

Дисциплина: Биология. Глава 4. Наследственная информация и реализация её в клетке.

§ 14. Генетическая информация. Удвоение ДНК. (учебник Общая биология 10-11 класс. Автор Д.К. Беляев)

1. Внимательно изучите тему.
2. **Запишите** в конспект основное.
3. **Запишите** вопросы и **ответите** на них. (вопрос – ответ стр. 58)
4. Выслать скрин или фото мне на !!! электронную почту [vg.shadrin@mail.ru](mailto:vg.shadrin@mail.ru)

#### Глава IV. НАСЛЕДСТВЕННАЯ ИНФОРМАЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ ЕЕ В КЛЕТКЕ

Организмы обладают способностью передавать следующим поколениям свои признаки и особенности, т. е. воспроизводить себе подобных. Это явление наследования признаков основано на передаче из поколения в поколение *наследственной информации*. Материальным носителем этой информации являются молекулы ДНК.

Передача наследственной информации от одного поколения клеток к другому, от одного поколения организмов к последующему обеспечивается некоторыми фундаментальными свойствами ДНК. Она удваивается в каждом поколении клеток и может неопределенно долго воспроизводиться без каких-либо изменений. Относительно редкие изменения наследственной информации также могут воспроизводиться и передаваться от поколения к поколению.

#### § 14. Генетическая информация. Удвоение ДНК

Одна из самых замечательных особенностей жизни состоит в том, что все живые существа характеризуются общностью строения клеток и происходящих в них процессов (см. § 7). Однако они имеют и очень много различий. Даже особи одного вида различаются по многим свойствам и признакам: морфологическим, физиологическим, биохимическим.

Современная биология показала, что в своей основе сходство и различие организмов определяются в конечном счете набором белков. Чем ближе организмы друг к другу в систематическом положении, тем более сходны их белки.

Некоторые белки, выполняющие одинаковые функции, могут иметь сходное строение в клетках не только разных видов, но даже более далеких групп организмов. Например, инсулин (гормон поджелудочной железы), регулирующий уровень сахара в крови, близок по строению у собаки и человека. Однако большинство белков, выполняя одну и ту же функцию, несколько отличаются по строению у разных представителей одного и того же вида. Примером могут служить белки групп крови у человека. Такое разнообразие белков лежит в основе специфичности каждого организма.

Известно, что в эритроцитах (красных кровяных клетках дисковидной формы) содержится белок гемоглобин, который доставляет кислород ко всем клеткам тела. Это сложный белок. Каждая его молекула состоит из четырех полипептидных цепей. У людей, страдающих тяжелым наследственным заболеванием — серповидноклеточной анемией, эритроциты похожи не на диски, как обычно, а на серпы. Причина изменения формы клетки — в различии первичной структуры гемоглобина у больных и здоровых людей. В чем же это различие? В двух из четырех цепей нормального гемоглобина на ше-



**НИКОЛАЙ КОНСТАНТИНОВИЧ КОЛЬЦОВ (1872—1940)** — отечественный зоолог, цитолог, генетик. Основатель экспериментального метода исследований в биологии в нашей стране. Впервые выступил с теорией матричной репродукции хромосом. Основатель Института экспериментальной биологии. Был инициатором создания Всесоюзного института экспериментальной медицины, на основе которого впоследствии была создана Академия медицинских наук.

стом месте стоит глутаминовая кислота. При серповидноклеточной анемии она заменена на аминокислоту валин. Из 574 аминокислот, входящих в состав гемоглобина, заменены только две (по одной в двух цепях). Но это приводит к существенному изменению третичной и четвертичной структуры белка и, как следствие, к изменению формы и нарушению функции эритроцита. Серповидные эритроциты плохо справляются со своей задачей — переносом кислорода.

**ДНК — матрица для синтеза белков.** Каким же образом в эритроцитах здорового человека образуются миллионы идентичных молекул гемоглобина, как правило, без единой ошибки в расположении аминокислот? Почему в эритроцитах больных серповидноклеточной анемией все молекулы гемоглобина имеют одну и ту же ошибку в одном и том же месте?

Для ответа на эти вопросы обратимся к примеру с книгопечатанием. Учебник, который вы держите в руках, издан тиражом  $n$  экземпляров. Все  $n$  книг отпечатаны с одного шаблона — типографской матрицы, поэтому они совершенно одинаковы. Если бы в матрицу вкралась ошибка, то она была бы воспроизведена во всех экземплярах. Роль матрицы в клетках живых организмов выполняют молекулы ДНК. ДНК каждой клетки несет информацию не только о структурных белках, определяющих форму клетки (вспомните эритроцит), но и о всех белках-ферментах, белках-гормонах и других белках.

Углеводы и липиды образуются в клетке в результате сложных химических реакций, каждая из которых катализируется своим белком-ферментом. Владея информацией о ферментах, ДНК программирует структуру и других органических соединений, а также управляет процессами их синтеза и расщепления.

Поскольку молекулы ДНК являются матрицами для синтеза всех белков, в ДНК заключена информация о структуре и деятельности клеток, о всех признаках каждой клетки и организма в целом.

Каждый белок представлен одной или несколькими полипептидными цепями. Участок молекулы ДНК, служащий матрицей для син-

теза одной полипептидной цепи, т. е. в большинстве случаев одного белка, называют *геном*. Каждая молекула ДНК содержит множество разных генов. Вся информация, заключенную в молекулах ДНК, называют *генетической*. Идея о том, что генетическая информация записана на молекулярном уровне и что синтез белков идет по матричному принципу, впервые была сформулирована еще в 20-х гг. XX в. выдающимся отечественным биологом Н. К. Кольцовым.

**Удвоение ДНК.** Молекулы ДНК обладают поразительным свойством, не присущим ни одной другой из известных молекул, — способностью к удвоению. Что представляет собой процесс удвоения? Вы помните, что двойная спираль ДНК построена по принципу комплементарности (см. рис. 7). Этот же принцип лежит в основе удвоения молекул ДНК. С помощью специальных ферментов водородные связи, скрепляющие нити ДНК, разрываются, нити расходятся, и к каждому нуклеотиду каждой из этих нитей последовательно пристраиваются комплементарные нуклеотиды. Разошедшиеся нити исходной (материнской) молекулы ДНК являются матричными — они задают порядок расположения нуклеотидов во вновь синтезируемой цепи. В результате действия сложного набора ферментов происходит соединение нуклеотидов друг с другом. При этом образуются новые нити ДНК, комплементарные каждой из разошедшихся цепей (рис. 21). Таким образом, в результате удвоения создаются две двойные спирали ДНК (дочерние молекулы), каждая из них имеет одну нить, полученную от материнской молекулы, и одну нить, синтезированную вновь.

Процесс матричного синтеза ДНК, осуществляемый ферментами ДНК-полимеразы, называют *репликацией*.

Дочерние молекулы ДНК ничем не отличаются друг от друга и от материнской молекулы. При делении клетки дочерние молекулы ДНК расходятся по двум образу-

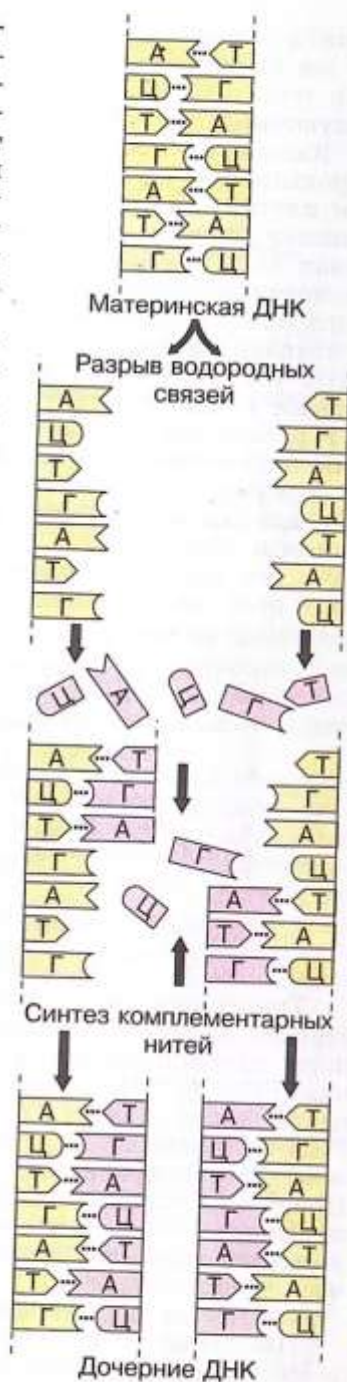


Рис. 21. Схема удвоения ДНК

щимся клеткам, каждая из которых вследствие этого будет иметь ту же информацию, которая содержалась в материнской клетке. Так как гены — это участки молекул ДНК, то две дочерние клетки, образующиеся при делении, имеют одинаковые гены.

Каждая клетка многоклеточного организма возникает из одной зародышевой клетки в результате многократных делений, поэтому все клетки организма имеют одинаковый набор генов. Случайно возникшая ошибка в гене зародышевой клетки будет воспроизведена в генах миллионов ее потомков. Вот почему все эритроциты больного серповидноклеточной анемией имеют одинаково «испорченный» гемоглобин. Дети, больные анемией, получают «испорченные» гены от родителей через их половые клетки. Информация, заключенная в ДНК клеток (генетическая информация), передается не только из клетки в клетку, но и от родителей к детям. (Подробно об этом будет рассказано в главе VII.) *Ген является единицей генетической, или наследственной, информации.*

Трудно, глядя на типографскую матрицу, судить о том, хорошая или плохая книга будет по ней напечатана. Невозможно судить и о качестве генетической информации по тому, «хороший» или «плохой» ген получили потомки по наследству, до тех пор, пока на основе этой информации не будут построены белки и не разовьется целый организм.

- ▶ 1. Какие вещества обуславливают индивидуальные различия организмов?
- ▶ 2. Может ли замена одной аминокислоты в полипептидной цепи сказаться на функции белка?
- ▶ 3. Как вы понимаете фразу: «Молекулы ДНК — матрицы для синтеза белков»?
- 4. Какой принцип лежит в основе удвоения молекул ДНК?
- ▶ 5. Одинакова ли генетическая информация в клетке печени и в нервной клетке одного и того же организма?

### **§ 15. Образование информационной РНК по матрице ДНК. Генетический код**

**Транскрипция.** К рибосомам, местам синтеза белков, из ядра поступает несущий информацию посредник, способный пройти через поры ядерной оболочки. Таким посредником является информационная РНК (иРНК). Это одноцепочечная молекула, комплементарная одной нити молекулы ДНК (см. § 5). Специальный фермент — РНК-полимераза, двигаясь по ДНК, подбирает по принципу комплементарности нуклеотиды и соединяет их в единую цепочку (рис. 22). Процесс образования иРНК называется *транскрипцией* (от лат. «транскрипцию» — переписывание). Если в нити ДНК стоит тимин, то полимераза включает в цепь иРНК аденин, если стоит гуанин — включает цитозин, если в ДНК стоит аденин — включает урацил (в состав РНК не входит тимин).

По длине каждая из молекул иРНК в сотни раз короче ДНК. Информационная РНК — копия не всей молекулы ДНК, а только