

### 3.6. Изменчивость признаков у организмов: модификационная, мутационная, комбинативная. Виды мутаций и их причины. Значение изменчивости в жизни организмов и в эволюции. Норма реакции

Основные термины и понятия, проверяемые в экзаменационной работе: *близнецовый метод, генеалогический метод, генные мутации, геномные мутации, генотипическая изменчивость, закон гомологических рядов наследственной изменчивости, комбинативная изменчивость, модификационная изменчивость, мутации, ненаследственная изменчивость, полиплоидия, резус-фактор, родословная, синдром Дауна, хромосомные мутации, цитогенетический метод.*

#### 3.6.1. Изменчивость, ее виды и биологическое значение

**Изменчивость** – это всеобщее свойство живых систем, связанное с изменениями фенотипа и генотипа, возникающими под влиянием внешней среды или в результате изменений наследственного материала. Различают ненаследственную и наследственную изменчивость.

**Ненаследственная изменчивость** . Ненаследственная, или групповая (определенная), или *модификационная изменчивость* – это изменения фенотипа под влиянием условий внешней среды. Модификационная изменчивость не затрагивает генотип особей. Генотип, оставаясь неизменным, определяет пределы, в которых может изменяться фенотип. Эти пределы, т.е. возможности для фенотипического проявления признака, называются **нормой реакции** и наследуются . Норма реакции устанавливает границы, в которых может изменяться конкретный признак. Разные признаки обладают разной нормой реакции – широкой или узкой.

Так, например, такие признаки, как группа крови, цвет глаз не изменяются. Форма глаза млекопитающих изменяется незначительно и обладает узкой нормой реакции. Удойность коров может варьировать в довольно широких пределах в зависимости от условий содержания породы. Широкую норму реакции могут иметь и другие количественные признаки – рост, размеры листьев, количество зерен в початке и т.д. Чем шире норма реакции, тем больше возможностей у особи приспособиться к условиям окружающей среды. Вот почему особей со средней выраженностью признака больше, чем особей с крайними его выражениями. Это хорошо иллюстрируется таким примером, как количество карликов и гигантов у людей. Их мало, тогда как людей с ростом в диапазоне 160—180 см в тысячи раз больше.

На фенотипические проявления признака влияет совокупное взаимодействие генов и условий внешней среды. Модификационные изменения не наследуются, но не обязательно носят групповой характер и не всегда проявляются у всех особей вида, находящихся в одинаковых условиях среды. Модификации обеспечивают приспособленность особи к этим условиям.

**Наследственная изменчивость** (комбинативная, мутационная, неопределенная).

**Комбинативная изменчивость** возникает при половом процессе в результате новых сочетаний генов, возникающих при оплодотворении, кроссинговере, конъюгации т.е. при процессах, сопровождающихся рекомбинациями (перераспределением и новыми сочетаниями) генов. В результате комбинативной изменчивости возникают организмы, отличающиеся от своих родителей по генотипам и фенотипам. Некоторые комбинативные изменения могут быть вредны для отдельной особи. Для вида же комбинативные изменения, в целом, полезны, т.к. ведут к генотипическому и фенотипическому разнообразию. Это способствует выживанию видов и их эволюционному прогрессу.

**Мутационная изменчивость** связана с изменениями последовательности нуклеотидов в молекулах ДНК, выпадения и вставок крупных участков в молекулах ДНК, изменений числа молекул ДНК (хромосом). Сами подобные изменения называются *мутациями*. Мутации наследуются.

Среди мутаций выделяют:

– *генные* – вызывающими изменения последовательности нуклеотидов ДНК в конкретном гене, а следовательно в и-РНК и белке, кодируемом этим геном. Генные мутации бывают как доминантными, так и рецессивными. Они могут привести к появлению признаков, поддерживающих или угнетающих жизнедеятельность организма;

– *генеративные* мутации затрагивают половые клетки и передаются при половом размножении;

– *соматические* мутации не затрагивают половые клетки и у животных не наследуются, а у растений наследуются при вегетативном размножении;

– *геномные* мутации (полиплоидия и гетероплоидия) связаны с изменением числа хромосом в кариотипе клеток;

– *хромосомные* мутации связаны с перестройками структуры хромосом, изменением положения их участков, возникшего в результате разрывов, выпадением отдельных участков и т.д.

Наиболее распространены генные мутации, в результате которых происходит изменение, выпадение или вставка нуклеотидов ДНК в гене. Мутантные гены передают к месту синтеза белка уже иную информацию, а это, в свою очередь, ведет к синтезу других белков и возникновению новых признаков. Мутации могут возникать под влиянием радиации, ультрафиолетового излучения, различных химических агентов. Не все мутации оказываются эффективными. Часть их исправляется при репарациях ДНК. Фенотипически мутации проявляются в том случае, если они не привели к гибели организма. Большинство генных мутаций носят рецессивный характер. Эволюционное значение имеют фенотипически проявившиеся мутации, обеспечившие особям либо преимущества в борьбе за существование, либо наоборот, повлекшие их гибель под давлением естественного отбора.

Мутационный процесс повышает генетическое разнообразие популяций, что создает предпосылки для эволюционного процесса.

Частоту мутаций можно повышать искусственно, что используется в научных и практических целях.

## ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

Часть А

А1. Под модификационной изменчивостью понимают

- 1) фенотипическую изменчивость
- 2) генотипическую изменчивость
- 3) норму реакции
- 4) любые изменения признака

А2. Укажите признак с наиболее широкой нормой реакции

- 1) форма крыльев ласточки
- 2) форма клюва орла
- 3) время линьки зайца
- 4) количество шерсти у овцы

А3. Укажите правильное утверждение

- 1) факторы среды не влияют на генотип особи
- 2) наследуется не фенотип, а способность к его проявлению
- 3) модификационные изменения всегда наследуются
- 4) модификационные изменения вредны

А4. Укажите пример геномной мутации

- 1) возникновение серповидно-клеточной анемии
- 2) появление триплоидных форм картофеля
- 3) создание бесхвостой породы собак
- 4) рождение тигра-альбиноса

А5. С изменением последовательности нуклеотидов ДНК в гене связаны

- 1) генные мутации
- 2) хромосомные мутации
- 3) геномные мутации
- 4) комбинативные перестройки

А6. К резкому повышению процента гетерозигот в популяции тараканов может привести:

- 1) увеличение количества генных мутаций
- 2) образование диплоидных гамет у ряда особей
- 3) хромосомные перестройки у части членов популяции
- 4) изменение температуры окружающей среды

А7. Ускоренное старение кожи у сельских жителей по сравнению с городскими, является примером

- 1) мутационной изменчивости

- 2) комбинационной изменчивости
  - 3) генных мутаций под действием ультрафиолетового излучения
  - 4) модификационной изменчивости
- A8. Основной причиной хромосомной мутации может стать
- 1) замена нуклеотида в гене
  - 2) изменение температуры окружающей среды
  - 3) нарушение процессов мейоза
  - 4) вставка нуклеотида в ген

### Часть В

V1. Какие примеры иллюстрируют модификационную изменчивость

- 1) загар человека
- 2) родимое пятно на коже
- 3) густота шерстяного покрова кролика одной породы
- 4) увеличение удоя у коров
- 5) шестипалость у человека
- 6) гемофилия

V2. Укажите события, относящиеся к мутациям

- 1) кратное увеличение числа хромосом
- 2) смена подшерстка у зайца зимой
- 3) замена аминокислоты в молекуле белка
- 4) появление в семье альбиноса
- 5) разрастание корневой системы у кактуса
- 6) образование цист у простейших

V3. Соотнесите признак, характеризующий изменчивость с ее видом

ПРИЗНАКИ ИЗМЕНЧИВОСТИ	ВИДЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ
А) не затрагивает генотип	1) модификационная
Б) групповая	2) мутационная
В) индивидуальная	
Г) обладает нормой реакции	
Д) не направлена, носит случайный характер	
Е) возникшие изменения бывают доминантными и рецессивными	

### Часть С

С1. Какими способами можно добиться искусственного повышения частоты мутаций и зачем это нужно делать?

С2. Найдите ошибки в приведенном тексте. Исправьте их. Укажите номера предложений, в которых сделаны ошибки. Объясните их.

1. Модификационная изменчивость сопровождается генотипическими изменениями. 2. Примерами модификации являются осветление волос после долгого пребывания на солнце, повышение удойности коров при улучшении кормления. 3. Информация о модификационных изменениях содержится в генах. 4. Все модификационные изменения наследуются. 5. На проявление модификационных изменений оказывают влияние факторы окружающей среды. 6. Все признаки одного организма характеризуются одинаковой нормой реакции, т.е. пределами их изменчивости.

## Ответы

---

**3.6. 3.6.1.Часть А. А1 – 1. А2 – 4. А3 – 2. А4 – 2. А5 – 1. А6 – 1. А7 – 4. А8 – 3.**

**Часть В. В1 – 1, 3, 4. В2 – 1, 3, 4. В3 А – 1; Б – 1; В – 2; Г – 1; Д – 2; Е – 2.**

**Часть С. С1** Искусственный мутагенез используется в исследовательских целях, а также в работе селекционеров. В качестве мутагенов применяются рентгеновские лучи, ионизирующая радиация, различные химические агенты – колхицин, йод, никотин и т.д. Искусственный мутагенез применялся Б.Л. Астауро– вым для выведения продуктивных пород тутового шелкопряда, для выведения полиплоидных форм растений, эффективным оказался колхицин, повышавший плоидность генома картофеля, томатов, используя рентгеновское

излучение, вывели сорт яровой пшеницы Новосибирская 67.

**С2** Ошибки допущены в предложениях 1, 4, 6. 1)(1) Модификационная изменчивость не изменяет генотип организма. 2) (4) Модификационные изменения не наследуются. 3) (6) Каждый признак обладает своей нормой реакции.