Министерство образования и науки Республики Казахстан

Костанайский государственный университет им. А Байтурсынова

Аграрно-биологический факультет

Кафедра биологии и химии

Т.М.Ергалиев

**Генетика**

Сборник задач

Методические указания

Костанай 2013

**ББК 28.04**

**Е 69**

Рецензенты:

к.б.н., доцент кафедры биологии и химии Султангазина Г.Ж.

к.б.н., доцент кафедры экологии Чехова Т.И.

к.с.-х.н., старший преподаватель кафедры биологии и химии Бейшова И.С.

Автор: преподаватель кафедры биологии и химии Ергалиев Т.М.

Е 69Ергалиев Т.М.

Генетика. Сборник задач. Методические укаазния по специальности 5В060700-Биология, 5В080100-Агрономия – Костанай 2013. – 62 с.

Методические указания по изучению дисциплины «Генетика». Костанай: КГУ им. А. Байтурсынова, 2013- 62с.

Методические указания «Генетика. Сборник задач» включают в себя руководство к выполнению лабораторных работ и решения задач.

Предназначены для студентов биологических и сельскохозяйственных специальностей; могут быть также рекомендованы преподавателям высших учебных заведений при проведении учебных занятий по генетике.

ББК 28.04

Утверждено и рекомендовано к изданию Методическим советом Аграрно-биологического факультета Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова.

\_\_ \_\_\_\_2013 г., протокол № \_\_.

УДК 575© Костанайский государственный

университет им. А.Байтурсынова

Содержание

[Введение 5](#_Toc358576064)

[1. Решение задач на моногибридное скрещивание 6](#_Toc358576065)

[2. Решение задач на дигибридное скрещивание 13](#_Toc358576066)

[3. Тригибридное скрещивание. 20](#_Toc358576067)

[4. Понятие о пенентрантности и экспрессивности 27](#_Toc358576068)

[5. Генетический анализ гибридного потомства F2 29](#_Toc358576069)

[6. Решение задач на комплементарное и эпистатическое взаимодействие 36](#_Toc358576070)

[6.1. Комплементарное взаимодействие генов.………………………………36](#_Toc358576071)

[6.2. Эпистаз…………………………………………………………………….40](#_Toc358576072)

[7. Решение задач на полимерное взаимодействие генов 45](#_Toc358576073)

[Заключение 53](#_Toc358576074)

[Терминология 54](#_Toc358576075)

[Список использованной литературы 63](#_Toc358576076)

**Список рекомендуемой литературы:**

1. Ващенко, Т.Г. Генетика - Сборник задач / Т.Г. Ващенко, Н.Т. Павлюк, С.В. Гончаров Г.Г. Голева, И. А. Русанов. - Воронеж, 2004.
2. Генетика. Учеб.для вузов. / под ред. Академика РАСХН А.А. Жученко.- М.: КолосС, 2005. - 479 с.
3. Крестьянинов, В. Ю. Сборник задач по генетике с решениями : метод.пособие / В.Ю. Крестьянинов, Г.Б. Вайнер. - Саратов: Изд-во Лицей, 1998. - 110с.
4. Погиба, С.П. Генетика: учеб.пособие / С.П. Погиба, Г.А. Курносова, Е. В. Казанцева. - М.: Изд-во Московского гос. Ун-та леса, 2002. - 136с.

# Введение

В современный период развития мировой науки мы с полной уверенностью можем определить генетику как одну из основных биологических наук, так как установленные закономерности наследственности и изменчивости справедливы для всех организмов, а методы генетики приемлемы к любым биологическим исследованиям. Генетика - наука о наследственности и изменчивости организмов.

Современная генетика значительно расширила свои границы и разделилась на ряд специализированных областей, изучение которых представляет большие сложности и требует совершенствования учебников и учебных пособий. В настоящее время назрела необходимость в издании практикума по генетике для биологических специальностей, т. к. после последних изданий прошло более двух десятков лет, а совершенствование преподавания требует нового подхода к проведению практических занятий; усилению роли самостоятельной работы и систематическому контролю ее.

Дается теоретическое обоснование тем по каждому разделу генетики. Приведенные данные построены так, чтобы вызвать у студента интерес к самостоятельному изучению дополнительного материала, развития достаточного уровня теоретических знаний и логического мышления. Практикум предназначен для студентов ВУЗов биологических специальностей.

## 1. Решение задач на моногибридное скрещивание

Моногибридное скрещивание – это такое скрещивание, при котором родительские пары различаются по одной паре альтернативных (контрастных) признаков.

Г. Мендель при скрещивании гороха (Pisumsativum) учитывал альтернативные признаки по окраске семян гороха («А» - желтая окраска и «а» - зеленая окраска семян).

При скрещивании гомозиготной особи по признаку желтой окраски «АА» с гомозиготной особью по зеленой окраске «аа» Г. Мендель наблюдал единообразие по фенотипу и генотипу в первом поколении. Так как гомозигота, образовавшаяся от слияния гамет несущих одинаковые гены «А» или «а» и гетерозигота – это зигота, образовавшаяся от слияния гамет, несущих различные гены «А» и «а», то гомозиготные родители будут образовывать только один тип гамет: первый доминантный родитель «А», а второй рецессивный «а».

Используя буквенную символику, составим схему скрещивания.

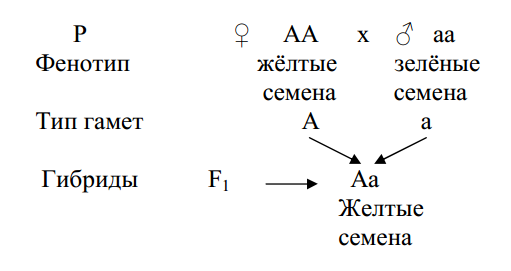


Рисунок 1. Схема скрещивания и буквенная символика

Гибриды первого поколения «Аа» были гетерозиготны и имели все семена жёлтой окраски, т.е. желтая окраска оказалась преобладающей, а зеленая окраска не проявилась, т.е. была рецессивной.

В 1909 году В. Иогансен ввел понятия генотип, фенотип. Генотип – совокупность генов. Совокупность генов может быть гомозиготной или гетерозиготной. Фенотип – совокупность фенов или внешних признаков.

Так в первом поколении при скрещивании гомозиготных особей по доминантным и рецессивным аллелям гибриды имели один генотип, один фенотип, т.е. потомство было единообразным. Г. Менделем было сформулировано правило о единообразии или доминировании гибридов первого поколения. Во втором поколении, полученном от скрещивания гибридов F1 между собой, наблюдалось расщепление. Для анализа расщепления удобно пользоваться решёткой Пеннета (Р. Пеннет предложил типы гамет матери расположить по вертикали, типы гамет отца по горизонтали), образовавшееся потомство от слияния соответствующих типов гамет располагается внутри решётки.

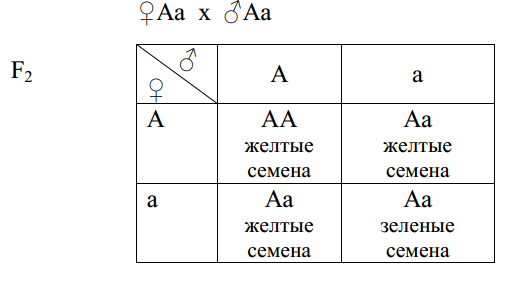


Рисунок 2. Решетка Пеннета

Образовавшиеся от такого скрещивания гаметы сливаются так: гамета «А» сливается с гаметой «А», равно вероятно, как и гаметы «А» с «а» и «а» с «а». Следовательно, в потомстве будут образовываться генотипы АА, Аа, Аа, аа, т.е. на одну гомозиготу АА – две гетерозиготыАа и одна гомозиготааа, т.е. расщепление в F2 по генотипу соответствует 1:2:1, по фенотипу - 3 части жёлтосеменных и 1 часть зелёносеменных растений (3:1).

Однако, такое расщепление возможно лишь при полном доминировании. При неполном доминировании гетерозигота даёт проявление в фенотипе промежуточного признака. Например: скрещиваются гомозиготные красноцветковые и белоцветковые растения ночной красавицы, в потомстве F1 образуются розовоцветковые растения. Во втором поколении расщепление по фенотипу и по генотипу совпадает и соответствует 1:2:1, то есть по фенотипу на 1 часть красноцветковых 2 части розовоцветковых и 1 часть белоцветковых; по генотипу на 1 часть гомозигот по доминанту (RR) приходится 2 гетерозиготы (Rr) и одна часть гомозигот по рецессиву (rr).

Для анализа гибридов первого поколения Г. Мендель проводил анализирующее скрещивание - это такое скрещивание, при котором гибриды первого поколения возвратно скрещиваются с рецессивным родителем и потомство обозначается Fа. В потомстве F1 (в гетерозиготе) могут одновременно проявляться признаки обоих родителей. Этот тип наследования получил название кодоминирования. Его примером служит наследование группы крови у человека и животных, окраска шерсти у крупного рогатого скота.

**Задачи.**

1. У томата нормальная высота растений А доминирует над карликовостью а. Определить фенотип, генотип и тип гамет, следующих растений: АА, Аа, аа.

2. У томата ген округлой формы доминирует над грушевидной. Каковы генотипы родительских растений, если в потомстве получилось растений с округлыми и грушевидными плодами поровну.

3. Дурман, имеющий пурпурные цветы, дал при самоопылении 10 потомков с пурпурными и 3 с белыми цветками. Какие выводы можно сделать о наследовании окраски цветов у растений этого вида? Какая часть потомства F2 не даст расщепления при самоопылении?

4. У морских свинок ген мохнатой шерсти (R) доминирует над геном гладкой шерсти (r). Мохнатая свинка при скрещивании со свинкой гладкой шерсти дала 18 мохнатых и 20 гладких потомков. Каков генотип родителей и потомства? Могли бы у этих свинок родиться только гладкие особи?

5. У фасоли черная окраска семян доминирует над белой. При самоопылении черносемянного растения получили ¾ растений черносемянных и ¼ белосемянных. Определите генотип исходного растения.

6. У гороха желтая окраска семян доминирует над зеленой. Определите окраску семян у растений, полученных в результате скрещиваний:

а) АА х аа; б) Аа х Аа; в) Аа х аа.

7. У гороха желтая окраска семян (А) доминирует над зеленой (а). Гомозиготное растение с желтыми семенами было опылено пыльцой гомозиготного растения с зелеными семенами. Всего в F1 было получено 10 растений, от самоопыления которых в F2 было получено 64 семени.

1. Сколько разных фенотипов может быть в F1?

2. Сколько растений F1 имели желтую окраску?

3. Сколько растений в F2 могут иметь желтые семена?

4. Сколько растений в F2 имеют рецессивные признака?

5. Сколько генотипов образуется в F2?

8. У гороха гладкая форма семян (ген А) доминирует над морщинистой (ген а). Гетерозиготные растения с гладкими семенами были опылены пыльцой растений с морщинистыми семенами. В Fа получили 480 семян.

1. Сколько типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько типов гамет образует отцовское растение?

3. Сколько семян Fа могут быть гетерозиготными?

4. Сколько семян Fа могут дать нерасщепляющееся потомство?

5. Сколько морщинистых семян может быть получено в Fа?

9. У гороха высокий рост стебля доминирует над низким. Низкорослый сорт гороха скрещен с гомозиготным высокорослым сортом. Растения F2 получены в результате самоопыления гибридов F1. В F2 получено 88 растений.

1. Сколько различных фенотипов могут иметь растения F1?

2. Сколько различных генотипов могут иметь растения F1?

3. Сколько разных фенотипов будет в F2?

4. Сколько растений F2 будут низкорослыми?

5. Сколько растений F2 могут быть гетерозиготными?

10. У моркови желтая окраска корнеплода доминирует над красной. Гомозиготное растение с красным корнеплодом скрестили с гомозиготным растением, имеющим желтый корнеплод. Получили 10 растений F1. Растения F1 переопылили между собой и получили 100 растений F2.

1. Сколько растений F1 могут быть гетерозиготными?

2. Сколько различных типов гамет могут образовать растения F1?

3. Сколько различных генотипов может быть в F2?

4. Сколько доминантных гомозиготных растений будет в F2?

5. Сколько растений F2 будет иметь красную окраску корнеплода?

11. У пшеницы красная окраска колоса является доминантной по отношению к белой. Гомозиготное красноколосое растение было опылено пыльцой белоколосого растения. От самоопыления растений F1 было получено 96 растений F2.

1. Сколько различных типов гамет могут образовать растения F1?

2. Сколько различных фенотипов может образоваться в F2?

3. Сколько растений F2 могут быть белоколосыми?

4. Сколько растений F2 могут быть гетерозиготными?

5. Сколько гомозиготных красноколосых растений может образоваться в F2?

12. У пшеницы безостость доминирует над остистостью. Гетерозиготное безостое растение скрестили с остистым. В Fа получено 24 растения.

1. Сколько типов гамет может образовать остистое растение?

2. Сколько типов гамет образует гетерозиготное растение?

3. Сколько в Fа может быть остистых растений?

4. Сколько различных генотипов может быть в Fа?

5. Сколько растений Fа могут быть гетерозиготными?

13. У растений дурмана пурпурная окраска цветков доминирует над белой. Гетерозиготное растение, имеющее пурпурную окраску цветков, при самоопылении дало 44 потомка.

1. Сколько разных типов гамет может образовать гетерозиготное растение?

2. Сколько разных генотипов среди потомков F2?

3. Сколько разных фенотипов среди потомков F2?

4. Сколько растений, полученных от этого скрещивания, были гетерозиготными?

5. Сколько растений в F2 могут быть с пурпурным венчиком?

14. У пшеницы было скрещено красноколосое растение с белоколосым. В F1 получили 18 красноколосых растений, от самоопыления которых вырастили 88 растений F2.

1. Сколько типов гамет образует гетерозиготное растение?

2. Сколько различных фенотипов может образоваться в F1?

3. Сколько растений в F2 могут быть гетерозиготными?

4. Сколько растений в F2 могут быть доминантными гомозиготами?

5. Сколько растений в F2 могут иметь красную окраску колоса?

15. У пшеницы ген карликовости стебля доминирует над геном нормального роста. Гомозиготное карликовое растение было опылено пыльцой нормального растения. От самоопыления растений F1 получили 192 растения F2.

1. Сколько различных типов гамет может образовать растение F1?

2. Сколько различных фенотипов может быть в F1?

3. Сколько фенотипов будет в F2?

4. Сколько гетерозиготных растений может быть в F2?

5. Сколько растений нормального роста образуется в F2?

16. У пшеницы стекловидная консистенция зерна доминирует над мучнистой. Гетерозиготное растение со стекловидным зерном было опылено пыльцой растения с мучнистой консистенцией. В Fв получено 244 растения.

1. Сколько различных фенотипов может быть в Fв?

2. Сколько типов гамет даст гетерозиготное растение?

3. Сколько гетерозиготных растений может быть в Fв?

4. Сколько разных генотипов в Fв?

5. Сколько растений с мучнистым зерном может быть в Fв?

17. У ячменя пленчатость доминирует над голозерностью. Было проведено скрещивание гомозиготного пленчатого сорта с голозерным. В F1 выращено 12 растений. От самоопыления растений F1 получили 480 семян F2.

1. Сколько растений F1 могут быть гетерозиготными?

2. Сколько типов гамет может образовать голозерное растение?

3. Сколько разных генотипов в F2?

4. Сколько семян F2 могут быть пленчатыми?

5. Сколько семян F2 могут быть голозерными?

18. У фигурной тыквы белая окраска плода доминирует над желтой. От скрещивания гомозиготного растения с белыми плодами с растением, имеющим желтые плоды, получили 25 растений. В результате возвратного скрещивания гибридов F1 с родительской формой, имеющей доминантные признаки, получили 1600 растений.

1. Сколько растений F1имели белые плоды?

2. Сколько типов гамет может образовать растение F1?

3. Сколько различных фенотипов может образоваться в Fв?

4. Сколько растений Fв могли иметь белую окраску плодов?

5. Сколько растений из 200, полученных от возвратного скрещивания рецессивной родительской формой, могли иметь желтые плоды?

19. У томата округлая форма плода доминирует над овальной. От скрещивания гомозиготного растения с круглыми плодами с растением, имеющим овальные плоды, в F1 получили 30 растений, в F2 - 432 растения.

1. Сколько типов гамет может образовать растение с овальными плодами?

2. Сколько растений F1 могут иметь округлые плоды?

3. Сколько разных генотипов в F1?

4. Сколько растений F2, имеющих округлую форму плодов, могут давать нерасщепляющееся потомство?

5. Сколько растений F2 могут иметь овальную форму плодов?

20. У овса ген раннеспелости доминирует над геном, определяющим позднеспелость. От скрещивания двух гетерозиготных раннеспелых сортов в потомстве было получено 256 растений.

1. Сколько различных фенотипов может образоваться в потомстве?

2. Сколько различных генотипов может образоваться в потомстве?

3. Сколько раннеспелых растений может быть в потомстве?

4. Сколько гомозиготных раннеспелых растений может быть?

5. Сколько типов гамет может образовать каждая из родительских форм?

21. У собак черная окраска шерсти доминирует над коричневой. Коричневая самка, оба родителя которой были черными, спаривалась с гетерозиготным черным самцом, в результате чего родилось 12 щенят.

1. Сколько типов гамет образует коричневая самка?

2. Сколько типов гамет образует черный самец?

3. Сколько щенят могли иметь коричневую масть?

4. Сколько разных фенотипов получилось в потомстве?

5. Сколько щенят из 6, полученных от скрещивания данного самца с черной самкой, могут иметь черную масть?

22. У овса нормальный рост (ген - А) доминирует над гигантским ростом (ген – а). Гетерозиготное растение с нормальным ростом было скрещено с гигантским растением. В Fа получено 192 растения нормального роста.

1. Сколько типов гамет образует материнское растение?

2. Сколько различных генотипов могут иметь растения Fа?

3. Сколько растений Fа будут гетерозиготными?

4. При скрещивании гетерозиготного растения с растением нормального роста получено 24 растения. Сколько из них могут быть гетерозиготными?

5. Сколько растений при втором скрещивании могут иметь нормальный рост?

23. У томатов ген круглой формы плода доминирует над геном, обуславливающим развитие грушевидной формы. От скрещивания гомозиготного растения с круглой формой плода с растением, имеющим грушевидную форму, было получено 8 растений F1 и 48 растений F2 от самоопыления F1.

1. Сколько типов гамет может образовать растение с грушевидными плодами?

2. Сколько растений F1 могут быть гетерозиготными?

3. Сколько растений F2 могут быть гетерозиготными?

4. Сколько растений F2 дадут нерасщепляющееся потомство?

5. Сколько растений F2 дадут нерасщепляющееся потомство с круг-лой формой плода?

24. Группа крови у человека определяется тремя аллелями одного локуса. Гены принято обозначать IА, IВ, IО. В различных сочетаниях генов образуются 4 группы крови: первая с генотипом – IОIО, вторая –IАIА, или IАIО, третья –IВIВ или IВIО, четвертая -IАIВ. Мать со II группой крови родила ребенка с I группой крови. Установите возможные группы крови отца.

25. В родильном доме перепутали двух девочек. Родители одной из них имеют I и II группы крови, родители другой - II и IV. Исследование показало, что дети имеют I и IV группы крови. Определите, кто чья дочь.

26. От скрещивания земляники с красными и белыми ягодами в F1 было получено 12 растений. Все они имели ягоды розового цвета. В F2 было получено 336 растений с розовыми ягодами, и 336 растений с красными и белыми ягодами.

1. Сколько типов гамет может образовать растение с розовыми ягодами?

2. Сколько разных генотипов может быть в F2?

3. Сколько растений F2 могут иметь красную окраску ягод?

4. Сколько растений F2 с красными ягодами могли дать нерасщепляющееся потомство?

5. Сколько растений F2 с белыми ягодами могли дать нерасщепляющееся потомство?

## 2. Решение задач на дигибридное скрещивание

Дигибридное скрещивание – скрещивание, при котором родительские пары различаются по двум парам альтернативных признаков. Например, скрещиваются гомозиготные особи по окраске и характеру поверхности семян.

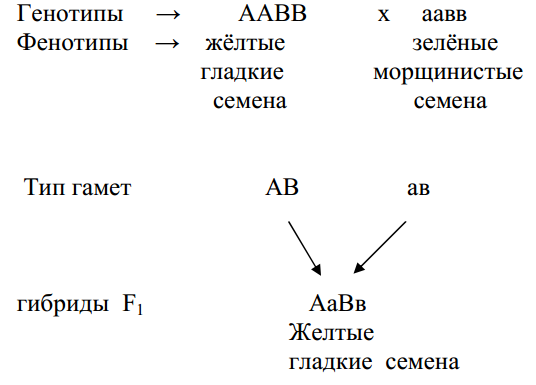


Рисунок 3. Дигибридное скрещивание

Так как оба родителя гомозиготны, то дают по одному типу гамет «АВ» и «ав». При слиянии этих гамет образуются гетерозиготы «АаВв», т.е. все потомки первого поколения будут иметь гетерозиготный генотип и по фенотипу будут все с желтыми гладкими семенами. Что соответствует первому правилу Менделя - единообразия гибридов первого поколения.

При скрещивании гибридов F1 между собой, каждый родитель ♀АаВв х ♂АаВв дает уже не два типа гамет, а четыре (22). Составим решетку Пеннета:

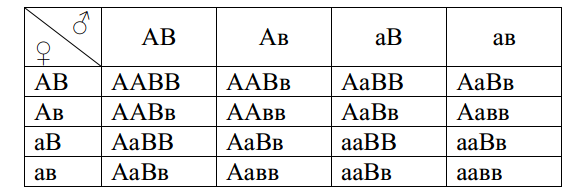


Рисунок 4. Решетка Пеннета

Оказалось, что расщепление по фенотипу будет соответствовать 9/16 АВ (жёлтых гладких), 3/16 Ав (жёлтых морщинистых), 3/16 аВ (зелёных гладких) и 1/16 ав (зелёных морщинистых). По генотипу: ААВВ-1; ААвв – 1; ааВВ – 1; аавв – 1; Аавв – 2; АаВВ – 2; ААВв – 2; ааВв – 2; АаВв – 4. Количество генотипов в F2 будет 9, т.е. (3)2.

Теперь проведём анализ отдельно по каждому признаку - по окраске: жёлтых всего 12 - зелёных всего 4, т.е. (12:4) или (3:1); по поверхности: гладких 12 - морщинистых 4, т.е. (12:4) или (3:1).

Индивидуально расщепление по каждому признаку соответствует 3:1, т.е. признаки комбинируются независимо друг от друга, частота встречи гамет равновероятна.

При решении задач на ди-, три- и полигибридное скрещивание необходимо пользоваться формулой бинома Ньютона (3+1)n, где n – число анализируемых признаков.

Так при тригибридном скрещивании расщепление будет соответствовать (3+1)3,т.е. 27/64 АВС: 9/64 АВс: 9/64 АвС: 9/64 аВС: 3/64 авС : 3/64 аВс : 3/64 Авс : 1/64 авс.

Количество типов гамет рассчитывается по формуле 2n, типов фенотипов 2n и генотипов 3n, где «n» число анализируемых признаков.

**Задачи.**

1. Какие типы гамет могут образовать следующие генотипы:

а) ААВВ; б) АаВВ; в) АаВв; г) ААвв; д) ааВВ; е) аавв.

2. У гороха желтая окраска семян – доминантный признак, а зеленая – рецессивный. Гладкая форма семян доминирует над морщинистой. Определить тип гамет, фенотип следующих генотипов: а) АаВв; б) АаВВ; в) ааВв; г) ААвв.

3. Определить фенотип семян гороха в потомстве следующих скрещиваний: а) ААВВ х аавв; б) ААвв х ааВВ; в) АаВв х АаВв; г) ааВв х Аавв; д) АаВв х аавв.

4. Растение флоксов, имеющее белые цветки и плоский венчик, скрещенное с растением, имеющим белые цветки и воронковидный венчик, дало в потомстве 63 белых воронковидных, 58 белых плоских, 18 кремовых воронковидных и 22 кремовых плоских. Это же растение, скрещенное с кремовым плоским, дало 37 белых плоских и 41 кремовое плоское.

Определите генотипы всех трех родительских растений.

5. У томатов красная окраска плодов доминантна по отношению к желтой, а нормальный рост по отношению к карликовому. Имеются сорта: желтоплодный с нормальным ростом и красноплодныйкарликовый. Как целесообразнее из этих сортов получить новые: красноплодный нормальный и желтоплодный карликовый? Какой сорт получить легче?

6. Растение дурмана с пурпурными цветками и гладкими коробочками, скрещенное с растением, имеющим пурпурные цветки и колючие коробочки, дало в потомстве 3/8 пурпурных колючих, 3/8 пурпурных гладких , 1/8 белых колючих и 1/8 белых гладких. Объясните результаты, если колючие коробочки - доминантный признак.

7. При скрещивании двух растений тыквы, имеющих белую окраску и сферическую форму плодов, между собой получены семена, из которых, однако, взошло только два растения. Одно из них оказалось с белыми сферическими плодами, а другое - с желтыми удлиненными. С какими плодами могли бы появиться еще растения тыквы, если бы взошло больше семян?

8. При скрещивании растений земляники с усами и розовыми ягодами в потомстве появляются растения безусые с розовыми ягодами, с усами с красными ягодами и другие. Можно ли вывести из этого материала сорт земляники с усами и розовыми ягодами?

9. У львиного зева красная окраска цветков неполно доминирует над белой, а узкие листья - над широкими. Скрещиваются растения с розовыми цветками и листьями промежуточной ширины с растениями, имеющими белые цветки и узкие листья. Какого потомства и в каком соотношении можно ожидать от этого скрещивания?

10. Из собранного в хозяйстве урожая томата оказалось 36 т гладких красных плодов и 12 т пушистых красных плодов. Сколько в урожае будет желтых пушистых плодов, если исходный материал был гетерозиготен по обоим признакам?

11. Красная окраска ягоды земляники неполно доминирует над белой, а нормальная чашечка - над листовидной. Определите возможные фенотипы потомства, полученного от скрещивания растений земляники с розовыми ягодами и промежуточной формой чашечки между собой.

12. У гороха желтая окраска семян доминирует над зеленой, а гладкая форма семян над морщинистой. Оба признака наследуются независимо. Гомозиготное растение с желтыми гладкими семенами было опылено растением с зелеными морщинистыми семенами. В F1 было получено 15 растений, от самоопыления которых в F2 получено 480 семян.

1. Сколько разных фенотипов может быть у растений F1?

2. Сколько растений F1 могут дать расщепляющееся потомство?

3. Сколько разных фенотипов может быть в F2?

4. Сколько семян F2 могут быть желтыми морщинистыми?

5. Сколько семян F2 могут быть желтыми гладкими?

13. У гороха желтая окраска семян доминирует над зеленой, а гладкая форма семян над морщинистой. Оба признака наследуются независимо. Гетерозиготные растения с желтыми гладкими семенами были опылены пыльцой растения с зелеными морщинистыми семенами. В Fа получили 248 семян.

1. Сколько разных типов гамет могут образовать материнские растения?

2. Сколько разных типов гамет могут образовать отцовские растения?

3. Сколько в Fа может быть желтых гладких семян?

4. Сколько семян Fа могут дать нерасщепляющееся потомство по обоим признакам?

5. Сколько морщинистых семян может быть получено в Fа?

14. У дурмана пурпурная окраска цветков доминирует над белой, а колючие семенные коробочки – над гладкими. Признаки наследуются независимо. В F1 получили 55 растений, в F2 - 400.

1. Сколько типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько растений F1 будут гетерозиготными?

3. Сколько растений F2 могут иметь пурпурную окраску цветков и гладкие коробочки?

4. Сколько растений F2 могут иметь белую окраску?

5. Сколько генотипов образуется в F2?

15. У сорта пшеницы ген опушенности колоса доминирует над геном, который обуславливает неопушенный колос, а ген карликовости стебля над геном нормального роста. Оба признака наследуются независимо. Гомозиготное растение с опущенным колосом и карликовым стеблем было опылено пыльцой растения с неопушенным колосом и нормальным ростом. В F1 получено 16 растений, от самоопыления которых в F2 было получено 320 растений.

1. Сколько растений F1 могут иметь опушенный колос и карликовый стебель?

2. Сколько типов гамет могут образовать растения F1?

3. Сколько разных фенотипов могут иметь растения F2?

4. Сколько растений F2 могут иметь опушенный колос и карликовый стебель?

5. Сколько растений F2 могут иметь неопушенный колос и нормальный рост?

16. У человека имеется два вида слепоты. Каждая из них определяется своим рецессивным геном, который наследуется независимо. В семье оба родителя гомозиготные слепые, но слепота каждого из них детерминирована разным геном.

1. Сколько детей из трех родившихся могут быть зрячими?

2. Сколько зрячих детей может родиться в другой семье (всего детей восемь), если отец зрячий, но мать его была слепой по двум генам слепоты, а жена – тоже слепая по одному гену и гетерозиготна по другому?

3. Сколько детей в этой семье могут быть слепыми по одному гену?

4. В семье отец и мать зрячие, но известно, что бабушка страдала слепотой, обусловленной одним геном, а дедушка был слепым по двум генам. Другие члены этой семьи имели нормальное зрение, и в их семьях слепых не было. Сколько детей из восьми родившихся могут быть зрячими?

5. Сколько слепых детей могут иметь оба гена слепоты в гомо- или гетерозиготном состоянии?

17. Глаукома – тяжелое наследственное заболевание, обусловливающее слепоту у людей в пожилом возрасте. Она проявляется в двух формах. Первая форма детерминирована доминантным геном, вторая – рецессивным. Обе формы наследуются независимо. Мать страдает глаукомой и имеет оба гена в гетерозиготном состоянии, отец также страдает глаукомой, но она детерминирована только вторым рецессивным геном. В семье родилось восемь детей.

1. Сколько типов гамет может образовать мать?

2. Сколько типов гамет может образовать отец?

3. Сколько разных генотипов могут иметь дети, родившиеся от этого брака?

4. Сколько детей могут быть здоровыми?

5. Сколько детей могут иметь глаукому, обусловленную двумя генами?

18. У сорта пшеницы безостый тип колоса доминирует над остистым, а красная окраска колоса над белой. Оба признака наследуются независимо. Гомозиготное растение с безостым белым колосом было опылено пыльцой гомозиготного растения с остистым красным колосом. В F1 получено 18 растений, от самоопыления которых в F2 было получено 240 растений.

1. Сколько различных типов гамет может образовать материнское растение в первом скрещивании?

2. Сколько различных типов гамет могут образовать растения F1?

3. Сколько разных фенотипов могут иметь растения F1?

4. Сколько растений F2 могут иметь безостый белый колос?

5. Сколько растений F2 могут иметь остистый белый колос?

19. У ячменя двурядный тип колоса доминирует над многорядным, а устойчивость к головне над неустойчивостью. Оба признака наследуются независимо. Проведено скрещивание гомозиготного двурядного устойчивого к головне сорта с многорядным неустойчивым. В F1 выращено 18 растений, от самоопыления которых получено 528 растений F2.

1. Сколько типов гамет могут образовать растения F1?

2. Сколько растений F1 могут быть двурядными?

3. Сколько растений F2 могут иметь многорядный колос и быть устойчивыми к головне?

4. Сколько растений F2 могут иметь двурядный колос и поражаться головней?

5. Сколько растений F2 могли иметь оба признака в рецессивном состоянии?

20. У ячменя двурядный тип колоса доминирует над многорядным, а устойчивость к головне над неустойчивостью. Оба признака наследуются независимо. Гетерозиготное растение с двурядным колосом и устойчивое к головне было опылено пыльцой растений с многорядным колосом и неустойчивого к головне. В Fа было выращено 24 растения.

1. Сколько разных типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько разных типов гамет может образовать отцовское растение?

3. Сколько разных фенотипов могут иметь растения Fа?

4. Сколько растений Fа могут дать нерасщепляющееся потомство по обоим признакам?

5. Сколько растений Fа могут иметь двурядный колос?

21. У ячменя яровой тип развития доминирует над озимым, а остистый колос над безостым. Оба признака наследуются независимо. Гетерозиготное по обоим признакам растение было скрещено с гетерозиготным по типу развития растением, имеющим безостый колос. В Fв получено 16 растений.

1. Сколько разных типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько разных типов гамет можем образовать отцовское растение?

3. Сколько разных фенотипов может быть у растений Fв?

4. Сколько растений Fв могут иметь яровой тип развития и остистый колос?

5. Сколько растений Fв могут иметь озимый тип развития и остистый колос?

22. У сорта овса раннеспелость доминирует над позднеспелостью, а раскидистая форма метелки над сжатой. Оба признака наследуются независимо. Гомозиготное раннеспелое растение со сжатой формой метелки было опылено пыльцой гомозиготного позднеспелого растения с раскидистой метелкой. В F1 было получено 24 растения, от самоопыления которых в F2 получено 544 растения

1. Сколько разных типов гамет могут образовать отцовские растения?

2. Сколько разных типов гамет могут образовать растения F1?

3. Сколько растений F1 были раннеспелыми?

4. Сколько растений F2 могут быть скороспелыми и иметь раскидистую форму метелки?

5. Сколько растений F2 могут быть позднеспелыми и иметь сжатую форму метелки?

23. Кареглазый правша женился на голубоглазой правше. Первый ребенок имеет голубые глаза и является левшой. Каковы генотипы родителей, и какими могут быть фенотипы дальнейших потомков этой пары.

24. У сорта кукурузы устойчивость к ржавчине и гельминтоспориозу доминирует над неустойчивостью. Эти признаки наследуются независимо. Гетерозиготное растение, устойчивое к ржавчине и гельминтоспориозу, было опылено пыльцой растения неустойчивого к ржавчине и гельминтоспориозу. В Fа получено 364 растения.

1. Сколько разных типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько разных типов гамет может образовать отцовское растение?

3. Сколько разных генотипов может быть в Fа?

4. Сколько растений Fа могут быть устойчивыми к ржавчине и гельминтоспориозу?

5. Сколько растений Fа могут быть восприимчивы к ржавчине и гельминтоспориозу?

25. У томатов красная окраска плодов доминирует над желтой, а многокамерные плоды над двукамерными. Оба признака наследуются независимо. Гетерозиготные растения с красными двукамерными плодами были скрещены с гомозиготными растениями с желтыми многокамерными плодами. В Fв было получено 18 растений.

1. Сколько растений Fв имели красную окраску плодов?

2. Сколько растений Fв имели красную окраску плодов и были многокамерными?

3. Сколько растений Fв имели желтую окраску плодов?

4. Сколько растений Fв дадут расщепляющееся потомство по одному признаку?

5. Сколько растений Fв дадут расщепляющееся потомство по двум признакам?

## 3. Тригибридное скрещивание.

Подтверждение закона независимого комбинирования было получено Менделем при скрещивании константных форм растений, различавшихся по трем признакам. Это можно проиллюстрировать с помощью следующего примера.

Признаки материнской формы (Р1): Признаки отцовской формы (P2):

- гладкие семена – АА

- морщинистые семена - аа

- желтые семена – ВВ

- зеленые семена - вв

- красные цветки – СС

- белые цветки – сс

Гибриды F1 по фенотипу будут гладкими и желтыми с красными цветками, все потомство единообразно. Растения первого гибридного поколения образуют 8 типов гамет в равном соотношении, поскольку вероятность попадания в гамету доминантного или рецессивного гена из пары альтернативных признаков равна 1/2 х 1/2 х 1/2 х 1/2 = 1/8.

Для выписывания гамет F1 можно пользоваться схемой:

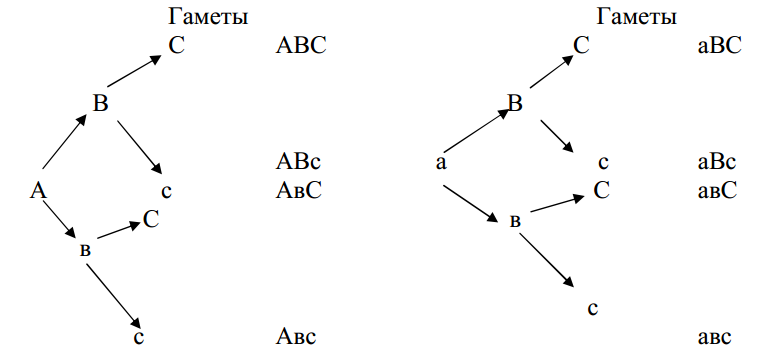


Рисунок 5. Схема образования гамет

Таким образом, мы имеем следующие 8 типов гамет: 1/8 ABC, 1/8 аВС, 1/8AВс, 1/8 аВс, 1/8 АвС, 1/8 аbС, 1/8 Авс, 1/8 abc.



Рисунок 6. Ожидаемое расщепление F2 по решетке Пеннета

Таким образом, соотношение фенотипических классов при тригибридном скрещивании составляет 27 А-В-С- : 9 А-В-с : 9 А-в-С- : 9 а-В-С- : 3 А-в-с : 3 а-в-С- : 3 а-В-с : 1 а-в-с, Количество генотипов (3)3, т.е. 27.

**Задачи.**

1. У гороха желтая окраска семян А доминирует над зеленой а, гладкая форма В – над морщинистой в и красная окраска цветков С – над белой с. Определить тип гамет, фенотип растений, имеющих следующие генотипы: а) ААВВСС; б) АаВВСС; в) ААВВсс; г) ааввСС; д) АаВвСс.

2. У гороха желтая окраска семян А доминирует над зеленой а, гладкая форма В – над морщинистой в и красная окраска цветков С – над белой с. Определить фенотип потомства следующих скрещиваний: а) ААВВСС х ааввсс; б) АаВвСс х АаВвСс; в) АаВвсс х ААВВСС; г) АаВвСС х ААВвСс.

3. Растение гороха, гетерозиготное по всем трем признакам, скрещено с рецессивнойгомозиготой. Определить расщепление в потомстве по генотипу.

4. Какая часть потомков от скрещивания АаВbСс х ААВbСс будет полностью гомозиготная?

5. У овса гигантский рост, позднеспелость, восприимчивость к ржавчине являются рецессивными по отношению к нормальному росту, раннеспелости и устойчивости к ржавчине. Признаки наследуются независимо. От скрещивания гигантского, позднеспелого, восприимчивого к ржавчине сорта овса с сортом нормального роста, раннеспелым, устойчивым к ржавчине получили 123 растения F1. От скрещивания растений F1 с родительской формой, имеющей все признаки в доминантном состоянии, получили 472 растения.

1. Сколько типов гамет может образовать растение F1?

2. Сколько разных генотипов могут иметь растения FB?

3. Сколько разных фенотипов могут иметь растения FB?

4. Сколько растений FB могут иметь все три гена в гомозиготном состоянии?

5. Сколько растений FB могут иметь тот же генотип, что и растения F1?

6. У сортов гороха пурпурная окраска цветков доминирует над белой, высокий рост стебля над низким, а пергаментный слой в створках боба над беспергаментным. Признаки наследуются независимо. Гетерозиготные растения с пурпурными цветками, высоким стеблем и бобами с пергаментным слоем были опылены пыльцой гомозиготных растений, имеющих такие же признаки, как и растения материнского сорта. В Fв получено 72 растения.

1. Сколько типов гамет могут образовать отцовские растения?

2. Сколько разных фенотипов могут иметь растения Fв?

3. Сколько разных генотипов могут иметь растения Fв?

4. Сколько растений Fв могут быть гомозиготными по трем генам и иметь пурпурные цветки, высокий стебель и пергаментные бобы?

5. Сколько растений могут быть гетерозиготными по трем генам?

7. У сортов гороха пурпурная окраска цветков доминирует над белой, высокий рост стебля над низким, а пергаментный слой в створках боба над беспергаментным. Гомозиготное растение со всеми доминантными признаками было скрещено с растением, у которого все признаки рецессивные. В F1 было получено 12 растений, от самоопыления которых в F2 получено 128 растений.

1. Сколько типов гамет может образовать материнское растение в первом скрещивании?

2. Сколько растений F1 могут быть гетерозиготными?

3. Сколько типов гамет могут образовать растения F1?

4. Сколько разных фенотипов могут иметь растения F2?

5. Сколько растений F2 могут иметь все признаки в рецессивном состоянии?

8. У пшеницы ген опушенности колоса доминирует над геном, обуславливающим неопушенный колос, ген безостости колоса - над геном остистости, а ген красной окраски колоса - над геном белой окраски. Признаки наследуются независимо. Гомозиготное растение с опушенным безостым колосом белой окраски было скрещено с гомозиготным растением с неопушенным остистым колосом красной окраски. В F1 было получено 10 растений, от самоопыления которых были выращены растения F2.

1. Сколько типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько типов гамет может образовать отцовское растение?

3. Сколько растений F1 будут гетерозиготными по трем признакам?

4. Сколько разных фенотипов могут иметь растения F1?

5. Сколько разных генотипов могут иметь растения F2?

9. У пшеницы ген опушенности колоса доминирует над геном, обуславливающим неопушенный колос, ген безостости колоса - над геном остистости, а ген красной окраски колоса - над геном белой окраски. Гетерозиготное растение с опушенным, безостым колосом красной окраски было опылено пыльцой растения со всеми рецессивными признаками. В Fа получено 24 растения.

1. Сколько разных типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько разных типов гамет может образовать отцовское растение?

3. Сколько разных генотипов могут иметь растения Fа?

4. Сколько растений Fа имеют все признаки в рецессивном состоянии?

5. Сколько растений Fа имеют все признаки в доминантном состоянии?

10. У пшеницы ген опушенности колоса доминирует над геном, обуславливающим неопушенный колос, ген безостости колоса – над геном остистости, а ген красной окраски колоса над геном белой окраски. Признаки наследуются независимо. Гетерозиготное растение, имеющее все три признака в доминантном состоянии, было скрещено с гомозиготным растением, имеющим все три признака в доминантном состоянии. В Fв было получено 16 растений.

1. Сколько разных типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько разных типов гамет может образовать отцовское растение?

3. Сколько разных фенотипов могут иметь растения Fв?

4. Сколько растений Fв могут иметь все признаки в доминантном состоянии?

5. Сколько растений Fв могут иметь все признаки в доминантном состоянии и быть гомозиготными по этим признакам?

11. У ячменя яровой тип развития доминирует над озимым, двурядный тип колоса - над многорядным, а устойчивость к головне - над неустойчивостью. Признаки наследуются независимо. Гомозиготное яровое растение с двурядным колосом и устойчивое к головне было скрещено с растением, имеющим все признаки в рецессивном состоянии. В F1 было получено 18 растений, от самоопыления которых в F2 получено 192 растения.

1.Сколько типов гамет образует материнское растение в первом скрещивании?

2.Сколько типов гамет образует отцовское растение в первом скрещивании?

3.Сколько растений F1 могут иметь яровой тип развития, двурядный колос и быть устойчивыми к головне?

4.Сколько генотипов могут иметь растения F2?

5.Сколько растений F2 могут иметь все признаки в рецессивном состоянии?

12. У ячменя яровой тип развития доминирует над озимым, двурядный тип колоса над многорядным, а устойчивость к головне над неустойчивостью. Признаки наследуются независимо. Гомозиготное растение, у которого все три признака доминантные, было скрещено с гомозиготным растением, у которого все три признака рецессивные. Растения F1 были скрещены с гомозиготными растениями, имеющими озимый тип развития, многорядный колос и поражаемыми головней. В Fа было получено 72 растения.

1. Сколько разных типов гамет могут образовать растения F1?

2. Сколько разных фенотипов могли иметь растения F1?

3. Сколько разных фенотипов могли иметь растения Fа?

4. Сколько растений Fа могли иметь такой же генотип, как и материнское растение?

5. Сколько растений Fа могли иметь такой же генотип, как и отцовское растение?

13. У овса раскидистая форма метелки доминирует над сжатой, раннеспелость над позднеспелостью, а устойчивость к ржавчине над неустойчивостью. Признаки наследуются независимо. Гомозиготное растение с раскидистой метелкой, раннеспелое и устойчивое к ржавчине было опылено пыльцой растения, у которого все признаки находились в рецессивном состоянии. В F1 было получено 17 растений, от самоопыления которых получено 192 растения F2.

1. Сколько типов гамет может образовать отцовское растение в первом скрещивании?

2. Сколько растений F1 будут иметь все признаки в доминантном состоянии?

3. Сколько разных типов гамет может образовать растение F1?

4. Сколько разных фенотипов будут иметь растения F2?

5. Сколько растений F2 могут иметь сжатую метелку, быть раннеспелыми и устойчивыми к ржавчине и давать нерасщепляющееся потомство?

14. У овса раскидистая форма метелки доминирует над сжатой, раннеспелость над позднеспелостью, а устойчивость к ржавчине над неустойчивостью. Признаки наследуются независимо. Гетерозиготное по трем признакам растение было опылено пыльцой растения, у которого все три признака находились в гомозиготном доминантном состоянии. В Fв получили 32 растения.

1. Сколько типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько типов гамет может образовать отцовское растение?

3. Сколько разных фенотипов могут иметь растения Fв?

4. Сколько разных генотипов могут иметь растения Fв?

5. Сколько растений Fв могут иметь раскидистую метелку, обладать раннеспелостью, устойчивостью к ржавчине и в то же время быть гомозиготными?

15. У подсолнечника панцирность семянок доминирует над беспанцирностью, полосатая окраска семянок над однотонной, желтая окраска пыльцы над белой. Признаки наследуются независимо. Гетерозиготное по трем признакам растение было опылено пыльцой растения, у которого се-мянки беспанцирные однотонные, пыльца белая. В Fа получено 128 растений.

1. Сколько разных типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько разных типов гамет может образовать отцовское растение?

3. Сколько разных фенотипов могут иметь растения Fа?

4. Сколько растений Fа могут иметь такой же генотип, как и отцовское растение?

5. Сколько растений Fа могут иметь все три признака доминантными и давать нерасщепляющееся потомство по этим признакам?

16. У подсолнечника панцирность семянок доминирует над беспанцирностью, полосатая окраска семян над однотонной, желтая окраска пыльцы над белой. Признаки наследуются независимо. Растение, имеющее панцирные полосатые семянки в гетерозиготном состоянии, а желтую окраску пыльцы в гомозиготном состоянии, было опылено пыльцой растения, имеющего все три признака в доминантном гомозиготном состоянии. В Fв получено 72 семянки.

1. Сколько разных типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько разных типов гамет может образовать отцовское растение?

3. Сколько разных генотипов могут иметь растения Fв?

4. Сколько растений Fв могут иметь панцирные полосатые семянки и желтую пыльцу?

5. Сколько разных фенотипов могут иметь растения Fв?

17. У душистого горошка пурпурные цветки доминируют над белыми, высокий рост - над карликовым, зеленая окраска бобов - над желтой, круглые семена - над угловатыми. Какую часть потомства составят растения с белыми цветками, высоким ростом, зелеными бобами и угловатыми семенами от скрещивания гетерозиготных по всем признаками растений душистого горошка между собой? Какую часть потомства будут составлять растения с генотипом AABbccDd?

18. У томатов высокий рост доминирует над карликовым, красная окраска плодов - над желтой, круглые плоды на длинными. При скрещивании высокого красно- и круглоплодного растения томата с таким же по фенотипу были получены семена, из которых взошло только одно. Растение оказалось карликовым желто- и длинноплодным. Возможно ли появление в потомстве других фенотипов, если бы взошли все семена? Если да, то какова вероятность появления каждого из фенотипов?

19. При скрещивании двух растений львиного зева, одно из которых было с узкими листьями, нормальными красными цветками, а другое – с широкими листьями, пилорическими белыми цветками в потомстве все растения оказались с листьями промежуточной ширины, нормальными розовыми цветками. Какова вероятность появления во втором поколении растений с узкими листьями, пилорическими розовыми цветками?

## 4. Понятие о пенентрантности и экспрессивности

Реализация генотипа в фенотип зависит от того, насколько полно проявляются его гены и какова степень их выражения. Способность гена проявляться в фенотипе называется пенентрантностью.

Мерилом пенентрантности служит доля особей, гомозиготных или гетерозиготных по определенному доминантному гену, или особей, гомозиготных по определенному рецессивному гену, у которых этот ген имеет фенотипическое проявление. Пенентрантность и экспрессивность гена могут зависеть от условий окружающей среды, в которых развивается организм, а также от влияния других присутствующих в организме генов. Например, 100% - наяпенентрантность рецессивного гена «а» означает, что все особи «аа» имеют фенотипические особенности, отличающие их от особей АА и Аа; если этой особенностью обладает только половина особей «аа», другая половина их фенотипически подобна особям АА и Аа, то говорят, что ген «а» характеризуется 50%-ойпенентрантностью.

Степень выражения влияния гена на фенотип называется экспрессивностью.

Например, мать носитель доминантного аутосомного гена арахнодактилии («паучьи пальцы»), отец имеет нормальный фенотип. Определить вероятность рождения детей различных фенотипов. При этом пенентрантность гена – арахнодактилии составляет 30%. Если бы пенентрантность по гену арахнодактилии была бы 100%, то вероятность детей нормальных и с арахнодактилией была бы равной.

РАах аа

Арахнодактилия норма

Проведем анализ: первый родитель дает 2 типа гамет, второй один. В потомстве, каждого типа особей поровну - 0,5, но арахнодактилия проявляется только у 30% детей. Следовательно, арахнодактилия будет только (0,5 х 0,3 = 0,15) у 15% детей, остальные 85% будут нормальные по этому гену.

**Задачи.**

1. В брак вступили нормальные мужчина и женщина, в семьях, которых один из родителей страдал врожденным псориазом. Определите вероятность фенотипов детей в этой семье, если пенентрантность гена псориаза составляет 20%.

2. Определите вероятность рождения нормальных детей в семье, где оба родителя с аниридией и происходят из семей, в которых один из супругов имел эту аномалию. Известно, что пенетрантность данного гена около 80%.

3. У человека птоз часто определяется аутосомным рецессивным геном с пенетрантностью 60 %. Определите вероятность рождения детей различных фенотипов в семье, где оба родителя являются гетерозиготными носителями этого гена.

4. Удлинение(или укорочение) нижней челюсти у овец - дефект не столь уж редкий. Нордби нашел по одному из этих дефектов почти 1,4% исследованных им 7000 ягнят рамбулье. Среди ягнят, у которых оба родителя имели один из этих дефектов, он наблюдался у 16,4%. Наследуются ли эти аномалии? Если да, то как?

5. Синдром Ван дер Хеве наследуется как доминантный аутосомный плейотропный ген, определяющий голубую окраску склеры, хрупкость костей и глухоту. Пенетрантность признаков различна. В ряде случаев она составляет по голубой склере почти 100%, хрупкости костей - 63%, глухоте 60%. Носитель голубой склеры, нормальный в отношении других признаков синдрома, вступает в брак с нормальной женщиной, происходящей из благополучной по этому синдрому семьи. Определите вероятность рождения в этой семье глухих детей с признаками хрупкости костей.

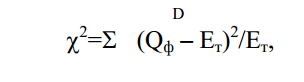
6. Отосклероз наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 30%. Определите вероятность фенотипов детей в семье, где оба родителя гетерозиготны по этому гену.

7. Поликистоз почек у кошек наследуется как аутосомно-рецессивный признак. Пенентрантность составляет 30 %. Определите вероятность рождения здоровых котят, если один из родителей страдал поликистозом.

## 5. Генетический анализ гибридного потомства F2

Данные, полученные при непосредственном подсчёте, или измерении выращенных растений в полевых или лабораторных условиях называются фактическими. Они не всегда совпадают с данными, полученными расчетным путём, т.е. теоретически ожидаемыми. Отклонение фактически полученных величин от теоритически ожидаемых связано чаще всего с небольшим количеством анализируемых гибридов, т.к. при недостаточном количестве особей в потомстве закон больших чисел не проявляется.

Чтобы оценить вероятность совпадения фактически полученных величин с теоретическими ожидаемыми, используют показатель критерия соответствия, (хи – квадрат) – *Х*2, который вычисляется по формуле:



где Е – теоретически ожидаемые величины;

Q – фактически полученные;

D – отклонение теоретически ожидаемого от фактически полученного; -Qф – Eт

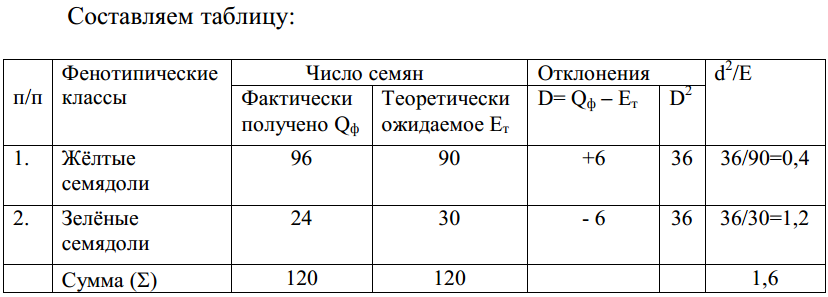
S - знак суммирования.

Формула 1. Критерий соответствия

Для вычисления *Х*2составляется таблица данных гибридологического анализа. Например, у гороха от скрещивания растений, имеющих жёлтые семядоли, с растениями, имеющими зелёные семядоли, получено потомство, которое имело два фенотипических класса: 96 семян с жёлтой окраской семядолей и 24 семени с зелёной окраской семядолей.

Во-первых, необходимо установить какой тип скрещивания был проведён, т.к. в гибридном потомстве только два фенотипических класса. Следовательно, скрещивались родители, которые различались только по одному признаку. Проведено моногибридное скрещивание, при котором расщепление по фенотипу соответствует 3: 1 (табл. 1).

Таблица 1. Расщепление по фенотипу

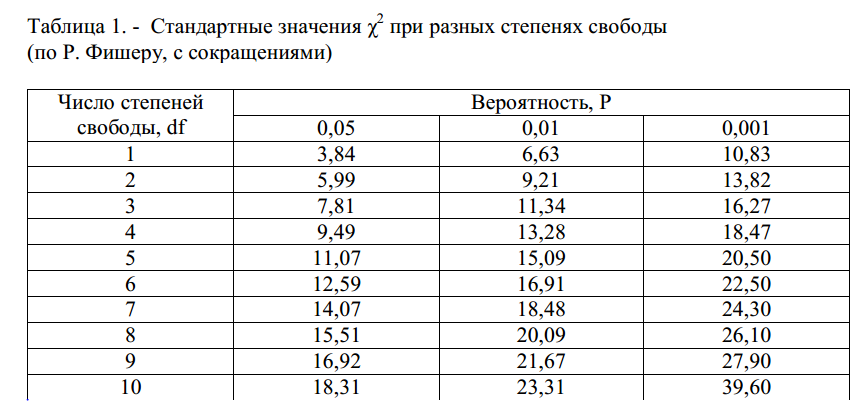


Подставим полученные данные таблицы в формулу 1:



В нашем примере Х2=1,6. Чтобы сделать правильный вывод о достоверности полученных данных необходимо обратиться к таблице 2.

Таблица 2. Стандартные значения Х2при разных степенях свободы.



Значение достоверности величин *Х*2зависит от числа степеней свободы d F, которая вычисляется по формуле (n – 1) = d F, где n- число фенотипических классов, в данном примере это число равно 2, т.е. d F – будет равно 2-1=1.

Уровень значимости условно принимаем равным 0,05 (5% значимости) и сравниваем вычисленное значение *Х*2с табличным. Табличное значение *Х*2при уровне значимости 0,05= 3,84, расчётная - 1,6. Это означает, что если вычисленный *Х*2не превышает табличное значение графы со значимостью 0,05 при числе степеней свободы 1, или эта величина значительно меньше, то фактически полученные данные соответствуют теоретически ожидаемой. В нашем примере *Х*2= 1,6, табличная – 3,84; т.е. полученные фактические величины расщепления соответствуют теоретически ожидаемым. Следовательно, фактически полученное расщепление статистически соответствует теоретически ожидаемому 3:1. Величина *Х*2зависит не только от величины отклонения, но и от числа проанализированных гибридов (в данном примере – семян растений). При малой выборке (если в F2 мало растений) значение *Х*2больше табличного, поэтому нельзя говорить о достоверности результатов генетического анализа наследования изучаемых признаков.

Предварительно на учебной практике проводится скрещивание (на-пример, растений гороха различающихся по одному, двум признакам), получают потомство первого, второго поколений и во время занятий каждый обучающийся самостоятельно проводит анализ полученных результатов.

**Задачи.**

1. Провести анализ гибридов F2 при моно- и дигибридном скрещивании и вычислить *Х*2. Использовать в работе заранее заготовленные планшеты семян гороха, фасоли, пшеницы с различной окраской семян и остей (F2) или учет проводится по целым растениям, полученным от самоопыления гибридов F1.

2. При скрещивании двух гомозиготных сортов гороха, имеющих желтую и зеленую окраску семян, получили 420 семян F2, в том числе 120 зеленых.

1. Определите величину отклонения теоретически ожидаемого от фактически полученного в фенотипическом классе зеленых семян.

2. Чему равен показатель d2 для данного класса.

3. Определите значение d в фенотипическом классе желтых семян.

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому уровню значимости наиболее точно соответствует данный показатель *Х*2?

3. При скрещивании гомозиготного карликового сорта томата с гомозиготным сортом, растения которого имели нормальную высоту, в F2 получили 844 гибрида, в том числе 196 карликовых. Остальные растения имели нормальную высоту. Предположим, что карликовость у томата наследуется моногенно.

1. Определите величину отклонения d в фенотипическом классе растений, имеющих нормальную высоту.

2. Определить показатель d в классе карликовых растений?

3. Чему равен показатель d2 в классе карликовых растений?

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому уровню значимости (Р) наиболее точно соответствует данный показатель *Х*2?

4. У львиного зева в F2 получили 1232 растения, в том числе 290 с белыми цветками, 260 - с красными. Остальные растения имели розовую окраску цветков. Предположим, что окраска цветков у львиного зева наследуется моногенно при неполном доминировании.

1. Определите величину d в фенотипическом классе растений с розовыми цветками.

2. Чему равен показатель d в классе растений, имеющих белые цветки?

3. Чему равен показатель d2 в классе растений с красными цветками?

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому уровню значимости (Р) наиболее полно соответствует данный показатель *Х*2?

5. В F2 у овса получили 688 растений, из них 184 поражались головней, остальные были устойчивыми. Предположим, что устойчивость к головне у овса наследуется моногенно.

1. Сколько растений овса было в фенотипическом классе, устойчивых к головне?

2. Вычислите показатель d2 в классе растений, устойчивых к головне.

3. Вычислите d2 в классе растений, поражаемых головней.

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому значению вероятности (Р) наиболее полно соответствует данный показатель *Х*2?

6. У кормовых бобов в F2 получили 968 семян, в том числе 267 с белой окраской кожуры, остальные - с черной. Предположим, что данный признак наследуется моногенно.

1. Сколько семян имели черную окраску кожуры?

2. Чему равен показатель d2 данного фенотипического класса?

3. Чему равен показатель d2 в фенотипическом классе семян, имеющих белую окраску кожуры?

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому показателю значимости Р (%) наиболее полно соответствует данный показатель *Х*2?

7. У пшеницы в F2 получили 128 растений, в том числе 38 остистых. Предположим, что данный признак наследуется моногенно.

1. Сколько безостых растений было в F2?

2. Чему равен показатель d2 для данного фенотипического класса?

3. Чему равен показатель d для фенотипического класса остистых растений?

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому показателю значимости Р(%) наиболее полно соответствует данный показатель *Х*2?

8. У пшеницы в F2 получили 240 растений четырех фенотипических классов: 12 растений были остистыми белоколосыми, 52 – безостыми с белым колосом, 43 - остистыми с красным колосом, остальные — безостыми с красным колосом.

1. Чему равен показатель d в фенотипическом классе остистых белоколосых растений?

2. Чему равен показатель d2 в фенотипическом классе остистых красноколосых растений?

3. Чему равен показатель d2 в фенотипическом классе безостых красноколосых растений?

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому уровню значимости Р (%) наиболее полно соответствует данный показатель *Х*2?

9. У томата в F2 получили 512 растений четырех фенотипических классов: 28 растений карликовых с желтыми плодами, 101 — нормальной высоты с желтыми плодами, 90 - карликовых с красными плодами, остальные- нормальные по высоте и с красными плодами. Предположим, что эти два признака наследуются независимо.

1. Чему равен показатель d в фенотипическом классе карликовых растений с красными плодами?

2. Чему равен показатель d2 в фенотипическом классе растений, имеющих нормальную высоту и красные плоды?

3. Чему равно число степеней свободы d F в данном примере?

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому уровню значимости Р (%) наиболее полно соответствует данный показатель *Х*2?

10. При скрещивании двух сортов декоративных растений львиного зева в F2 получили 960 растений шести генотипических классов: 174 растения имели типичное строение цветка и красную окраску лепестков венчика, 186 - типичное строение цветка и белую окраску венчика, 54 - пилорическую форму и красную окраску венчика, 110 - пилорическую форму и розовую окраску, 68 - пилорическую форму и белую окраску венчика, остальные - типичную форму цветка и розовую окраску лепестков венчика. Форма цветка определяется: геном N - типичная, n - пилорическая. Ген R в гомозиготном состоянии определяет красную, в гетерозиготном состоянии - розовую окраску лепестков венчика, rr - белую.

1. Чему равен показатель d в фенотипическом классе растений, имеющих типичную форму цветков и розовую окраску венчика?

2. Чему равен показатель d2 в классе растений, имеющих пилорическую форму цветка и красную окраску венчика?

3. Чему равен *Х*2?

4. Чему равно число степеней свободы (d F) в данном примере?

5. Какому уровню значимости Р (%) наиболее полно *Х*2?

11. У фасоли получили 1120 растений четырех фенотипических классов: 64 растения имели желтые бобы и белые семена, 216 - желтые бобы и черные семена, 202 - зеленые бобы и белые семена, остальные – зеленые бобы и черные семена. Оба признака наследуются независимо.

1. Чему равен показатель d в фенотипическом классе растений с зелеными бобами и черными семенами?

2. Чему равен показатель d в классе растений с желтыми бобами и черными семенами?

3. Чему равен показатель d2 в фенотипическом классе растений с желтыми бобами и белыми семенами?

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому уровню значимости Р (%) наиболее полно соответствует данный показатель *Х*2?

12. У ячменя в F2 получили 128 растений четырех фенотипических классов: 10 растений плотноколосыхфуркатных, 22- плотноколосых остистых, 28 - рыхлоколосыхфуркатных, остальные имели рыхлый остистый колос. Предположим, что данные признаки наследуются независимо.

1. Чему равен показатель d в фенотипическом классе растений с плотным фуркатным колосом?

2. Чему равен показатель d2 в фенотипическом классе рыхлоколосыхфуркатных растений?

3. Чему равен *Х*2?

4. Чему равно число степеней свободы (d F)?

5. Какому уровню значимости Р (%) наиболее полно соответствует данный показатель *Х*2?

13. У ячменя в F2 получили 176 растений четырех фенотипических классов: 15 растений с многорядным колосом и с желтой окраской цветковых чешуи, 30 - с многорядным колосом и черной окраской цветковых чешуи, 36 - с двурядным колосом и желтой окраской цветковых чешуи. Остальные растения имели двурядный колос и черную окраску цветковых чешуи. Предположим, что строение колоса и окраска чешуи у ячменя наследуются независимо.

1. Чему равен показатель d2 для фенотипического класса растений с двурядным колосом и черной окраской цветковых чешуи?

2. Чему равен показатель d2 для фенотипического класса растений с многорядным колосом и черной окраской цветковых чешуи?

3. Чему равно d2 для растений с двурядным колосом и желтой окраской цветковых чешуи?

4. Чему равен *Х*2?

5. Какому уровню значимости Р (%) наиболее полно соответствует данное значение *Х*2?

14. При скрещивании двух сортов кукурузы, имеющих белую окраску зерновок, все зерновки F1 были окрашенными, а в F2 наблюдалось расщепление: 140 зерновок были окрашенными, а 118 - белыми. Предположим, что в данном случае наблюдается комплементарное взаимодействие двух неаллельных генов.

1. Чему равен показатель d в фенотипе окрашенных зерновок?

2. Чему равен показатель d2 в фенотипическом классе белых зерновок?

3. Чему равен *Х*2?

4. Чему равен показатель числа степеней свободы (d F)?

5. Какому уровню значимости Р (%) наиболее полно соответствует данный показатель *Х*2?

## 6. Решение задач на комплементарное и эпистатическое взаимодействие

### 6.1. Комплементарное взаимодействие генов

Комплементарное или дополнительное действие генов, наблюдается в случаях, когда неаллельные гены раздельно не проявляют своего действия, но если эти гены встречаются в генотипе вместе, то обуславливают проявление нового признака.

Например, В. Бэтсон обнаружил, что у душистого горошка доминантный ген А и ген В раздельно обуславливают белую окраску, если гены А и В присутствуют в генотипе вместе, то проявляется красная окраска цветков, при отсутствии в генотипе любого из доминантных генов или обоих доминантов А и В красящий пигмент не образуется и цветки белой окраски. Так, ааВВ - белоцветковые, ААвв - белоцветковые, аавв - бело-цветковые, АаВв - красноцветковые. В F1 проявляется красная окраска цветков. Менделевские расщепления в F2 как при дигибридном скрещивании 9:3:3:1 не сохраняются и расщепление при комплементарном взаимодействии соответствует 9/16 А-В-красноцветковых: 7/16 А-вв, ааВ-, аавв белоцветковых (9:7).

**Задачи**

1. У тыквы дисковидная форма плода определяется взаимодействием двух доминантных генов А и В. При отсутствии в генотипе любого из них плоды имеют сферическую форму. Сочетание рецессивных генов дает удлиненную форму плодов. Определить форму плодов у растений с генотипами: а) ААВВ; б) ААвв; в) ааВВ; г) АаВВ; д) ааВв; е) аавв.

2. Определить генотип и фенотип потомства в скрещиваниях: а) ААВВ х аавв; б) АаВВ х ААВВ; в) ААвв х ааВВ; г) АаВв х аавв; д) АаВв х АаВв.

3. Дигетерозиготное растение с дисковидными плодами скрещено с растением, имеющим удлиненные плоды. Определить генотип и фенотип полученного потомства.

4. При скрещивании тыквы с дисковидными плодами с растением, имеющим удлиненную форму плодов, получили ¼ растений с дисковидными плодами, 2/4 – со сферическими плодами и ½ - с удлиненными. Определить генотипы родительских форм.

5. У баклажанов фиолетовая окраска плодов обусловливается комплементарным воздействием двух пар генов А и В. При отсутствии в генотипе одного из них или если оба гена в рецессивном состоянии растения имеют белые плоды. При скрещивании двух растений с белыми плодами выросли гибриды первого поколения с окрашенными плодами, а в F2 получили 900 растений с фиолетовыми плодами и 700 с белыми. Определить тип взаимодействия генов.

6. Зеленозерный сорт ржи при скрещивании сбелозерным дает в первом гибридном поколении зеленозерные растения, а во втором было получено 89 зеленозерных, 28 желтозерных и 39 белозерных растений. Как наследуется окраска семян?

7. При скрещивании белоплодного растения тыквы с желтоплодным в потомстве получено около половины растений белоплодных, 3/8 желтоплодных и 1/8 - с зелеными плодами. Определите характер наследования окраски плодов и генотипы родителей.

8. У ночной красавицы известны два неполнодоминантных гена: У и R. В результате их взаимодействия получаются различные окраски цветков: УУRR - алая, УУRr - оранжево-красная, УУrr - желтая, yyRR, yyRr и yyrr - белая, УyRR - маджентовая, УyRr – розовато - маджентовая, Уугг - светло-желтая. Два растения ночной красавицы с неизвестной окраской цветков при скрещивании дали в потомстве 1/8 алых, 1/8 оранжево-красных, 1/4 маджентовых, 1/4 розовато-маджентовых и 1/4 белых. Каковы фенотипы и генотипы родителей?

9. Две линии кукурузы, имеющие семена с неокрашенным алейроном, при скрещивании друг с другом дали в потомстве семена с окрашенным алейроном, а во втором поколении гибридов появились растения, имеющие семена как с окрашенным, так и с неокрашенным алейроном. Объясните, в каком отношении идет расщепление и почему?

10. При скрещивании двух сортов тыквы, с белыми и сорта с желтыми плодами, F1 - белоплодное, а в F2 на каждые 12 белоплодных растений появилось 3 желтоплодных и 1 с зелеными плодами. Определите характер наследования окраски плодов и генотипы родительских сортов.

11. Зеленая окраска листьев растений ячменя контролируется наличием доминантных генов А и В. Наличие гена А или рецессивное состояние обоих генов обусловливает белую окраску листьев. Доминантный ген Вв сочетании с рецессивными генами аа обеспечивает желтую окраску. От скрещивания растений с генотипом АаВв между собой было получено 32 потомка.

1. Сколько растений в потомстве имели белую окраску?

2. Сколько белых растений были гомозиготными по обоим генам?

3. Сколько растений имели желтую окраску?

4. Сколько растений имели зеленую окраску?

5. Сколько зеленых растений было гетерозиготными по обоим признакам?

12. У кукурузы окраска алейронового слоя в зерновке обусловлена комплементарным взаимодействием генов А и В, которые в доминантном состоянии обуславливают развитие окрашенного алейрона, а в рецессивном – неокрашенного. При скрещивании линии кукурузы с окрашенным алейроном с линией, имеющей неокрашенный алейрон, в F1 получено 12 растений, а в F2 - 114.

1. Сколько растений F1 имели окрашенный алейрон?

2. Сколько растений F2 имеют неокрашенный алейрон?

3. Сколько гомозиготных растений в F2 имеют неокрашенный алейрон?

4. Сколько разных генотипов образуется в F2?

5. Сколько растений, имеющих окрашенный алейрон, будут двойными гомозиготами?

13. У растений клевера содержание цианида контролируется комплементарными генами А и В, находящимися в доминантном состоянии. При скрещивании растений F1, имеющих генотип АаВв, с растениями, имеющими генотип аавв, было получено 200 растений.

1. Сколько различных фенотипов будет при таком скрещивании?

2. Сколько различных генотипов будет при таком скрещивании?

3. Сколько растений в F1 будут содержать цианид?

4. Сколько растений в F1 не будут содержать цианид?

5. Сколько растений, не содержащих цианид, в F1 будут двойными гетерозиготами?

14. У растений клевера содержание цианида контролируется комплементарными генами А и В, находящимися в доминантном состоянии. При скрещивании растений, имеющих генотип ААвв, с растениями, имеющими генотип ааВВ, в F1 было получено 48 растений. В F2 было получено 576 растений.

1. Сколько всего растений, содержащих цианид, было в F2?

2. Сколько растений, содержащих цианид в F2, было доминантнымигомозиготами?

3. Сколько растений, содержащих цианид в F2, было гетерозиготными?

4. Сколько разных генотипов в F2?

5. Сколько растений в F2, не содержащих цианид, находящихся в гомозиготном состоянии?

15. У сортов мягкой пшеницы хлороз определяется взаимодействием двух пар комплементарных генов А и В. При скрещивании растений пшеницы, имеющих генотип ААbb и ааВВ, в F1 было получено 48 растений, а в F2 – 192.

1. Сколько хлорозных растений было в F1?

2. Сколько хлорозных растений было в F2?

3. Сколько растений в F2 было непораженных хлорозом?

4. Сколько генотипов было в F2, обусловливающих хлороз растений?

5. Сколько фенотипов было в F2?

16. У сортов мягкой пшеницы некроз определяется двумя доминантными комплементарными генами - А и В. При скрещивании растений пшеницы, имеющих генотипы ААbb и ааВВ, в F1 было получено 12 растений, а в F2 - 96.

1. Сколько некрозных растений было в F1?

2. Сколько разных генотипов было в F2, обусловливающих некроз растений?

3. Сколько генотипов было в F2, обусловливающих нормальное развитие растений?

4. Сколько некрозных растений было в F2?

5. Сколько растений в F2 было устойчивых к некрозу?

17. У баклажанов синяя окраска плодов обусловливается комплементарным взаимодействием двух пар генов А и В. При скрещивании растений, имеющих генотип АаВb, с растениями, имеющими генотип ааВВ, было получено 480 растений в Fв.

1.Сколько различных генотипов будет при таком скрещивании?

2.Сколько различных генотипов будет у растений, имеющих синие плоды?

3.Сколько растений в Fв будет с синими плодами?

4.Сколько различных генотипов будет у растений, имеющих белые плоды?

5. Сколько растений в Fв будет с белыми плодами?

18. У фигурной тыквы дисковая форма плодов обусловливается комплементарным взаимодействием доминантных генов А и В, а удлиненная форма плодов - сочетанием их рецессивных аллелей(аавв). При скрещивании гомозиготных растений, имеющих сферическую форму плодов, в F1 было получено 10 растений, а в F2 было получено 240 растений, из них 15 - удлиненной формы плодов.

1. Сколько различных фенотипов было в F1?

2. Сколько различных фенотипов было в F2?

3. Сколько растений, с дисковидной формой плодов в F2, гомозиготы?

4. Сколько растений, имеющих дисковидную форму плодов в F2, были гетерозиготами?

5. Сколько растений, имеющих сферическую форму плодов в F2, были гомозиготами?

19. У фигурной тыквы дисковая форма плодов обусловливается взаимодействием доминантных генов А и В, а удлиненная форма плодов сочетанием их рецессивных аллелей (аавв). Десять гибридных растений F1, имеющих генотип АаВв, были скрещены с растениями, имеющими генотип аавв. Было получено 96 растений в Fв.

1.Сколько разных фенотипов будет при таком скрещивании?

2.Сколько разных генотипов буде при таком скрещивании?

3.Сколько растений в Fв будут иметь дисковую форму плодов?

4.Сколько растений в Fв будут иметь дисковую форму, находящихся в гетерозиготном состоянии по обоим генам?

5.Сколько растений в Fв будут иметь сферическую форму плодов?

20. У фигурной тыквы дисковая форма плодов обусловливается комплементарным взаимодействием доминантных генов А и В, а удлиненная форма плодов - сочетанием их рецессивных аллелей(аавв). При скрещивании гомозиготных растений, имеющих сферическую форму плодов, в F1 было получено 20 растений, а в F2 было получено 144 растения.

1. Сколько различных генотипов было в F1?

2. Сколько различных генотипов было в F2?

3. Сколько было растений в F2, имеющих дисковидную форму плодов?

4. Сколько было растений в F2, имеющих сферическую форму плодов?

5. Сколько было растений в F2, имеющих удлиненную форму плодов?

### 6.2. Эпистаз

Эпистаз проявляется в ингибировании действия одной аллельной пары генов, геном другой, неаллельной им пары. Различают доминантный и рецессивный эпистаз. При этом гены, подавляющее действие других, неаллельных им генов, называются эпистатичными, подавляемые - гипостатичными. Эпистатическое взаимодействие генов по своему характеру противоположно комплементарному взаимодействию. Например, у овса черная окраска зерна обусловлена доминантным геном А, серая окраска доминантным геном В. Ген А эпистатичен по отношению к гену В и ген В в присутствии гена А не проявляет своего действия. И тогда будет проявляться только черная окраска.

При скрещивании гомозиготных растений овса по черной окраске ААВВ с гомозиготными растениями, имеющими белую окраску аавв в F1 все растения черносеменные. В F2 следовало бы ожидать расщепление как при дигибридном скрещивании 9АВ :3Ав :3аВ :1ав, обозначив фенотип АВ – черные, Ав – черные, аВ – серые, ав – белые, получили расщепление 12:3:1.

Менделевское расщепление нарушается и соответствует 12 : 3 : 1 вместо 9 : 3: 3: 1. Эпистатическое взаимодействие генов может быть как доминантным, также и рецессивным.

**Задачи**

1. У хлопчатника ген В обуславливает коричневую окраску волокна, ген b – белую. Ген I подавляет проявление коричневой и белой окраски и обуславливает развитие зеленой окраски. Ген i не оказывает влияние на проявление окраски. Определите окраску волокна у растений, имеющих генотипы: а) iiBB, б)IiBb, в)Iibb г) IIBB, д) iibb.

2. Определите окраску волокна в следующих скрещиваниях: а)iiBBxIIbb, б) iiBb x iiBB, в)IiBbxIiBb, Г) IiBb x iibb.

3. У овса черная окраска семян определяется доминантным геном А, а серая окраска – доминантным геном В. Ген А эпистатичен по отношению к гену В, и последний в его присутствии не проявляется. При отсутствии в зиготе обоих доминантных генов проявляется белая окраска зерновки. При скрещивании двух растений, выросших из серых семян, получили серые и белые зерновки в соотношении 3:1. Определите генотипы родителей.

4. При самоопылении растения, выросшего из черного семени, получены черные, серые и белые зерна в соотношении 12 : 3 : 1. Определите генотип исходного растения.

5. У пшеницы остистость наследуется по типу эпистаза. Ген А определяет развитие остистости, ген а - безостости. Ген В действует как ингибитор остистости, а ген b не влияет на развитие остистости. При скрещивании растения, имеющего генотип ААВВ, с растением, имеющим генотип ааbb, в F1 было получено 18 растений, а в F2 - 192.

1. Сколько растений F1 были безостыми?

2. Сколько разных фенотипов было в F2?

3. Сколько растений в F2 были остистыми?

4. Сколько растений в F2 были безостыми?

5. Сколько растений F2 были безостыми и по обоим генам гомозиготными?

6. У пшеницы остистость наследуется по типу эпистаза. Ген А определяет развитие остистости, ген а - безостости. Ген В действует как ингибитор остистости, а ген b не влияет на развитие остистости. При скрещивании растения, имеющего генотип ааВb, с растением, имеющим генотип Ааbb, было получено 56 растений.

1.Сколько типов гамет может образовать родительское растение?

2.Сколько разных фенотипов будет при таком скрещивании?

3.Сколько разных генотипов может образоваться при таком скрещивании?

4 Сколько растений при таком скрещивании будут остистыми?

5 Сколько растений при таком скрещивании будут безостыми?

7. У пшеницы остистость наследуется по типу эпистаза. Ген А определяет развитие остистости, ген а – безостости. Ген В действует как ингибитор остистости, а ген b не влияет на развитие остистости. При скрещивании растения F1 с генотипом АаВb с гомозиготным безостым растением, имеющим рецессивные гены, в Fа было получено 100 растений.

1. Сколько разных типов гамет может образовать материнская форма?

2. Сколько разных фенотипов может быть в Fа?

3. Сколько растений при таком скрещивании будут остистыми?

4. Сколько растений при таком скрещивании будут безостыми?

5. Сколько остистых растений при таком скрещивании будут гетерозиготными по обоим генам?

8. У пшеницы остистость наследуется по типу эпистаза. Ген А определяет развитие остистости, ген а - безостости. Ген В действует как ингибитор остистости, а ген b не влияет на развитие остистости. При скрещивании растения F1 с гомозиготным остистым растением, в Fв было получено 16 растений.

1. Сколько разных фенотипов может быть в Fв?

2. Сколько разных генотипов может быть в Fв?

3. Сколько растений в Fв были остистыми?

4. Сколько растений в Fв имели остистые колосья и были гомозиготными по обоим генам?

5. Сколько растений в F2 были безостыми?

9. У некоторых сортов ячменя яровость наследуется по типу эпистаза. Ген А - обусловливает яровой тип развития растения, ген а – озимый тип. Ген - ингибитор В подавляет развитие яровости, ген b на проявление признака влияния не оказывает. При скрещивании сорта, имеющего генотип ААВВ, с сортом, имеющим генотип ааbb, было получено 10 растений F1, от самоопыления которых было получено 112 растений F2.

1. Сколько растений F1 имели озимый тип развития?

2. Сколько разных генотипов в F2 обусловливали озимый тип развития?

3. Сколько разных генотипов в F2 обусловливали яровой тип развития?

4. Сколько растений в F2 развивались по озимому типу?

5. Сколько растений в F2 развивались по яровому типу?

10. У некоторых сортов ячменя яровость наследуется по типу эпистаза. Ген А – обусловливает яровой тип развития раннеспелости, ген а - озимый тип. Ген В - ингибитор подавляет развитие яровости, ген b на проявление типа развития влияния не оказывает. При скрещивании растения F1 с растением, имеющим генотип ААbb, в Fв было получено 36 растений.

1. Сколько разных генотипов может быть получено в Fв?

2. Сколько разных фенотипов может быть получено в Fв?

3. Сколько растений в Fв будут развиваться по озимому типу развития?

4. Сколько растений в Fв будут развиваться по яровому типу развития?

5. Сколько растений в Fв имели яровой тип развития и были гомозиготными по обоим генам?

11. Окраска зерна у некоторых сортов овса наследуется по типу эпистаза. Ген А - обусловливает черную окраску зерна, ген В - серую окраску зерна. Ген Аэпистатичен по отношению к гену В. При скрещивании сортов, имеющих генотипы ААвв и ааВВ, было получено 18 растений F1, от самоопыления которых было получено 256 растений F2.

1. Сколько растений F1 имели черную окраску зерна?

2. Сколько разных фенотипов было в F2?

3. Сколько растений F2 имели черную окраску зерна?

4. Сколько растений F2 имели серую окраску зерна?

5. Сколько растений F2 имели белую окраску зерна?

12. Окраска зерна у некоторых сортов овса наследуется по типу эпистаза. Ген А - обусловливает черную окраску зерна, а ген В - серую окраску. Ген Аэпистатичен по отношению к гену В. При скрещивании растений, имеющих генотип АаВв, с растениями, имеющими генотип аавв, было получено 36 растений в Fа.

1. Сколько разных фенотипов будет в Fа?

2. Сколько разных генотипов будет в Fа?

3. Сколько растений будут иметь черную окраску зерна?

4. Сколько растений будут иметь серую окраску зерна?

5. Сколько растений будут иметь белую окраску зерна?

13. Окраска зерна у некоторых сортов овса наследуется по типу эпистаза. Ген А - обусловливает черную окраску зерна, а ген В - серую окраску. Ген Аэпистатичен но отношению к гену В. При скрещивании растений, имеющих генотип АаВв. с растениями, имеющими генотип ААвв, было получено 24 растения в Fв.

1. Сколько разных фенотипов будет в Fв?

2. Сколько разных генотипов будет в Fв?

3. Сколько растений будут иметь черную окраску зерна?

4. Сколько из них будут давать нерасщепляющееся потомство?

5. Сколько растений будут гетерозиготными по обоим генам?

14. У тыквы белая окраска плодов определяется доминантным геном А, а желтая - доминантным В. Ген А эпистатичен по отношению к гену В. Рецессивные аллели этих генов в гомозиготном состоянии дают зеленую окраску плодов. При скрещивании растений, имеющих в генотипе доминантные аллели обоих генов, с растениями, имеющими зеленую окраску плодов, было получено в F1 24 растения, а в F2 - 192 растения.

1. Сколько растений F1 имели белую окраску плодов?

2. Сколько разных фенотипов было в F2?

3. Сколько разных генотипов было в F2?

4. Сколько растений в F2 имели белую окраску плодов?

5. Сколько растений в F2 имели желтую окраску плодов?

15. У тыквы белая окраска плодов определяется доминантным геном

А, а желтая - доминантным геном В. Ген А эпистатичен по отношению к гену В. Рецессивные аллели этих генов в гомозиготном состоянии дают зеленую окраску плодов. При скрещивании, растений с белыми плодами, имеющими генотип АаВb, с растениями, имеющими желтую окраску плодов и генотип ааВb, было получено 600 растений.

1. Сколько разных фенотипов будет при таком скрещивании?

2. Сколько разных генотипов будет при таком скрещивании?

3. Сколько растений будут иметь белую окраску плодов?

4. Сколько растений будут иметь желтую окраску плодов?

5. Сколько растений будут иметь зеленую окраску плодов?

16. У тыквы белая окраска плодов определяется доминантным геном А, а желтая - доминантным - В. Ген А эпистатичен по отношению к гену В. Рецессивные аллели этих генов в гомозиготном состоянии дают зеленую окраску плодов. При скрещивании растений гетерозиютных по обоим генам с растениями, имеющими рецессивные аллели этих генов, было получено 384 растения в Fа.

1. Сколько разных фенотипов будет в Fа?

2. Сколько разных генотипов будет в Fа?

3. Сколько растений будут иметь белую окраску плодов?

4. Сколько растений будут иметь желтую окраску плодов?

5. Сколько растений будут иметь зеленую окраску плодов?

## 7. Решение задач на полимерное взаимодействие генов

Полимерное взаимодействие генов это однозначное (аддитивное) действие неаллельных генов или другими словами суммарное действие неаллельных генов, действующих в одном направлении (действующих на развитие одного и того же признака).

Так Нильсон-Эле в 1908 установил, что у пшеницы красная окраска зерна обусловлена двумя парами неаллельных генов А1А1 А2А2; при отсутствии одного из доминанта интенсивность окраски убывает и если в генотипе отсутствуют все доминантные гены, то окраска зерна белая – а1а1а2а2, расщепление в F2 по красной и белой окраске будет соответствовать 15:1. Так как полимерные гены действуют на развитие одного и того же признака и их обозначают одной буквой, а аллельную пару цифрой А1А1 или А2А2.

Полимерные гены обусловливают наследование количественных признаков. Различают полимерию – кумулятивную и некумулятивную.

Кумулятивной (суммирующей) полимерией называется такое взаимодействие полимерных генов, при котором степень проявления признака зависит от числа доминантных аллелей, содержащихся в генотипе особи.

При кумулятивной полимерии у гибридов F2 наблюдается непрерывный ряд изменчивости признака, т.е. интенсивность проявления данного признака зависит от числа генов обусловливающих данный признак.

При кумулятивной полимерии наблюдается явление трансгрессии – это захождение признака потомков за родительский признак, т.е. выщепление в F1 потомков с более сильным или более слабым выражением признака, чем у каждой из родительских форм и гибридов. Трансгрессии могут быть положительными и отрицательными.

При некумулятивной полимерии развитие признака обусловливается наличием любого числа соответствующих доминантных аллелей полимерных генов, т.е. достаточно одного из них для фенотипического проявления данного признака.

Модифицирующее действие генов. Наряду с генами "основного" действия, которые назвал К. Мезер олигогенами, на развитие любого признака оказывают действие другие гены, влияние которых не всегда удается установить.

Эти гены не проявляют своего действия, но способны усилить (усилители) или ослаблять (ингибиторы, супрессоры) действие основных или главных генов, такие гены называются генами - модификаторами.

**Задачи**

1. У некоторых сортов пшеницы красная окраска зерна контролируется двумя парами полимерных доминантных генов. Два доминантных неаллельных гена в гомозиготном (А1А1 А2 А2) состоянии определяют тёмно-красную окраску зерна, один доминантный ген (А1 или А2) - бледно-красную, два - светло-красную, а три - красную окраску зерна. Какие типы гамет образуют растения, имеющие генотипы: а) А1А1А2А2; б) А1а1А2А2; в) а1а1А2А2; г) А1а1а2А2; д) А1А1а2а2; е) А1а1а2а2; ж) а1а1а2а2; з) а1А1а2а2; и) А1а1а2а2; к) А1а1А2а2.

2. Определить окраску зерна у растений, полученных в результате следующих скрещиваний: а) А1а1А2А2 х а1а1А2а2; б) А1а1А2а2 х а1а1а2а2; в) А1А1а2а2 х А1а1а2а2; г)А1а1а2а2 х А1а1А2А2.

3. У пшеницы яровость контролируется двумя доминантными полимерными генами А1 и А2: а озимость - рецессивными аллелями а1 и а2. В наибольшей степени яровость проявляется в генотипах А1А1А2А2, а озимость - при сочетании генов а1а1а2а2. Определить генотипы и фенотипы гибридных растений в следующих скрещиваниях: а) А1А1А2А2 х а1а1а2а2; б) А1А1а2а2 х а1а1а2а2; в) А1а1а2а2 х а1а1А2а2.

4. У льна-долгунца высота растений обусловлена взаимодействием 2-х пар полимерных генов, каждый из которых носит количественный кумулятивный характер. Высота растений при наличии 2 пар рецессивных генов карликовости равна 72 см, при наличии 2 пар доминантных генов - 144 см. При скрещивании растений, имеющих генотип А1А1а2а2, с растением, имеющим генотип а1a1А2А2, было получено 10 растений F1, от самоопыления которых было получено 192 растения в F2?

1. Какую высоту имели материнские растения в первом скрещивании?

2. Какую высоту имели растения F1?

3. Сколько растений F2 имели такую же высоту, как растения F1?

4. Сколько растений F2 имели высоту 144 см?

5. Сколько растений F2 имели высоту 72 см?

5. У пшеницы темно-красная окраска зерновки обусловлена двумя парами доминантных полимерных генов А1А1А2А2, а белая- двумя парами рецессивных аллелей этих генов. Если в генотипе присутствует четыре доминантных гена А1А1А2А2, то окраска зерновки будет темно-красная, три – А1А1А2а2 или А1а1А2А2 - красная, два – А1А1а2а2, А1а1А2а2 или а1а1А2А2 - светло-красная, один- А1а1а2а2 или а1а1А2а2 - бледно-красная. Скрещивали гетерозиготное светло-красное растение с белозерной родитетьской формой и получили 80 растений Fа.

1.Сколько разных генотипов может быть получено при таком скрещивании?

2.Сколько растений могут иметь светло-красную окраску зерновки?

3.Сколько растений могут иметь белую окраску зерновки?

4.Сколько фенотипов может быть в Fа?

5.Сколько растений могут иметь бледно-красную окраску зерновки?

6. Содержание витамина А в эндосперме зерновки зависит от числа доминантных аллелей гена Y. Клетки эндосперма триплоидные. Если в генотипе все гены содержатся в доминантном состоянии, то количество витамина А(в единицах активности) = 6. Следовательно, действие одной дозы доминантного гена примерно равно одной единицы активности. С увеличением числа доминантных аллелей их действие суммируется. Линию кукурузы, в эндосперме которой практически не содержалось витамина А, опыляли пыльцой линии, в эндосперме которой было 6 единиц активности витамина А. Было получено 120 растений F1, которые после самоопыления дали в F2 384 растения.

1.Сколько единиц активности витамина А может содержаться в эндосперме зерновки F1?

2. Сколько зерновок F2 могут содержать четыре единицы активности витамина А?

3. Сколько зерновок F2 могут содержать в эндосперме шесть единиц активности витамина А?

4. Сколько зерновок F2 могут практически не содержать в эндосперме витамина А?

5. Сколько единиц активности витамина А могут содержать зерновки, завязавшиеся в год скрещивания, материнской особи, имеющей генотип А1А1а2а2а3а3, с отцовской, имеющей генотип а1а1а2а2А3А3?

7. У пастушьей сумки Сарsеllаbursараstoris известны растения двух разновидностей, четко различающихся по форме плодов (стручков). Одна разновидность (генотип а1а1а2а2) характеризуется овальной формой стручков, другая (в генотипе имеется хотя бы один доминантный аллель из двух пар полимерных некумулятивных генов) - треугольной формой стручка. Скрещивали между собой растения со стручками треугольной формы (данные гены в доминантном состоянии) и овальной. В F1 получили 122 растения, в F2 - 640.

1.Сколько растений F1 могли иметь плоды треугольной формы?

2. Сколько растений F2 могли иметь плоды овальной формы?

3. Сколько растений F2 могли иметь плоды треугольной формы и давать нерасщепляющееся потомство?

4. Сколько разных фенотипов могли иметь растения F2?

5. Сколько разных генотипов могли иметь растения F2?

8. У пшеницы плотность колоса определяется по числу колосков на 10 см длины колосового стержня. Различают следующие типы плотности колоса: рыхлый - меньше 17 колосков, средней плотности - 17-20, выше средней – 20-23, плотный - 23-26, очень плотный (булавовидный) – больше26. Предположим, что плотность колоса детерминируется двумя парами полимерных неаллельных генов, оказывающих кумулятивное действие: чем меньше содержится в генотипе доминантных генов, тем плотнее будет колос. При скрещивании двух сортов пшеницы, имеющих колос выше средней плотности и генотипы А1А1а2а2 х а1а1А2А2, в F1 получили 50 растений, в F2– 320.

1. Какую максимально возможную плотность колоса могут иметь растения F1?

2. Сколько разных фенотипов могут иметь растения F2?

3. Сколько растений F2 могут быть трансгрессивными и иметь более плотный колос, чем каждая из родительских форм?

4. Сколько трансгрессивных плотноколосых растений F2 могут дать нерасщепляющееся потомство?

5. Сколько в F2 может быть трансгрессивных растений, имеющих более рыхлый колос, чем каждая из родительских форм?

9. В результате исследовании нескольких тысяч растений одного сортообразца ржи была обнаружена сильная изменчивость по опушенности стебля. Предположим, что эта изменчивость обусловлена тремя парами полимерных генов с кумулятивным действием. При скрещивании гомозиготных растений, имеющих опушенность стебля 40 волосков на 1 см2и генотипы А1А1А2А2а3а3 х а1а1А2А2А3А3, получили в F1 20 растений, в F2 – 64.

1. Какова может быть опушенность стебля у растений F1?

2. Сколько разных генотипов может быть в F2?

3. Сколько разных фенотипов может быть в F2?

4. Сколько растений F2 могут быть трансгрессивными по данному признаку и иметь большуюопушенность, чем родительские формы?

5. Какую минимальную опушенность стебля могут иметь растения F2?

10. У некоторых сортов пшеницы (Норин 10, Мексика 50) короткостебельность растений обусловлена тремя парами рецессивных полимерных генов карликовости. Предположим, что каждый из них имеет одинаковое количественное значение в определении длины соломины, и все они имеют кумулятивный эффект. При наличии трех рецессивных пар генов карликовости (генотип а1а1а2а2а3а3) растения имеют высоту 18 см, а при наличии этих генов в доминантном состоянии высота растений равна 120 см. Скрещивали гомозиготные растения, имеющие минимальную и максимальную высоту. В F1 получили 20 растений, которые от самоопыления дали 64 растения F2.

1. Какова может быть высота растений F1?

2. Сколько разных фенотипов может быть в F2?

3. Какую высоту могут иметь растения с генотипом А1А1А2а1а3а3?

4. Сколько растений могут иметь высоту меньше 60 см?

5. Сколько из них могут дать нерасщепляющееся потомство в F2 при самоопылении?

11. У кукурузы длина початка обусловлена двумя парами полимерных кумулятивных генов, каждый из которых имеет однозначное действие. Предположим, что каждый доминантный ген обусловливает 5 см, а рецессивный ген - 2 см длины початка. Скрещивали две гомозиготные линии кукурузы, одна из которых имела длину початка 8 см, а другая - 20 см. В F1 получили 160 растений, которые от самоопыления дали 960 гибридов F2.

1. Какую длину початка могли иметь растения F1?

2. Сколько разных фенотипов может быть в F2?

3. Какую длину початка могут иметь растения, в генотипе которых содержится три доминантных гена?

4. Сколько таких растений может быть в F2?

5. Какая длина початка будет у растения с одним доминантным геном?

12. У кукурузы число рядов зерен в початке наследуется очень сложно. Предположим, что оно определяется четырьмя парами полимерных генов, имеющих кумулятивный эффект. Если в генотипе содержится четыре пары рецессивных генов а1а1а2а2а3а3а4а4, число рядов в початке равно восьми, а четыре пары доминантных генов – 24. Опыляли линию кукурузы, имеющую генотип А1А1А2А2а3а3а4а4 пыльцой линии, имеющей генотип А1А1а2а2А3А3а4а4. Получили 112 растений F1, которые от самоопыления дали 1280 растений F2.

1. Сколько рядов зерен в початке может быть у материнского растения в первом скрещивании?

2. Сколько рядов зерен в початке может быть у гибридов F1?

3. Сколько разных фенотипов может быть в F2?

4. Сколько трансгрессивных растений F2 могли иметь меньше рядов зерен в початке, чем каждая из родительских форм, и давать нерасщепляющееся потомство?

5. Сколько растений F2 могли иметь больше рядов зерен в початке, чем каждая из родительских форм?

13. У зернового сорго высота растений обусловлена взаимодействием четырех пар полимерных генов, каждый из которых влияет на длину междоузлия. Допустим, что это действие обусловлено в равной мере каждым из четырех генов, причем их действие носит количественный и кумулятивный характер. Высота растений при наличии всех четырех пар рецессивных генов карликовости равна 40 см, при наличии всех четырех пар доминантных генов - 240 см.

1. Какую высоту могут иметь растения А1А1А2А2а3а3а4а4?

2. Какую высоту могут иметь растения а1а1а2А2А3А3А4А4?

3. Какова может быть высота гибридов F1, полученных от скрещивания растения, в генотипе которого содержатся все четыре гена карликовости, с растением, в генотипе которого все гены находятся в доминантном состоянии?

4. Материнское растение, с генотипом А1А1А2А2А3А3а4а4 опыляли пыльцой отцовского растения с генотипом а1а1а2а2а3а3А4А4. Какова может быть высота растений в F1?

5. Какова могла быть высота отцовского растения в последнем скрещивании?

14. Соцветие ячменя - колос, стержень которого состоит из отдельных члеников. На уступах члеников колосового стержня располагаются колоски. Плотность и форма колоса зависит от длины каждого членика колосового стержня, чем он короче, тем плотнее колос. Длина членика колосового стержня контролируется полимерными генами, обладающими кумулятивным действием. У линии, имеющей все гены в рецессивном состоянии – а1а1а2а2а3а3а4а4 колос эректоидный очень плотный. Длина одного членика колосового стержня 1,15 мм. У другой линии с генотипом А1А1А2А2А3А3А4А4 колос рыхлый членики колосового стержня относительно длинные – 3,33мм. Два доминантных аллеля А1 увеличивают длину стержня по сравнению с рецессивной на 0,16 мм, А2 - на 0,27 мм, А3 – на 0,82 мм, А4 - на 0,93 мм.

1. Определите возможную длину членика колосового стержня у растений, имеющих в генотипе три доминантных гена А1, А2, А3 и один рецессивный а4.

2. Определите возможную длину членика колосового стержня у растений с генотипом А1А1а2а2 АзА3А4а4.

3. Определите возможную длину членика колосового стержня у растений, имеющих гены а3 и а4 в рецессивном, а остальные – в доминантном состоянии.

4. Определите длину членика колосового стержня у гибрида, имеющего гены а1 и а2 в рецессивном состоянии, А3 и А4- в доминантном.

5. При скрещивании сортов с генотипами А1А1А2А2а3а3а4а4 х а1а1а2а2АзАзА4А4 получили 256 растений. Сколько из них могут быть трансгрессивными с минимальным размером члеников колосового стержня?

15. Длина ушей у кроликов породы Баран 28 см, у других пород - около 12 см. Предположим, что различия в длине ушей зависят от двух пар генов с однозначным кумулятивным действием. Генотип кроликов породы Баран А1А1А2А2, обычных пород – а1а1а2а2. Скрещивали чистопородных кроликов Баран с обычными, в F1 получили 14 крольчат, в F2 - 32.

1. Какова может быть длина ушей у кроликов F1?

2. Сколько разных генотипов могут иметь гибриды F2?

3. Сколько разных фенотипов может быть в F2?

4. Сколько кроликов в F2 могут иметь такую же длину ушей, как и породы Баран?

5. Сколько кроликов F2 могут иметь такую же длину ушей, как и животные F1, и давать нерасщепляющееся потомство?

16. У кур оперенность ног детерминируется двумя парами полимерных некумулятивных генов. Если хотя бы один из них будет находиться в доминантном состоянии, куры будут иметь оперенные ноги. Если все гены рецессивные, то ноги будут неоперенными. Скрещивали куриц, имеющих неоперенные ноги, с петухами, имеющими оперенные ноги и все гены в доминантом состоянии. В F1 получили 120, в F2 - 1 128 птиц.

1.Сколько разных типов гамет может образовать петух F1?

2.Сколько птиц F1 могли иметь оперенные ноги?

3. Сколько птиц F2 могли иметь оперенные ноги и давать нерасщепляющееся потомство?

4.Сколько птиц F2 могли иметь неоперенные ноги?

5.Сколько птиц F2 могли иметь оперенные ноги и быть двойными гетерозиготами?

17. У пшеницы высота растений обусловлена 3 парами рецессивных полимерных генов карликовости. Каждый из них имеет одинаковое количественное значение в определении длины соломины, и все они имеют кумулятивный эффект. При наличии трех пар генов карликовости (генотип а1а1а2а2а3а3) растения имеют высоту 18см, а при наличии всех трех пар генов в доминантном состоянии высота растений будет 120см. Растения F1, имеющие генотип А1а1А2а2А3а3 скрещивали с растениями, имеющими все три пары генов в рецессивном состоянии. Было получено 40 растений Fа.

1. Какую высоту имели растения F1?

2. Сколько разных фенотипов было в Fа?

3. Сколько растений Fа будут иметь высоту 18 см?

4.Сколько растений Fа будут иметь высоту в пределах 60-70 см?

5. Сколько растений Fа будут давать при самоопылении нерасщепляющееся потомство?

18. В результате исследовании одного вида ржи у него была обнаружена сильная изменчивость по опушенности стебля (от 60 волосков на 1 см до полного отсутствия опушения). Предположили, что эта изменчивость обусловлена тремя парами полимерных генов с кумулятивным действием. При скрещивании растении с опушенностьями 60 волосков на 1 см с неопушенным растением было получено 17 растений F1 от самоопыления которых было получено 64 растения F2.

1. Какова была опушенность растений F1?

2. Сколько фенотипов будет в F2?

3. Сколько растений F2 будет иметь такую же опушенность, как и F1?

4. Сколько растений F2 будут более опушенными, чем F1?

5. Сколько растений F2 будут неопушенными?

19. У зернового сорго высота растений обусловлена взаимодействием 4 пар полимерных генов, каждый из которых в одинаковой степени влияет на длину междоузлия, причем их действие носит количественный и кумулятивный характер. Высота растения, в генотипе которого содержится 4 пары рецессивных генов карликовости, равна 40см, а при наличии 4 пар доминантных генов – 240см. При опылении материнского растения, имеющего генотип А1А1А2А2А3А3а4а4 пыльцой растения, имеющего генотип А1А1а2а2А3А3А4А4, было получено 10 растений в F1, от самоопыления которых было получено 96 растений F2.

1. Какова высота растений F1?

2. Какова высота отцовского растения в первом скрещивании?

3. Сколько растений F2 будут более высокими, чем отцовское растение?

4. Сколько разных генотипов будет в F2?

5. Сколько разных фенотипов будет в F2?

20. У кукурузы длина початка обусловлена двумя парами полимерных генов, каждый из которых имеет однозначное действие. Предположим, что каждый доминантный ген обуславливает 5см, а рецессивный ген 2см длины початка. Растения F1 с генотипом А1а1А2а2 были опылены пыльцой растения, имеющим генотип а1а1а2а2. В Fв было получено 32 растения.

1.Какую длину початка имели материнские растения?

2.Какую длину початка имели отцовские растения?

3.Сколько разных фенотипов было в Fв?

4.Сколько растений Fв имели такую же длину початка, как и отцовские?

5.Сколько растений F2 имели длину початка 11 см?

# Заключение

Менделевская теория наследственности, т.е. совокупность представлений о наследственных детерминантах и характере их передачи от родителей к потомкам, по своему смыслу прямо противоположна доменделевским теориям, в частности теории пангенезиса, предложенной Дарвином. В соответствии с этой теорией признаки родителей прямо, т.е. от всех частей организма, передаются потомству. Поэтому характер признака потомка должен прямо зависеть от свойств родителя. Это полностью противоречит выводам, сделанным Менделем: детерминанты наследственности, т.е. гены, присутствуют в организме относительно независимо от него самого. Характер признаков (фенотип) определяется их случайным сочетанием. Они не модифицируются какими-либо частями организма и находятся в отношениях доминантности-рецессивности. Таким образом, менделевская теория наследственности противостоит идее наследования приобретенных в течение индивидуального развития признаков.

Опыты Менделя послужили основой для развития современной генетики – науки, изучающей два основных свойства организма – наследственность и изменчивость. За неполных 100 лет после вторичного открытия законов Г. Менделя генетика прошла триумфальный путь от натурфилософского понимания законов наследственности и изменчивости через экспериментальное накопление фактов формальной генетики к молекулярно-биологическому пониманию сущности гена, его структуры и функции.От теоретических построений о гене как абстрактной единице наследственности - к пониманию его материальной природы как фрагмента молекулы ДНК, кодирующего аминокислотную структуру белка, до клонирования индивидуальных генов, создания подробных генетических карт человека, животных, идентификации генов, мутации которых сопряжены с тяжелыми наследственными недугами, разработки методов биотехнологии и генной инженерии, позволяющих направленно получать организмы с заданными наследственными признаками, а также проводить направленную коррекцию мутантных генов человека, т.е. генотерапию наследственных заболеваний. Молекулярная генетика значительно углубила наши представления о сущности жизни, эволюции живой природы, структурно-функциональных механизмов регуляции индивидуального развития. Благодаря ее успехам начато решение глобальных проблем человечества, связанных с охраной его генофонда.

Уберечь генофонд человечества, всячески защищая его от рискованных вмешательств, и при этом извлечь максимальную выгоду из уже полученной бесценной информации в плане диагностики, профилактики и лечения многих тысяч наследственно обусловленных недугов - вот задача, которую необходимо решать уже сегодня.

# Терминология

Аберрация - измененная структура хромосомы, возникающая в результате разрыва, за которым обычно следует соединение разорванных концов в новых сочетаниях.

Автогамия - самоопыление, опыление в пределах цветка.

Автополиплоид (автоплоид) - организм, возникает в результате кратного увеличения одного и того же набора хромосом (2n, 3n, 4n и др.).

Аддитивный эффект - суммарное выражение однозначно действующих полимерных генов.

Аденин (6-Аминопурин) - азотистое основание, производное пурина, входящее в состав нуклеотидов ДНК и РНК.

Аллель (аллеломорфы, аллельные гены) - формы состояния одного и того же гена, находящиеся в одинаковых локусах гомологичных хромосом и контролирующие альтернативные (противоположные) признаки, возникшие в результате мутаций и менделирующие.

Адекватные изменения - изменения, возникающие в соответствии с действующим фактором.

Аллели множественные - несколько возникших путем мутации состояний одного локуса хромосомы, отличающихся по своему проявлению.

Аллополиплоид (аллоплоид) - полиплоидный организм, содержащий хромосомные комплексы двух или большего числа исходных видов.

Амосинтез - конъюгация хромосом у отдаленных гибридов.

Амитоз - прямое деление клетки путем перетяжки тела клетки и ядра.

Анафаза - стадия митоза и мейоза, в течение которой хроматиды или хромосомы, до этого соединенные в пары, расходятся к разным полюсам. Анемофилия (анемогамия) - ветроопыление.

Анеуплоид (гетероплоид) - организм, у которого уменьшено или увеличено число хромосом одной или нескольких гомологичных пар.

Антимутаген - вещество, предупреждающее или снимающее действие мутагенов.

Апогамия - развитие зародыша без оплодотворения из вегетативной клетки гаметофита или спорофита. Является одной из основ апомиксиса.

Апомиксис - размножение семенами, осуществляемое не обычным, половым путем, а каким-либо иным способом.

Археспорий - клетки внутреннего слоя микроспорангия пыльника, образующие материнские клетки микроспор.

Аутбридинг - скрещивание особей, состоящих между собой не в очень тесном родстве. Противоположностью А. является инбридинг.

Аутогамия - самоопыление.

Аутосома - обычная неполовая хромосома.

Ахроматин - вещество клеточного ядра не окрашивающееся характерными для хромосом красителями.

Бивалент - пара хромосом, состоящая из двух гомологичных или частично гомологичных хромосом, которые на определенных стадиях мейоза (от диплонемы до первой метафазы) конъюгируют друг с другом обычно объединены одной или несколькими хиазмами.

Возвратные скрещивания (беккроссы) - скрещивания, при которых гибриды F1 возвратно скрещиваются с одной из родительских форм.

Гамета - половая клетка (женская - яйцеклетка, мужская - сперматозоид или спермий) и несет гаплоидный набор хромосом).

Гаметофит - половое поколение у цветковых растений, которое несет половинное число хромосом, представляя собой, таким образом, гаплофазу в противоположность спорофиту, который развивается путем оплодотворения и представляет диплофазу.

Гемизиготность - случай, когда в хромосомном наборе особи имеется только одна из пары гомологичных аутосом, одна половая хромосома или пара разных половых хромосом. Гемизиготными по генам, находящимся и Х-хромосоме, являются особи гетерогаметного пола (XY и ХО).

Ген - участок молекулы ДНК, входящей в состав хромосомы, способный к редупликации изменению, контролирующий развитие определенного признака и являющийся структурной и функциональной дискретной единицей наследственности.

Генетика - наука о наследственности и изменчивости.

Ген -мутатор - ген, повышающий частоту мутаций в организме.

Геном - гаплоидный набор хромосом, совокупность генов в гаплоидном наборе хромосом.

Ген-оператор - ген, функционирующий как пусковой механизм. Под влиянием гена-регулятора он включает или прерывает синтез определенных ферментов.

Генотип - совокупность генов организма.

Генофонд - совокупность генов популяции, характеризующаяся определенной их частотой.

Ген-супрессор - ген, который подавляет активность другого гена, присутствующего в гомозиготном состоянии. При возникновении гена - супрессора наблюдается как бы обратная мутация из рецессивного состояния в доминантное.

Гетероаллели - аллели, расположенные в различных местах комплексного гена, что удается определить путем рекомбинации или иными способами.

Гетерогаметный - пол, образующий два типа гамет, влияющих на определение пола (например, содержащих Х- или Y-хромосому). Тот пол, который образует только один тип гамет (например, с Х-хромосомой), называется гомогаметным.

Гетерозигота - особь, образующая от слияния гамет, несущих различные аллели.

Гетерозис - увеличение размеров и мощности гибридов по сравнению с родительскими формами.

Гибрид - особь, полученная в результате скрещивания между генетически различающимися родительскими типами.

Гибридологический анализ - метод генетического анализа включающий точный статистический учет распределения по фенотипу, генотипу потомков, полученных от скрещивания двух родительских форм.

Гомологичные хромосомы - парные, морфологически неотличимые. В диплоидном наборе одна из гомологичных хромосом привнесена мужской гаметой, другая - женской.

Группа сцепления - совокупность всех генов, локализованных в одной хромосоме, вследствие чего они наследуются совместно (сцепленно).

Двойное оплодотворение - получение семенных - яйцеклетка сливается с одним спермием образуя двуплоидный зародыш, диплоидная центральная клетка зародышевого мешка сливается с другим спермием образуется триплоидный эндосперм.

Делеция - утрата одного из внутренних (не концевых) участков хромосомы (нехватка).

Диада - конечный результат редукционного деления мейоза. Клетка диады несет редуцированный набор хромосом.

Диакинез - последняя стадия профазы мейоза перед исчезновением ядерной оболочки.

Диплоид - организм с двумя гомологичными наборами хромосом в соматических клетках.

Диплонема - стадия профазы мейоза, в которой между гомологичными хромосомами или участками хромосом только что образовались хиазмы. В промежутках между хиазмами конъюгировавшие хромосомы отходят друг от друга.

Доминирование - явление, при котором один из аллелей гетерозиготы (доминантный аллель) оказывает более сильное влияние на соответствующий признак особи, чем другой аллель (рецессивный).

Дрейф генов или генетика - автоматические процессы - изменение генетической конституции популяции, вызываемое случайными причинами, например, малыми размерами популяции, где всегда находятся случайные факторы, вызывающие нарушение стабильности часто аллелей, передаваемых из поколения в поколение (дрейф генов не ведет к генотипическому приспособлению к среде).

Дупликация - структурное изменение хромосомы, при котором один из участков представлен в хромосомном наборе более одного раза.

Зигонема - одна из стадий в профазе мейоза, во время которой гомологичные хромосомы начинают конъюгировать.

Зигота - клетка, образующаяся при слиянии двух гамет.

Инбредный минимум - стадия, наступающая после длительного периода инбридинга.

Инбридинг - принудительное самоопыление перекрестноопыляющихся растений.

Инверсия - изменение в положении хромосомного участка, при котором он поворачивается на 180 градусов, возникающее в результате двух или большего числа разрывов.

Интеркинез - стадия между первым и вторым делениями мейоза или между двумя митозами.

Интерсекс - индивид, занимающий промежуточное положение между самкой и самцом.

Интерференция - препятствие к возникновению нового перекреста между двумя гомологичными хромосомами в участках, лежащих по соседству с местами, где уже произошел перекрест.

Интерфертильность - плодовитость при скрещивании растений, принадлежащих к различным самостерильным группам (растения, принадлежащие к одной такой группе, интрастерильны).

Интрогрессия - внедрение генов одного вида в другой при спонтанной межвидовой гибридизации.

Информационная РНК - РНК, переносящая информацию от генов к рибосомам, в которых происходит синтез белка и являющейся матрицей при построении специфических белков.

Исходный материал - культурные и дикие формы, используемые для селекционной работы.

Канцерогенный - вызывающий злокачественный рост.

Кариотип - совокупность особенностей хромосомного комплекса касающихся числа и формы хромосом.

Квадривалент (тетравалент) - группа из четырех гомологичны и хромосом, отдельные участки которых конъюгируют друг с другом встречаются в мейозе в период между зигонемой и первой метафазой.

Клон - совокупность всех потомков, полученных от одной исходной особи путем вегетативного размножения или апомиктического образования семян.

Кодон (триплет) - единица генетического кода, кодирующая определенную аминокислоту, входящую в состав молекулы белка в процессе его биосинтеза.

Комбинационная способность - способность одного родителя (линии, клона) в сочетании с другим родителем (линией, клоном) давать, потомство, характеризующееся определенным уровнем признака или свойства.

Комбинационная способность общая (ОКС) - представляет средними ценность одного родителя (линии, клона) на основе его поведения и скрещивании с другими родителями (линиями, клонами). Оценки проводится по потомству на основе диаллельных скрещиваний, методом топ-кросса, поликросса или свободного опыления (см. топкросс).

Комбинационная способность специфическая (СКС) - поведение родителя X в скрещивании с родителем Y. Средняя ценность (Мху) родителя X относительно родителя Y вычисляется по формуле:

Мху = ОКСх + ОКСу + СКСху

Комплементарные гены - два доминантных гена, которые по отдельности не оказывают никакого действия, но вместе вызывают развитие определенного признака.

Кроссинговер - перекрест хромосом, в результате которого между ними происходит обмен гомологичными участками.

Лептонема - стадия в течение профазы мейоза, во время которой хромосомы растянуты, имеют форму нитей и еще не спарены.

Летальный ген - ген, наличие которого, особенно в гомозиготном состоянии приводит организм к гибели.

Материнский тип наследования (эффект) - передача признака исключительно по женской линии, обуславливаемая факторами цитоплазмы или пластидами.

Мегаспора - у цветковых растений одна из четырех клеток тетрады, которые образуются в результате мейоза в материнской клетке мегаспоры в семяпочке. Одна из мегаспор дает впоследствии зародышевый мешок.

Мейоз - особый тип деления происходящий при образовании спор у растений или половых клеток у животных. Состоит из 2-х делений редукционного и эквационного в результате деления образуется тетрада клеток с гаплоидным набором хромосом каждая.

Метафаза - стадия митоза или мейоза, в которой хромосомы собираются на экваторе веретена, образуя гак называемую хромосомную или метафазную пластинку.

Микроспора - у цветковых растений одна из четырех клеток, образующихся в пыльнике в результате мейоза.

Митоз - происходит при делении соматических клеток, в результате образуется две дочерние клетки, содержащих двойной набор хромосом (2п).

Многократное скрещивание (поликросс) - метод селекции, используемый для нахождения клонов, которые при скрещивании со многими другими клонами того же вида дают наилучший средний результат.

Модификация - фенотипическое изменение, вызванное влиянием окружающих условий.

Моногибрид - гибрид, гетерозиготный по одной паре аллелей.

Моносомик - организм, в котором определенная хромосома представлена в единственном числе. У диплоидных видов моносомик имеет на одну хромосому меньше, чем нормальный набор, и поэтому обозначают 2п - 1 или 2х - 1.

Мультивалент - объединение более чем двух гомологичных хромосом в мейозе (от зигонемы до первой метафазы). Мутаген - фактор, вызывающий мутацию.

Мутант - организм, отличающийся от первоначального типа индивидуальным отклонением, возникшим в результате мутации.

Мутация - наследственное изменение, не вызванное рекомбинацией генов. Мутация подразумевает химическое изменение гена, структурное изменение хромосомы или числа хромосом.

Нерасхождение - случай, когда две гомологичные хромосомы или хроматиды отходят во время анафазы к одному и тому же полюсу.

Нередуцированная гамета - гамета, имеющая соматическое число хромосом вместо обычного половинного.

Несовместимость - затрудненность скрещивания между двумя особями, делающая невозможным оплодотворение. Понятие несовместимости распространяется также на те случаи у цветковых растений, когда образование зародышей происходит, но полученные семена не способны прорастать.

Нестабильный ген - ген с высокой частотой мутаций.

Норма реакции - специфический способ реагирования на изменение окружающих условий, зависящий от природы генотипа.

Нулисомик - организм, полностью утративший один из типов хромосом, которые в норме встречаются у данного вида. У диплоидных видов нулисомики обозначают 2п - 2 или 2х - 2. Нулисомики жизнеспособны только у аллополиплоидов или у определенных структурных гетерозигот.

Обратная мутация - мутация, в результате которой мутантный аллель вновь превращается в исходный аллель. В таких случаях обычно происходит мутация рецессивного аллеля в доминантный аллель дикого типа.

Октоплоид - организм, клетки которого содержат 8 геномов.

Относительная сексуальность - способность гамет функционировать в одних скрещиваниях в качестве мужских гамет, а в других - в качестве женских.

Панмиксия - случайное скрещивание без отбора в популяции. Партеногенез - развитие зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки.

Пахинема - стадия профазы мейоза, в которой гомологичные хромосомы располагаются друг после друга (конъюгируют) и хромомерные структуры ясно видны.

Пенетрантность - способность генотипа проявляться в фенотипе.

Перекрест - обмен между гомологичными участками гомологичных хромосом (см. Кроссинговер).

Плазмотип - часть генотипа, локализованная вне хромосом, то есть в других частях клетки.

Плазмон - совокупность генетических свойств цитоплазмы у данного вида.

Пластом - совокупность генетических свойств пластид у данного

вида.

Плейотропия - способность гена оказывать влияние одновременно на несколько признаков организма.

Полигены - гены, определяющие развитие количественных признаков.

Полимерия - наличие различных генов, оказывающих суммарное воздействие на развитие одного и того же признака.

Полиморфизм - наличие в популяции разных форм, обусловленное генотипической изменчивостью. Полиморфизм в популяции может быть сбалансированным, если определенные гетерозиготы более жизнеспособны, чем соответствующие гомозиготы.

Полиплоидия - наличие в пределах вида форм с различными числами хромосом, кратными одному основному числу.

Половая хромосома - хромосома, определяющая пол и обычно представленная у двух разных полов по-разному.

Профаза - стадия митоза или мейоза, охватывающая преобразования клеточного ядра в период до растворения ядерной оболочки.

Псевдогамия - апомиктическое образование семян, для которого необходимо опыление: однако при этом происходит оплодотворение не яйцеклетки, а центрального ядра. Поэтому псевдогамия представляй собой явление, промежуточное между нормальным половым процессом и типичным апокомиксисом.

Пыльцевое зерно - своего рода гаплофаза у цветковых растений, возникающая путем мейоза из материнских клеток пыльцы. Каждая такая материнская клетка дает начало четырем пыльцевым зернам. Непосредственно после мейоза пыльцевое зерно содержит только одно ядро, которое затем подвергается митозу, ведущему к образованию одной генеративной и одной вегетативной клетки.

Расщепление - появление в потомстве гетерозигот четко различимых категорий особей со специфическими особенностями. При расщеплении наблюдаются определенные соотношения потомков по фенотипу и генотипу.

Рекомбинация - перегруппировка генов при образовании гамет у гибрида, ведущая к новым сочетаниям признаков у потомства.

Рекон - наименьшая единица генетических рекомбинаций.

Реципрокные скрещивания - скрещивания между двумя родительскими типами А и В, в одном из которых А служит материнской формой, а в другом - отцовской.

Рибосома - клеточная частица, в которой происходит синтез белка.

Рибосомная РНК (r-РНК) - РНК, находящаяся в рибосомах и образующая основную массу РНК клетки.

РНК— переносчик (см. Транспортная РНК).

РНК- посредник (см. Информационная РНК).

Самостерильность - неспособность к самооплодотворению.

Сверхдоминирование - гетерозис, наблюдаемый при моногибридном скрещивании. При этом гетерозиготаАа превосходит по мощности гомозиготыааиАА.

Спутник - короткий концевой участок хромосомы, отделенный от остальной ее части нитевидной вторичной перетяжкой; нередко диаметр спутника меньше, чем диаметр всей остальной хромосомы.

Стерильность - уменьшение или угнетение способности производить потомство половым путем.

Структурный ген - ген, который в сотрудничестве с геном-оператором и геном-регулятором способен продуцировать специфический фермент или пептид.

Сцепление - связь между генами, исключающая возможность их независимого наследования. Сцепление бывает обусловлено локализацией генов в одной и той же хромосоме.

Телофаза - стадия митоза и мейоза, представляющая собой переход между анафазой и интеркинезом.

Тетрада - группа из четырех клеток (микроспоры), которые образуются в результате мейоза материнских клеток растений (микроспорогенез).

Тетрадный анализ - определение генотипа особи по генотипу микроспор тетрады в том случае, если разные генотипы микроспор имени различное фенотипическое проявление (например, разную степень окрашивания).

Тетраплоид - организм, клетки которого содержат 4 генома.

Тетрасомик - организм, у которого определенный тип хромосом представлен четыре раза.

Точковая мутация - мутация, затрагивающая минимальный участии хромосомы.

Трансгетерозигота - гетерозигота, по двум локусам у которой рецессивные аллели локализованы в различных хромосомах.

Трансгрессия - появление в F1 или последующих поколениях таких особей, у которых какой-либо признак выражен сильнее, чем v родительских форм.

Трансдукция - передача инфицирующими бактериальную клетку бактериофагами частей бактериальной хромосомы другим бактериям, которые вследствие этого генетически изменяются.

Транслокация - переход какого-либо участка хромосомы в новое положение в той же самой хромосоме или чаще в другой негомологичной хромосоме. Транслокации почти всегда реципрокны, т. е. различные участки меняются местами один с другим.

Транспортная РНК (РНК-переносчик, растворимая РНК, S-PHK) - РНК, которая переносит соответствующие аминокислоты к определенным участкам информационной РНК, служащей матрицей.

Трансформация - генотипическое изменение какого-либо бактериального штамма вследствие поглощения нуклеиновой кислоты (ДНК) бактерий другого штамма.

Триплет - кодирующая единица, состоящая из трех оснований нуклеотидов.

Триплоид - организм, клетки которого содержат 3 генома.

Трисомики - особи, у которых определенный тип хромосом представлен три раза. У диплоидных видов хромосомный набор три-сомика содержит на одну хромосому больше, чем обычно, и его можно обозначить 2n + 1 или 2х + 1.

Унивалент - неконъюгировавшая хромосома в мейозе.

Фрагментация - разрыв хромосом на два или больше число участков.

Фенотип - совокупность фенов и внешних признаков. Фенотип представляет собой результат взаимодействия между генотипом и окружающей средой.

Фертильность - плодовитость.

Химера - особь, состоящая из генетически различных клеточных слоев тканей при прививках, соматических мутациях, пересадках тканей, нарушении митоза.

Хроматида - одна из двух нитей, составляющих хромосому.

Хромомеры - маленькие тельца в виде точек или зерен на хромосомной нити.

Хромосомы - самовоспроизводящиеся элементы клеточного ядра, окрашивающиеся основными красителями и несущие генетическую информацию. Для каждого вида растений и животных характерно определенное постоянное число хромосом в клетках В соматических клетках их число диплоидное (2n), в половых - гаплоидное (n).

Центромера (кинетохор) - участок хромосомы, направляющий движение хромосом к полюсам в мейозе и митозе. На определенных стадиях центромера удерживает вместе две хроматиды, из которых состоит каждая хромосома. У некоторых растений и насекомых нет обособленнойцентромеры; в этих случаях говорят о диффузной центромере.

Цистрон - линейно упорядоченная совокупность кодонов, кодирующая определенную молекулу белка.

ЦМС - цитоплазматическая мужская стерильность.

Чистая линия - гомозиготная особь, образовавшаяся в результате самооплодотворения.

Эндомитоз - удвоение хромосом внутри неделящегося клеточного ядра. Эндомитоз приводит к эндополиплоидии.

Эпистаз - взаимодействие между генами, принадлежащими к разным парам аллелей. Доминантный эпистаз: доминантный аллель одной из пар подавляет проявление доминантного аллеля другой пары (ген А может эпистатировать над геном В, который в этом случае оказывается гипостатичный по отношению к гену А). Рецессивный эпистаз рецессивный аллель эпистатичного гена в гомозиготном состоянии подавляет действие доминантного и рецессивного аллеля гипостатичного гена (аа>В-, aa>bb).

Эуплоид - организм с числом хромосом, кратным основному числу.

Эухроматин - вещество хромосом, которое в покоящемся ядре не окрашивается или окрашивается слабо, В митозе и мейозе это вещество может окрашиваться сильно.

Ядро — открыто Брауном (1835) - это живая составная часть клетки, состоит из белковых коллоидов имеет определенную форму и структуру. Основные структурные элементы клеточного ядра: хромосомы, ядрышко, кариолимфа.

# Список использованной литературы

1. Ващенко, Т.Г. Генетика - Сборник задач / Т.Г. Ващенко, Н.Т. Павлюк, С.В. Гончаров Г.Г. Голева, И. А. Русанов. - Воронеж, 2004.
2. Генетика. Учеб.для вузов. / под ред. Академика РАСХН А.А.Жученко.-М.: КолосС, 2005. - 479 с.
3. Ефремова, В.В. Генетика / В.В. Ефремова, Ю.Т. Аистова. - Краснодар,2001.
4. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений. - Самара, 2003. - 275 с.
5. Погиба, С.П. Генетика: учеб.пособие / С.П. Погиба, Г.А. Курносова, Е. В. Казанцева. - М.: Изд-во Московского гос. Ун-та леса, 2002. - 136с.