

Блок №2: признаки живых организмов

Гены, хромосомы, вирусы

*Составила учитель биологии и химии Сафина Л.
Р.*

Содержание

- История открытия «частиц наследственности»
- Предпосылки хромосомной теории наследственности
- Строение хромосом
- Формы хромосом
- Роль ДНК и РНК
- Генетические заболевания
- Вирусы

- Наследственность и изменчивость в живой природе существуют благодаря генам и хромосомам, дезоксирибонуклеиновой кислоте (ДНК). Хранится и передается генетическая информация в виде цепочки нуклеотидов в составе ДНК. Какая роль в этом явлении принадлежит генам? Что такое хромосома с точки зрения передачи наследственных признаков? Ответы на подобные вопросы позволяют разобраться в принципах кодирования и генетическом разнообразии на нашей планете. Во многом оно зависит от того, сколько хромосом входит в набор, от рекомбинации этих структур.

История открытия «частиц наследственности»

- Изучая под микроскопом клетки растений и животных, многие ботаники и зоологи еще в середине XIX века обратили внимание на тончайшие нити и мельчайшие кольцевидные структуры в ядре. Чаще других первооткрывателем хромосом называют немецкого анатома Вальтера Флемминга. Именно он применил анилиновые красители для обработки ядерных структур. Обнаруженное вещество Флемминг назвал «хроматином» за его способность к окрашиванию. Термин «хромосомы» в 1888 году ввел в научный оборот Генрих Вальдейер. Одновременно с Флеммингом искал ответ на вопрос о том, что такое хромосома, бельгиец Эдуард ван Бенеден. Чуть раньше немецкие биологи Теодор Бовери и Эдуард Страсбургер провели серию экспериментов, доказывающих индивидуальность хромосом, постоянство их числа у разных видов живых организмов.

Предпосылки хромосомной теории наследственности

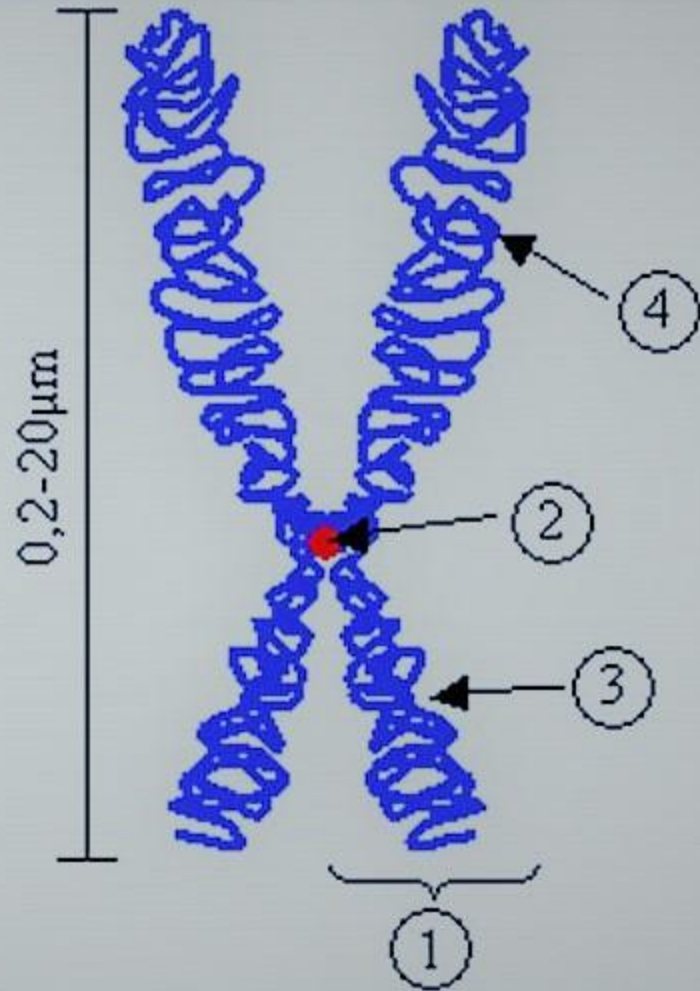
Американский исследователь Уолтер Саттон выяснил, сколько хромосом содержится в клеточном ядре. Ученый считал эти структуры носителями единиц наследственности, признаков организма. Саттон обнаружил, что хромосомы состоят из генов, с помощью которых потомкам от родителей передаются свойства и функции. Генетик в своих публикациях дал описания хромосомных пар, их движения в процессе деления клеточного ядра. Независимо от американского коллеги, работы в том же направлении вел Теодор Бовери. Оба исследователя в своих трудах изучали вопросы передачи наследственных признаков, сформулировали основные положения о роли хромосом (1902-1903). Дальнейшая разработка теории Бовери-Саттона происходила в лаборатории нобелевского лауреата Томаса Моргана. Выдающийся американский биолог и его помощники установили ряд закономерностей размещения генов в хромосоме, разработали цитологическую базу, объясняющую механизм законов Грегора Менделя — отца-основателя генетики.

Строение хромосом

- Хромосомы — наиважнейший элемент клетки. Они отвечают за передачу и реализацию наследственной информации и в эукариотической клетке локализуются в ядре. По химическому строению хромосомы представляют собой комплексы дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК) и связанных с ними белков, а также небольшого количества других веществ и ионов. Таким образом, хромосомы являются дезоксирибонуклеопротеидами (ДНП).
- Каждая хромосома в интерфазе включает одну длинную двухцепочечную молекулу ДНК. Ген — это последовательность определенного количества следующих друг за другом нуклеотидов, составляющих ДНК. Гены, входящие в состав ДНК одной хромосомы, следуют друг за другом. В интерфазе в клетке протекает множество процессов, многие участки хромосомы деспирализованы в разной степени. На многих участках ДНК идет синтез РНК.

- Схема строения хромосомы в поздней профазе — метафазе митоза:

- 1 — хроматида;
- 2 — центромера;
- 3 — короткое плечо;
- 4 — длинное плечо



Строение удвоенной хромосомы. 1 — хроматида; 2 — центромера; 3 — короткое плечо; 4 — длинное плечо.

- В период клеточного деления (как при митозе, так и при мейозе) хромосомы спирализуются (происходит их компактизация). При этом их длина сокращается, а синтез на них РНК становится невозможным. До спирализации каждая хромосома удваивается. Говорят, что хромосома становится состоящей из двух хроматид. То есть в период интерфазы хромосома состояла из одной хроматиды.
- В компактизации хроматид важную роль играют белки, входящие в состав хромосомы.
- Таким образом, в зависимости от фазы клеточного цикла по внешнему строению хромосомы могут быть представлены
- в виде невидимого в световой микроскоп хроматина (в интерфазе) и состоять из одной хроматиды
- в форме двух спирализованных хроматид, видимых в световой микроскоп (в фазах клеточного деления, начиная с метафазы).

- В строении хромосом есть еще один важный элемент — *центромера* (первичная перетяжка). Она имеет белковую природу и отвечает за движение хромосомы, также к ней крепятся нити веретена деления. В зависимости от места расположения центромеры различают равноплечие (метацентрические), неравноплечие (субметацентрические) и палочковидные (acroцентрические) хромосомы. У первых центромера находится по-середине, разделяя каждую хроматиду на два равных плеча, у вторых плечи неравной длины, а у третьих центромера находится у одного из концов хроматиды.
- В удвоенных хромосомах хроматиды соединены между собой в области центромеры. Наличие первичной перетяжки в строении хромосом обязательно. Однако кроме них бывают вторичные перетяжки (ядрышковые организаторы), они наблюдаются не у всех хромосом. В ядре на вторичных перетяжках хромосом происходит синтез ядрышек. На концах хроматид находятся так называемые теломеры. Они препятствуют слипанию хромосом.

- В гаплоидном наборе каждая хромосома по своему строению уникальна. Положение центromеры (и обусловленные этим длины плеч хромосомы) позволяет отличать каждую среди остальных. В диплоидном наборе у каждой хромосомы есть гомологичная ей, имеющая такое же строение и тот же набор генов (но возможно других их аллелей) и доставшаяся от другого родителя.
- Для каждого вида живых организмов характерен свой кариотип, т. е. свое количество хромосом и их особенности (длина, положение центromер, особенности химического строения). По кариотипу можно определить биологический вид.

ФОРМЫ ХРОМОСОМ

- Каждая хромосома обладает индивидуальным строением, отличается от других особенностями окрашивания. При изучении морфологии важно определить положение центромеры, длину и размещение плеч относительно перетяжки. В набор хромосом обычно входят следующие формы: метацентрические, или равноплечие, для которых характерно срединное расположение центромеры; субметацентрические, или неравноплечие (перетяжка смещена в сторону одного из теломеров); акроцентрические, или палочковидные, в них центромера находится практически на конце хромосомы; точковые с трудно поддающейся определению формой.

- **Функции хромосом**

- Хромосомы состоят из генов — функциональных единиц наследственности.

Теломеры — концы плеч хромосомы. Эти специализированные элементы служат для защиты от повреждения, препятствуют слипанию фрагментов. **Центромера** выполняет свои задачи при удвоении хромосом. На ней есть кинетохор, именно к нему крепятся структуры веретена деления. Каждая пара хромосом индивидуальна по месту расположения центромеры. Нити веретена деления работают таким образом, что в дочерние клетки отходит по одной хромосоме, а не обе. Равномерное удвоение в процессе деления обеспечивают точки начала репликации. Дупликация каждой хромосомы начинается одновременно в нескольких таких точках, что заметно ускоряет весь процесс деления.

Роль ДНК и РНК

- Выяснить, что такое хромосома, какую функцию выполняет эта ядерная структура, удалось после изучения ее биохимического состава и свойств. В эукариотических клетках ядерные хромосомы образованы конденсированным веществом — хроматином. По данным анализа, в его состав входят высокомолекулярные органические вещества: дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК); рибонуклеиновая кислота (РНК); белки-гистоны.

- Нуклеиновые кислоты принимают самое непосредственное участие в биосинтезе аминокислот и белков, обеспечивают передачу наследственных признаков из поколения в поколение. ДНК содержится в ядре эукариотической клетки, РНК сосредоточена в цитоплазме. Гены Рентгеноструктурный анализ показал, что ДНК образует двойную спираль, цепи которой состоят из нуклеотидов.
- Они представляют собой углевод дезоксирибозу, фосфатную группу и одно из четырех азотистых оснований: А — аденин. Г — гуанин. Т — тимин. Ц — цитозин. Участки спиралевидных дезоксирибонуклеопротеидных нитей — это гены, несущие закодированную информацию о последовательности аминокислот в белках или РНК.
- При размножении наследственные признаки от родителей потомству передаются в виде аллелей генов. Они определяют функционирование, рост и развитие конкретного организма.
- По мнению ряда исследователей, те участки ДНК, что не кодируют полипептиды, выполняют регулирующие функции. Геном человека может насчитывать до 30 тыс. генов.
- Набор хромосом Общее число хромосом, их особенности — характерный признак вида. У мухи-дрозофилы их количество — 8, у приматов — 48, у человека — 46. Это число является постоянным для клеток организмов, которые относятся к одному виду.

- Для всех эукариотов существует понятие «диплоидные хромосомы». Это полный набор, или $2n$, в отличие от гаплоидного — половинного количества (n). Хромосомы в составе одной пары гомологичны, одинаковы по форме, строению, местоположению центромер и других элементов. Гомологи имеют свои характерные особенности, которые их отличают от других хромосом в наборе. Окрашивание основными красителями позволяет рассмотреть, изучить отличительные черты каждой пары. Диплоидный набор хромосом присутствует в соматических клетках, гаплоидный же — в половых (так называемых гаметах).
- У млекопитающих и других живых организмов с гетерогаметным мужским полом формируются два вида половых хромосом: X-хромосома и Y. Самцы обладают набором XY, самки — XX. Хромосомный набор человека
- Клетки организма человека содержат 46 хромосом. Все они объединяются в 23 пары, составляющие набор. Есть два типа хромосом: аутосомы и половые. Первые образуют 22 пары — общие для женщин и мужчин. От них отличается 23-я пара — половые хромосомы, которые в клетках мужского организма являются негомологичными.

- Генетические черты связаны с половой принадлежностью. Для их передачи служат Y и X-хромосома у мужчин, две X у женщин. Аутосомы содержат оставшуюся часть информации о наследственных признаках.
- Существуют методики, позволяющие индивидуализировать все 23 пары. Они хорошо различимы на рисунках, когда окрашены в определенный цвет. Заметно, что 22-я хромосома в геноме человека — самая маленькая. Ее ДНК в растянутом состоянии имеет длину 1,5 см и насчитывает 48 млн пар азотистых оснований.
- Специальные белки гистоны из состава хроматина выполняют сжатие, после чего нить занимает в тысячи раз меньше места в ядре клетки. Под электронным микроскопом гистоны в интерфазном ядре напоминают бусы, нанизанные на нить ДНК.

Генетические заболевания

- Существует более 3 тыс. наследственных болезней разного типа, обусловленных повреждениями и нарушениями в хромосомах. К их числу относится синдром Дауна. Для ребенка с таким генетическим заболеванием характерно отставание в умственном и физическом развитии.
- При муковисцидозе происходит сбой в функциях желез внешней секреции. Нарушение ведет к проблемам с потоотделением, выделению и накоплению слизи в организме. Она затрудняет работу легких, может привести к удушью и летальному исходу.
- Нарушение цветового зрения — дальтонизм — невосприимчивость к некоторым частям цветового спектра.
- Гемофилия приводит к ослаблению свертываемости крови.
- Непереносимость лактозы не позволяет организму человека усваивать молочный сахар. В кабинетах планирования семьи можно узнать о предрасположенности к тому или иному генетическому заболеванию. В крупных медицинских центрах есть возможность пройти соответствующее обследование и лечение.

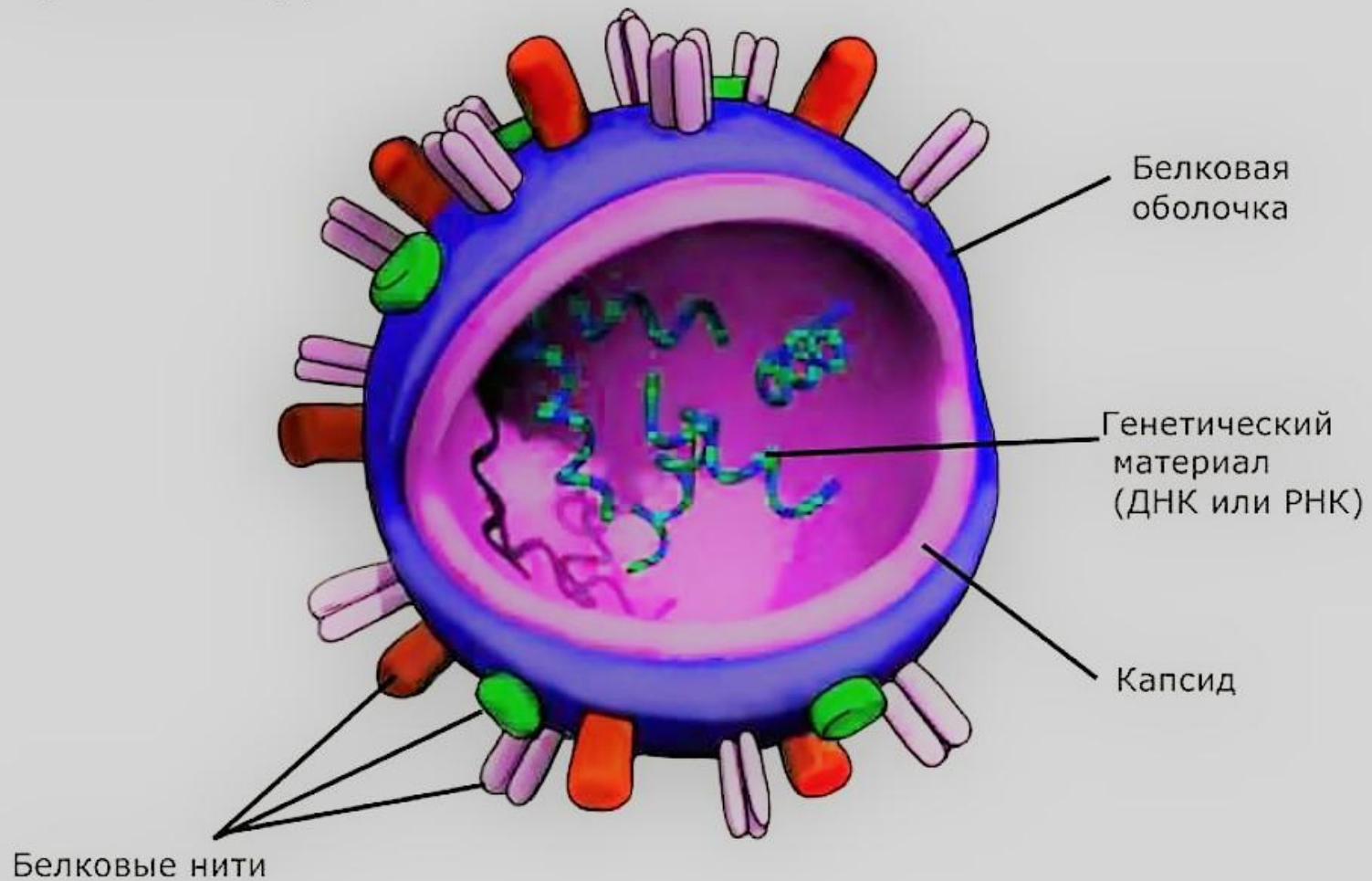
- Генотерапия — направление современной медицины, выяснение генетической причины наследственных заболеваний и ее устранение. С помощью новейших методов в патологические клетки вместо нарушенных вводят нормальные гены. В таком случае врачи избавляют больного не от симптомов, а от причин, вызвавших заболевание. Проводится только коррекция соматических клеток, методы генной терапии пока не применяются массово по отношению к половым клеткам.

Вирусы

- Вирусы – неклеточные формы жизни.
- Вирус (от лат. *vīrus* «яд») — микроскопическая частица, состоящая из белков и нуклеиновых кислот и способная инфицировать клетки живых организмов.
- Вирусы являются облигатными паразитами — они не способны размножаться вне клетки. В настоящее время известны вирусы, размножающиеся в клетках растений, животных, грибов и бактерий (последних обычно называют бактериофагами). Обнаружен также вирус, поражающий другие вирусы.

Строение вируса

Строение вируса



- Вирусы представляют собой молекулы нуклеиновых кислот (ДНК или РНК), заключённые в защитную белковую оболочку (капсид). Наличие капсида отличает вирусы от других инфекционных агентов, вирионов. Вирусы содержат только один тип нуклеиновой кислоты: либо ДНК, либо РНК. Ранее к вирусам также ошибочно относили прионы, однако впоследствии оказалось, что эти возбудители представляют собой особые белки и не содержат нуклеиновых кислот.
- Размер 0,015 – 0,350 мкм. Открыты (вирусы табачной мозаики) Д. И. Ивановским в 1892 г. Вирус активен только в клетке хозяина, в нем клетке он не имеет признаков живого организма.

- Вирусные частицы (вирионы) представляют собой белковую капсулу — капсид, содержащую геном вируса, представленный одной или несколькими молекулами ДНК или РНК. Капсид построен из капсомеров — белковых комплексов, состоящих, в свою очередь, из протомеров.
- Нуклеиновая кислота в комплексе с белками обозначается термином нуклеокапсид. Некоторые вирусы имеют также внешнюю липидную оболочку.
- Размеры различных вирусов колеблются от 20 (пикорнавирусы) до 500 (мимивирусы) и более нанометров. Вирионы часто имеют правильную геометрическую форму (икосаэдр, цилиндр).

Классификация вирусов по содержанию наследственной информации

- РНК-вирусы: одноцепочечные и двуцепочечные РНК-вирусы (большинство вирусов) — СПИД, грипп, корь и т.д.
- ДНК-вирусы: одноцепочечные и двуцепочечные ДНК-вирусы — натуральная оспа

Классификация вирусов по объекту заражения

- Вирусы растений: происходит разрушение хлоропласта, обесцвечивание листьев, неспособность к фотосинтезу — мозаичная болезнь табака, гороха
- Вирусы человека и животных – свинка, бешенство, полиомиелит
- Вирусы бактерий и микроорганизмов – бактериофаг

Применение вирусов

- Генная инженерия
- Нанотехнологии
- Биологическое оружие

Одна из серьезных проблем, с которой сталкиваются разработки в области нанотехнологии, — это разброс размеров компонентов. Действительно, получить идентичные нанообъекты чрезвычайно сложно. Нанотрубки и нанопроволочки, предлагаемые в качестве элементов наноэлектронных приборов и устройств, несмотря на все усилия, имеют отличия по форме и/или размеру. Недавно был предложен новый подход к решению этой проблемы. Он заключается в использовании биологических объектов, имеющих заложенные природой строго определенные размеры и форму. К успеху привели вирусы, прекрасно работающие в качестве наноматриц для производства органических и неорганических наноматериалов или устройств.