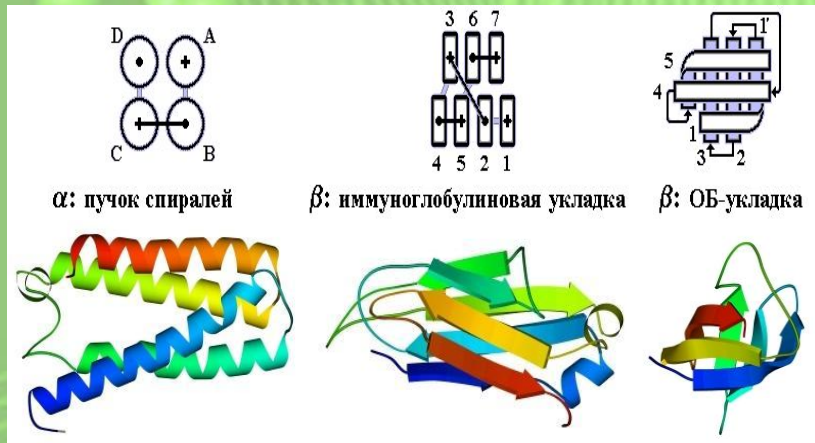


α -спираль

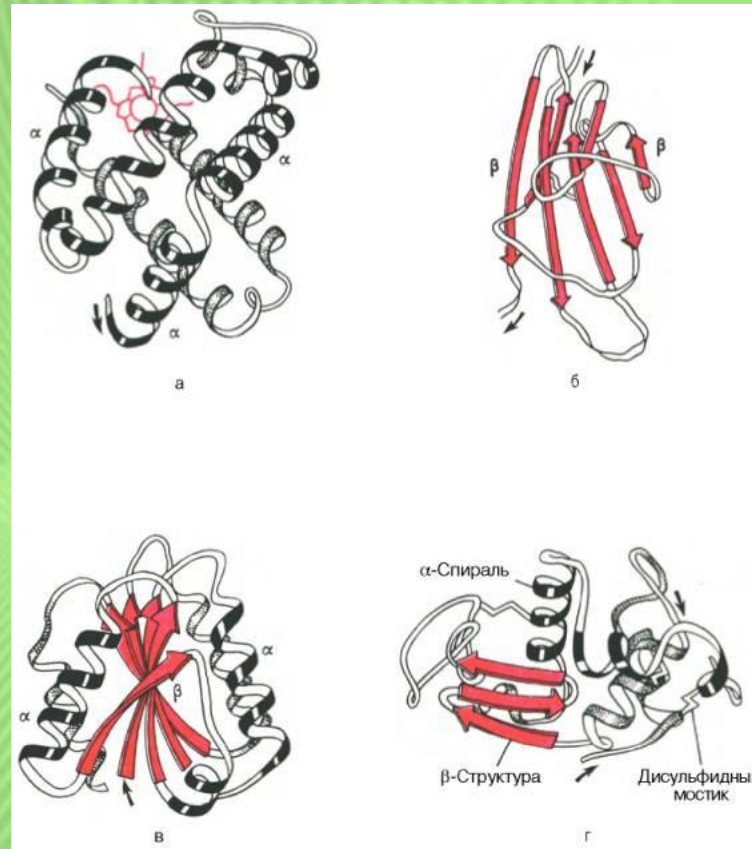


β -складчатая структура

Характерные мотивы укладки белковой цепи в α , β , α/β , и $\alpha+\beta$ белках

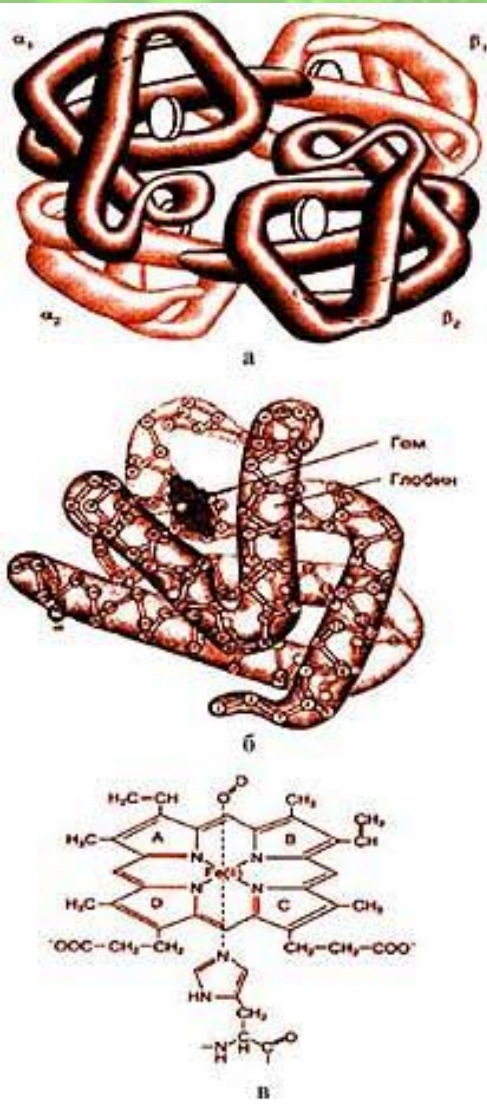


Третичная структура белка



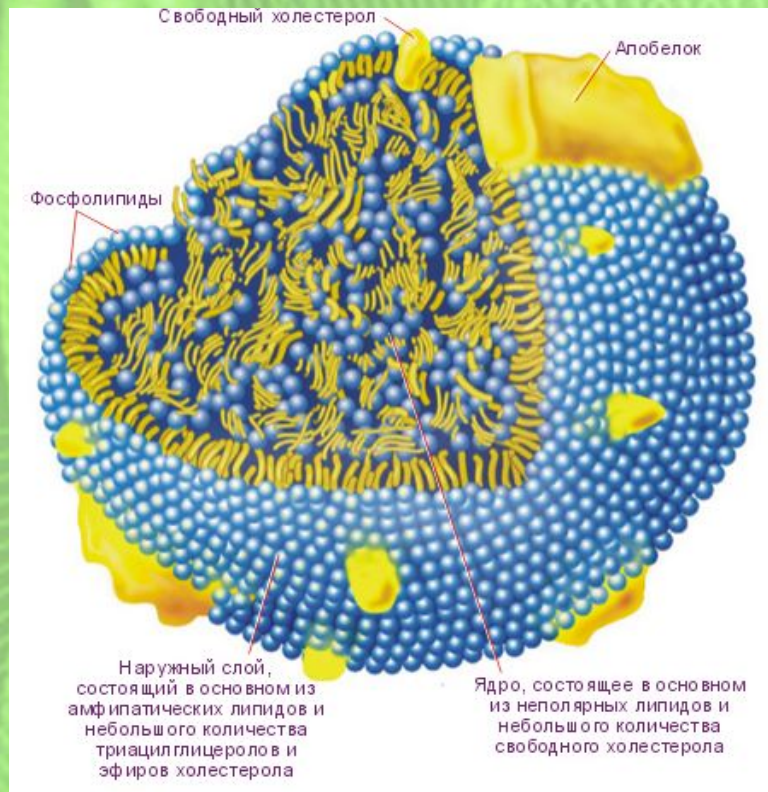
Доменное строение глобулярных белков
(по А.А.Болдыреву)

Четвертичная структура белка



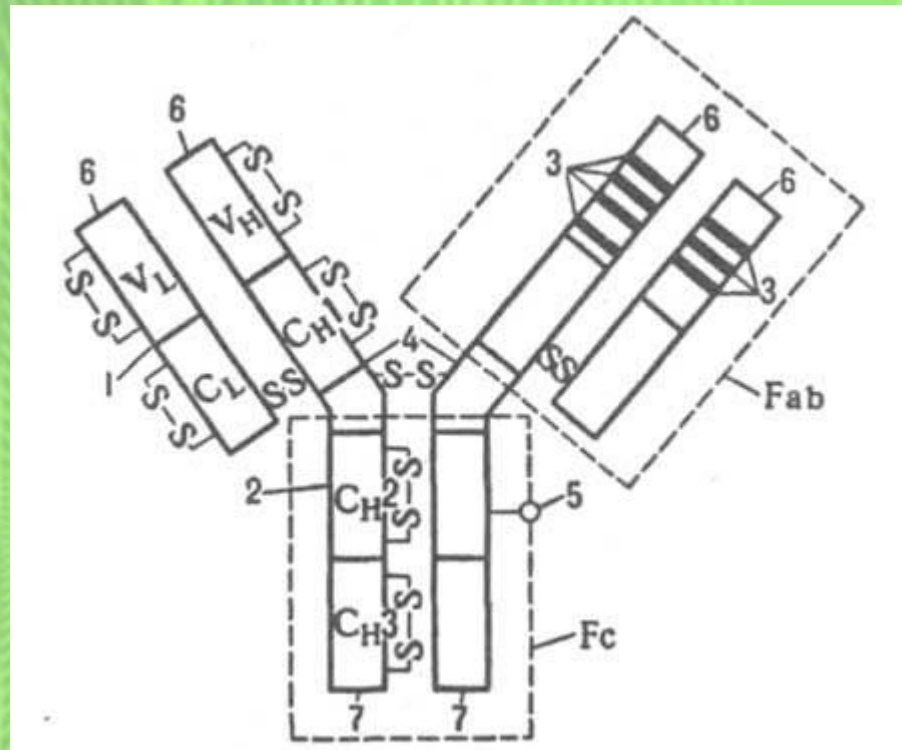
Гемоглобин состоит из четырех субъединиц (двух α -цепей и двух β -цепей - верхний рисунок), одна субъединица (средний рисунок), простетическая группа гемоглобина (нижний рисунок)

Сложные белки



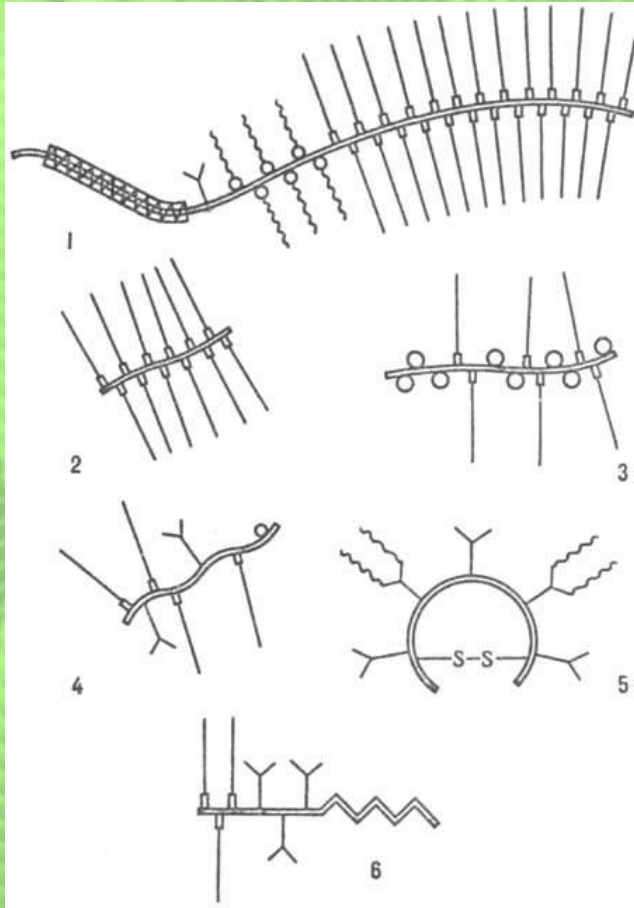
Липопротеины

Сложные белки



Гликопротеины (Иммуноглобулин М)

Сложные белки

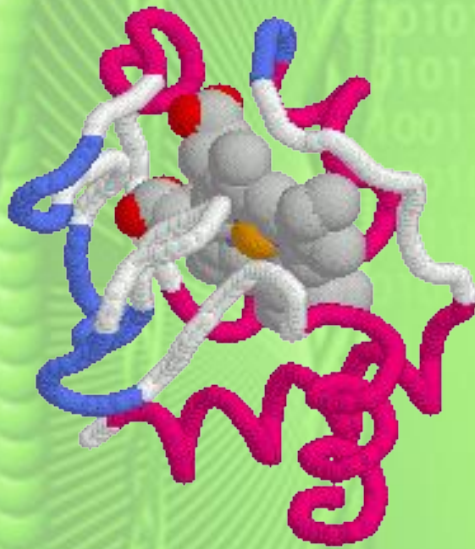


Схематическое изображение структур протеогликанов:

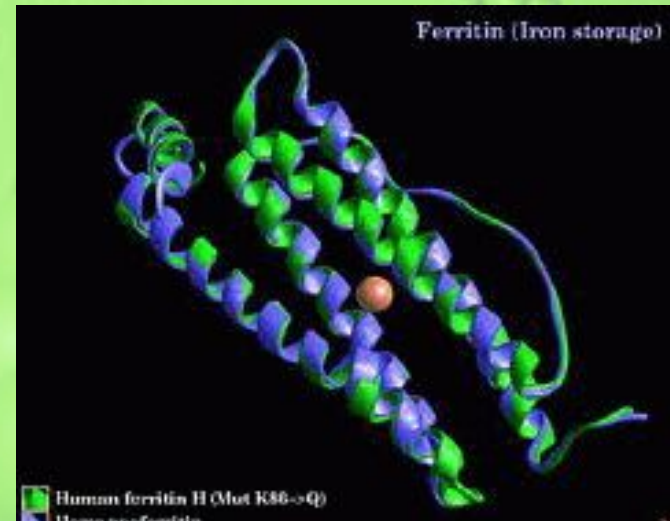
- 1 - протеогликан хряща,
- 2 - протеогепарин;
- 3 - протеодерматансульфат с олигосахаридами муцинового типа,
- 4 - протеохондроитинсульфат или протеодерматансульфат небольшой молекулярной массы,
- 5 - протеокератансульфат роговицы;
- 6 - протеогепарансульфат клеточной поверхности

Протеогликаны

Сложные белки (металлопротеины)

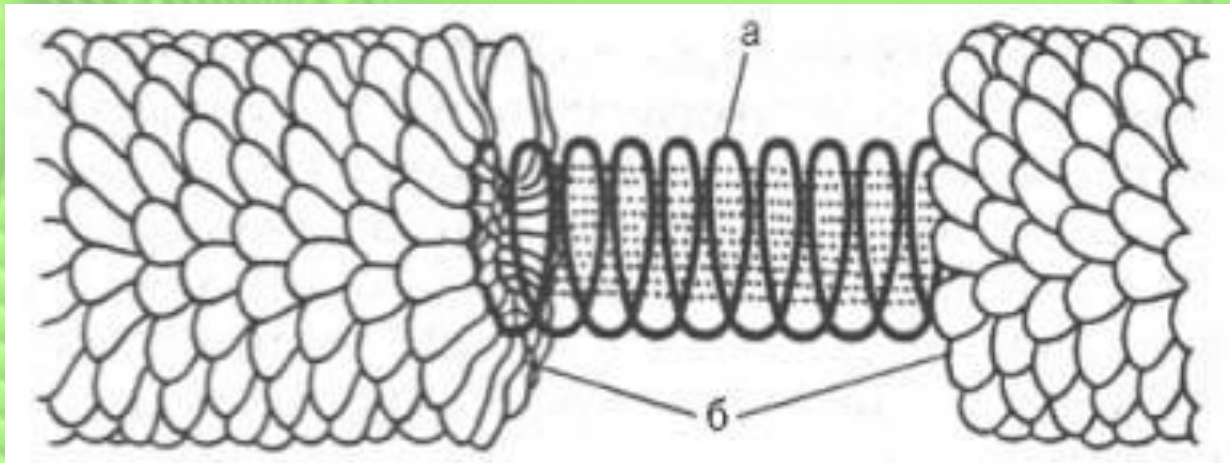


Цитохром с



Ферритин

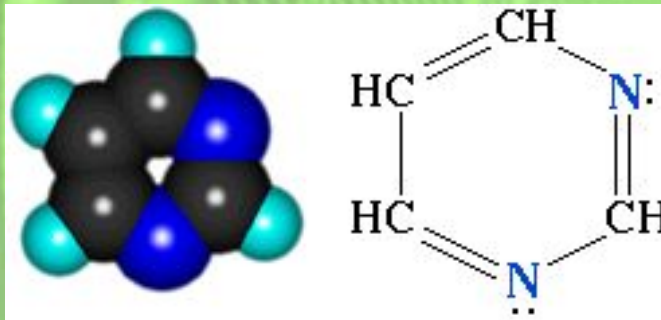
Сложные белки (нуклеопротеины)



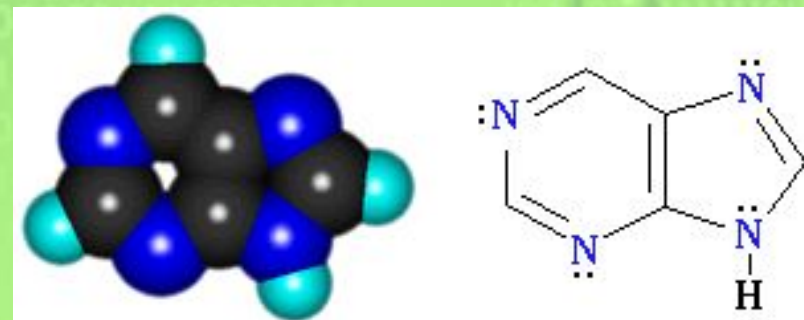
Модель вируса мозаичной болезни табака,
а - спираль РНК; б - субъединицы белка

Строение нуклеотидов

Компоненты нуклеотидов



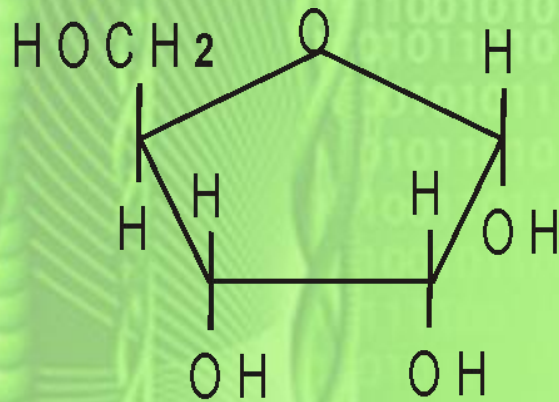
Пиримидин $C_4H_4N_2$ –
шестичленный гетероцикл
с двумя атомами азота



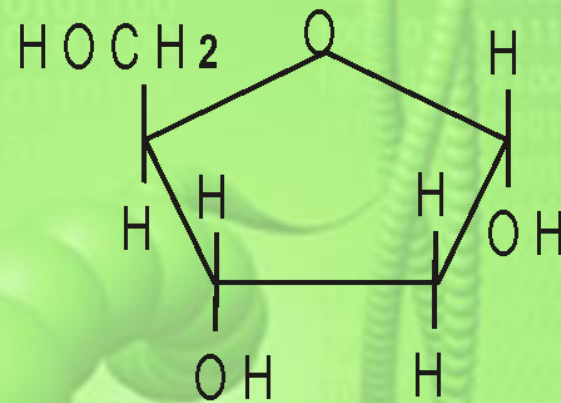
Пурин $C_5H_4N_4$ –
соединение, в котором
сочетаются структуры
шести- и пятичленного
гетероциклов, с двумя
атомами азота

Строение нуклеотидов

Компоненты нуклеотидов



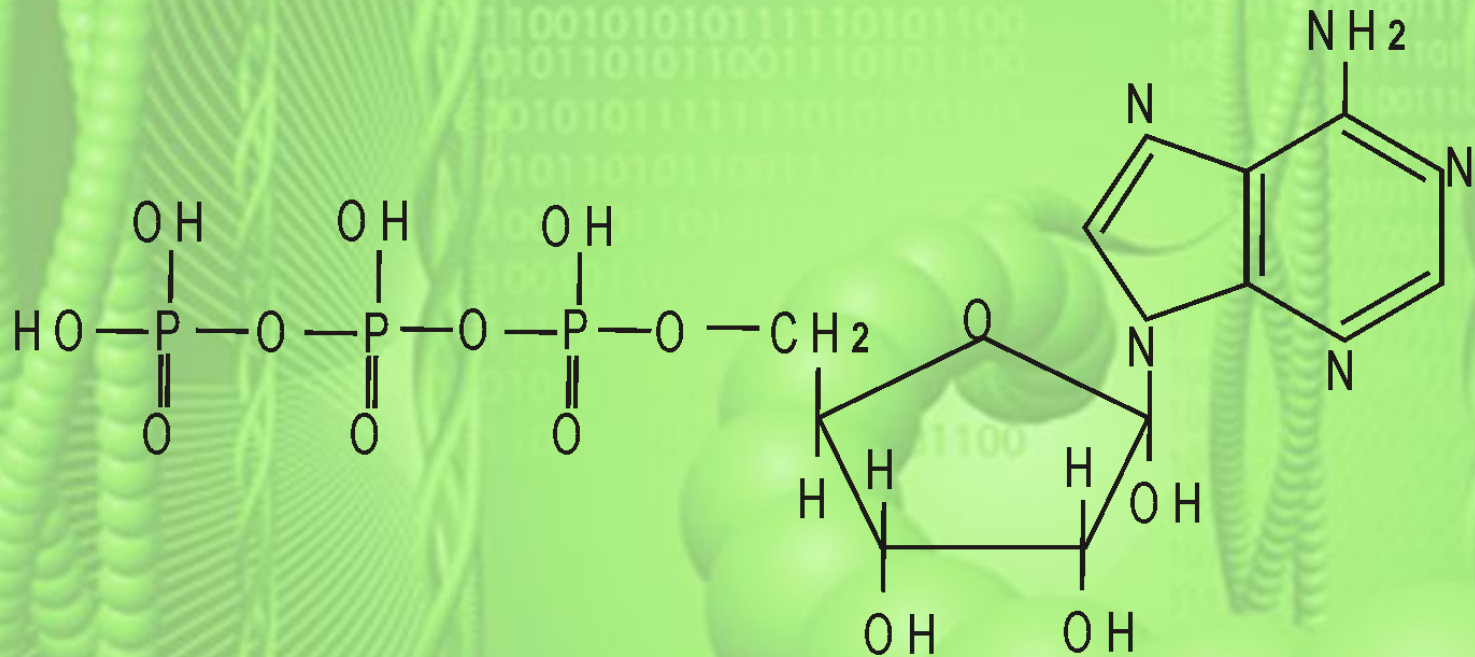
Рибоза



Дезоксирибоза

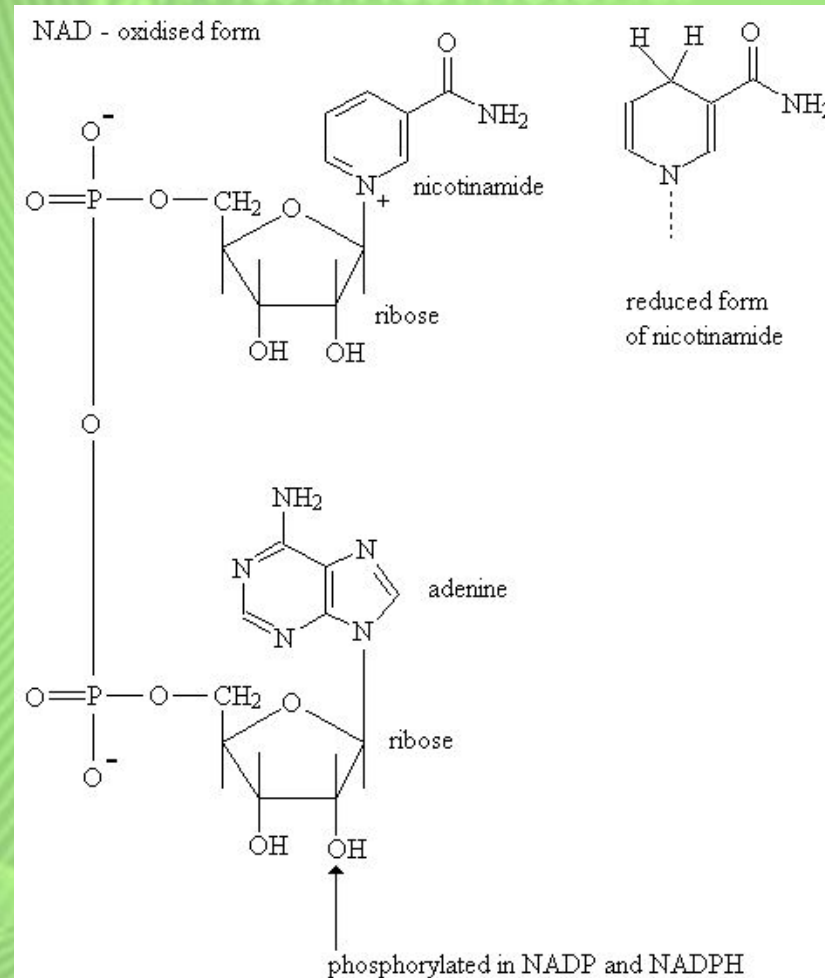
2 вида нуклеиновых кислот – рибонуклеиновая кислота (РНК), которая содержат рибозу и дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), в которой на один атом кислорода меньше

Образование нуклеотида

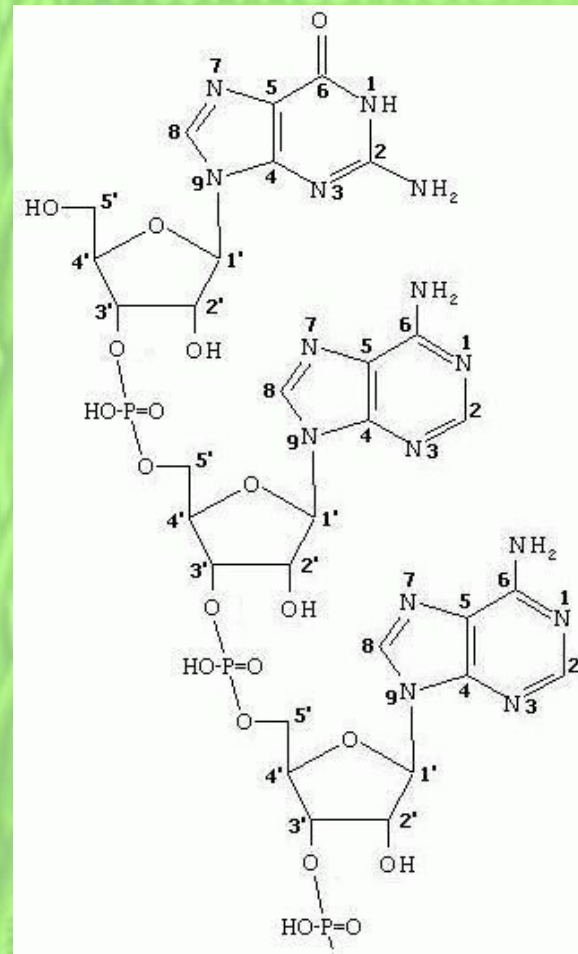


Аденозинтрифосфорная кислота

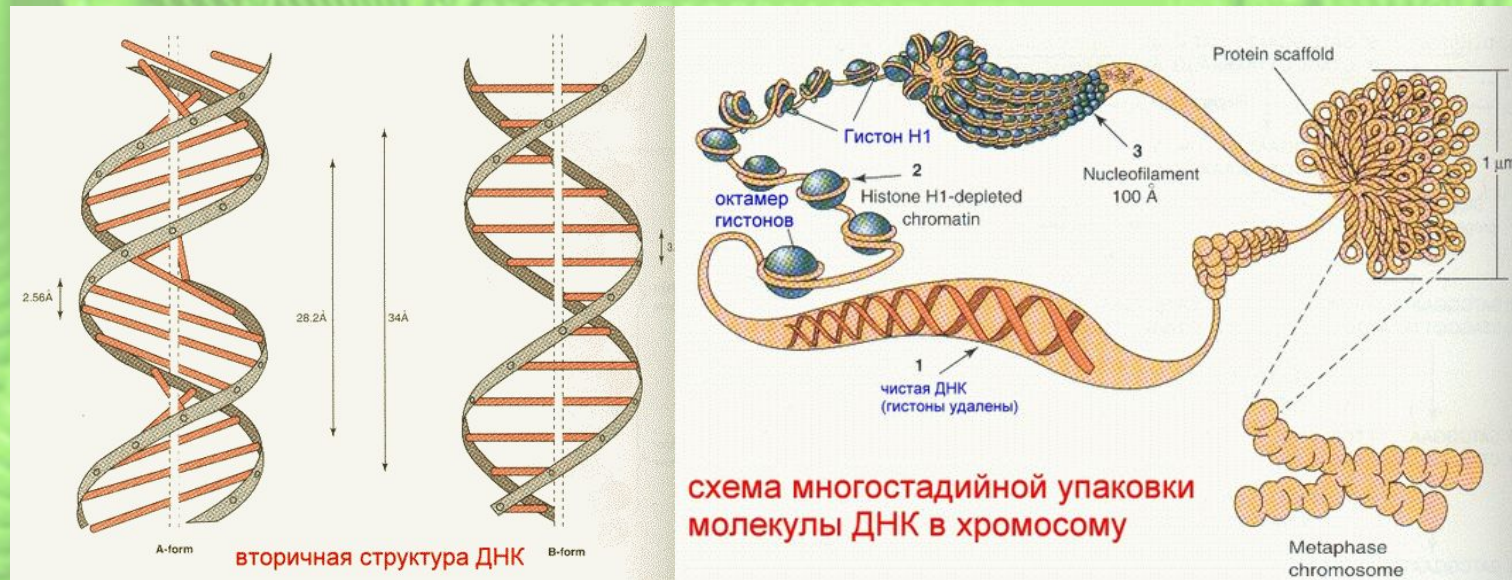
Структурная формула никотинамиддинуклеотида (НАД)



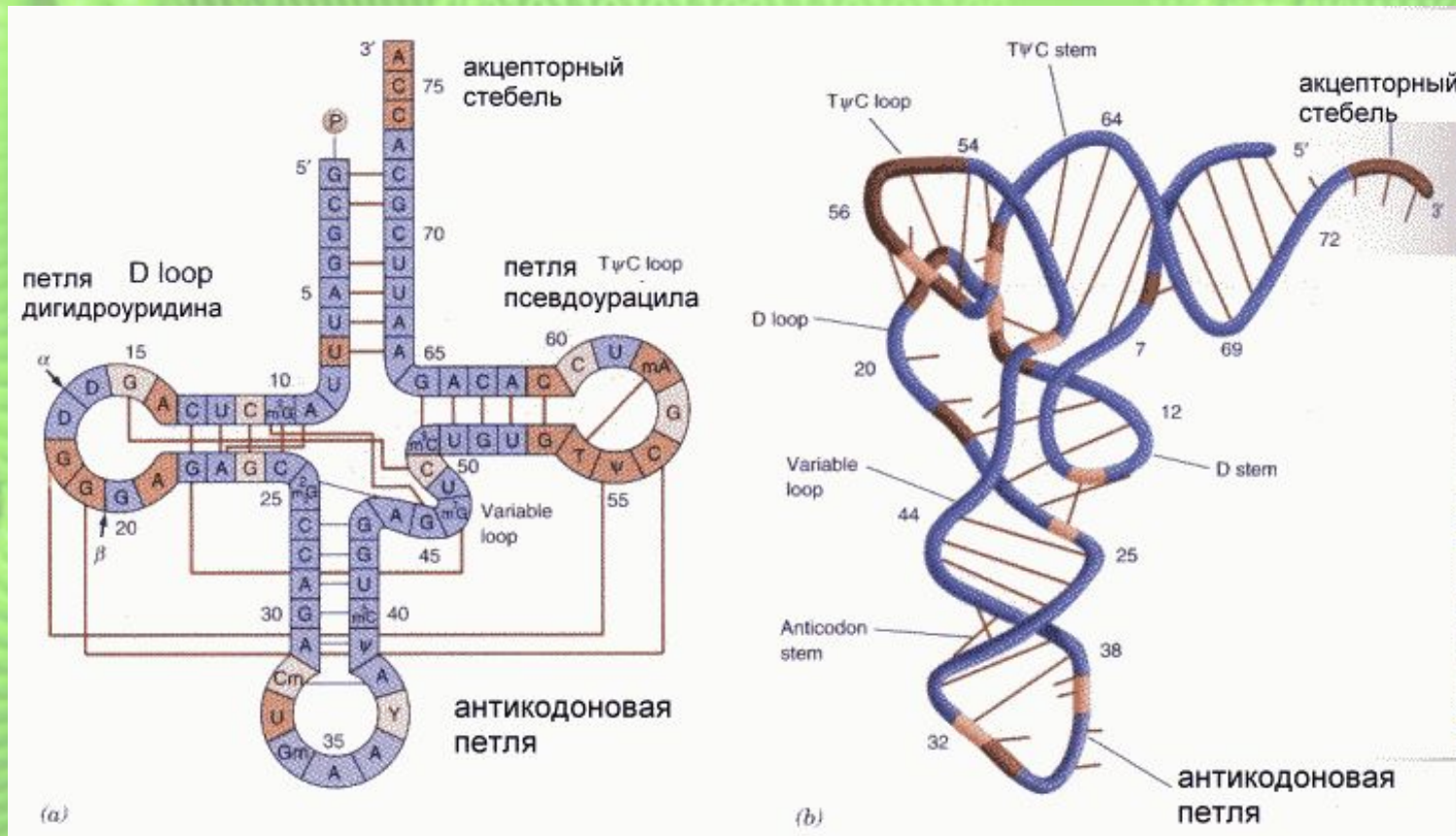
Фрагмент полинуклеотида



Структура ДНК

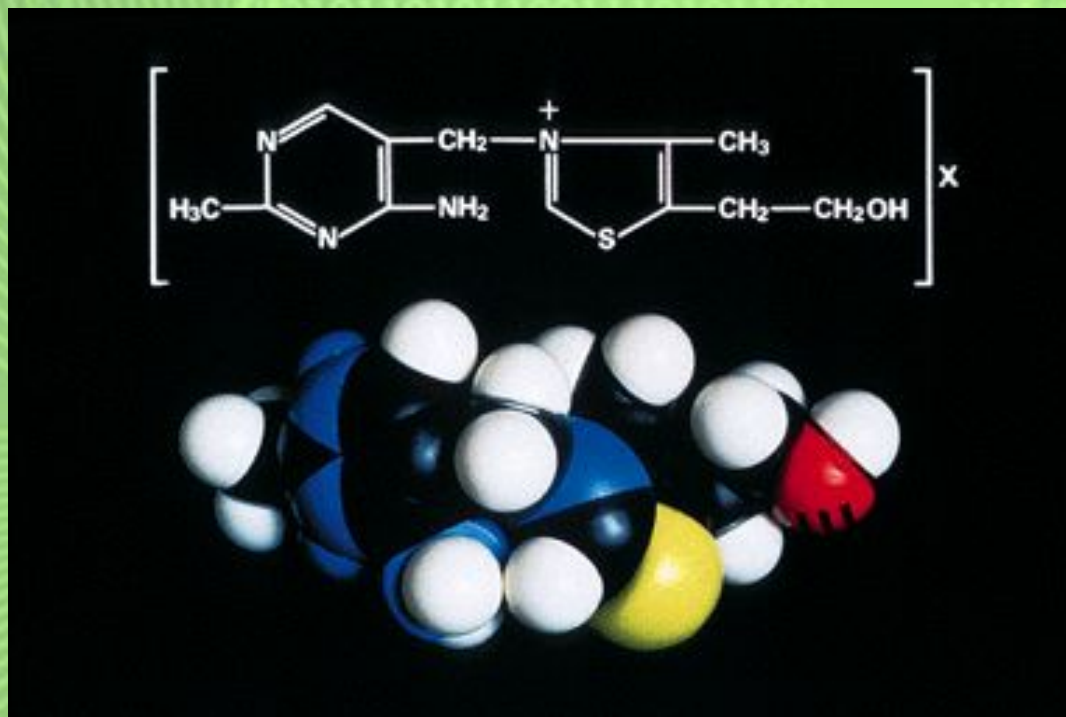


Структура РНК



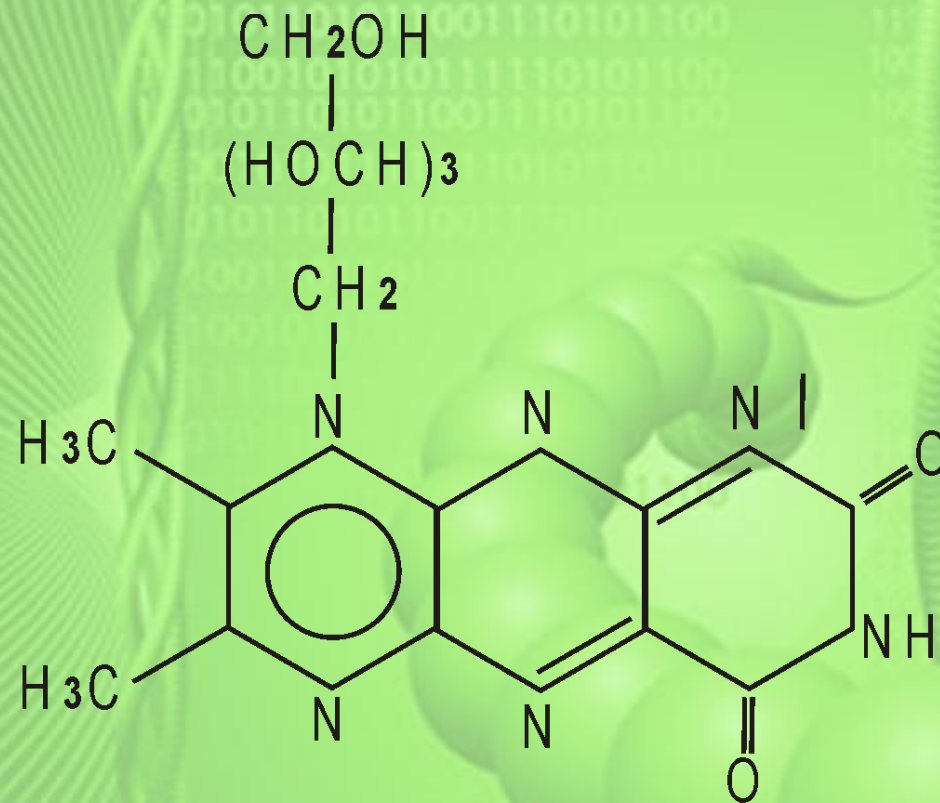
Транспортная РНК

Водорастворимые витамины



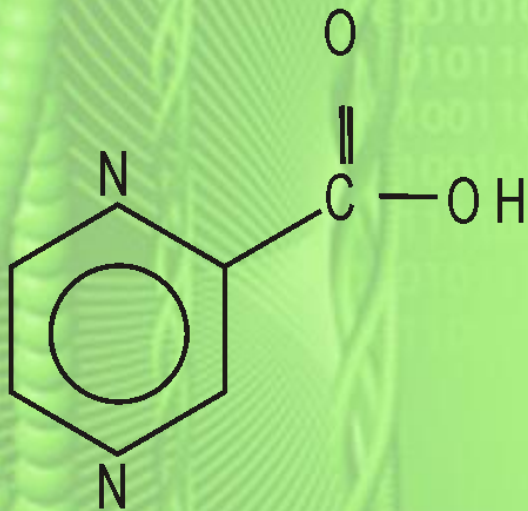
Витамин B1 (тиамин)

Водорастворимые витамины

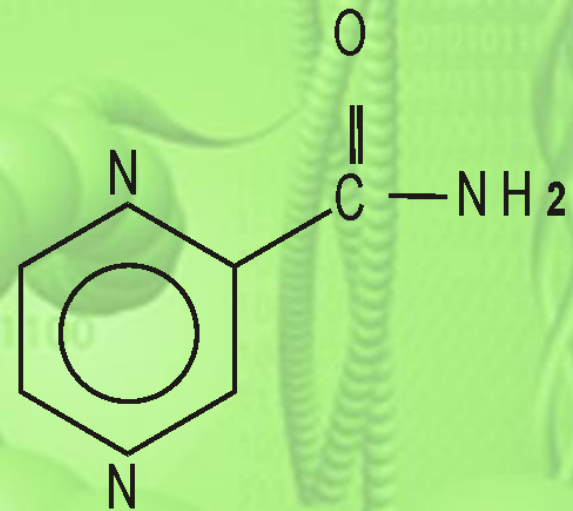


Витамин В2 (рибофлавин)

Витамин PP (B5)
Никотинамид

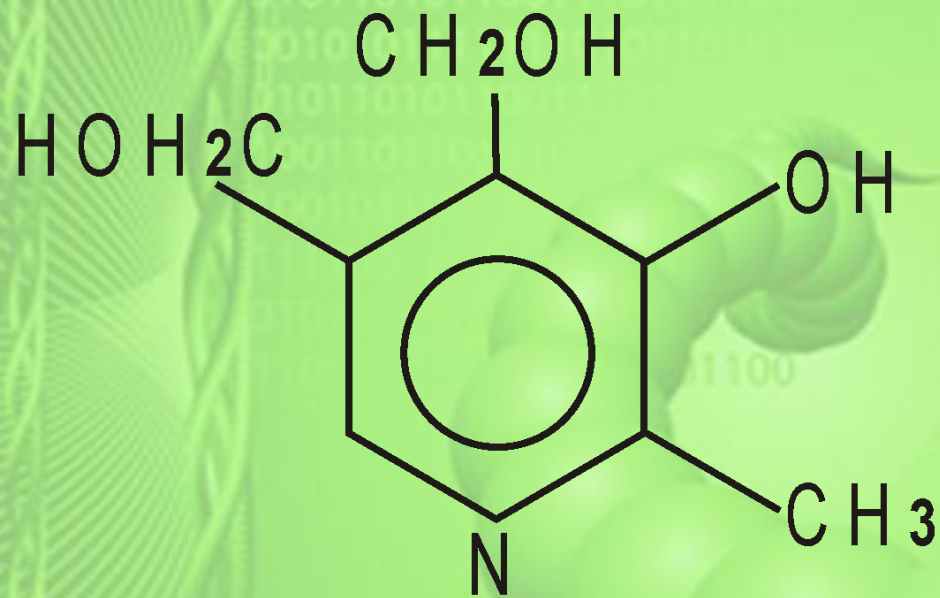


Никотиновая кислота



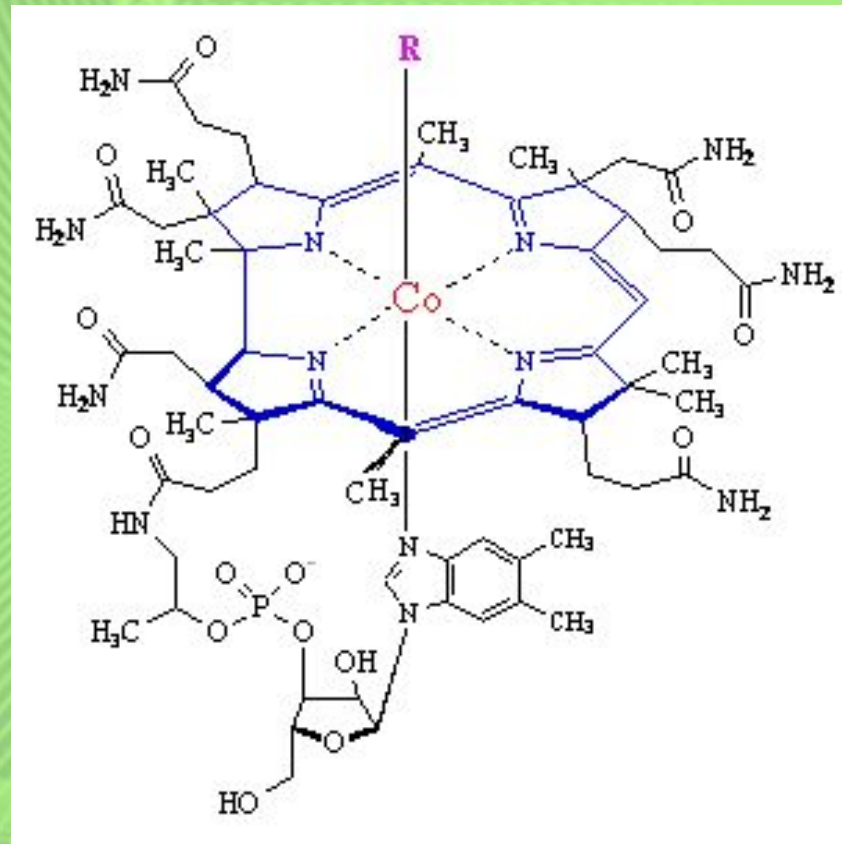
Никотинамид

Водорастворимые витамины

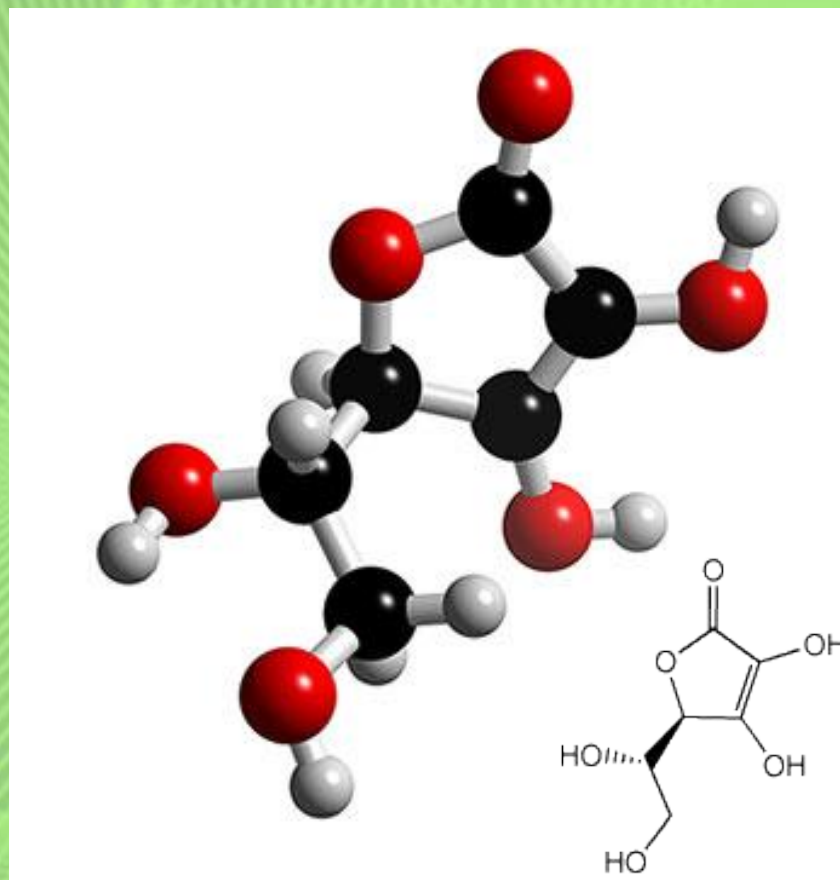


Витамин В6 (пиридоксин)

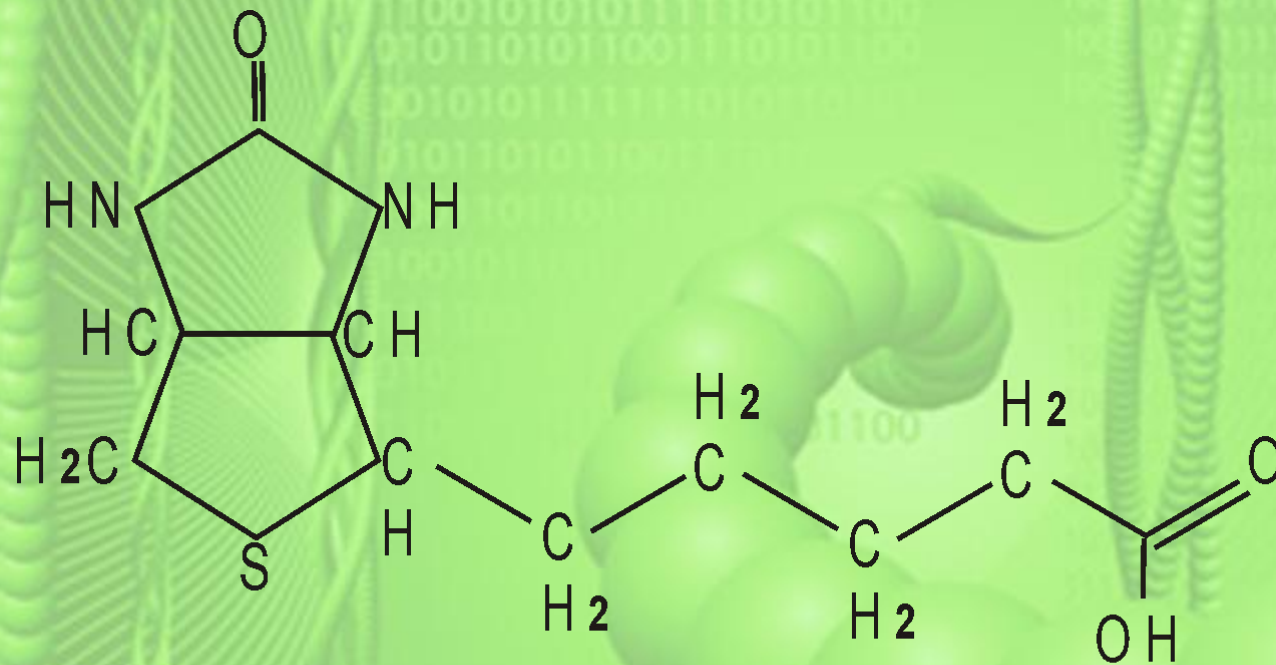
Витамин B12 (антианемический витамин, кобаламин)



Витамин С (аскорбиновая кислота)

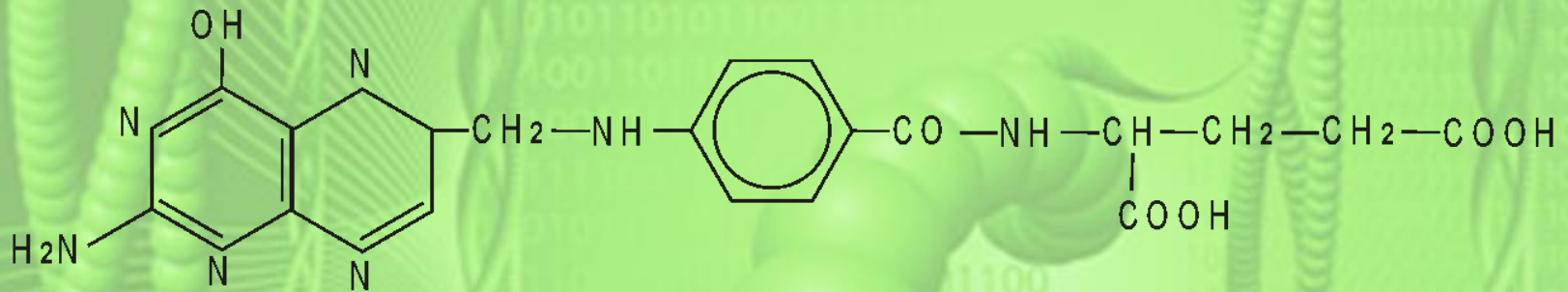


Водорастворимые витамины



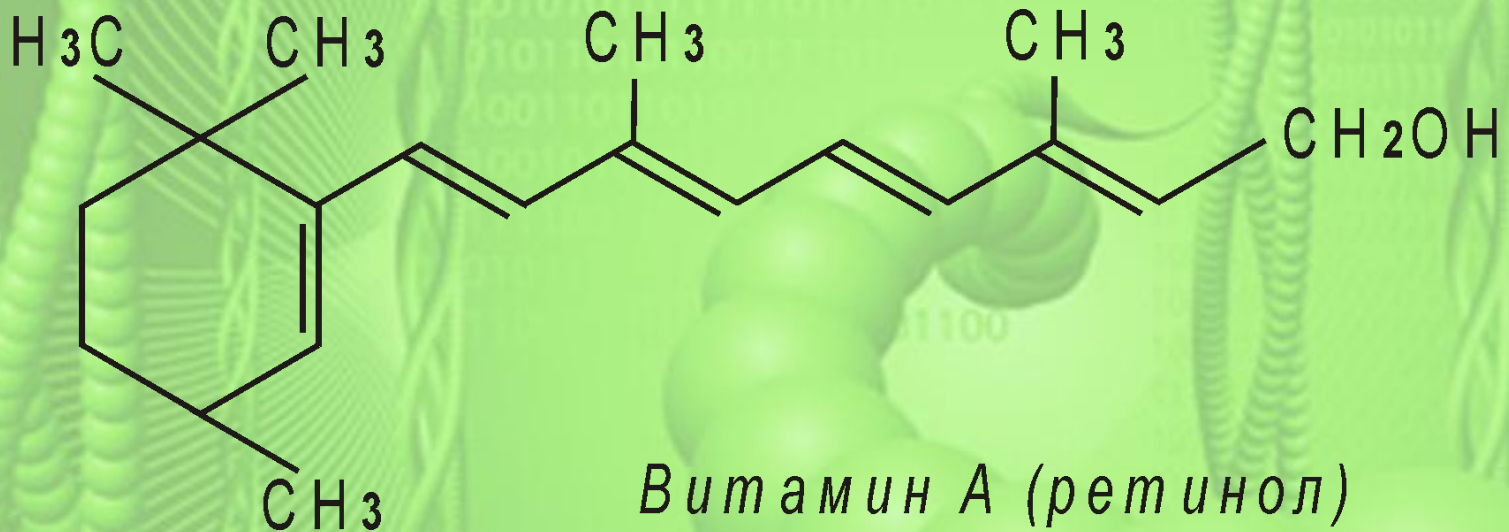
Витамин Н (биотин)

Водорастворимые витамины

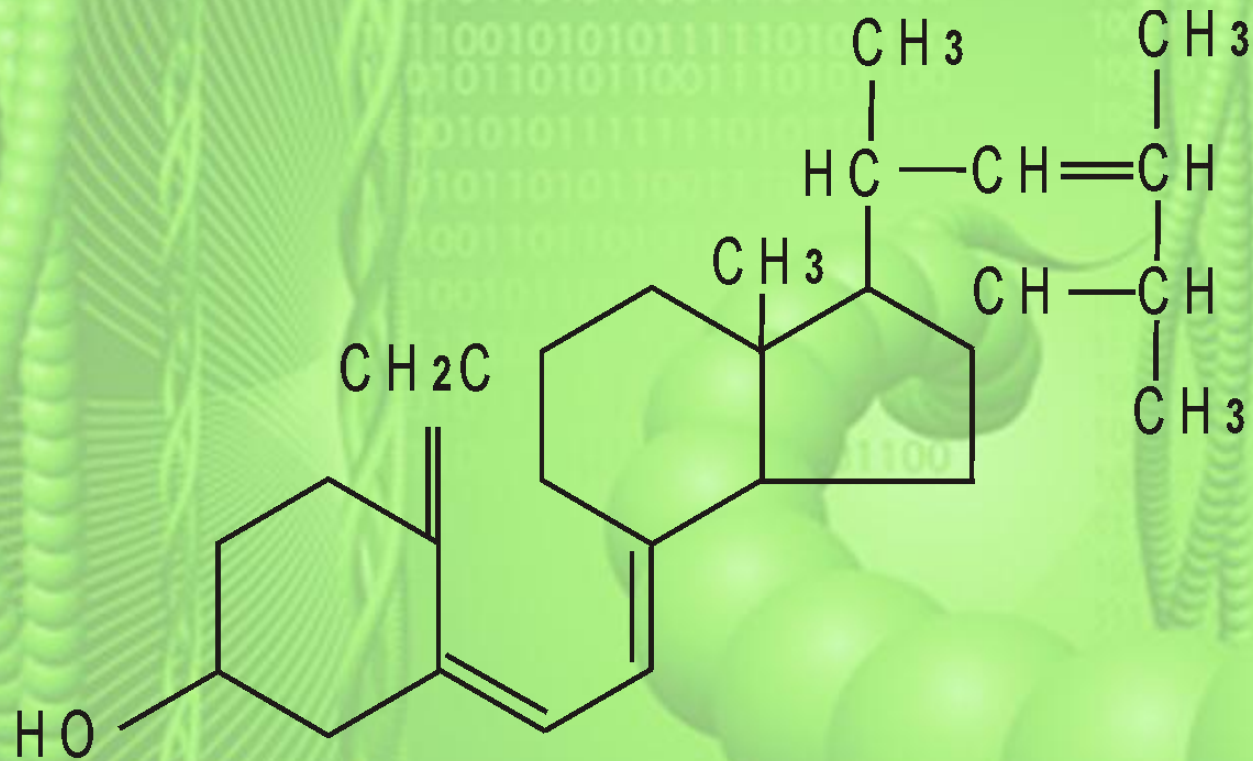


Фолиевая кислота

Жирорастворимые витамины



Жирорастворимые витамины



Витамин D (антирахитический)

10x 01 011001116 100



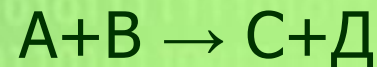
105 01100111 1 100

Ферменты:

- наиболее крупный специализированный класс белковых молекул, катализирующих химические реакции, из которых складывается клеточный обмен
- белки, увеличивающие скорости биохимических реакций в 10^{10} раз по сравнению со скоростями тех же реакций в отсутствии ферментов

Химическая кинетика

В соответствии с законом действующих масс для реакции



скорость может выражается уравнением:

$$v = K [A]*[B],$$

где v – скорость реакции,

K – константа скорости, отражающая влияние химической природы вещества и условий, в которых протекает реакция, на ее скорость, $[A]$ и $[B]$ – концентрация реагентов

■

Кинетика ферментативных реакций

Вещества, реакцию превращения которых ускоряют ферменты (E), называются субстратами (S). В ходе ферментативной реакции образуется фермент-субстратный комплекс (ES). Фермент-субстратный комплекс становится нестабильным и затем преобразуется в комплекс фермент-продукт, который распадается на фермент и продукты реакции (P) :

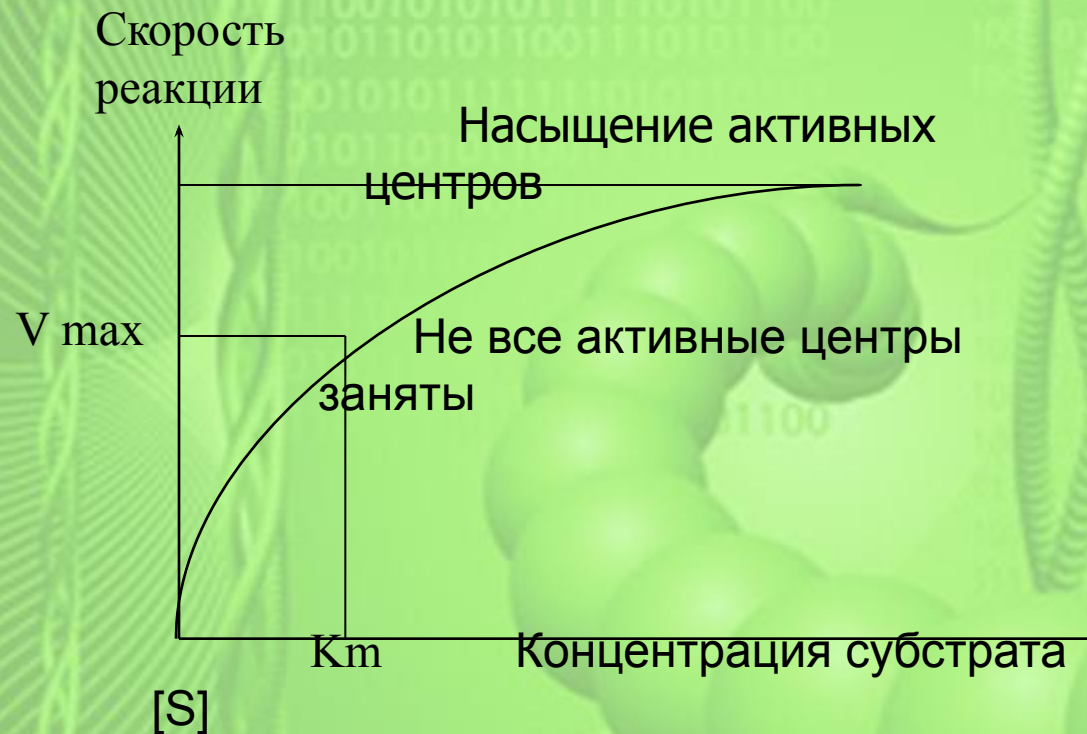


Кинетика ферментативных реакций

Действие ферментов как катализаторов обладает некоторыми особенностями:

- Фермент не способен вызвать новую химическую реакцию, он ускоряет уже идущую
- Фермент не изменяет направление реакции, определяемое концентрациями реагентов, катализирует как прямую, так и обратную реакции

Константа Михаэлиса



Фермент увеличивает скорость реакции

- Понижая свободную энергию переходного состояния путем стабилизации активированного комплекса
- Увеличивая энергию субстрата, когда тот связывается с ферментом при образовании фермент-субстратного комплекса
- Поддерживая микроокружение активного центра в состоянии, отличном от такового в водной среде
- Располагая реагирующие атомы в правильной ориентации и на необходимом расстоянии друг от друга так, чтобы обеспечить оптимальное протекание реакции

Классификация активности ферментов

Оксидоредуктазы

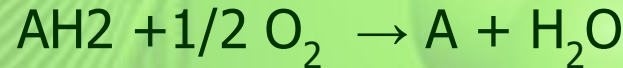
(окислительно-восстановительные реакции)

Осуществляют перенос атомов Н и О или электронов от одного вещества к другому

Дегидрогеназы катализирует окислительно-восстановительные реакции, происходящие путем отнятия электронов и протонов от одного субстрата и переноса их на другой:



Оксидазы катализируют перенос водорода с субстрата на кислород:

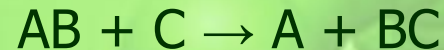


Гидроксилазы и оксигеназы ускоряют некоторые реакции биологического окисления, протекающие с присоединением гидроксила или кислорода к окисляемому веществу

Классификация активности ферментов

Трансферазы (перенос функциональных групп)

Ускоряют перенос определенной группы атомов от одного вещества к другому



Метилтрансферазы переносят метильную группу

Ацилтрансферазы – кислотный остаток (ацил)

Гликозилтрансферазы – моносахаридный остаток (гликозил)

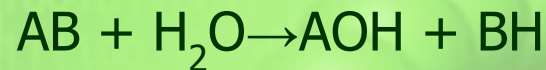
Аминотрансферазы – аминную группу

Фосфотрансферазы – остаток фосфорной кислоты (фосфорил)

Классификация активности ферментов

Гидролазы (реакции гидролиза)

Ускоряют реакции гидролиза, при которых из субстрата образуются 2 продукта. К гидролазам относятся все пищеварительные ферменты



Эстеразы ускоряют гидролиз сложных эфиров (различных липидов) на спирты и кислоты

Фосфатазы катализируют гидролитическое отщепление фосфорной кислоты от нуклеотидов и фосфорных эфиров углеводов

Глюкозидазы ускоряют гидролиз сложных углеводов

Пептидгидролазы ускоряют гидролиз пептидных связей в белках и пептидах

Классификация активности ферментов

Лиазы

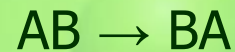
Ускоряют негидролитическое присоединение к субстрату или отщепление от него группы атомов. При этом могут разрываться связи

$C-C$, $C-N$, $C-O$, $C-S$

Классификация активности ферментов

Изомеразы (реакции изомеризации)

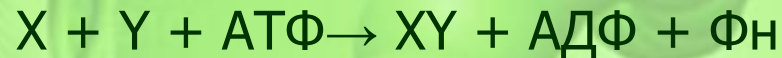
Внутримолекулярные перестройки



Классификация активности ферментов

Лигазы (образование связей за счет АТФ)

Катализируют реакции синтеза высокомолекулярных полимеров из мономеров за счет энергии гидролиза АТФ:



Гормоны

Гормоны – это биологически активные вещества, синтезируемые эндокринными железами, выделяемые ими в кровь или лимфу и регулирующие внутриклеточный метаболизм. Гормональная регуляция биологических процессов есть высшая форма гуморальной регуляции. Гормоны обладают специфичностью и воздействуют только на те клетки-мишени, которые обладают специальными рецепторами белковой или липопротеиновой природы, реагирующими с данным гормоном

Механизм действия гормонов

Гормоны регулируют метаболизм клеток-мишеней через изменение активности ферментных систем:

- путем изменения индукции ферментов
- путем изменения проницаемости плазматических мембран
- путем изменения количества ц-АМФ

Гормоны гипоталамуса

Гомоны гипоталамуса являются относительно простыми по структуре олигопептидами

К ним относятся:
кортиколиберин, тиролиберин, люлилиберин,
фоллиберин, соматолиберин, соматостатин,
пролактатин, пролактолиберин, меланолиберин,
меланостатин

Гормоны гипофиза

Гипофиз синтезирует тропные и эффекторные гормоны

Тропные гормоны:

- АКТГ (адренокортикотропный гормон) – пептид, регулирующий биосинтез и секрецию гормонов коры надпочечников
- ТТГ (тиреотропный гормон) – гликопротеид, регулирующий биосинтез и секрецию гормонов щитовидной железы
- ФСГ (фолликулостимулирующий гормон), ЛГ (лютеинизирующий гормон) – гликопротеиды, регулирующие биосинтез и секрецию гормонов половых желез

Гормоны гипофиза

Гипофиз синтезирует тропные и эффекторные гормоны

Эффекторные гормоны

- АДГ (антидиуретический гормон, вазопрессин) – простой пептид, регулирующий водный обмен, уменьшает мочеотделение
- Окситоцин – простой пептид, вызывающий сокращение матки во время родов и активное выделение молока молочными железами
- Меланостимулирующий гормон – простой пептид, регулирующий сезонное окрашивание кожи, шерсти
- Пролактин – простой белок, регулирующий выделение молока молочными железами при кормлении
- Гормон роста (соматотропный) – простой белок, регулирующий рост тела в длину, усиливает процессы анаболизма

Гормоны поджелудочной железы

Гормоны поджелудочной железы инсулин (белок из 51 аминокислотного остатка) и глюкагон (одноцепочечный полипептид из 29 аминокислотных остатков) не находятся под контролем гормонов гипофиза. Секреция гормонов регулируется содержанием глюкозы в крови

Гормоны щитовидной железы

тиреоидные гормоны:

тироксин и трийодтиронин являются производными аминокислоты тирозина и содержат в своем составе 4 и 3 атома йода соответственно. Тиреоидные гормоны регулируют активность ферментных систем обмена углеводов и липоидов, синтеза белка, интенсивность транспорта субстратов и кофакторов, биоэнергетические процессы

Гормоны коры надпочечников

Секреция гормонов коры надпочечников регулируется адренокортикотропным гормоном (АКТГ) гипофиза

Из коры надпочечников выделено 46 соединений стероидной природы, производных циклопентапергидрофенантрена

Они подразделяются на 3 функциональные группы – **глюкокортикоиды**, **минералокортикоиды** и **половые гормоны**

Гормоны мозгового вещества надпочечников

Гормоны мозгового вещества надпочечников –
адреналин и **норадреналин** (катехоламины)

Гормоны половых желез

Мужские половые гормоны (**андрогены**) образуются в семенниках, женские половые гормоны (**эстрогены**, **прогестины**) продуцируются преимущественно в яичниках. Половые гормоны являются производными цикlopентапергидрофенантрена

Гормоны паращитовидной железы

Паращитовидные железы секретируют 2 гормона (паратгормон и кальцитонин), которые вместе с витамином Д обеспечивают регуляцию кальциевого обмена

Гормоны тимуса (вилочковой железы)

В тимусе продуцируется 5 гормонально-активных факторов (полипептидов по природе):

тимозин, гомеостатический тимусный гормон, тимопоэтины 1 и 11, тимусный гуморальный фактор

Основная функция гормонов вилочковой железы — регуляция созревания определенных популяций лимфоидных клеток, то есть участие в регуляции функционирования иммунной системы