

**Уважаемый студент, выполнение указанных заданий строго обязательно!**

Группа ПКД 1/1

Дата: 02.12.2022г.

Дисциплина: ОДП Биология

Преподаватель: Воронкова А.А.

### Тема 3.2 Закономерности изменчивости

**Цель:** изучить и классифицировать понятие «изменчивость», сформировать знания о модификационной и наследственной изменчивостях и их основных характеристиках; научиться определять различные формы изменчивости, расширить знания обучающихся о формах наследственной изменчивости и определить их практическое значение.

#### Лекция

#### План

1. Комбинативная изменчивость. Наследственная, генотипическая или мутационная изменчивость
2. Модификационная, фенотипическая или ненаследственная изменчивость.

**Задание:** выполнить работу по алгоритму

#### Алгоритм работы

1. изучите материал лекции; § 8(11); видео фрагмент:  
<https://yandex.ru/video/preview/4628262078634732245>  
<https://yandex.ru/video/preview/2891229920587310478>
2. ответьте на контрольные вопросы в тетради
3. составить словарь основных терминов в тетради



**Наследственная, или генотипическая, изменчивость** — изменения признаков организма, обусловленные изменением генотипа. Она, в свою очередь, подразделяется на комбинативную и мутационную. Комбинативная изменчивость возникает вследствие рекомбинации наследственного материала (генов и хромосом) во время гаметогенеза и полового размножения. Мутационная изменчивость возникает в результате изменения структуры наследственного материала.

**Комбинативная изменчивость** возникает при рекомбинации (перемешивании) генов отца и матери.

Источники:

1. Кроссинговер при мейозе (гомологичные хромосомы тесно сближаются и меняются участками).
2. Независимое расхождение хромосом при мейозе.
3. Случайное слияние гамет при оплодотворении.

**Мутации** — это стойкие внезапно возникшие изменения структуры наследственного материала на различных уровнях его организации, приводящие к изменению тех или иных признаков организма.

Термин «мутация» введен в науку Де Фризом. Им же создана **мутационная теория**, основные положения которой не утратили своего значения по сей день.

Мутации возникают внезапно, скачкообразно, без всяких переходов.

Мутации наследственны, т.е. стойко передаются из поколения в поколение.

Мутации не образуют непрерывных рядов, не группируются вокруг среднего типа (как при модификационной изменчивости), они являются качественными изменениями.

Мутации ненаправленны — мутировать может любой локус, вызывая изменения как незначительных, так и жизненно важных признаков в любом направлении.

Одни и те же мутации могут возникать повторно.

Мутации индивидуальны, то есть возникают у отдельных особей.

Процесс возникновения мутаций называют **мутагенезом**, а факторы среды, вызывающие появление мутаций, — **мутагенами**.

По типу клеток, в которых мутации произошли, различают: генеративные и соматические мутации.

**Генеративные мутации** возникают в половых клетках, не влияют на признаки данного организма, проявляются только в следующем поколении.

**Соматические мутации** возникают в соматических клетках, проявляются у данного организма и не передаются потомству при половом размножении. Сохранить соматические мутации можно только путем бесполого размножения (прежде всего вегетативного).

По адаптивному значению выделяют: полезные, вредные (летальные, полулетальные) и нейтральные мутации.

**Полезные** — повышают жизнеспособность, **летальные** — вызывают гибель, **полулетальные** — снижают жизнеспособность, **нейтральные** — не влияют на жизнеспособность особей. Следует отметить, что одна и та же мутация в одних условиях может быть полезной, а в других — вредной.

По характеру проявления мутации могут быть **доминантными** и **рецессивными**. Если доминантная мутация является вредной, то она может вызвать гибель ее обладателя на ранних этапах онтогенеза. Рецессивные мутации не проявляются у гетерозигот, поэтому длительное время сохраняются в популяции в «скрытом» состоянии и образуют резерв наследственной изменчивости. При изменении условий среды обитания носители таких мутаций могут получить преимущество в борьбе за существование.

В зависимости от того, выявлен ли мутаген, вызвавший данную мутацию, или нет, различают **индуцированные** и **спонтанные** мутации. Обычно спонтанные мутации возникают естественным путем, индуцированные — вызываются искусственно.

В зависимости от уровня наследственного материала, на котором произошла мутация, выделяют: генные, хромосомные и геномные мутации.

**Генные мутации** — изменения структуры генов. Поскольку ген представляет собой участок молекулы ДНК, то генная мутация представляет собой изменения в нуклеотидном составе этого участка. Генные мутации могут происходить в результате:

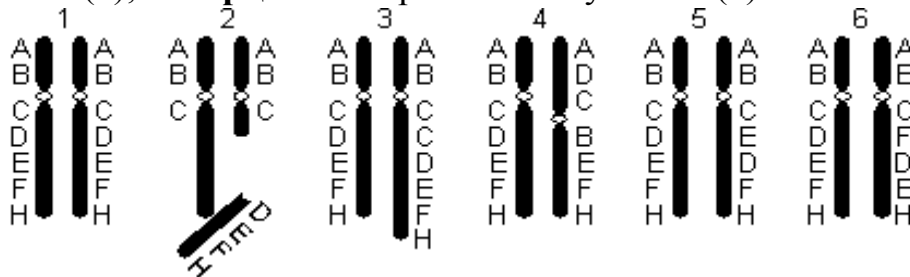
- 1) замены одного или нескольких нуклеотидов на другие;
- 2) вставки нуклеотидов;
- 3) потери нуклеотидов;
- 4) удвоения нуклеотидов;
- 5) изменения порядка чередования нуклеотидов.

Эти мутации приводят к изменению аминокислотного состава полипептидной цепи и, следовательно, к изменению функциональной активности белковой молекулы. Благодаря генным мутациям возникают множественные аллели одного и того же гена.

Заболевания, причиной которых являются генные мутации, называются генными (фенилкетонурия, серповидноклеточная анемия, гемофилия и т.д.). Наследование генных болезней подчиняется законам Менделя.

**Хромосомные мутации** - это изменения структуры хромосом. Перестройки могут осуществляться как в пределах одной хромосомы — внутрихромосомные мутации (делеция, инверсия, дупликация, инсерция), так и между хромосомами — межхромосомные мутации (транслокация).

**Делеция** — утрата участка хромосомы (2); **инверсия** — поворот участка хромосомы на  $180^\circ$  (4, 5); **дупликация** — удвоение одного и того же участка хромосомы (3); **инсерция** — перестановка участка (6).



**Хромосомные мутации:** 1 — парахромосом; 2 — делеция; 3 — дупликация; 4, 5 — инверсия; 6 — инсерция.

**Транслокация** — перенос участка одной хромосомы или целой хромосомы на другую хромосому.

Заболевания, причиной которых являются хромосомные мутации, относятся к категории **хромосомных болезней**. К таким заболеваниям относятся синдром «крика кошки» ( $46, 5p^-$ ), транслокационный вариант синдрома Дауна ( $46, 21 \text{ t}21^{21}$ ) и др.

**Геномной мутацией** называется изменение числа хромосом. Геномные мутации возникают в результате нарушения нормального хода митоза или мейоза.

**Гаплоидия** — уменьшение числа полных гаплоидных наборов хромосом.

**Полиплоидия** — увеличение числа полных гаплоидных наборов хромосом: триплоиды ( $3n$ ), тетраплоиды ( $4n$ ) и т.д.

**Гетероплоидия (анеуплоидия)** — некратное увеличение или уменьшение числа хромосом. Чаще всего наблюдается уменьшение или увеличение числа хромосом на одну (реже две и более).

Наиболее вероятной причиной гетероплоидии является нерасхождение какой-либо пары гомологичных хромосом во время мейоза у кого-то из родителей. В этом случае одна из образовавшихся гамет содержит на одну хромосому меньше, а другая — на одну больше. Слияние таких гамет с нормальной гаплоидной гаметой при оплодотворении приводит к образованию зиготы с меньшим или большим числом хромосом по сравнению с диплоидным набором, характерным для данного вида: **нулосомия** ( $2n - 2$ ), **моносомия** ( $2n - 1$ ), **трисомия** ( $2n + 1$ ), **тетрасомия** ( $2n + 2$ ) и т.д.

На генетических схемах, приведенных ниже, показано, что рождение ребенка с синдромом Клайнфельтера или синдромом Тернера-Шерешевского можно объяснить нерасхождением половых хромосом во время анафазы 1 мейоза у матери или у отца.

#### 1) Нерасхождение половых хромосом во время мейоза у матери

|   |         |         |
|---|---------|---------|
| Р | ♀46, XX | ♂46, XY |
|---|---------|---------|

|                |                                       |                                         |                                            |                                |
|----------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|
| Тип<br>ы гамет | <div>○</div> 24, XX <div>○</div>      |                                         | <div>○</div> 23, X<br><div>○</div> 23, Y   |                                |
| F              | 47, XXX<br>трисомия<br>по X-хромосоме | 47, XX<br>Y<br>синдром<br>Клайнфельтера | 45, X0<br>синдром Тернера-<br>Шерешевского | 4<br>5, Y0<br>гибель<br>зиготы |

## 2) Нерасхождение половых хромосом во время мейоза у отца

|                |                                                                                         |                                                                                                                                                                                      |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P              | ♀46, X<br>X                                                                             | ♂46, XY                                                                                                                                                                              |
| Тип<br>ы гамет |  23, X |  24, XY<br> 22, 0 |
| F              | 47, XX<br>Y<br>синдром<br>Клайнфельтера                                                 | 45, X0<br>синдром Тернера-<br>Шерешевского                                                                                                                                           |

Заболевания, причиной которых являются геномные мутации, также относятся к категории хромосомных. Их наследование не подчиняется законам Менделя. Кроме вышеназванных синдромов Клайнфельтера или Тернера-Шерешевского, к таким болезням относятся синдромы Дауна (47, +21), Эдвардса (+18), Патау (47, +15).

**Полиплодия** характерна для растений. Получение полиплоидов широко используется в селекции растений

### Модификационная, или ненаследственная, изменчивость:

По механизмам возникновения и характеру изменений признаков помимо наследственной (генотипической) выделяют еще два типа изменчивости – модификационную и онтогенетическую.

Модификационная изменчивость. Изменчивость, которая возникает без изменений в генотипе, называют модификационной (от лат. *modus* – "мера", "вид" и *facio* – "делаю") или ненаследственной (фенотипической).

Модификационная изменчивость проявляется в модификациях – изменениях признаков организма (его фенотипа) под воздействием факторов внешней среды. Она не связана с изменением генотипа, но определяется им. Внешние воздействия могут вызывать у особи изменения, которые могут быть для нее вредными, безразличными или полезными – приспособительные адаптации (лат. *adaptatio* – "прилаживание", "приспосабливание"). Однако все модификации имеют относительный характер, действуют лишь в конкретных условиях и не сохраняются в иных условиях, так как не закреплены в генотипе и не наследуются.

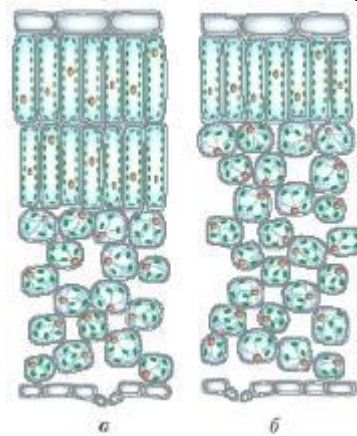
Модификации проявляются в течение всей жизни организма, позволяя ему существовать в конкретных условиях среды. Модификационные адаптации не наследуются.

Любая пара организмов одного вида всегда чем-то отличается друг от друга. В лесу, на опушке, на лесной поляне или в поле рядом растущие растения одного вида различаются между собой (размером, скоростью роста, формой кроны, соцветий и др.), потому что они развиваются в неравных условиях среды: получают неодинаковое количество света, воды, минеральных веществ, соприкасаются с разным составом

соседствующих видов. Такая же картина характерна для особей грибов, животных и всех других организмов.

Примеров модификационной изменчивости очень много. Они показывают, что даже организмы с одинаковым генотипом, но выросшие в разных условиях всегда различаются между собой по проявлению признаков, т. е. фенотипически. Такие признаки не передаются по наследству, так как не закрепляются в генотипе.

Под влиянием условий среды у некоторых видов животных может меняться даже пол. Например, у морского червя бонеллии зеленой самцы и самки имеют одинаковый генотип. Если только что вылупившиеся из яиц личинки развиваются изолированно, то все они будут самками, но если личинки оказываются рядом с половозрелыми самками, то становятся самцами. Через хоботок самки они проникают внутрь ее организма, мигрируют через ткани (как паразиты, питаются за счет самки), оседают в половых органах самки и оплодотворяют ее яйцеклетки. Пол самца бонеллии – это фенотипическое свойство, проявляющееся в присутствии взрослой самки, а пол самки – фенотип развития особи в местах, где нет взрослых червей.



Даже листья одного и того же растения имеют разные анатомо-физиологические и морфологические свойства. Например, у сирени на солнечной стороне куста листья имеют световую структуру, а в глубине кроны и на теневой стороне – теневую структуру. У валлиснерии, стрелолиста, водяного лютика и многих других водных растений листья, находящиеся под водой и над водой, имеют разный внешний вид и внутреннюю структуру тканей и клеток.

Модификации, наблюдаемые у бонеллии зеленой, или изменение формы листьев у стрелолиста, сирени, так же как увеличение удоев молока при обильном кормлении коров, усиление ветвления побегов при обрезке верхушечных почек, улучшение здоровья при употреблении витаминов и многие подобные примеры количественного характера, проявляются сходным образом у всех особей каждого вида. Поэтому модификационную изменчивость называют еще групповой (массовой) или определенной. Эти термины ввел Ч. Дарвин. Он отмечал, что определенная изменчивость наблюдается в тех случаях, когда все особи данной породы, или сорта, или вида под влиянием определенной причины изменяются одинаковым образом в одном направлении.

Обычно подчеркивается обратимый характер модификации признаков. Например, человек под действием ультрафиолетовых (УФ) лучей приобретает защитное свойство – загар (т. е. усиленную пигментацию кожи). Степень загара у разных людей различна, но с прекращением действия УФ-лучей загар постепенно исчезает. У некоторых рыб встречается смена пола на противоположный и обратно, причем иногда этот процесс занимает всего несколько минут (например, у окуней серанусов). В большинстве случаев модификации нестойки и исчезают, как только прекратится действие вызвавших их факторов, но они дают особям возможность выжить в конкретных изменившихся условиях.



Модификации – это ненаследуемые приспособительные реакции организма (и клеток) на изменения условий среды.

Основой модификационной изменчивости является фенотип как результат взаимодействия генотипа и внешних условий. Поэтому данный тип изменчивости еще называют фенотипическим.

Значение модификационной изменчивости хорошо выразил отечественный ученый, исследовавший вопросы эволюции, – И. И. Шмальгаузен: "Адаптивная (приспособительная) модификация является первой пробой реакции, при помощи которой организм как бы проверяет возможность замены и более успешного использования окружающей среды".

Роль модификационной изменчивости в природе велика, так как она обеспечивает организмам возможность в течение их онтогенеза адаптироваться (приспособиться) к изменяющимся условиям внешней среды.

Онтогенетическая изменчивость. Онтогенетической, или возрастной, изменчивостью называют закономерные изменения организма, произошедшие в ходе его индивидуального развития (онтогенеза). При такой изменчивости генотип остается неизменным, поэтому ее относят к ненаследственной. Однако все онтогенетические изменения предопределены наследственными свойствами (генотипом), которые часто изменяются в ходе онтогенеза. В результате появляются новые свойства в генотипе. Это приближает онтогенетическую изменчивость к наследственной. Таким образом, онтогенетическая изменчивость занимает промежуточное положение между наследственной и ненаследственной изменчивостью.

Все типы изменчивости имеют большое значение в жизни организмов.

Изменчивость, т. е. способность организмов существовать в разных вариациях, в виде особей с разными свойствами, – один из важнейших факторов жизни, обеспечивающий приспособленность организмов (популяций и видов) к изменяющимся условиям существования и обуславливающий эволюцию видов.

### **Контрольные вопросы**

**1. Ниже приведен перечень характеристик мутационной изменчивости. Все они, кроме трех, используются для описания характеристик геномных мутаций. Найдите три характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите цифры, под которыми они указаны.**

1. выпадение или вставка нуклеотидов в ДНК
2. удвоение участка хромосомы
3. нерасхождение гомологичных хромосом
4. кратное увеличение хромосомного набора
5. уменьшение числа хромосом
6. изменение структуры молекулы ДНК

**2. Изменчивость, которая обусловлена возникновением новых генотипов и приводит, как правило, к изменению фенотипа – это:**

1. ненаследственная или генотипическая изменчивость
2. наследственная, или генотипическая изменчивость
3. мутация
4. модификационная изменчивость

**3. Ниже приведен перечень характеристик изменчивости. Все они, кроме трех, используются для описания наследственной изменчивости. Найдите три характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите цифры, под которыми они указаны.**

- 1) приводит к изменению генотипа
- 2) связана с рекомбинацией генов в генотипе

- 3) обладает адаптивностью и адекватностью изменений
- 4) является кратковременной
- 5) возникает в результате воздействия мутагенов
- 6) характеризуется ограниченностью: имеет норму реакции

**4. Установите соответствие между характеристикой и видом изменчивости:**

**1) наследственная, 2) модификационная**

- А) Связана с изменением генов и хромосом
- Б) Не затрагивает генотипа
- В) Проявляется у отдельных особей
- Г) Изменения проявляются у всех особей вида
- Д) Изменения имеют случайный характер
- Е) Изменения имеют приспособительный характер

**5. К какому типу изменчивости относят появление коротконогости у овец?**

**6. Какие клетки называют полиплоидными?**

**Для максимальной оценки задание нужно прислать до 15.00 ч. 02.12.2022г.**

**Выполненную работу необходимо сфотографировать и отправить на почтовый ящик [voronkova20.88@gmail.com](mailto:voronkova20.88@gmail.com), Александра Александровна ([vk.com](https://vk.com)), добавляемся в [Блог преподавателя Воронковой А.А. \(vk.com\)](https://vk.com) -здесь будут размещены видео материалы**

**–ОБЯЗАТЕЛЬНО ПОДПИСЫВАЕМ РАБОТУ НА ПОЛЯХ + в сообщении указываем дату/группу/ФИО**

**Основная литература:**

Беляев, Д. К. Биология. 11 класс [Текст] : учебник для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д. К. Беляев, Г. М. Дымшиц, Л. Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д. К.Беляева, Г. М. Дымшица. – 3-е изд. – Москва : Просвещение, 2016. – 223 с.