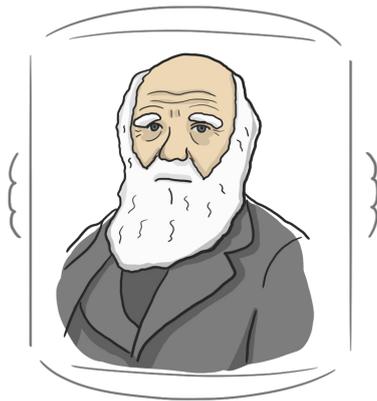
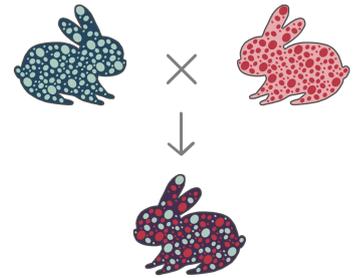


# Генетика после Менделя



Чарлз Дарвин

Вопрос о физических носителях наследственной информации впервые действительно остро встал в XIX веке, когда Чарльз Дарвин создал теорию естественного отбора. До того предполагалось, например, что носителем наследственности является кровь, отсюда и пошли такие выражения, как «кровное родство», «чистокровность» и прочие. Дарвин придумал собственную гипотезу наследственности — гипотезу пангенеза, которая была, как он сам отмечал, полностью умозрительной. Согласно этой гипотезе, где-то внутри организма находятся некие тельца — гемулы, из которых формируются половые клетки, через которые каким-то образом передаются наследственные признаки. Причем, согласно представлениям Дарвина, родители передавали свои признаки целиком, и те чаще всего просто смешивались у их потомка в некое среднее проявление. К концу 19 века эта гипотеза была несколько трансформирована:

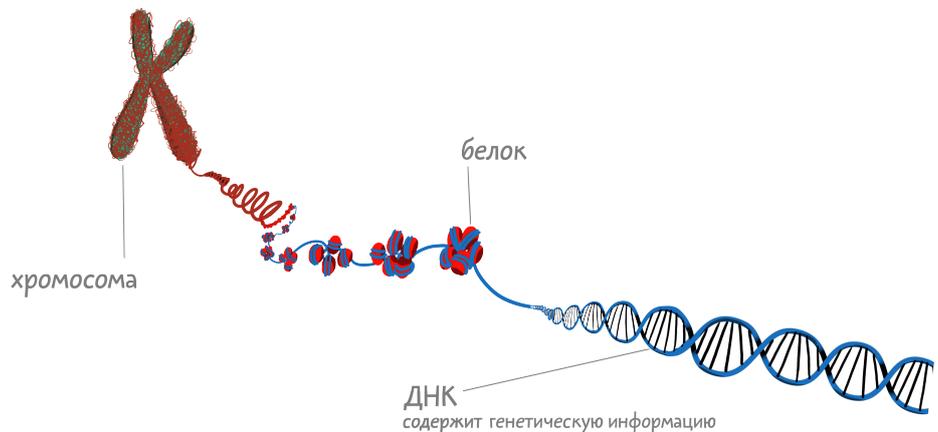


термин «гемулы» был заменен на термин «панген», но никакого четкого понимания, где именно находятся эти «пангены» и что из себя представляют, так и не появилось. В 1909 году датский ботаник Вильгельм Иогансен предложил вместо слова «панген» использовать более короткое слово «ген», а за три года до того появился термин «генетика», от слова *genos* — порождать.



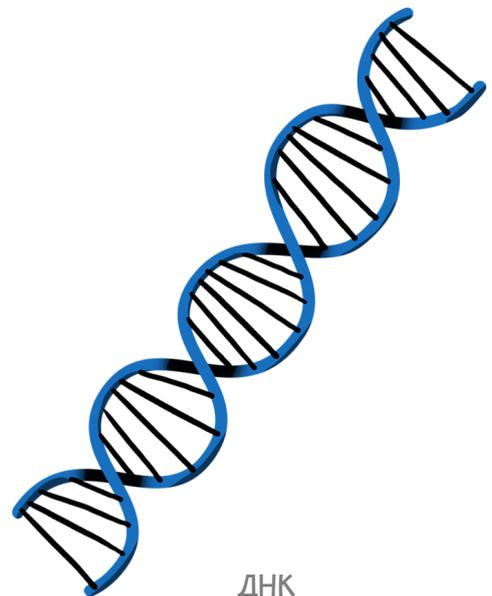
Томас Морган

В первой четверти XX века американский ученый Томас Морган со своими коллегами доказывает, что хромосомы, состоящие из белков и ДНК, являются носителями наследственной информации. Однако какой именно компонент хромосомы выполняет функцию хранения и передачи генетической информации, на тот момент ясно не было.



Френсис Крик

В 50-х годах XX века происходят два крайне важных открытия. Во-первых, эксперименты Херши и Чейза показывают, что именно ДНК несет генетическую информацию. Во-вторых, ученые Френсис Крик и Джеймс Уотсон, используя экспериментальные результаты, полученные их коллегами Розалиндой Франклин и Морисом Уилкинсом, создают модель ДНК, представляющую собой двойную спираль. За это открытие они получили нобелевскую премию 1962 года.



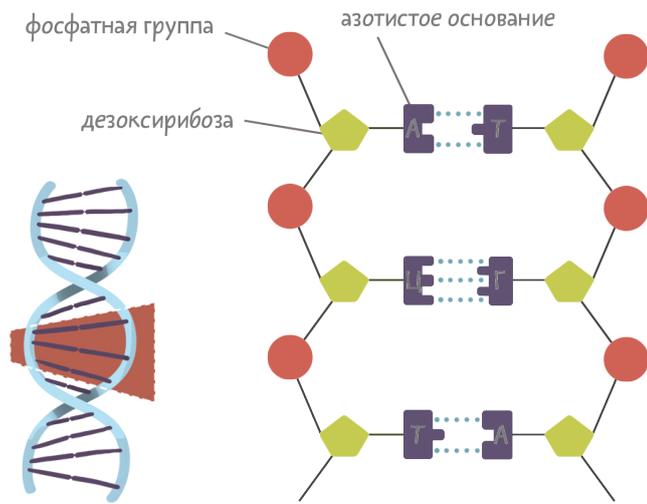
ДНК



Джеймс Уотсон

# Строение ДНК и генетический код

Молекула ДНК состоит из двух нитей, закрученных друг относительно друга, каждая из которых состоит из повторяющихся фрагментов – нуклеотидов.



Каждый из нуклеотидов состоит из трех частей – фосфатной группы, сахара-дезоксирiboзы и азотистого основания. Нуклеотиды соединяются в цепь, а между собой две цепи соединяются азотистыми основаниями через так называемые водородные связи. В ДНК встречаются 4 варианта азотистых оснований: аденин (А), тимин (Т), гуанин (Г) и цитозин (Ц). При этом аденин может соединяться водородными связями только с тимином, а гуанин – только с цитозином. Эта закономерность получила название «правило комплементарности».



Одним из наиболее важных компонентов организма являются белки – именно белки определяют практически все признаки организма и особенности протекающих в нем процессов. Каждый белок представляет собой очень длинную последовательность (полимер) небольших фрагментов –

аминокислот (мономеров). Всего таких аминокислот в нашем организме встречается 20. Именно последовательность аминокислот всех белков организма и закодирована в наших молекулах ДНК. Таким образом, мы имеем 4 типа азотистых оснований, которые можно назвать «буквами» генетического кода, и нам надо «назвать» с помощью этих «букв» 20 аминокислот. Если бы мы

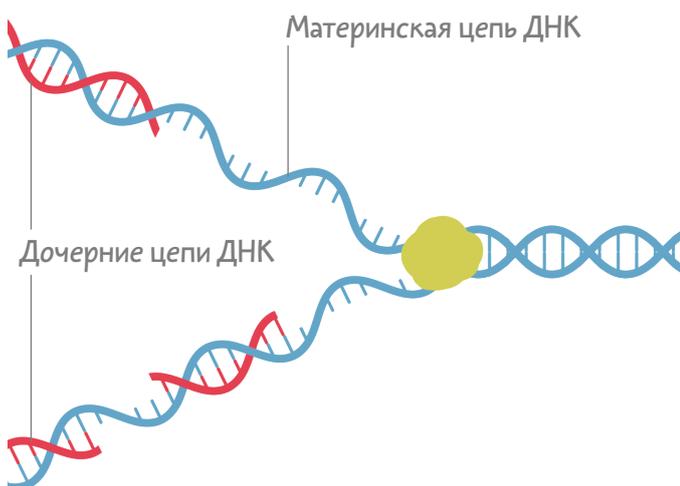
УУУ	Фенилаланин	УЦУ	Серин	УАУ	Тирозин	УГУ	Цистеин	
УУЦ		УЦЦ		УАЦ		УГЦ		
УУА		УЦА		УАА		УГА		– стоп-кодоны
УУГ		УЦГ		УАГ		УГГ		– Триптофан
ЦУУ	Лейцин	ЦЦУ	Пролин	ЦАУ	Гистидин	ЦГУ	Аргинин	
ЦУЦ		ЦЦЦ		ЦАЦ		ЦГЦ		
ЦУА		ЦЦА		ЦАА		ЦГА		
ЦУГ		ЦЦГ		ЦАГ		ЦГГ		
АУУ	Изолейцин	АЦУ	Треонин	ААУ	Аспарагин	АГУ	Серин	
АУЦ		АЦЦ		ААЦ		АГЦ		
АУА		АЦА		ААА		АГА		Аргинин
АУГ		АЦГ		ААГ		АГГ		
ГУУ	Валин	ГЦУ	Аланин	ГАУ	Аспарагиновая кислота	ГГУ	Глицин	
ГУЦ		ГЦЦ		ГАЦ		ГГЦ		
ГУА		ГЦА		ГАА		ГГА		
ГУГ		ГЦГ		ГАГ		ГГГ		

использовали одну «букву», мы смогли бы «назвать» только 4 аминокислоты. Если использовать две «буквы» – будет возможно «назвать»  $4^2=16$  аминокислот, но этого также недостаточно. Однако если мы будем использовать 3 буквы, то сможем закодировать до  $4^3=64$  аминокислот, и этого достаточно для нашей задачи. Таким образом, смысловой единицей генетического кода являются 3 нуклеотида и последовательность таких нуклеотидных троек – триплетов, кодирует последовательность аминокислот в белке.

Поскольку аминокислот всего 20, а триплетов 64, большинство аминокислот кодируются несколькими триплетами – до 6 вариантов. Кроме того, три триплета не кодируют ни одной аминокислоты. Они называются стоп-кодонами, и именно на них и будет заканчиваться процесс синтеза белка.

ДНК способна к репликации – удвоению, при котором образуются две идентичные копии материнской ДНК. При этом иногда во время репликации могут возникать ошибки, и такие ошибки, получившие название «мутации» – изменения в структуре ДНК, которые могут затрагивать как отдельные нуклеотиды, так и целые хромосомы.

Итак, что же такое ген? Ген – это участок молекулы ДНК, в большинстве случаев определяющий структуру одного белка.



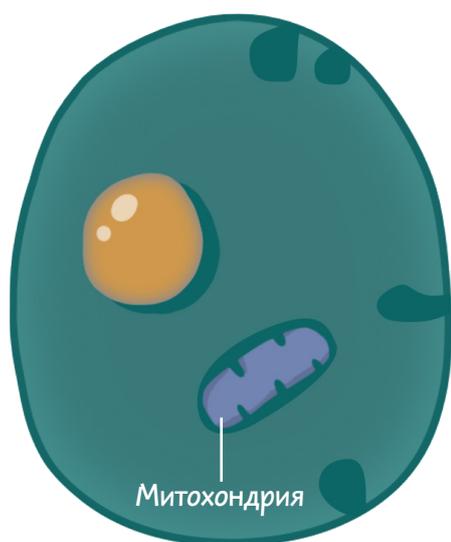
# Где находится ДНК. Биоинженерия

Все многоклеточные организмы, такие как мы с вами, относятся к группе эукариот. Это группа, у которой ДНК находится внутри специальной структуры, которая называется «ядро». К эукариотам относятся животные, растения, грибы и некоторые одноклеточные организмы. Но существуют организмы без ядра, ДНК которых представляет собой кольцевую молекулу не окруженную никакими стенками. Они называются прокариотами, к ним относятся бактерии и археи.

Эукариоты



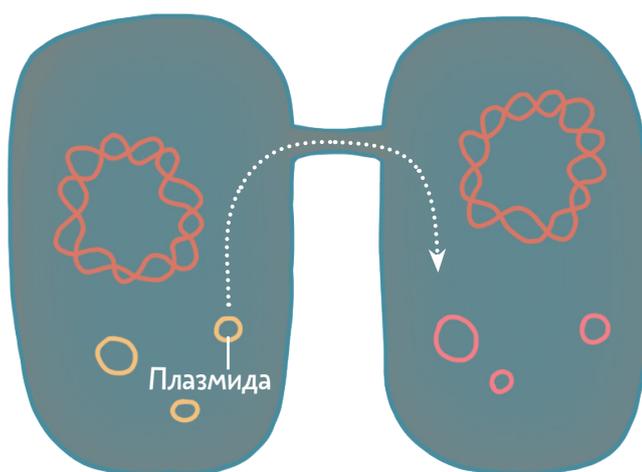
Прокариоты



В клетках эукариот ДНК находится не только в ядре – также ДНК присутствует в особых органоидах, обеспечивающих клетки энергией – митохондриях. Внутри них находится кольцевая ДНК – такая же, как в клетках бактерий. Из-за этого сходства родилась теория, о том, что митохондрии были когда-то свободными прокариотическими организмами, которые были поглощены каким-то древним эукариотическим организмом, но не были им переварены, а перешли к симбиотическим взаимоотношениям. В итоге некогда свободноживущая бактериальная клетка превратилась в новый органоид эукариотической клетки. Именно поэтому митохондрии окружены двойной мембраной: первая – это оболочка самой клетки, а вторая – это стенка пузырька, в который она попала.

Кроме того, мы можем обнаружить ДНК и вне клетки. Вирусы представляют собой молекулы ДНК или РНК, заключенные в белковую оболочку. Именно поэтому их нельзя назвать настоящими организмами – у них нет клеток и для размножения они используют клетки других организмов.

Также ДНК может принимать форму плазмид – небольших кольцевых молекул ДНК, которые встречаются практически у всех бактерий. Плазмиды могут удваиваться и передаваться от бактерии к бактерии. Если две бактерии встречаются, они могут перекинуть цитоплазматический мостик для того чтобы обменяться плазмидами. И именно в плазмидах порой бывают закодированы некоторые дополнительные способности бактерий. Например, там могут быть закодированы гены устойчивости к каким-либо антибиотикам. Поэтому ни в коем случае нельзя прерывать курс антибиотиков, назначенный врачом.



Явление, когда признаки передаются не по наследству, а от организма к организму называется горизонтальным переносом генов, которое стало ключевым в формировании биоинженерии – биотехнологической отрасли, позволяющей создавать живые организмы, например, бактерии, с необходимыми свойствами для дальнейшего использования их человеком. Так, были созданы бактерии, способные синтезировать инсулин, бактерии, способные разлагать нефть и многие другие. Объектами генной инженерии могут становиться и эукариотические организмы. Такие организмы носят название генномодифицированных – ГМО. Не стоит пугаться этой аббревиатуры, ведь вред от ГМО не был доказан, а польза велика. Разумеется, надо помнить, что если вы съели генномодифицированный организм, вся его ДНК растворится в вашем желудке и кишечнике и никогда не встроится в вашу ДНК.