Шошина Л.С.

 **группа 10.**

**« Биология»**

**Урок 28**

**16.04.2020.**

### Глава VIII. Закономерности изменчивости

Изменчивость, характерная для всех живых организмов, бывает двух типов. Прежде всего это наследственная изменчивость, которая связана с изменением самих генов или возникновением их новых комбинаций. Второй тип — модификационная изменчивость. В отличие от наследственной изменчивости она не связана с изменениями генотипа и в последующие поколения не передается.

§ 33. Модификационная и наследственная изменчивость. Комбинативная изменчивость

**Модификационная изменчивость.** Разнообразие фенотипов, возникающих у организмов одинакового генотипа под влиянием условий среды, называют модификационной изменчивостью. Спектр модификационной изменчивости определяется нормой реакции. Примером модификационной изменчивости может служить изменчивость генетически сходных (идентичных) особей. Многие виды растений, например картофель, обычно размножаются вегетативно, в этом случае все потомки обладают одинаковым генотипом. Значит ли это, что все растения, выросшие на поле и происходящие от одного клубня, будут одинаковы? Нет, многие растения существенно отличаются по высоте, кустистости, количеству и форме клубней и другим показателям.

Эти фенотипические различия между генетически идентичными растениями обусловлены тем, что их развитие происходило в различных условиях среды. Даже в пределах одной грядки есть различия в уровне освещенности, увлажнения почвы, в количестве сорняков. Эти различия сказываются на развитии растений. Условия внешней среды изменяют особенности проявления генов, но не сами гены. Многие гены отвечают за синтез ферментов. Количество и набор микроэлементов в почве могут сильно менять (модифицировать) активность ферментов и, следовательно, сказываться на росте и развитии растений. Однако эти модификации не наследуются, потому что гены, отвечающие за развитие растений, не меняются в ответ на изменения температуры, влажности, характера питания. Вывод, что признаки, приобретенные в течение жизни организмов, не наследуются, сделал крупный немецкий биолог А. Вейсман.



АВГУСТ ВЕЙСМАН (1834—1914) — немецкий зоолог и теоретик эволюционного учения. Основные работы посвящены вопросам наследственности и индивидуального развития. Выступал против ламаркизма, отрицал наследование приобретенных признаков. Автор умозрительной теории наследственности и индивидуального развития (теории непрерывности «зародышевой плазмы»), предвосхитившей современное представление о хромосомах как носителях наследственности.

Иногда модификационную изменчивость называют ненаследственной. Это верно в том смысле, что модификации не наследуются. Следует помнить, однако, что сама способность живых организмов к адаптивным модификациям — приспособительным изменениям — генетически обусловлена, выработана в результате естественного отбора.

**Типы наследственной изменчивости.** Наследственная изменчивость — основа разнообразия живых организмов и главное условие их способности к эволюционному развитию. Механизмы наследственной изменчивости разнообразны. Основной вклад в наследственную изменчивость вносит генотипическая изменчивость, существует также и цитоплазматическая изменчивость. Генотипическая изменчивость, в свою очередь, слагается из мутационной (§ 34) и комбинативной изменчивости. Комбинативная изменчивость — важнейший источник того бесконечно большого наследственного разнообразия, которое наблюдается у живых организмов.

В основе комбинативной изменчивости лежит половое размножение организмов, вследствие которого возникает огромное разнообразие генотипов. Генотип потомков, как известно, представляет собой сочетание генов, которые были свойственны родителям. Число генов у каждого организма исчисляется тысячами. При половом размножении комбинации генов приводят к формированию нового уникального генотипа и фенотипа. У любого ребенка можно обнаружить признаки, типичные для его матери и отца. Тем не менее даже среди близких родственников не найти двух абсолютно одинаковых людей. Исключение составляют однояйцевые близнецы. В чем причины этого огромного разнообразия? Они лежат в явлении комбинативной изменчивости. Рассмотрим основные ее истоки.

Независимое расхождение гомологичных хромосом в первом мейотическом делении — первая и важнейшая основа комбинативной изменчивости. Именно независимое расхождение хромосом, как вы помните (см. § 28), является основой третьего закона Менделя. Появление зеленых гладких и желтых морщинистых семян во втором поколении от скрещивания растений с желтыми гладкими и зелеными морщинистыми семенами — пример комбинативной изменчивости (см. рис. 37).

Рекомбинация генов, основанная на явлении перекреста хромосом, — второй, тоже очень важный источник комбинативной изменчивости. Рекомбинантные хромосомы, попав в зиготу, вызывают появление комбинаций признаков, нетипичных для родителей.

Третий важный источник комбинативной изменчивости — случайная встреча гамет при оплодотворении. В моногибридном скрещивании возможны три генотипа: **АА, Аа и аа**. Каким именно генотипом будет обладать данная зигота, зависит от случайной комбинации гамет.

Все три основных источника комбинативной изменчивости действуют независимо и одновременно, создавая огромное разнообразие генотипов. Однако новые комбинации генов не только легко возникают, но также и легко разрушаются при передаче из поколения в поколение. Именно поэтому часто в потомстве выдающихся по качествам живых организмов появляются особи, уступающие родителям.

Для закрепления желательных признаков селекционеры используют близкородственные скрещивания. Благодаря таким скрещиваниям возрастает вероятность встречи одинаковых гамет и могут возникнуть потомки с комбинацией генов, близкой к родительской комбинации. Таким путем созданы некоторые породы животных и сорта растений.

1. Какие биологические явления лежат в основе комбинативной изменчивости?
2. Объясните, почему при вегетативном размножении растений фенотипическое проявление признаков у особей с одинаковым генотипом бывает различно.

§ 34. Мутационная изменчивость

Мутации — это случайно возникшие стойкие изменения генотипа, затрагивающие целые хромосомы, их части или отдельные гены. Они могут быть и полезны, и вредны, и нейтральны для организмов.

**Геномные мутации.** Геномными называют мутации, приводящие к изменению числа хромосом. Наиболее распространенным типом геномных мутаций является полиплоидия — кратное изменение числа хромосом. У полиплоидных организмов гаплоидный (n) набор хромосом в клетках повторяется не 2 раза, как у диплоидов, а 4—6 раз, иногда значительно больше — до 10—12 раз.

Возникновение полиплоидов связано с нарушением митоза или мейоза. В частности, нерасхождение гомологичных хромосом в мейозе приводит к формированию гамет с увеличенным числом хромосом. У диплоидных организмов в результате такого процесса могут образоваться диплоидные (2n) гаметы.

Полиплоидные виды растений довольно обычное явление; у животных полиплоидия редка. Некоторые полиплоидные растения характеризуются более мощным ростом, крупными размерами и другими свойствами, что делает их ценными для селекционных работ.

**Хромосомные мутации.** Хромосомные мутации — это перестройки хромосом. Появление хромосомных мутаций всегда связано с возникновением двух или более разрывов хромосом с последующим их соединением, но в неправильном порядке. Различают пять основных типов хромосомных мутаций: делеция — потеря участка хромосомы; дупликация — удвоение участка хромосомы; инверсия — поворот части хромосомы на 180°; транслокация — обмен участками негомологичных хромосом и слияние двух негомологичных хромосом в одну (рис. 45).



Рис. 45. Основные типы хромосомных мутаций

Хромосомные мутации приводят к изменению функционирования генов. Они играют серьезную роль в эволюционных преобразованиях видов. Подробнее об этом вы прочитаете в § 45.

**Генные мутации.** Генные, или точковые, мутации — наиболее часто встречающийся класс мутационных изменений. Генные мутации связаны с изменением последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК. Они приводят к тому, что мутантный ген либо перестает работать и тогда не образуются соответствующие РНК и белок, либо синтезируется белок с измененными свойствами, что проявляется в изменении каких-либо признаков организма. Вследствие генной мутации образуются новые аллели. Это имеет важное эволюционное значение.

Мутации — редкие события. На 10 000—1000 000 генов за одно поколение в среднем возникает одна новая мутация. Хотя мутационные события происходят редко, но благодаря постоянству естественного мутационного процесса и способности видов накапливать мутации генотипы всех без исключения особей содержат значительное количество генных мутаций.

Генные мутации следует рассматривать как результат «ошибок», возникающих в процессе удвоения молекул ДНК.

Изучение мутационного процесса показало, что изменяться — мутировать — могут все гены, контролирующие развитие любого признака организма. Многие генные мутации вредны для организма, часть — нейтральны, а некоторые из них в определенных условиях жизни могут становиться полезными.

Экспериментальное получение мутаций. Отечественные генетики первыми обнаружили, что ультрафиолетовые лучи и некоторые вещества — мощные факторы, способные вызвать мутации у самых различных организмов.

Резкое повышение числа вновь возникающих мутаций вызывает действие лучей Рентгена. Американский генетик Г. Мёллер, работавший несколько лет в нашей стране, разработал методы учета возникающих мутаций и впервые экспериментально доказал эффективность лучей Рентгена для повышения частоты мутационного процесса в сотни раз.

В настоящее время интенсивно ведутся работы по созданию методов направленного воздействия химических и физических факторов на определенные гены. Эти исследования очень важны, так как искусственное получение мутаций нужных генов имеет большое практическое значение для селекции растений, животных и микроорганизмов.

Повышение радиационного фона в среде обитания представляет серьезную генетическую опасность для человека и других живых организмов. Это стало причиной заключения Международного договора о прекращении испытаний ядерного оружия в воздухе, на земле и в воде.

Закон гомологических рядов наследственной изменчивости. Выдающийся русский биолог Н. И. Вавилов многие годы изучал наследственную изменчивость у культурных растений семейства злаковых и их диких предков. Генетически близкородственные виды и роды он расположил в определенном порядке в соответствии с вариантами изменчивости. Это позволило ему обнаружить закономерность: близкородственные виды и роды благодаря большому сходству их генотипов обладают сходной наследственной изменчивостью. Обнаруженное Н. И. Вавиловым явление известно в биологии как закон гомологических рядов наследственной изменчивости. Этот закон он сформулировал следующим образом: «Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов».



НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ ВАВИЛОВ (1887—1943) — русский ботаник, генетик, растениевод, географ. Сформулировал закон гомологических рядов наследственной изменчивости. Создал учение о центрах происхождения культурных растений. Провел серию экспедиций по 40 странам пяти континентов, собрав уникальную коллекцию образцов сортов культурных растений, служащую и по сей день основой для селекционных работ. Он опубликовал 350 научных работ. Эти работы относятся к различным отраслям биологической и сельскохозяйственной наук: генетике, селекции, географии, систематике растений, эволюции.

У организмов, связанных менее близкими родственными связями, т. е. имеющих значительные различия в строении генотипов, параллелизм наследственной изменчивости становится менее полным.

Закон гомологических рядов отражает общебиологическое явление, характерное для всех представителей живого мира. Руководствуясь этим законом, можно предсказывать, какие мутантные формы могут возникнуть у близкородственных видов.

1. С какими структурными единицами связаны генные, хромосомные и геномные мутации? Какие изменения происходят в генотипе?
2. В чем заключается практическое значение исследования причин мутаций?
3. В потомстве нормальных серебристо-черных лисиц родился щенок с необычной платиновой окраской меха. Из 30 потомков, полученных от него при скрещивании с нормальными серебристо-черными самками, 14 имели платиновую окраску. Что можно сказать о возникновении и наследовании платиновой окраски?
4. Закон гомологических рядов имеет большое практическое значение. Почему?