ОСНОВЫ БИОХИМИИ

Сложные белки: хромопротеины и гликопротеины.

Лекция 2

Лектор: к.х.н., ассоциированный профессор Литвиненко Ю.А.

Цель и задачи лекции

Ожидаемые результаты обучения

Цель

Сформировать представление о строении, классификации и биологических функциях сложных белков и нуклеиновых кислот.

01 Различать простые и сложные белки по составу.

02 Характеризовать основные классы сложных белков и их функции.

03 Объяснять строение нуклеотида, ДНК и РНК.

04 Устанавливать связь химического строения с биологической ролью.

Классификация белков

По наличию небелкового компонента

Простые белки

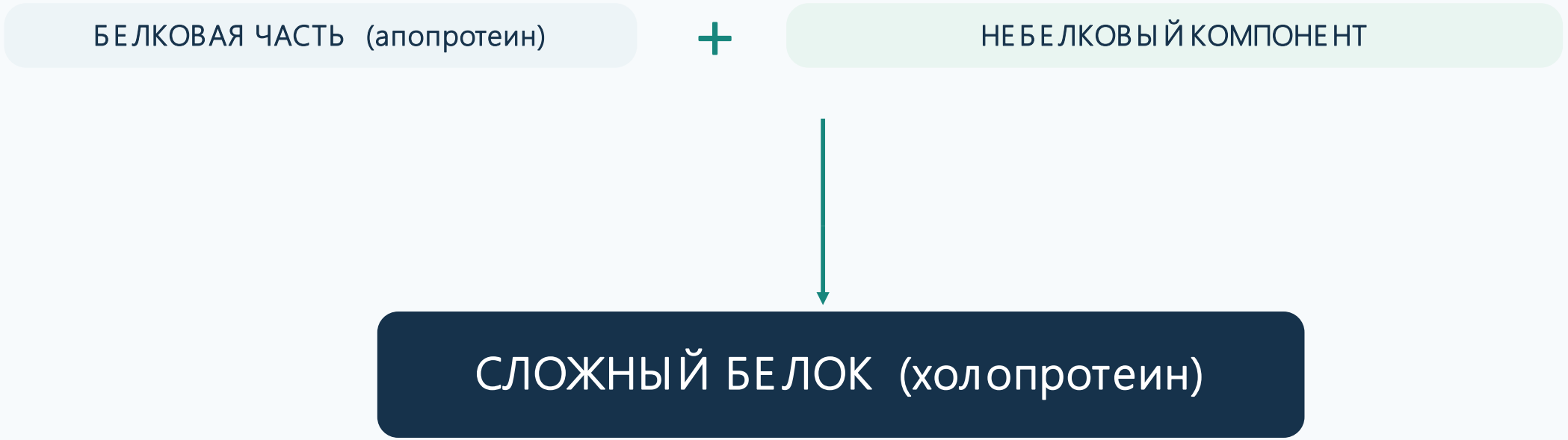
Состоят только из аминокислотных остатков: альбумины, глобулины, гистоны, протамины, проламины, глютелины.

Сложные белки

Содержат белковую часть и небелковый компонент:
глико-, липо-, фосфо-, хромо-, металло- и нуклеопротеины.

Критерий разделения: химический состав молекулы.

Сложные белки: общий принцип строения



Тип сложного белка определяется природой небелкового компонента.

Основные классы сложных белков

Небелковый компонент	Класс белков	Пример
Пигмент / хромофор	Хромопротеины	Гемоглобин
Нуклеиновая кислота	Нуклеопротеины	Хроматин
Липид	Липопротеины	ЛПНП, ЛПВП
Фосфатная группа	Фосфопротеины	Казеин
Углеводный компонент	Гликопротеины	Иммуноглобулины
Ион металла	Металлопротеины	Карбоангидраза

Хромопротеины

Сложные белки с окрашенным небелковым компонентом

Гемопротеины

Гем (Fe + порфириновое кольцо)

Магнийпорфириновые комплексы

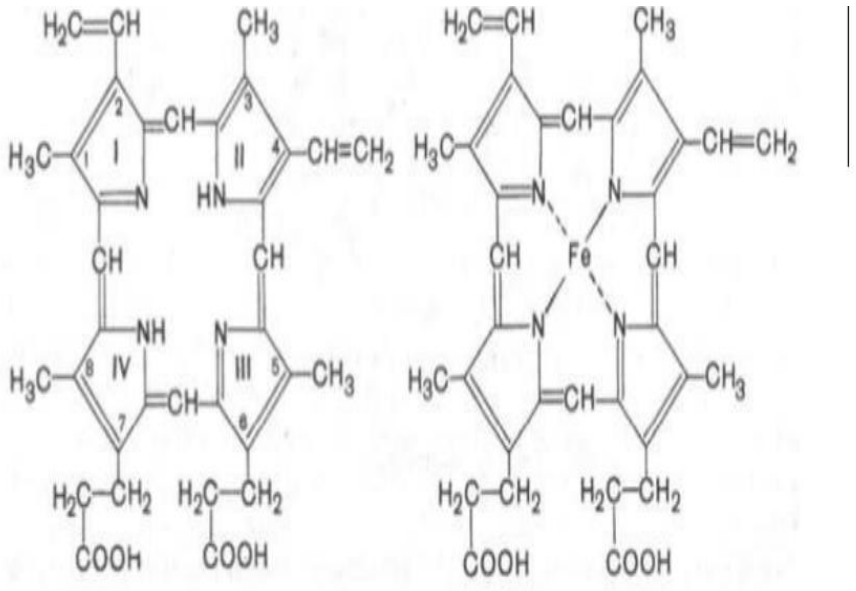
Mg + порфириновая структура

Флавопротеины

ФМН или ФАД

Цвет и биохимические свойства зависят от строения хромофора.

Гем: строение и химическая природа



Протопорфирин IX
(1,3,5,8-тетраметил-2,4-дивинил-
6,7-Дипропионовокислый порфин)

Гем

Структура гема

Порфириновое кольцо включает четыре пиррольных фрагмента, соединённых метиновыми мостиками.

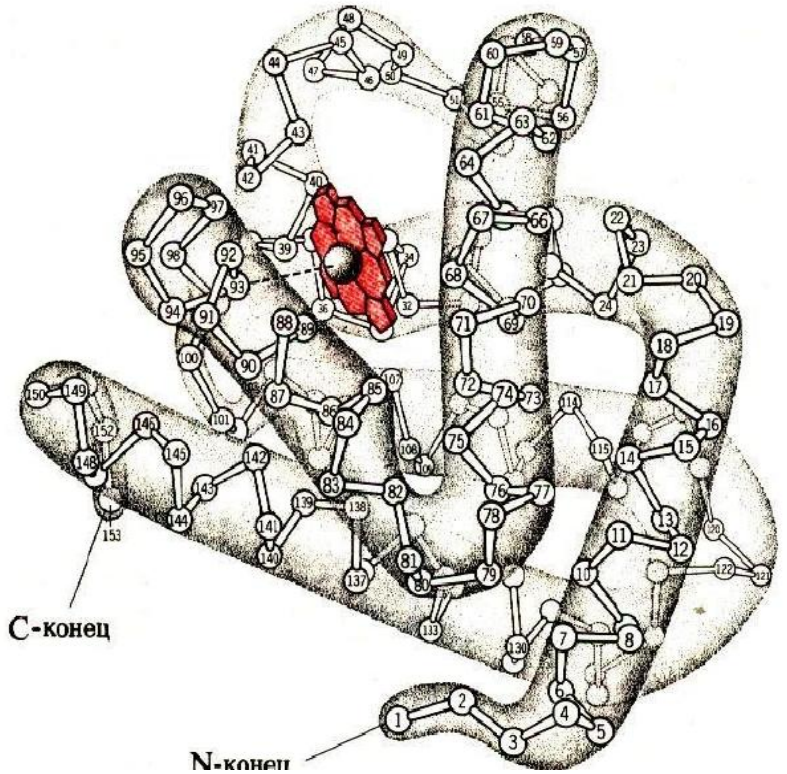
Центральный атом Fe координирован атомами азота порфирина.

Гемопротеины: примеры и функции

Представитель	Основная функция
Гемоглобин	Перенос O_2; участие в транспорте CO_2 и H^+
Миоглобин	Связывание и запасание O_2 в мышцах
Цитохромы	Перенос электронов
Каталаза	Разложение пероксида водорода
Пероксидазы	Катализ окислительно-восстановительных реакций

Белковое окружение гема определяет его конкретную биологическую функцию.

Миоглобин: третичная структура



Функциональная роль

Миоглобин — мономерный гемопротеин мышечной ткани.

Гемовая группа обеспечивает обратимое связывание кислорода.

Структура белка формирует окружение активного центра.

Флавопротеины

Кофакторы: флавинмононуклеотид (ФМН) и флавинадениндинуклеотид (ФАД)

Структурная особенность

Флавиновые кофакторы содержат изоаллоксазиновую систему и могут участвовать в переносе электронов и протонов.

Примеры флавинзависимых ферментов

- Сукцинатдегидрогеназа
- Ацил-КоА-дегидрогеназы
- Ксантиноксидаза
- Дигидрооротатдегидрогеназа

Нуклеопротеины

Комплексы белков с нуклеиновыми кислотами

Дезоксирибонуклеопротеины (ДНП)

ДНК + белки; ключевой пример — хроматин эукариот.

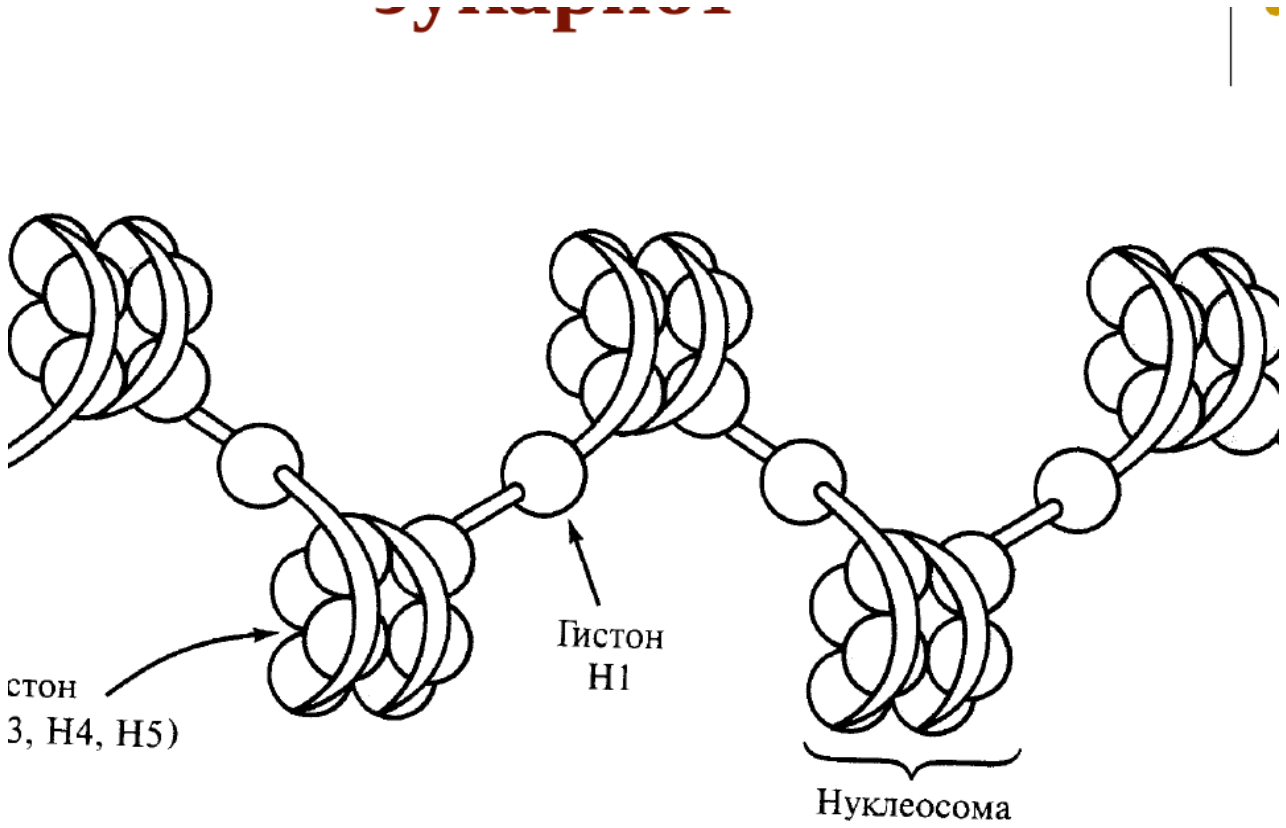
Рибонуклеопротеины (РНП)

РНК + белки; примеры — рибосомы, сплайсосомные комплексы.

Биологическое значение

- Организация и упаковка генетического материала
- Реализация генетической информации
- Участие в синтезе и процессинге РНК и белков

Организация ДНК в хроматине



Нуклеосома

Участок ДНК, обёрнутый вокруг гистонового октамера.

Нуклеосомы образуют структурную основу хроматина и участвуют в регуляции доступности ДНК.

Липопротеины: почему они необходимы?

Проблема

Нейтральные липиды плохо растворимы в водной среде плазмы крови.

Биологическое решение

Комплексы липидов и аполипопротеинов обеспечивают перенос гидрофобных веществ.

Общая организация частицы

Гидрофобное ядро: ТАГ и эфиры ХС

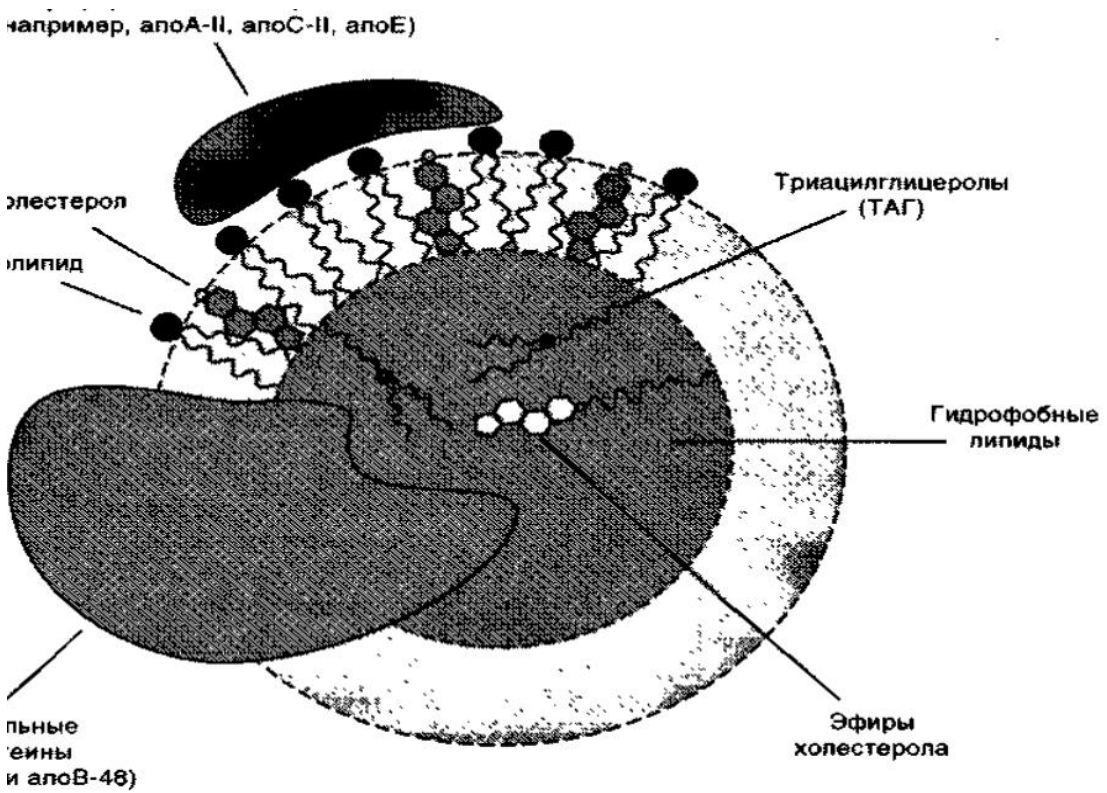
Поверхность: ФЛ, ХС и аполипопротеины

ТАГ — триацилглицеролы; ФЛ — фосфолипиды; ХС — холестерол.

Основные классы липопротеинов плазмы

Класс	Основное назначение
Хиломикроны	Перенос пищевых (экзогенных) липидов из кишечника
ЛПОНП	Транспорт эндогенных триацилглицеролов из печени
ЛППП	Промежуточная стадия метаболизма ЛПОНП
ЛПНП	Доставка холестерола к периферическим тканям
ЛПВП	Участие в обратном транспорте холестерола

Структура липопротеиновой частицы



Поверхностный слой

Амфифильные молекулы фосфолипидов, свободный холестерол и аполипопротеины взаимодействуют с водной средой.

Внутреннее ядро

Содержит преимущественно триацилглицеролы и эфиры холестерола.

Липопротеины: сравнительная характеристика

Показатель	ХМ	ЛПОНП	ЛПНП	ЛПВП
Плотность	Наименьшая	Низкая	Выше	Наибольшая
Преобладающий компонент	ТАГ	ТАГ	Холестерол	Белок
Типичный аполипопротеин	ApoB-48	ApoB-100	ApoB-100	ApoA-I
Основная роль	Пищевые липиды	Эндогенные ТАГ	ХС к тканям	Обратный транспорт ХС

ХМ — хиломикроны; ЛПОНП — очень низкой; ЛПНП — низкой; ЛПВП — высокой плотности.

Фосфопротеины

Химическая особенность

Содержат ковалентно связанные фосфатные группы, чаще всего при остатках серина, треонина или тирозина.

Примеры

- Казеин молока
- Фосвитин яичного желтка
- Другие фосфорилированные белки

Фосфорилирование может влиять на заряд, структуру и активность белка.

Гликопротеины и протеогликаны

Гликопротеины

Белки с ковалентно присоединёнными углеводными цепями. Доля углеводов и структура цепей варьируют.

Протеогликаны

Белок с одной или несколькими длинными цепями гликозаминогликанов; обычно углеводный компонент преобладает.

Важно различать короткие разветвлённые олигосахариды и длинные цепи ГАГ.

Гликопротеины: примеры

Иммуноглобулины

Иммунная защита

Фибриноген

Свёртывание крови

Муцины

Защита и увлажнение слизистых оболочек

Рецепторные белки

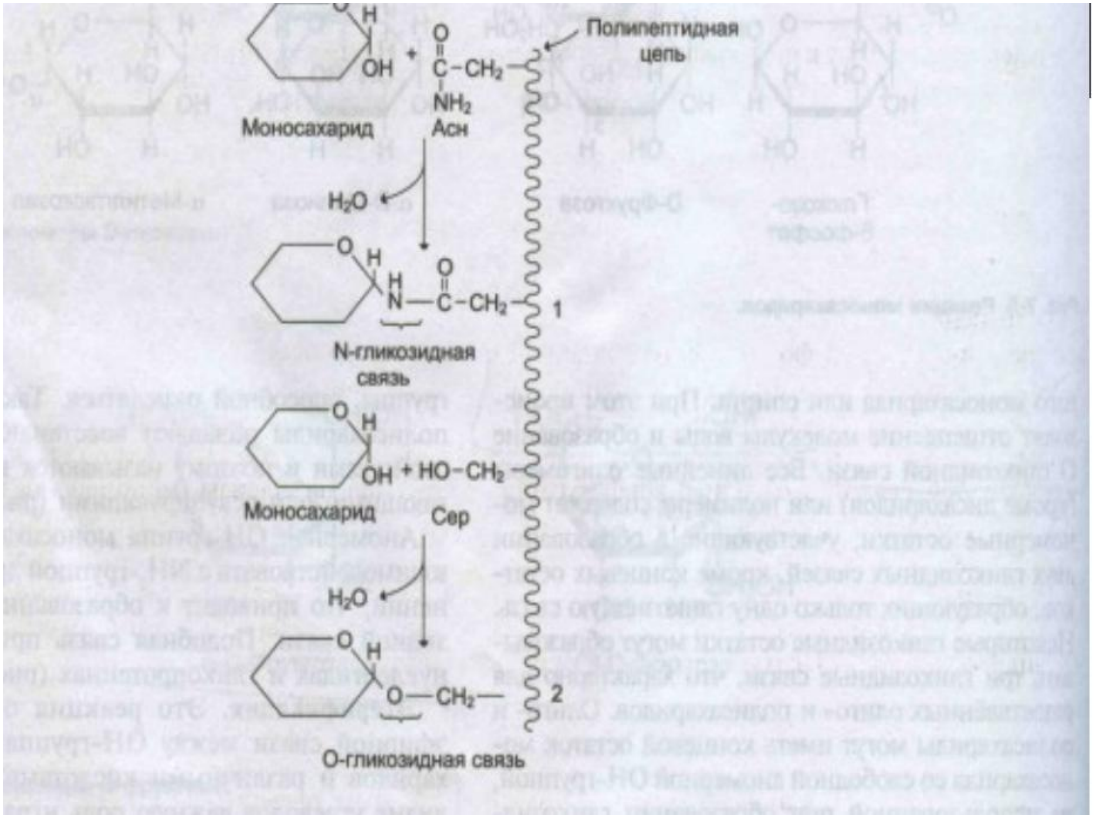
Клеточное распознавание и передача сигналов

Функции гликопротеинов

01	**Защитная**	Муцины, иммуноглобулины
02	**Регуляторная**	Рецепторы и гормоны
03	**Транспортная**	Белки-переносчики
04	**Структурная**	Клеточные контакты и матрикс
05	**Ферментативная**	Ферменты с углеводными цепями

Образование гликопротеинов

Ковалентное присоединение углеводных цепей



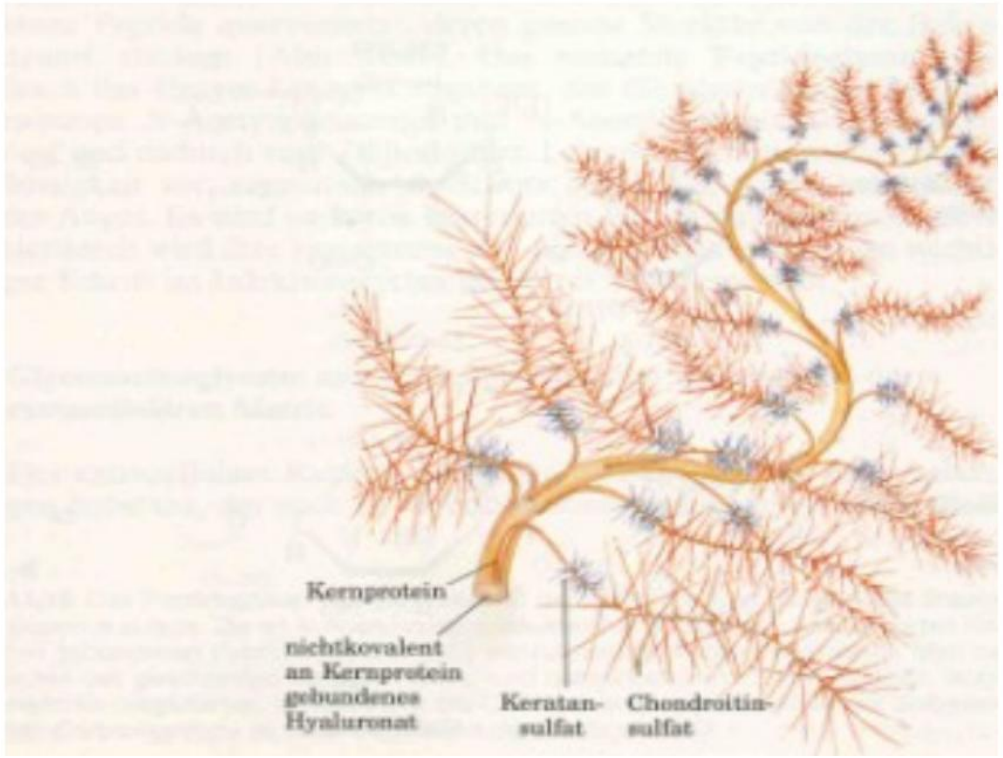
Ключевые механизмы

N-гликозилирование — присоединение к азоту амидной группы аспарагина.

O-гликозилирование — присоединение через гидроксильную группу серина или треонина.

Протеогликаны: строение и роль

дная часть больше 50% - это **протеогликаны**.



Характерные признаки

Белковое ядро + цепи гликозаминогликанов (ГАГ).

Встречаются в межклеточном матриксе соединительной ткани; обеспечивают гидратацию, механическую устойчивость и взаимодействия клеток.

Металлопротеины

Транспорт и хранение металлов

Трансферрин, ферритин — железосвязывающие белки с важными функциями обмена Fe.

Металлоферменты

Карбоангидраза (Zn), цитохром-с-оксидаза (Cu и Fe), аргиназа (Mn).

Металл может выполнять структурную, каталитическую или регуляторную роль.

Нуклеиновые кислоты: общая характеристика

ДНК

Обеспечивает хранение и передачу наследственной информации.

РНК

Участвует в реализации генетической информации и регуляции клеточных процессов.

Нуклеиновые кислоты — полимеры из нуклеотидных звеньев

Строение нуклеотида

Азотистое основание + **Пентоза** + **Фосфатная группа**

НУКЛЕОТИД

Нуклеозид = азотистое основание + пентоза (без фосфатной группы).

Азотистые основания

Пурины — два кольца

Аденин (А)
Гуанин (Г)

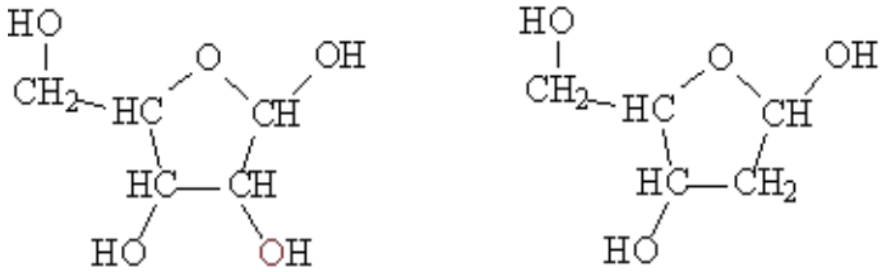
Пиримидины — одно кольцо

Цитозин (Ц)
Тимин (Т)
Урацил (У)

ДНК: А, Г, Ц, Т. РНК: А, Г, Ц, У.

Пентозы нуклеиновых кислот

оксирибоза, входящая в состав ДНК, отличаетс
озы только тем, что в её молекуле у втор
родного атома гидроксильная группа замещ
родом.



Рибоза

Дезоксирбоза

Рибоза и дезоксирибоза

Рибоза содержится в составе РНК.

2-дезоксирибоза — в составе ДНК.

Главное отличие: у 2′-атома углерода дезоксирибозы находится H вместо OH.

Сравнение состава ДНК и РНК

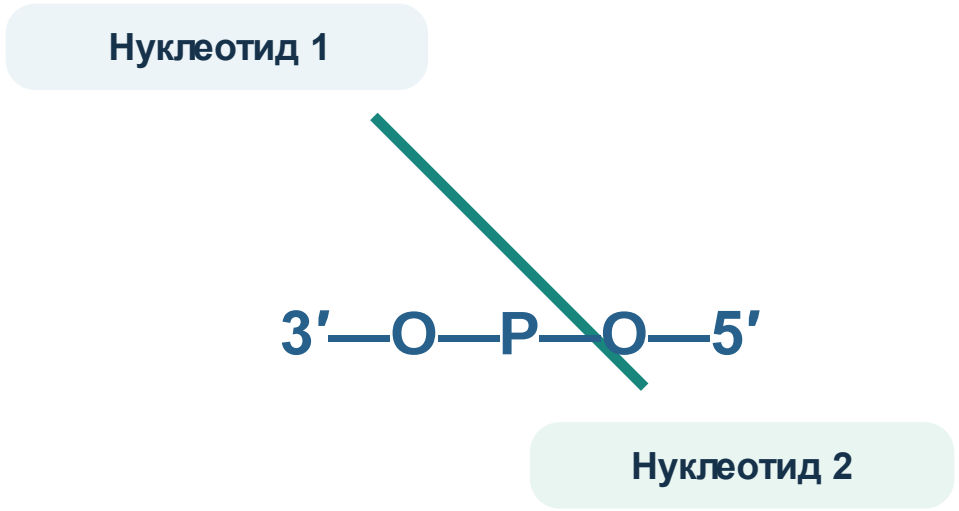
Компонент	ДНК	РНК
Пентоза	2-дезоксирибоза	Рибоза
Пуриновые основания	Аденин, гуанин	Аденин, гуанин
Пиримидиновые основания	Цитозин, тимин	Цитозин, урацил
Фосфатный остаток	Присутствует	Присутствует
Типичная организация	Две комплементарные цепи	Одна цепь (часто)

Нуклеозиды и нуклеотиды: номенклатура

Основание	Нуклеозид	Монофосфат
Аденин	Аденозин	АМФ
Гуанин	Гуанозин	ГМФ
Цитозин	Цитидин	ЦМФ
Урацил	Уридин	УМФ
Тимин	Тимидин	ТМФ

Названия приведены для соответствующих рибонуклеотидов, кроме тимидина/ТМФ.

3′,5′-фосфодиэфирная связь

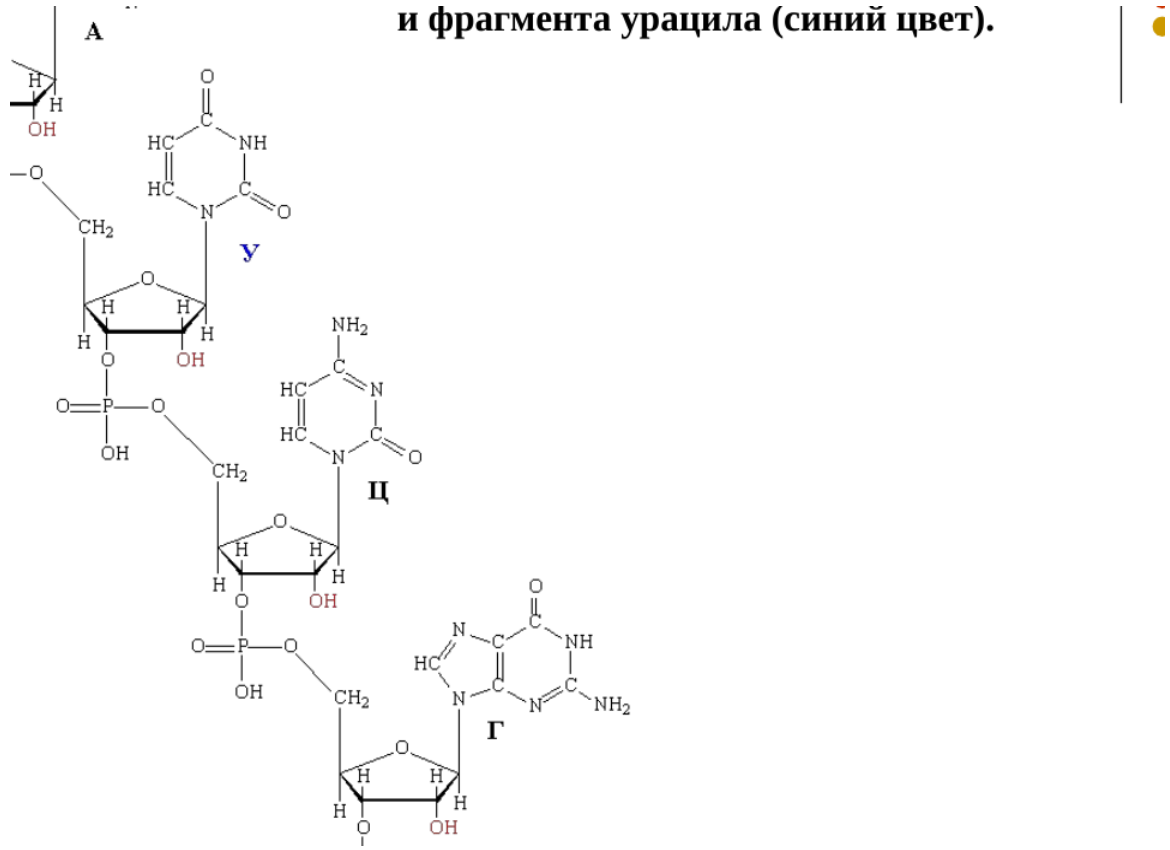


Принцип образования

Фосфатная группа соединяет 3′-OH одного сахарного остатка с 5′-положением следующего.

Полинуклеотид имеет направленность 5′ → 3′.

Фрагмент РНК: связь строения и состава



Признаки РНК

• Углеводный компонент — рибоза (2′-ОН).

• Вместо тимина обычно присутствует урацил.

• Нуклеотиды соединены 3′,5′-фосфодиэфирными связями.

Функции нуклеотидов и итоги лекции

Строительная	Мономеры ДНК и РНК
Энергетическая	АТФ, ГТФ и другие нуклеозидтрифосфаты
Коферментная	$НАД^+$, ФАД, КоА
Сигнальная	цАМФ, цГМФ

Главная идея: молекулярное строение определяет биологическую функцию.