

Лабораторная работа 6.
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

Цель: Ознакомиться с наследованием признаков при взаимодействии неаллельных генов. на примере решения типовых задач.

Материал и оборудование: Таблицы по взаимодействию неаллельных генов, лабораторный дневник по генетике, ручка.

Задание 1. Дайте определения следующим терминам: полигенные признаки, комплементарность, эпистаз, полимерия, плейотропия, пенетрантность, экспрессивность

Задание 2. Ответьте на поставленные вопросы. Ответ обоснуйте схемой скрещивания:

Какие варианты расщепления по фенотипу возможны при комплементарности ?

Что такое эпистаз, и на какие виды он делится? Приведите примеры для каждого вида.

Что такое полимерия, и какие виды в ней выделяют? Приведите примеры для каждого вида.

Задание 3. Запишите в таблицу варианты расщепления скрещиваний $AaBb \times AaBb$ по фенотипам при различных типах взаимодействия неаллельных генов и укажите примеры

Задание 4. Рассмотрите примеры решения задач и решите задачи по данной теме:

1. При скрещивании тыкв с белыми плодами в F_1 получили 67 растений с белыми, 19 с желтыми и 6 с зелеными плодами. Объясните результаты, определите генотипы исходных растений. Что получится, если скрестить исходные растения с зеленоплодным из F_1 ?

2. Растение тыквы, с белыми плодами, скрещенное с растением, имеющим желтые плоды, дает потомство, состоящее из $1/2$ растений с белыми плодами, $3/8$ – с желтыми плодами, $1/8$ – с зелеными плодами. Определите генотипы родителей и потомков*.

* У фигурных тыкв ген белой окраски плодов W эпистотичен по отношению к гену желтой окраски плодов Y , Растения WY и Ww имеют белые плоды, wY – желтые, ww – зеленые.

3. Растение тыквы с белыми плодами, скрещенное с растением с зелеными плодами, дало потомство, состоящее из $1/2$ растений с белыми и $1/2$ – с зелеными плодами. Определите генотипы родителей и

потомков*.

4. От скрещивания двух белоплодных растений тыквы получили потомство, состоящее примерно из $3/4$ растений с белыми, $3/16$ – с желтыми и $1/16$ — с зелеными плодами. Как это можно объяснить?

5. От скрещивания растений люцерны с пурпурными и желтыми цветками в F_1 все цветки были зелеными, а в F_2 произошло расщепление: 169 с зелеными цветками, 64 с пурпурными, 67 с желтыми и 13 с белыми. Как наследуется признак? Определите генотипы исходных растений. Что получится, если скрестить растения F_1 с белоцветковым растением?

6. У пастушьей сумки форма плода зависят от двух пар полимерных генов. Растение с треугольными плодами скрещено с растением с яйцевидными плодами. В потомстве $3/4$ растений имели треугольные плоды и $1/4$ - яйцевидные. Определите генотипы родителей. Что получится от самоопыления родительского растения с треугольными плодами?

7. У душистого горошка гены С и Р порознь вызывают белую окраску цветков, пурпурная окраска получается только при наличии в генотипе обоих этих генов. Растение душистого горошка с белыми цветками, скрещенное с таким же, дало $1/4$ потомства с пурпурными и $3/4$ – с белыми цветками. Каковы генотипы родителей и потомков? Какая окраска цветка может получиться в потомстве от скрещивания между собой растений с пурпурными цветками?

8. Растение душистого горошка с белыми цветками, скрещенное с пурпурноцветковым, дало $3/8$ с пурпурными и $5/8$ с белыми цветками. Как это можно объяснить? Определите генотипы исходных растений.

9. Зеленое растение кукурузы при самоопылении дает около $15/16$ зеленых и около $1/16$ белых (летальных) семян. Объясните эти результаты, определите генотип исходного растения.

10. При скрещивании двух зеленых растений кукурузы получено потомство, в котором примерно $9/16$ растений имеет зеленый цвет, а $7/16$ - не окрашены. Как можно объяснять этот результат? Определите генотипы исходных растений.

11. Скрещивая две формы гороха - с розовыми и белыми цветками, - в первом поколении получили растения с пурпурными цветками, а во втором 87 растений с пурпурными, 36 – с белыми и 29 – с розовыми цветками. Объясните результаты скрещиваний и определите генотипы исходных растений. Что получится, если растения из F_1 скрестить с родительскими формами?

12. При самоопылении зеленого растения гороха было получено 544 зеленых и 45 светло-зеленых растений. Объясните расщепление,

определите генотип исходного растения.

13. При скрещивании красноколосого растения пшеницы с белоколосым в F_1 произошло расщепление: 42 растения были с красными и 15 – с белыми колосьями. При скрещивании того же белоколосого растения с другим красноколосым в F_1 также произошло расщепление: 54 растения оказались с красными и 18 – с белыми колосьями. Когда скрестили между собой исходные красноколосые растения, то в F_1 у 82 растений были красные колосья разных оттенков и у 5 – белые колосья. Объясните полученные результаты и определите генотипы исходных родительских растений.

14. При скрещивании растения краснозерной пшеницы с растением белозерной пшеницы в F_1 было получено расщепление: $3/4$ растений имели красные и $1/4$ – белые зерна. При скрещивании того же краснозерного растения с краснозерным (№2) в F_1 получали $7/8$ с красными и $1/8$ с белыми зернами. От самоопыления второго краснозерного растения (№2) получали в F_1 расщепление: 128 растений с красными и 7 с белыми зернами. Объясните результаты, определите генотипы всех исходных родительских растений.

15. При скрещивании гомозиготных красноколосых остистых растений пшеницы с гомозиготными белоколосыми безостыми в первом поколении все растения оказались с красными колосьями, безостыми. Во втором поколении 564 растения имели безостые красные колосья, 184 растения имели остистые красные колосья, 38 растений оказались безостыми белоколосыми и 10 – остистыми белоколосыми. В анализирующем скрещивании также возникло четыре фенотипических класса: 103 растения с красными безостыми колосьями, 91 – с красными остистыми колосьями, 30 – с белыми безостыми колосьями, 27 – с белыми остистыми колосьями. Объясните полученные результаты, определите генотипы исходных растений. Какое растение было использовано в качестве анализатора?

16. Растение, гомозиготное по трем парам рецессивных генов, имеет высоту 32 см, а гомозиготное по доминантным аллелям этих генов имеет высоту 50 см. Принимаем, что влияние отдельных доминантных генов на рост во всех случаях одинаково и их действие суммируется. В F_2 от скрещивания этих растений получено 192 потомка. Сколько из них будет иметь генетически обусловленный рост в 44 см?

17. При скрещивании белоплодного растения земляники без усов с красноплодной усатой в F_1 все растения оказались красноплодными усатыми, а в F_2 произошло расщепление: 332 с красными плодами и с усами, 242 с красными плодами без усов, 87 с белыми плодами и с усами и 91 с белыми плодами без усов. Как наследуются признаки?

Определите генотипы исходных растений. Как можно получить гомозиготную форму земляники с усами и красными плодами?

18. При скрещивании растений земляники озимого типа без усов с растениями ярового типа без усов в F_1 получили растения озимого типа с усами, а в F_2 – 381 озимых с усами, 102 яровых с усами, 270 озимых без усов и 110 яровых без усов. От скрещивания гибридов F_1 , с исходной яровой формой без усов получили: 181 озимых с усами, 210 яровых с усами, 201 озимых без усов и 188 яровых без усов. Как наследуются признаки? Определите генотипы исходных растений.

19. Курицу с оперенными ногами и розовидным гребнем скрестили с голоногим петухом, имевшим гороховидный гребень. В потомстве от этого скрещивания получено 25 цыплят с оперенными ногами и гороховидным гребнем, 24 – с оперенными ногами и ореховидным гребнем, 26 – с оперенными ногами и розовидным гребнем и 22 – с оперенными ногами и простым гребнем. Объясните результаты, определите генотипы исходных птиц.

20. При скрещивании кур и петухов с оперенными ногами из двух разных линий в F_1 , все цыплята имели оперенные ноги, а в F_2 64 цыпленка имели оперенные и 5 голые ноги. Когда скрестили особей из F_1 , с голоногими особями из F_2 , то получили 37 цыплят с оперенными и 11 с голыми ногами. Объясните расщепление. Как наследуется признак? Определите генотипы исходных петухов и кур.

21. При скрещивании кур и петухов, имеющих ореховидные гребни, получили 279 цыплят с ореховидным гребнем, 115 с гороховидным, 106 с розовидным и 35 с простым. Объясните результаты, определите генотипы исходных кур и петухов. Какая часть потомков с розовидным гребнем из F_2 гомозиготна?

22. Алеутские голубые норки отличаются от коричневых норок дикого типа гомозиготностью по рецессивному аллелю a . Имперские платиновые норки тоже имеют голубой оттенок меха, но гомозиготны по другому рецессивному гену - i . Двойные рецессы имеют светло-голубую окраску, называемую сапфировой. При скрещивании коричневых норок получили 53 коричневых, 17 имперских платиновых, 24 алеутских и 8 сапфировых зверьков. Каковы генотипы исходных коричневых норок в этом скрещивании? Какая часть коричневых норок в F_1 будет гомозиготной по обоим генам?

23. При скрещивании кроликов агути с голубыми в первом поколении получили крольчат с окраской агути, а во втором - 68 агути, 17 черных и 6 голубых крольчат. Объясните полученные результаты, определите генотипы родителей. Как проверить правильность вашего предположения?

24. Пигментация кожи человека контролируется несколькими парами несцепленных генов, которые взаимодействуют по типу полимерии. Если условно ограничиться двумя парами генов, то европеоиды и африканские негры будут иметь генотипы $a_1a_1a_2a_2$ и $A_1A_1A_2A_2$ а потомки F_1 будут мулатами. Рассчитайте вероятность рождения белых детей в браке дигетерозиготных мулатов.

25. Рост человека обусловлен группой неаллельных генов, взаимодействующих по типу полимерии. Предположим, что три пары генов локализованы в негомологичных аутосомах и определяют рост человека от 150 до 180 см. Какова вероятность рождения потомков различного роста у тригетерозиготных родителей?

Примеры решения задач:

Задача № 1.

Дано:

Тыква.

Наследование окраски плода.

P: бел. х бел.

F_1 : 67 бел., 19 желт., 6 зел.

P-?, F_1 -? Белопл. х зеленопл. (F_1) -?

Решение:

1. Поскольку в F_1 расщепление – исходные растения гетерозиготны.

2. Расщепление явно не соответствует расщеплению при моногенном наследовании – не 1:2:1; предполагаем дигенное наследование. Находим величину одного возможного сочетания гамет – $92:16 = 5,75$. Расщепление в опыте – $67 : 5,75 = 11,6$; $19 : 5,75 = 3,3$; $6 : 5,75 = 1$, т.е. примерно 12:3:1. Проверка гипотезы о дигенном наследовании с расщеплением 12:3:1 по χ^2 ($\chi^2 = 0,25$) ее не отвергает. Следовательно, окраска определяется взаимодействием двух генов по типу доминантного эпистаза: А - подавитель любой окраски, в его присутствии плоды белые; а – “разрешитель” окраски, которая зависит от другого гена: В – желтая окраска, в - зеленая окраска. Оба типа окраски проявляются только в присутствии аллеля а, $aaB-$ – желтая, $aavv$ – зеленая.

Поскольку исходные растения имели белые плоды, в их генотипе есть аллель А, появление в потомстве желтых плодов свидетельствует о наличии у исходных растений аллеля В, появление зеленых плодов указывает на гетерозиготность исходных растений по обоим генам, следовательно, генотип исходных растений $AaBv$.

3. Характер расщепления свидетельствует о независимом насле-

довании генов А и В.

4. Скрещивание исходных растений АаВв с зеленоплодным аавв – является анализирующим ($F_{ан.}$). В $F_{ан.}$ возможно образование четырех генотипов с равной вероятностью: АаВв, Аавв, ааВв, аавв. Особи с генотипами АаВв и Аавв будут иметь белые плоды, расщепление в $F_{ан.}$: 2 бел. : 1 желт. : 1 зел.

О т в е т : Окраска плодов у тыквы контролируется двумя генами, взаимодействующими по типу доминантного эпистаза с расщеплением 12:3:1, гены наследуются независимо. Генотип исходных растений АаВв. При скрещивании исходных растений с зеленоплодным из F_1 произойдет расщепление – 2 бел. : 1 желт. : 1 зел.

Задача № 8.

Дано:

Душистый горошек.

Наследование окраски цветка.

Р: бел. х пурп.

F_1 : 3/8 пурп. : 5/8 бел.

Р-?, F_1 -?

Решение:

1. В F_1 расщепление, следовательно, хотя бы один из родителей гетерозиготен.

2. По условию признак контролируется двумя генами, взаимодействующими комплементарно, расщепление в опыте – 3/8 : 5/8, следовательно, можно предположить, что один из родителей образует 4 типа гамет, т.е. является дигетерозиготой СсРр (пурп.), а другой – два типа гамет, т.е. гетерозиготен по одному из генов. Его возможный генотип либо Ссrr, либо ссРр:

гаметы ♀ ♂	СР	Ср	сР	ср
Ср	ССРр пурп.	ССrr бел.	СсРр пурп.	Ссrr бел.
ср	СсРр пурп.	Ссrr бел.	ссРр бел.	ссrr бел.

Все потомки С-Р- – пурп. (3/8), все остальные – бел. (5/8).

О т в е т : Генотипы исходных растений: пурпурный СсРр, белый Ссrr или ссРр.

Задача № 21.

Дано:

Куры.

Наследование формы гребня.

P: ♀ гороховидн. х ♂ розовидн.

F₁: ореховидн.

F₂: 279 ореховидн., 115 гороховидн., 106 розовидн., 35 простой

P-?, F₁-?, F₂-?

Решение:

1. В F₁ единообразии и новое проявление признака – P очевидно гомозиготны; признак контролируется, вероятно, не одной парой аллелей.

2. В F₂ расщепление не моногенного типа – 4 фенотипических класса. Предполагаем дигенное наследование. Определяем величину одного возможного сочетания гамет – $535 : 16 = 33,4$. Расщепление в опыте – $279 : 33,4 = 8,4$; $115 : 33,4 = 3,5$; $106 : 33,4 = 3,0$; $35 : 33,4 = 1,0$, т.е. примерно 9:3:3:1. Проверка по χ^2 ($\chi^2 = 4,14$) гипотезы о наследовании с расщеплением 9:3:3:1 ее не отвергает. Следовательно, признак определяется комплементарным взаимодействием двух генов: А-В- – ореховидный, А-вв – гороховидный, ааВ- – розовидный и аавв – простой. Характер расщепления свидетельствует о независимом наследовании генов А и В.

Генотипы P: гороховидный – ААвв, розовидный – ааВВ, генотип гибридов F₁ АаВв.

3. При скрещивании петухов с генотипом ааВВ (розовидный гребень) с курами, имеющими генотип аавв (простой гребень) все особи будут иметь розовидный гребень.

Ответ: Форма гребня у кур контролируется двумя независимо наследуемыми генами, взаимодействующими по типу комплементарности с расщеплением 9:3:3:1. Генотип петухов – ааВВ, кур – ААвв, генотип гибридов F₁ – АаВв. При скрещивании исходных петухов с курами из F₂ с простым гребнем все цыплята будут иметь розовидный гребень.

Задание 5. Решить тестовые задания из раздела 3.3.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие признаки называют полигенными? Приведите примеры.
2. Что такое комплементарность?
3. Что такое эпистаз, и на какие виды он делится? Приведите примеры.
4. Что такое полимерия, и какие виды в ней выделяют?
5. Что такое плейотропия? Приведите примеры.