**Изменчивость и ее виды**

Изменчивость – это свойство организмов приобретать новые признаки в процессе индивидуального развития (онтогенеза).

Способность изменяться, присуща всем живым организмам, приводит к разнообразию признаков и свойств у отдельных особей. Благодаря изменчивости особи в пределах вида различаются между собой.

Различают следующие формы изменчивости (генетическая классификация).

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ**

**Негенотипическая** **Генотипическая**

**(модификационная)**

***Мутационная*** ***Комбинативная***

Определить вклад генотипа и условий внешней среды в формирование фенотипа довольно сложно. Впервые четкая грань между генотипом и фенотипом была проведена в 1909г. В. Иогансеном.

**Модификационная** изменчивость не связана с изменениями генотипа и в последующие поколения не передается, происходит только изменение фенотипа.

Модификационная изменчивость – разнообразие фенотипов, возникающих у организмов одинакового генотипа под влиянием условий среды.

Различные признаки организма в разной степени изменяются под влиянием внешних условий. Одни из них очень пластичны и изменчивы, другие менее изменчивы, наконец, третьи лишь в очень малой степени могут быть изменены условиями среды. У рогатого скота удой во многом зависит от кормления и ухода, т.е. от условий содержания. Хорошо известно, что удой можно значительно повысить подбором кормов нужного качества и количества. Труднее изменить жирность молока. Процент жира в молоке в большей степени зависит от породы, хотя изменением пищевого рациона и его тоже удается изменить. Гораздо более постоянным является масть. При самых разных условиях она почти не изменяется.

Не следует, однако, думать, что окраска шерсти совсем не зависит от условий среды. У некоторых млекопитающих на окраску шерсти влияет температура окружающей среды. Например, у кроликов горностаевой породы при обычных условиях большая часть шерсти белая, а черная шерсть развивается лишь на ушах, лапах и хвосте. Если выбрить или выщипать шерсть на спине, то при температуре выше нуля опять вырастет белая шерсть, а при низкой температуре около 0 0С) вместо белой вырастет черная шерсть.

Границы модификационной изменчивости для разных признаков и при различных условиях, как это показано на рассмотренных примерах, могут быть очень различными. Пределы модификационной изменчивости признака называют его **нормой реакции** (т.е. пределы, в которых возможно изменение признаков у данного генотипа). Одни признаки (например, молочность) обладают очень широкой нормой реакции, другие (окраска шерсти) – гораздо более узкой. Широкая норма реакции (широкая приспособляемость) в природных условиях может иметь важное значение для сохранения и процветания вида. Однако отклонения, вызванные внешними условиями, не изменяют генотипа, они лежат в пределах его нормы реакции.

Статистические закономерности модификационной изменчивости.

Влиянию условий внешней среды в большей степени подвержены количественные признаки. Поэтому по фенотипу часто невозможно определить, является ли он следствием только генотипа или генотипа и условий среды. Для того, чтобы представить всю сложность взаимодействия генотипа и условий среды в фенотипическое проявление признака, обычно применяются специальные методы математического анализа. Однако даже простые методы статистического анализа иногда позволяют разграничить модификационные и генотипические различия.

Статистические закономерности модификационной изменчивости позволяют провести ее количественный анализ. Для каждого сорта растений при статистическом анализе количественных признаков (как наиболее изменчивых мерных признаков) можно определить среднее значение по каждому показателю: урожайности, высоте растений, числу колосков, зерен, их массе, содержанию белка, клейковины, масличности и другим показателям сорта. Для пород животных это, например, величина удоев, жирномолочность, яйценоскость и т.д. Все параметры каждого сорта растений и породы животных генетически детерминированы и могут изменяться только в пределах нормы реакции. Поэтому попытки добиться хороших урожаев, резко повысить продуктивность сельскохозяйственных животных только за счет повышения уровня агротехники, улучшения условий кормления и содержания животных несостоятельны. В первую очередь необходимо получить новые сорта растений и породы животных улучшенного генотипа. Поэтому перед учеными стоит задача получить высокопродуктивные породы сельскохозяйственных животных и сорта растений интенсивного типа, отзывчивых на хорошие условия возделывания и выращивания.

Для того, чтобы изучить закономерности модификационной изменчивости, а также выявить ее вклад в фенотип наряду с вкладом генотипа, следует использовать два гомозиготных сорта, отличающихся по продуктивности и выращенных при обязательном соблюдении всех условий полевого опыта, т.е. выращивании обоих сортов в одинаковых условиях на одной и той же делянке с соблюдением изоляции – предотвращения перекрестного опыления сортов. При этом необходимо использовать растения каждого сорта, полученные из одного зернышка, одной семьи, одного вегетативного клона (картофелины или луковицы). Возможен и другой подход к изучению статистических закономерностей модификационной изменчивости: можно сравнивать признаки одного растения (например, сотня листьев одного растения).

Если мы измерим длину и ширину листьев, взятых с одного дерева, то увидим, что размеры их варьируют в довольно широких пределах. Эта изменчивость – результат разных условий развития листьев на ветвях дерева; генотип их одинаков. Если некоторое количество листьев расположить в порядке нарастания или убывания признака (например, длины), то получиться ряд изменчивости данного признака, который носит название **вариационного ряда,** слагающегося из отдельных вариант. **Варианта**, следовательно, есть единичное выражение развития признака.

Графическое выражение изменчивости признака, отражающее как размах вариаций, так и частоту встречаемости отдельных вариант, называют **вариационной кривой.**

*Наследственная изменчивость (генотипическая)*

**Наследственная изменчивость** – основа разнообразия живых организмов и главное условие их способности к эволюционному развитию.

Связана с изменением генотипа, и передается в ряду поколений. Иногда, это крупные, хорошо заметные изменения, например, коротконогость у овец, отсутствие оперения у кур, раздвоенные пальцы у кошек, короткопалость у человека. Но чаще возникают мелкие изменения.

Генотипическая изменчивость слагается из мутационной и комбинативной изменчивости.

**Комбинативная изменчивость**- это возникновение новых сочетаний генов и новых взаимодействий между ними при скрещивании организмов. Является важнейшим источником бесконечно большого наследственного разнообразия, которое наблюдается у живых организмов. Заключается в проявлении в каждом поколении от одной родительской пары разнообразного потомства, у которого наблюдаются новые по сравнению с родителями признаки и сочетания.

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 ее основные истоки.

1)Независимое расхождение гомологичных хромосом в первом мейотическом делении – первая и важнейшая основа комбинативной изменчивости. Именно независимое расхождение хромосом, 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.

2)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.

3)Случайная встреча гамет при оплодотворении. В моногибридном скрещивании возможны три генотипа: *АА, Аа и аа*. Каким именно генотипом будет обладать данная зигот, зависит от случайного сочетания 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.

Значение комбинативной изменчивости еще заключается и в том, что она повышает возможность выживания организма в изменяющихся условиях среды.

**Мутационная изменчивость**. Гены, как и все в мире, изменяются. Эти изменения получили название мутаций.

Термин «мутация» ( от лат. mutation – изменение) в начале XX века было введено голландским ботаником Гуго де Фризом.

**Мутации** – это случайно возникшие стойкие качественные и количественные изменения генетического материала, приводящие к изменению тех или иных признаков организма.

Значение мутаций заключается в том что они возникают вследствие изменения структуры гена или хромосом и служат источником генетического разнообразия внутри вида.

Свойства мутаций:

Мутации возникают внезапно, скачкообразно;

Мутации наследуются, т.е. стойко передаются из поколения в поколение;

Мутации случайны и ненаправлены, мутировать может любой ген, вызывая изменения как значительных, так и жизненно важных признаков;

Одни и те же мутации могут возникать повторно;

По своему проявлению мутации могут быть полезными и вредными, доминантными и рецессивными.

Причины мутаций ясны далеко не всегда. Условия внешней среды как единственная причина мутаций установлена еще Дарвином. Согласно современным представлениям, внешние факторы, воздействуя на организмы, клетки, постоянно вызывают в них мутационные изменения. Это явление называют спонтанным мутационным процессом, а сам процесс вызывания мутаций – **мутагенезом**. Преднамеренное вызывание мутаций путем разнообразных экспериментальных воздействий называется индуцированным мутагенезом, а факторы, используемые для индукции мутаций, равно как и факторы спонтанного мутагенеза, - **мутагенами**.

Различаю несколько классов мутагенов:

*Физические*- температура, ультрафиолетовое и ионизирующее излучение и др.

*Химические* – ионы тяжелых металлов, некоторые лекарственные препараты, средства растений, нитраты и многие другие.

*Биологически*е – вирусы, антивирусные вакцины.

*Аутомутагены* – промежуточные продукты обмена веществ. Например, этиловый спирт сам по себе мутагенов не является. Однако в организме человека он окисляется до ацетальдегида, а это вещество уже является мутагеном.

Различаю множество критериев для выделения разнообразных типов мутаций.

1. По характеру проявления:

*Доминантные*

*Рецессивные*

2.По влиянию на жизнеспособность и плодовитость:

*Летальные* – мутации несовместимые с жизнью

*Полулетальные* – резко снижают жизнеспособность

*Нейтральные* не влияют на жизнеспособность организма

3.По месту возникновения:

*Генеративные* – мутация возникает в половых клетках, не влияет на признаки данного организма, а проявляется только в следующем поколении.

*Соматические* - мутации возникают в соматических клетках, такие мутации проявляются у данного организма и не передаются потомству при половом размножении. В результате соматических мутаций возникают химерные, мозаичные особи, содержащие пятна потомков мутантной клетки: темные родинки, мозаичность по окраске шерсти у животных и волос у человека (седая прядь) и др. Однако соматические мутации могут иметь селекционное и даже эволюционное значение у вегетативно размножающихся форм, если мутантные клетки дают начало новому вегетативно размножающемуся организму.

4.По характеру влияния на генотип:

*Генные, или точковые мутации* (не связаны с видимыми в микроскоп изменениями строения хромосом) – качественные изменения отдельных генов. Связаны с преобразованием химической структуры ДНК за счет изменения последовательности нуклеотидов в ДНК, выпадением одних и включением других нуклеотидов меняющих состав ДНК это приводит к синтезу нового белка, к появлению у организма новых свойств

*Хромосомные* (связаны с видимыми преобразованиями хромосом) – это мутации связанные с изменением структуры хромосом. Существует несколько типов хромосомных мутаций: *делеции*- потери участков хромосом, *дупликации* – удвоение участков хромосом, *транспозиции* – перемещение участка хромосомы в другое место этой же хромосомы, *транслокаци*и – перемещение участка хромосомы в другую хромосому. У человека хромосомные перестройки в гетерозиготном состоянии снижают плодовитость, а в гомозиготном – летальны.

*Геномные*- связаны с изменением числа хромосом. Они делятся на а*неуплоидию*, или гетероплоидию, и собственно *полиплоидию*, или эуплоидию. Анеуплоидия – это изменение числа хромосом в геноме, не кратное гаплоидному. ( синдром Дауна, Шершевского-Тернера и т.д). Полиплоидия – это изменение числа хромосом, кратное гаплоидному, получившиеся организмы называют полиплоидами, получают триплоиды, диплоиды. Триплоиды имеют более высокое, чем диплоиды у растенийсодержание сахаров, витаминов и других полезных соединений, они ценны своей стерильностью, так как не образуют семян и позволяют получать, например, бессемянные арбузы, виноград, помидоры и т.д. Роль полиплоидов в селекции чрезвычайно высока вследствие из более высокой продуктивности и качества урожая по сравнению с диплоидами. В эволюции сочетание различных типов полиплоидизации с гибридизацией – один из основных путей видообразования