

Обзор: нуклеиновые кислоты и ключевые темы урока

Нуклеиновые кислоты — основа хранения и передачи генетической информации в живых организмах.





Ключевые открытия нуклеиновых кислот и их значение

История изучения нуклеиновых кислот начинается с открытия Мишером в XIX веке и продолжается раскрытием структуры ДНК и роли РНК в синтезе белков, что стало фундаментом молекулярной биологии.

Нуклеиновые кислоты: определение и биологическое значение

01

Нуклеиновые кислоты — длинные цепочки нуклеотидов, служащие для хранения и передачи генетической информации в клетках.

02

Они регулируют жизненно важные процессы, включая синтез белков и ферментов, поддерживая функции организма на молекулярном уровне.

03

Генетический код зашифрован в последовательности нуклеотидов, обеспечивая точность передачи наследственных признаков.



Сравнение структуры и функций ДНК и РНК

Основные различия между ДНК и РНК отражены в их химическом составе и биологических функциях.

ДНК фокусируется на хранении генетической информации, тогда как РНК — на её реализации и передаче.

Признак	ДНК	РНК
Пентоза	Дезоксирибоза	Рибоза
Азотистые основания	А, Т, Г, Ц	А, У, Г, Ц
Число цепей	Двойная спираль	Одна цепь (реже — двойная)
Основная функция	Хранение генетической информации	Реализация генетической информации
Местоположение	Ядро, митохондрии, хлоропласты	Цитоплазма, рибосомы, ядро

Campbell, Biology, 2020

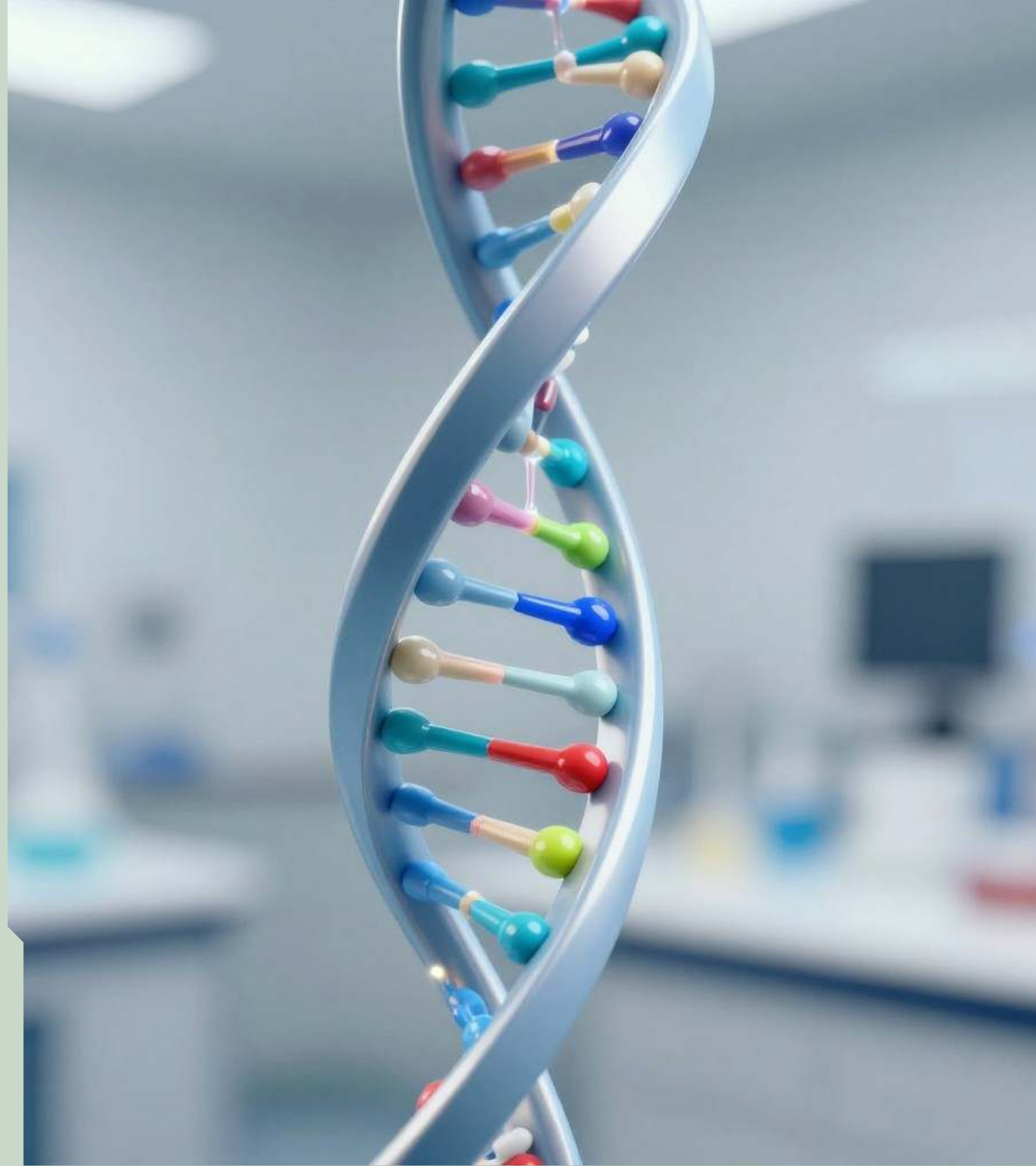
Строение ДНК: двойная спираль и комплементарность

Двойная спираль ДНК

ДНК состоит из двух антипараллельных цепей, скрученных в правозакрученную двойную спираль. Это открытие стало ключевым в понимании механизмов наследственности.

Комплементарность оснований

С помощью водородных связей формируются комплементарные пары А-Т (2 связи) и Г-Ц (3 связи), что обеспечивает стабильность и точность структуры молекулы.



Основные особенности и виды молекул РНК

Структурные особенности РНК

РНК — в основном одноцепочечная молекула с рибозой и урацилом вместо тимина. Она может образовывать сложные вторичные структуры, влияющие на её функцию.



Транспортная и рибосомная РНК

тРНК доставляет аминокислоты к рибосомам, а рРНК формирует структурный каркас и каталитические центры рибосом, участвуя в синтезе белка.



Информационная РНК (иРНК)

иРНК переносит генетический код с ДНК к рибосомам, где происходит сборка белков, являясь ключевым посредником в экспрессии генов.



Компоненты нуклеотида: строительные блоки нуклеиновых кислот



Азотистое основание

Пуриновые и пиримидиновые основания определяют специфичность нуклеотидов и формируют пары, важные для структуры и функции молекул.



Пятиуглеродный сахар

В ДНК — дезоксирибоза, в РНК — рибоза. Эта часть даёт молекулам стабильность и участвует в формировании цепи.

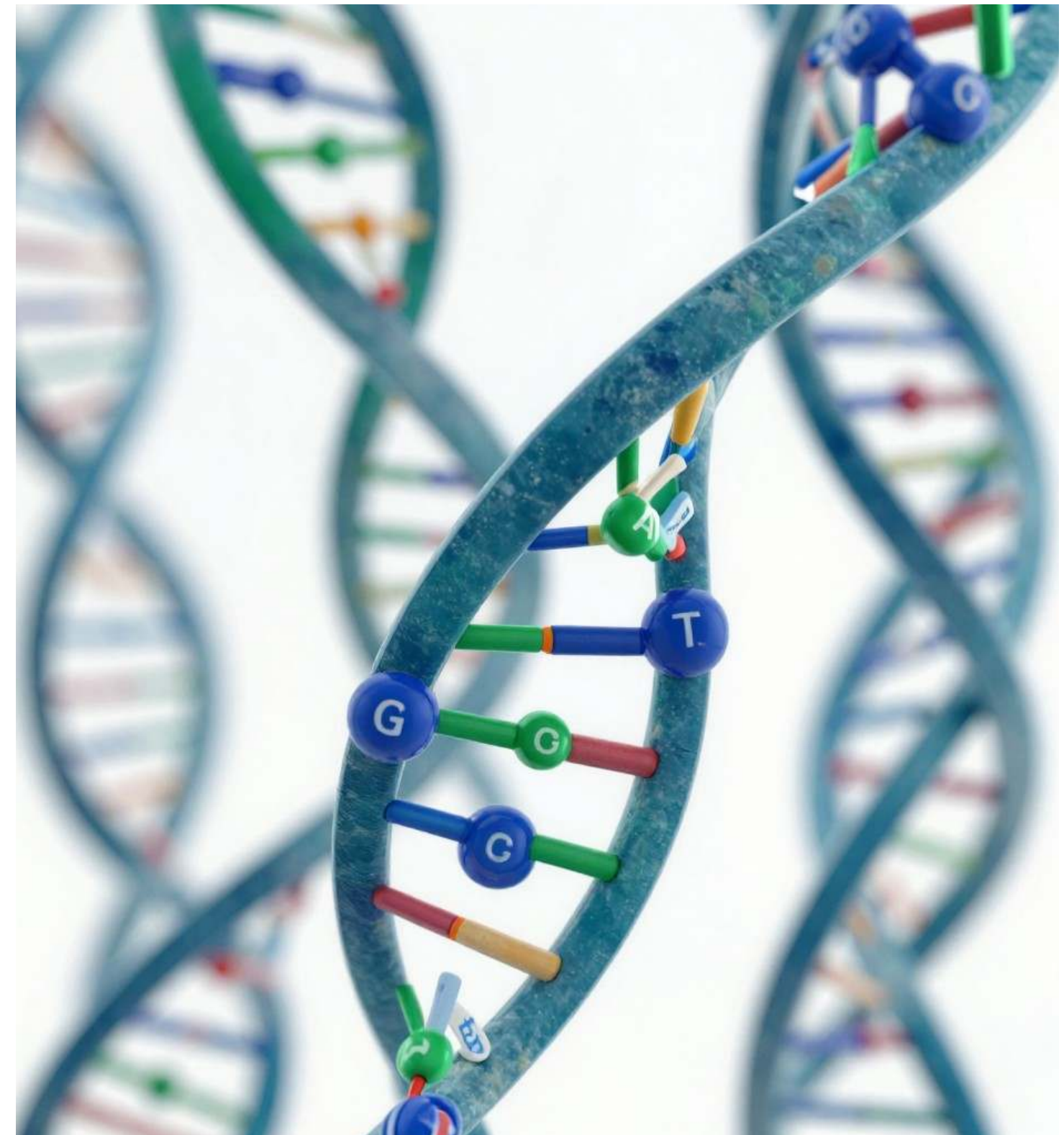


Фосфатная группа

Обеспечивает полярность молекулы и соединяет нуклеотиды в длинные цепи через фосфодиэфирные связи.

Азотистые основания: структура и комплементарность

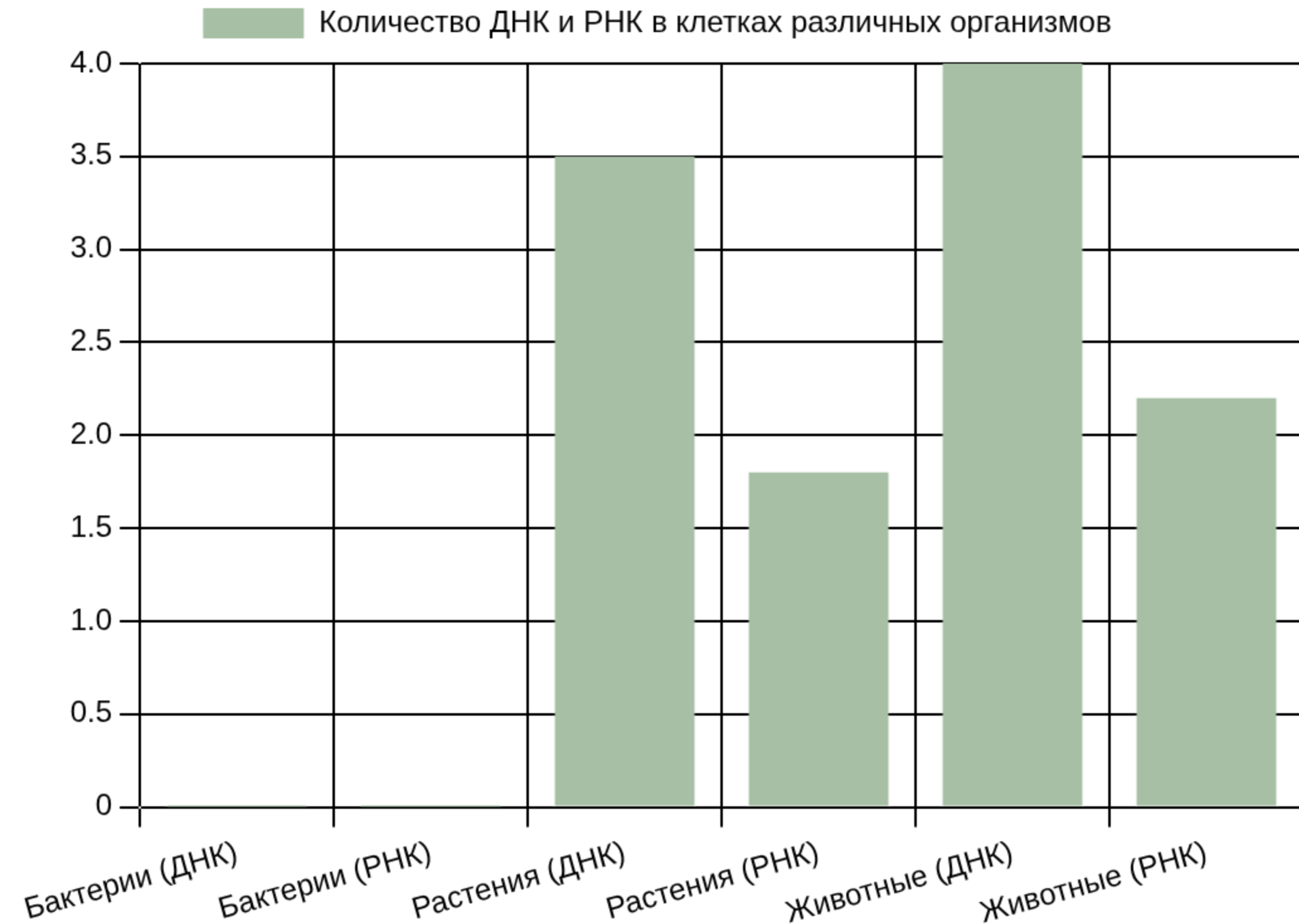
- 01** Пурины — аденин и гуанин — двуколечные основания; пиримидины — цитозин, тимин (в ДНК) и урацил (в РНК) — одноциклические. Их взаимодействие определяет структуру нуклеиновых кислот.
- 02** Комплементарные пары А—Т (или А—У в РНК) и Г—Ц способствуют точному копированию генетической информации при репликации и корректной транскрипции в РНК.



Содержание ДНК и РНК в клетках разных организмов

Прокариоты имеют минимальное количество ДНК и РНК по сравнению с эукариотами, у которых РНК особенно высока в клетках с интенсивным белковым синтезом.

Количество нуклеиновых кислот зависит от типа организма и метаболической активности клеток, отражая их функции.



Alberts, Molecular Biology of the Cell, 2019

Роль нуклеиновых кислот в наследственности

1

ДНК сохраняет генетическую информацию, обеспечивая передачу наследственных признаков от родителей к потомству на молекулярном уровне.

2

Генетический код, записанный в нуклеотидной последовательности ДНК, регулирует синтез РНК и, следовательно, белков, формируя фенотипические свойства организма.

3

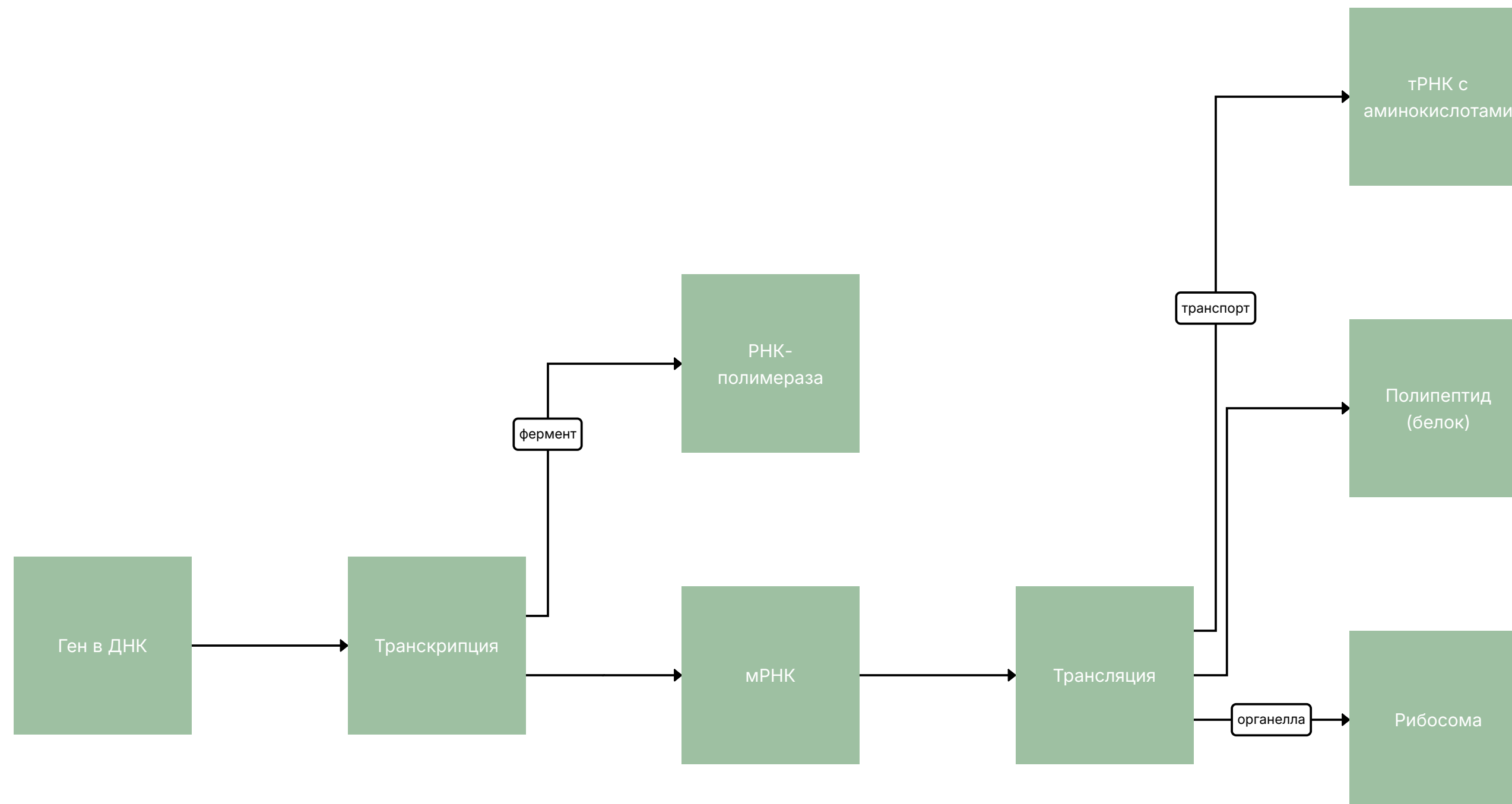
Наследственные мутации в последовательности ДНК могут вызвать заболевания или новые признаки, способствуя как эволюции, так и патологиям.

4

Роль РНК в регуляции генетической информации и вариабельности позволяет гибко адаптироваться к изменениям среды и сохранять биологическую целостность.

Реализация генетической информации: от ДНК к белку

Источник: Учебник молекулярной биологии, 2021





Репликация ДНК: механизм удвоения генетического материала

Репликация происходит перед делением клетки, обеспечивая точную передачу генетической информации дочерним клеткам. Две цепи ДНК расходятся, каждая служит шаблоном для синтеза новой комплементарной цепи.

В процессе участвуют ферменты: хеликаза разрывает водородные связи, ДНК-полимераза синтезирует цепь, а лигаза соединяет фрагменты. Механизм полуконсервативный — новая молекула содержит одну старую и одну новую цепь.

Биосинтез РНК: процессы транскрипции и процессинга

Инициация транскрипции РНК-полимераза связывается с промотором на ДНК, начиная синтез цепи иРНК. Этот этап регулируется специфическими белками, обеспечивающими точность начала транскрипции.



Регуляция и контроль
Процессинг иРНК позволяет контролировать экспрессию генов и качество транскрипта. Нарушения в этих механизмах могут приводить к болезням и нарушению синтеза белков.



Сплайсинг и модификация
У эукариот после синтеза иРНК происходит вырезание интронов — сплайсинг. Добавляются 5'-кэп и 3'-поли-А хвост, которые стабилизируют молекулу и обеспечивают её транспорт в цитоплазму.



Типы РНК: функциональная специализация и локализация

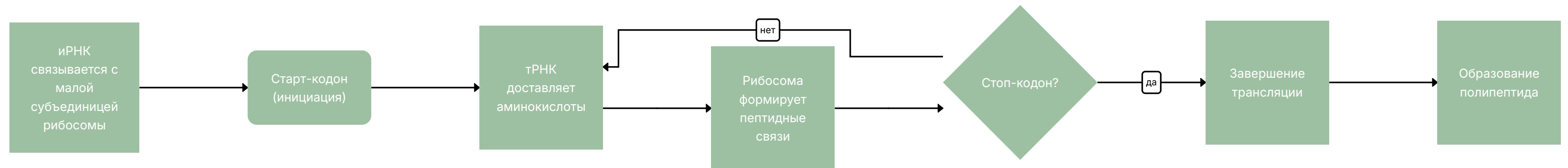
Тип РНК	Основная функция	Локализация
иРНК	Матрица для синтеза белка	Ядро, цитоплазма, рибосомы
тРНК	Доставка аминокислот	Цитоплазма
рРНК	Формирует рибосомы	Ядро, рибосомы
микроРНК	Регуляция экспрессии	Ядро, цитоплазма

Основные виды РНК различаются по функциям и местам нахождения в клетке, обеспечивая координацию синтеза белков и регуляции генов.

Различные типы РНК играют специализированные, но взаимодополняющие роли в клетке.

Трансляция: процесс синтеза белка на рибосомах

Источник: Молекулярная биология клетки, 2019



Мутации нуклеиновых кислот: причины и последствия

01 Виды мутаций и причины

Мутации — это изменения в последовательности нуклеотидов ДНК или РНК. К ним относятся точечные замены, делеции, вставки и большие перестройки, вызванные ошибками репликации или воздействием мутагенов.

02 Последствия мутаций для организма

Мутации могут приводить к генетическим заболеваниям, возникновению новых признаков или гибели клетки. Некоторые мутации способствуют адаптации и эволюции видов.



Методы исследования нуклеиновых кислот

Секвенирование ДНК (1977)

Определение точной последовательности нуклеотидов, открывающее возможность анализа генома и выявления мутаций.

Электрофорез

Метод разделения фрагментов ДНК или РНК по размеру для анализа и мониторинга продуктов амплификации.

ПЦР (1983)

Полимеразная цепная реакция — эффективный метод амплификации определённых фрагментов ДНК для диагностики и исследований.

Гибридизация

Используется для обнаружения специфических нуклеотидных последовательностей в образцах, важна в диагностике и исследовательской работе.

Нуклеиновые кислоты в биотехнологии и медицине

Генетические тесты

Используются для выявления наследственных заболеваний и определения генетического риска. Точные методы позволяют планировать персонализированное лечение и профилактику.



Диагностика инфекций методом ПЦР

Позволяет быстро и с высокой чувствительностью выявлять патогены, что особенно важно в эпидемиологии и клинической практике.



Генная терапия

Направлена на исправление дефектных генов с помощью векторных молекул ДНК или РНК, открывая перспективы лечения наследственных и приобретённых болезней.



Разработка мРНК-вакцин

Примером является вакцина против COVID-19, которая использует мРНК для стимуляции иммунного ответа без введения живого вируса.



Этические и социальные аспекты применения нуклеиновых кислот

Право на конфиденциальность генетической информации остаётся важным вопросом в современной медицине и биотехнологии. Защита данных необходима для предотвращения дискриминации и нарушения личной жизни.

Создание ГМО и применение генных технологий требуют оценки рисков для здоровья и экологии, а также обеспечивают справедливый доступ к плодам науки обществом.

Значение нуклеиновых кислот для науки и общества

Нуклеиновые кислоты обеспечивают передачу и регуляцию жизни на молекулярном уровне. Их исследование открывает новые горизонты в медицине и биотехнологии, формируя фундамент знаний и этических подходов.