**Тема урока: Закономерности изменчивости. Модификационная и мутационная изменчивость**

**Цель урока:** расширить знания учащихся о влиянии факторов окружающей среды на процесс формирования признаков организмов; выявить закономерности модификационной и мутационной изменчивости и определить их практическое значение;

Продолжить формирование навыков получения и обработки фактического материала, умений делать заключения, выводы.

Воспитывать культуру общения, чувство ответственности за результаты своего труда

**Задачи урока:** развивать понятие «изменчивость», познакомить с формами изменчивости, сформировать знания о видах наследственной измен­чивости: мутационной и комбинативной, сформировать представле­ние о мутациях и их классификации и мутагенах, развивать навыки самостоятельной работы с учебником, умения выделять главное, раз­вивать коммуникативные способности учащихся, осуществлять эко­логическое и патриотическое воспитание.

 **Оборудование:** компьютер, м/м презентация, таблицы

**Тип урока:** комбинированный

**Формы работы:** фронтальная, эвристическая беседа, самостоятельная работа

**Ход урока**

1. **Организационный момент.**

 **II. Актуализация знаний.**

Вопросы:

Вспомните, что изучает генетика? Что такое наследственность, каким способом передаются наследственные признаки?

* Генетика изучает основные закономерности наследственности и изменчивости.
* Наследственность – свойство организмов передавать свои признаки и особенности развития следующему поколению.
* Материальные основы наследственности – хромосомы (ДНК), процессы мейоза и оплодотворения.

Мы рассмотрели основные закономерности наследственности, установленные Грегором Менделем и Томасом Морганом. Помимо «наследственности» объектом       исследования генетики является всеобщее свойство всех живых организмов –**«изменчивость».**

Беседа

Дайте определение **изменчивости.**

* Изменчивость – свойство живых организмов приобретать в процессе индивидуального развития новые признаки и свойства (способность организмов изменять свои признаки и свойства). Процесс возникновения различий между особями одного вида в ходе онтогенеза.

**Вопрос группе:**  Картофель размножается вегетативно, в этом случае все потомки имеют одинаковый генотип. Значит ли это, что все растения, выросшие на поле и происходящие от одного клубня, будут одинаковыми? (обсуждение)

 Конечно, многие растения существенно отличаются по высоте, кустистости, количеству и форме клубней и другими показателями.

 Можно вспомнить результат опыта, проведенного над одуванчиком. Корень одуванчика разрезали пополам. Одну его половину высадили на равнине в условиях высокой влажности. Выросло растение с крупными листьями, длинными цветоносами. Другую половину посадили в горах. Выросло маленькое растение с мелкими растениями, с очень короткими цветоносами. А между тем наследственность у них одинаковая.

**Или другие примеры:** Если размножить куст земляники усиками (т.е. вегетативным путем как мы знаем это вид бесполого размножения, при котором участвует только одна особь), то все дочерние организмы будут иметь одинаковый генотип (генотип- это совокупность всех генов данного организма, которая характеризует особь, а не вид). Однако фенотип (фенотип- это совокупность всех внешних и внутренних признаков организма, приобретенных в результате онтогенеза) этих дочерних организмов могут сильно отличаться друг от друга: по размеру растения, интенсивности жилкования и площади поверхности листовой пластинки, размеру ягод и количеству семян и так далее. Если две коровы одного и того же вида содержать в различных условиях то и количество удоя будет различным. Хорошо известно, что удой можно значительно повысить подбором кормов нужного качества и количества. Труднее повысить жирность молока. Процент жира молока в большей степени зависит от породы. А масть коровы – более постоянный признак, меняется редко.

 От условий окружающей среды может зависеть и окраска шерсти. У некоторых млекопитающих на окраску шерсти может влиять температура окружающей среды. Например, у кроликов горностаевой породы при обычных условиях бóльшая часть шерсти белая, а черная шерсть развивается лишь на ушах, лапах и хвосте. Если выбрить шерсть на спине, то при температуре выше нуля вырастет пять белая шерсть, но если понизить температуру (около 0°С) вместо белой шерсти вырастет чёрная шерсть.

**Вопрос группе:** Как вы думаете, из-за чего возникают такие фенотипические различия?

 Различия у организмов с одинаковым генотипом связаны с тем, что проявление отдельных генов и генотипа зависит от условий окружающей среды.

 Или же в случае с земляникой фенотипические различия могут возникнуть, если степень увлажненности почвы на одном участке больше чем на другом, освещенность для одного куста больше чем для другого, почва на одном участке интенсивней обогащена кислородом, чем на другом участке.

 Разнообразие фенотипов, возникающих у организмов под влиянием условий среды, называют **модификационной изменчивостью**. (Ч. Дарвин назвал эту изменчивость **ненаследственной**)

 Все рассмотренные примеры могут служить примерами **модификационной изменчивости.**

 Модификационная изменчивость не связана с генотипом, поэтому **не передается по наследству**, но может повлиять на работу генов и активность ферментов. Например, при низкой температуре снижается активность некоторых ферментов – это приводит к изменению процесса обмена веществ и замедлению развития организма. Значит, под воздействием факторов окружающей среды меняются многие физиологические, биохимические и морфологические процессы. Это важное обобщение сделал немецкий биолог **Август Вейсман** (1834 - 1914).

 Модификационная изменчивость встречается у всех организмов, независимо от способа размножения, видовой принадлежности и разнообразия условий окружающей среды.

 Модификационная изменчивость носит групповой характер, то есть все особи одного вида, помещённые в одинаковые условия, приобретают сходные признаки. **Например,** если сосуд с эвгленами зелёными поместить в темноту, то все они утратят зелёную окраску, если же вновь поставить на свет – все опять станут зелёными

 Такие изменения организмов, которые не затрагивают генотип и поэтому не передаются следующему поколению, называются **модификациями**. А этот тип изменчивости **модификационной**. Запишем эти термины в тетради. Чаще всего модификациям подвержены количественные признаки: вес, рост, плодовитость и т. д..

**Определение в тетрадь:**

 **Модификация** – ненаследственное изменение фенотипа, возникающее под влиянием факторов внешней среды.

 **Модификационная изменчивость** – изменчивость фенотипа; реакция генотипа на условия обитания.

  Статистические методы изучения модификационной изменчивости.

Например, измерив длину и ширину листьев, сорванных с одного дерева, убедимся, что они различны. На рост и развитие этих листьев неравномерно воздействует среда обитания – освещение, наличие питательных веществ, воды и пр. Расположив листья в один ряд по их высоте, обнаружим ряд изменчивости, называемым вариационным рядом. Он состоит из вариантов, значит, вариант- это индивидуальное развитие признака.

Измерим, длину листочков в см. и запишем их в следующую таблицу.

Вариант № 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина листа, см |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Частота встречаемости |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Вариант № 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина листа, см | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |  |  |  |
| Частота встречаемости | 1 | 3 | 9 | 2 | 2 |  |  |  |  |

Верхняя строка подсчета показывает варианты цифр от наименьшей к наибольшей длине листа. Вторая строка таблицы – частота встречаемости вариантов. Чаще встречаются листья со средним размером, реже – с большими и маленькими листьями. Изменение вариантов вариационного ряда можно четко выделить кривой.

Важный статистический показатель вариационного ряда – среднее арифметическое значение. Для его определения пользуются следующей формулой:

$$ М=\frac{ Σ (Х .р)}{n}$$

где М – среднее значение,

Х- вариант

р –частота встречаемости

n- количество вариантов

Σ – сумма.

М = 4\*1+5\*3+6\*9+7\*2+8\*2 = 121 = 7,11

 17 17

Среднее арифметическое значение – 7,11

Задание группе (стр.201 учебник «Общая биология,10» - Лабораторная работа № 6)

1. Измерьте длину листьев
2. Расположите листья на бумаге по степени роста. Отметьте высоту листьев, постройте вариационный ряд
3. Данные вариационного ряда занесите в таблицу

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **n** | **Σ** | **X** | **p** | **M** |
|  |  |  |  |  |

1. Постройте вариационную кривую признака изменчивости роста листовой пластины. В этих целях по оси абсцисс на одинаковом расстоянии друг от друга расположите образцы листьев по степени возрастания. На оси ординат расположите числовое значение, соответствующее каждому образцу частоты повтора. Соедините отмеченные точки в кривую.
2. Указанный признак – среднее значение длины листовой пластины – определите по формуле
3. Сравните цифровые показатели вариационной кривой и сделайте вывод о частоте повтора определенной высоты листовой пластинки.

Вывод - **Основные характеристики модификационной изменчивости**

 1. *Носит групповой характер*, т. е. все особи данного вида, помещенные в одинаковые условия, приобретают сходные признаки. Например, если сосуд с эвгленами зелёными поместить в темноту, то все они утратят зелёную окраску, если же вновь поставить на свет – все опять станут зелёными

 2. *Зависит от окружающих условий*.

 3. *Является определённой*, то есть всегда соответствует тем факторам, которые её вызывают. Так, повышенные физические нагрузки влияют на степень развития мышц, но не изменяют цвет кожи, а ультрафиолетовые лучи изменяют цвет кожи человека, но не изменяют пропорций тела.

 4. *Определяется нормой реакции*. Модификационная изменчивость не безгранична, например, белый человек никогда не сможет загореть до состояния негра. У модификационной изменчивости есть довольно жесткие границы или пределы изменения признака, обусловленные генотипом.

**Определение в тетрадь:** Пределы модификационной изменчивости признака организма называют его нормой реакции.

 **Норма реакции** – степень варьирования признака или пределы модификационной изменчивости, обусловленные генотипом.

 Значит, наследуется не признак как таковой, а его способность изменяться в пределах нормы реакции под воздействием факторов среды. Гены определяют развитие признака, а его проявление и степень выраженности во многом определяется условиями среды.

Модификационная изменчивость встречается у всех организмов, независимо от способа размножения, видовой принадлежности и разнообразия условий окружающей среды.

Большую роль в формировании признаков организмов играет среда его обитания. Каждый организм развивается и обитает в определенной среде, испытывая на себе действие ее факторов, способных изменять морфологические и физиологические свойства организмов, т.е. ихфенотип.

Классическим примером изменчивости признаков под действием факторов внешней среды является разнолистность у стрелолиста: погруженные в воду листья имеют лентовидную форму, листья, плавающие на поверхности воды, — округлую, а находящиеся в воздушной среде, — стреловидные. Если же все растение оказывается полностью погруженным в воду, его листья только лентовидные.

Под действием ультрафиолетовых лучей у людей (если они не альбиносы) возникает загар в результате накопления в коже меланина, причем у разных людей интенсивность окраски кожи различна.

Таким образом, изменения ряда признаков организмов вызывается действием факторов внешней среды. Причем эти изменения не наследуются. Так, если получить потомство от тритонов, выращенных на темном грунте, и поместить их на светлый, то все они будут иметь светлую окраску, а не темную, как их родители. То есть, данный вид изменчивости не затрагивает генотип и поэтому не передается потомкам.

Схема

Из данной схемы, вы видите, что изменчивость, характерная для живых организмов, бывает двух типов. Следующий тип изменчивости - это **наследственная изменчивость**, которая связана с изменением самих генов или возникновением их новых комбинаций. Эту форму называют **генотипической (наследственной**), а отдельные изменения – **мутациями.** Наследственная изменчивость – основа разнообразия живых организмов и главное условие их способности к эволюционному развитию

**Определение в тетрадь**

* **Мутация – это наследственная изменчивость генотипа организма в результате случайного изменения генов**

Это понятие впервые ввел голландский ботаник Г.де Фриз. В 1901 г. опубликовал свой труд под названием «Мутационная теория»

Мутация характерна для всех живых организмов, она может быть полезной и вредной, даже может вызвать гибель организма. Поэтому зачастую она опасна для человека и животных. Мутация образуется двумя путями: **внезапно** в природных условиях и **индукционно** в результате воздействия мутагенных факторов. Мутации, возникающие под воздействиями внешних факторов, называют мутагенами. Встречается три вида мутагенов:

1. Физические (радиоактивные, у/ф лучи, лазерные лучи и др.)
2. Химические (колхицин, никотиновая кислота, гербициды, пестициды, около 400 видов)
3. Биологические (некоторые продукты распада, образованные в процессе обмена веществ)

В зависимости от места возникновения мутации делятся на два типа: **генеративная** (в половых клетках) и **соматическая** (в клетках тела). Мутации половых клеток напрямую передаются потомству. Велико значение соматических мутаций в изучении причин возникновения раковых болезней.

В зависимости от характера изменения генотипов мутации бывают:

* **Генные**
* **Хромосомные**
* **Геномные**
* **Цитоплазматические**

***Генные (или точковые) мутации*** – наиболее часто встречающиеся мутации. Они представляют собой стойкие изменения отдельных генов и возникают в результате замены одного или нескольких азотистых оснований в структуре ДНК на другие, выпадения или добавления новых оснований, что ведет к нарушению порядка считывания информации. В итоге происходит изменение в синтезе белков, что в свою очередь обусловливает появление новых или измененных признаков.

Генные мутации вызывают изменение признака в разных направлениях, приводя к сильным или слабым изменениям морфологических, биохимических и физиологических свойств. У бактерий, например, генные мутации чаще всего затрагивают такие признаки, как форму и цвет колоний, темп их деления, способность сбраживать различные сахара, устойчивость к антибиотикам, сульфаниламидам и другим лекарственным препаратам, реакцию на температурные воздействия, восприимчивость к заражению бактериофагами, ряд биохимических признаков.

Одной из разновидностей генных мутаций является *множественный аллелизм*, при котором возникают не две формы одного гена (доминантная и рецессивная), а целая серия мутаций этого гена, вызывающая разные изменения контролируемого данным геном признака. Например, у дрозофилы известна серия из 12 аллелей, возникающих при мутации одного и того же гена, обусловливающего окраску глаз. Серией множественных аллелей представлены гены, определяющие "окраску шерсти у кроликов, различие групп крови у человека и др.

**Типы генныхмутаций** (слайд 27)

**связанны с добавлением, выпадением или перестановкой нуклеотидов в гене**.

* ***дупликация*** - повторение участка гена,
* ***вставка* -** появление в последовательности лишней пары нуклеотидов,
* ***делециия*** – «выпадение» одной или более пар нуклеотидов,
* ***замена нуклеотидных пар****,* ***инверсия -*** переворот участка гена на 180°.

 Эффекты генных мутаций чрезвычайно разнообразны. Большая часть из них фенотипически не проявляется, поскольку они рецессивны. Это очень важно для существования вида, так как в большинстве своем вновь возникающие мутации оказываются вредными. Однако их рецессивный характер позволяет им длительное время сохраняться у особей вида в гетерозиготном состоянии без вреда для организма и проявиться в будущем при переходе в гомозиготное состояние.

 Яркие примеры проявления этого типа мутации — серповидно-клеточная анемия (смертельное заболевание), альбинизм и дальтонизм.

 Наиболее вероятная мутация генов происходит при скрещивании тесно связанных организмов, которые унаследовали мутантный ген у общего предка. По этой причине вероятность возникновения мутации повышается у детей, чьи родители являются родственниками.

***Хромосомные мутации - это*** перестройки хромосомы. Хромосомная мутация связана с различными хромосомными изменениями. Участок хромосомы может удвоиться или, наоборот, выпасть, может переместиться на другое место и т.д Такие изменения могут быть внутрихромосомные м межхромосомные.

**К внутрихромосомным изменениям относятся:**

* **Дифешенсия** – недостаточность кончиков хромосом;
* **Делеция** - отрыв участка хромосом;
* **Инверсия** – изменение порядка расположения генов в связи с поворотом участка хромосомы на 180º ;
* **Дупликация** – удвоение одного определенного участка хромосом

**К межхромосомным изменениям относится**

* **Транслокация**  - замена одного участка хромосомы другой хромосомой, не схожей с ней

Хромосомные перестройки могут быть обнаружены с помощью светового микроскопа. Пути изменения структуры хромосом разнообразны.

***Геномные мутации –*** мутации, приводящие к изменению числа хромосом. Совокупность генов в гаплоидном наборе хромосом называется геномом.

 Известно, что механизм деления клетки, обеспечивающий постоянство количества хромосом и передаваемость из поколения в поколение, есть процесс митоза и мейоза. В некоторых случаях эти механизмы нарушаются, и хромосомы неровно расходятся по полюсам клетки, появляются клетки с измененным количеством хромосом. Геномная мутация связана с кратным или некратным увеличением числа хромосом в гаплоидном наборе. При кратном увеличении наблюдается **полиплоидия** - наиболее распространенный тип геномной мутации. Полиплоидные виды растений часто обнаруживаются среди растений. У животных полиплоидия редка. Некоторые полиплоидные растения характеризуются более мощным ростом. Крупными размерами и другими свойствами. Что делает их ценными для гентико-селекционных работ.



При некратном увеличении или уменьшении хромосом возникает **анеуплоидия**, или гетероплоидия. Впервые её обнаружил К.Бриджест в ходе исследования у дрозофилы явления, сцепленного с полом наследования. Он обнаружил у самки ХХY – хромосомы (Y-лишняя), у самцов – ХО (нет Y-хромосомы). С этим и связано изменение некоторых признаков дрозофилы (крыльев, глаз и др.) Такое явление встречается у растений, животных, человека.

 Ведущая роль в генетических процессах принадлежит ядру и хромосомам. Вместе с тем носителями наследственной информации являются и некоторые органеллы цитоплазмы (митохондрии и пластиды), в которых содержится собственная ДНК. Такая информация передается с цитоплазмой, поэтому она получила название *цитоплазматической* наследственности. Причем эта информация передается только через материнский организм, в связи с чем называется еще материнской. Это обусловлено тем, что и у растений, и у животных яйцеклетка содержит много цитоплазмы, а сперматозоид ее почти лишен.

***Цитоплазматические мутации*** происходит с изменением плазмагенов в цитоплазме клетки. Плазмогены находятся в пластидах и митохондриях. Цитоплазматическая мутация, так же как генная и другие, передается по наследству.

**Комбинативная изменчивость** - важнейший источник того бесконечно большого наследственного разнообразия, которое наблюдается у живых организмов. В основе этой изменчивости лежит половое размножение организмов, вследствие которого возникает огромное разнообразие генотипов. 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. В чем причины этого явления? Они лежат в явлении комбинативной изменчивости.

Возникает при перекомбинации (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.

Пример: у цветка ночная красавица есть ген красного цвета лепестков А, и ген белого цвета а. Организм Аа имеет розовый цвет лепестков, этот признак возникает при сочетании (комбинации) красного и белого гена.

**IV Закрепление**

Дополните предложения:

Есть (1) вида мутагенов, к ним относятся: (2), (3), (4). Удвоение одного участка хромосом называется (5). Отрыв одного участка хромосом называется (6). При кратном увеличении хромосом наблюдается (7) Наследственную изменчивость называют (8)Не связана с генотипом (9) изменчивость.

Ответы:

1 – три

2-физические

3 - химические

4- биологические

5- дупликация

6 – делеция

7 – полиплоидия

8- генотипической

9 -модификационная

Заполнить таблицу: (самостоятельно)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Изменчивость | Типы мутаций | Причины мутаций |
| Мутация  |  |  |

 **тест «Типы изменчивости»**

**1. Организмы приспосабливаются к конкретным условиям среды, не меняя генотип за счёт изменчивости**

а) мутационной

б) комбинативной

в) относительная

г) модификационная

**2. У листьев, сорванного с одного дерева изменчивость?**

а) мутационная

б) комбинативная

в) модификационная

г) все листья одинаковы, изменчивости нет

**3. Наследственная изменчивость**

а) приводит к изменению генотипа

б) происходит под воздействием различных условий среды

в) всегда полезна для организмов

**4. Удвоение участка (дупликация) хромосом относится к**

а) генные

б) хромосомные

в) геномные

г) цитоплазматические

5**. Увеличение массы тела у домашних животных при изменении рациона питания относят к изменчивости:**

а) модификационной

б) цитоплазматической

в) генотипической

г) комбинативной

**7. Пример генной мутации:**

 а) СПИД

 б) синдром Дауна

 в) серповидноклеточная анемия

 г ) оспа

**8. Причиной генной мутации может быть:**

 а) изменение питания

 б) воздействие радиации

 в) повышение температуры окружающей среды

 г) изменение ареала организма

9.**Норма реакции**
 а) изменяет генотип организма
 б) определяется генотипом организма
 в) ведет к мутации
 г) изменяет локусы генов

10. **Основу генных мутаций составляют изменения в строении молекул**
 а) ДНК
 б) АТФ
 в) белка
 г) тРНК

**V. Подведение итогов.**

Установление достижения цели урока.

**VI. Домашнее задание.** §47 стр.198, §48стр.202-205 учебник «Общая биология, 10» под редакцией Т. Касымбаевой, К.Мухаметжанова

**Модификационная изменчивость**
Выполните лабораторную работу **«Построение вариационного ряда и вариационной кривой»**
**Цель:** познакомиться со статистическими закономерностями модификационной изменчивости, выработать умение строить вариационный ряд и график изменчивости признака.
**Оборудование:** семена фасоли, клубни картофеля, листья растений.

**Ход работы:**

1. Рассмотрите несколько растений (семян, клубней, листьев и др.) одного вида, сравните их размеры (или подсчитайте количество глазков, листовых пластинок у сложных листьев) или другие параметры и составьте общую таблицу – вариационный ряд.

**Вариационный ряд числа глазков на клубнях картофеля**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество глазков на одном клубне (v) | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Количество таких клубней (p) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Постройте по этим данным вариационную кривую модификационной изменчивости числа глазков на клубне картофеля.
2. Сравните края и центр вариационной кривой и сделайте вывод: какая изменчивость – резкая или нерезкая - числа глазков на клубне картофеля встречается чаще, а какая – реже?
3. Пользуясь формулой, вычислите среднюю величину (М) изменчивости признака.

 где *n –*число объектов (клубней), v - каждое конкретное значение признака (варианта), p – частота встречаемости отдельных вариант
5. Охарактеризуйте модификационную изменчивость:
Заполните таблицу:

|  |
| --- |
| **Модификационная изменчивость** |
| Под влиянием каких факторов происходит?Можно ли ее считать определенной изменчивостью?Можно ли ее считать групповой изменчивостью?Как влияет на фенотип?Как влияет на генотип?Наследуются ли полученные изменения?Какое значение имеет для конкретного организма?Какое значение имеет для эволюции вида? |  |

# Кроссворд «Закономерности изменчивости №1»

Начало формы

Конец формы



1. Совокупность признаков и свойств организма, проявляющаяся при взаимодействии генотипа со средой обитания.

2. Взаимоисключающие, контрастные признаки.

3. Участок хромосомы, в котором расположен ген.

4. Ненаследственное изменение фенотипа, возникающее под влиянием факторов внешней среды в пределах нормы реакции генотипа.

5. Половая клетка растительного или животного организма, несущая один ген из аллельной пары.

6. Зигота, имеющая одинаковые аллели данного гена.

7. Графическое выражение (кривая) изменчивости признака, отражающее как размах вариации, так и частоту встречаемости отдельных вариант.

8. Преобладающий признак, проявляющийся в потомстве у гетерозиготных особей.

9. Совокупность наследственных признаков организма, полученных от родителей.

10. Гены, расположенные в одних и тех же локусах гомологичных хромосом. Контролируют развитие альтернативных признаков.

11. Ряд модификационной изменчивости признака, слагающийся из отдельных значений видоизменений, расположенных в порядке увеличения или уменьшения количественного выражения признака.

12. Наследственное изменение генотипа.

Начало формы

Конец формы



# Кроссворд «Закономерности изменчивости №2»

Начало формы



Конец формы



1. Фактор, вызывающий мутацию.

2. Наука о закономерностях наследственности и изменчивости организмов.

3. Хромосомы, по которым мужской пол отличается от женского.

4. Скрещивание форм, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков.

5. Совместное наследование генов, локализованных в одной хромосоме.

6. Скрещивание испытуемого организма с другим, являющимся по данному признаку рецессивной гомозиготой, что позволяет установить генотип испытуемого.

7. Зигота, имеющая два разных аллеля по данному гену (Аа, Вв).

8. Парные хромосомы, одинаковые по форме, размерам, набору генов.

9. Взаимный обмен гомологичными участками гомологичных хромосом при их конъюгации, приводящий к перегруппировке исходных комбинаций генов.

# Кроссворд «Закономерности изменчивости №2»

Начало формы

Конец формы



Конец формы