

Лектор: д.б.н. Омирбекова Н.Ж.
Дисциплина «Генетика»

Лекция 4 “Типы взаимодействия неаллельных генов”

Вопросы:

1. Типы взаимодействия неаллельных генов: комплементарное взаимодействие.
2. Эпистаз.
3. Полимерия. Формулы расщепления в F_2 .

Неаллельные гены

Неаллельные гены – это гены, расположенные в различных участках хромосом, они кодируют неодинаковые белки. Неаллельные гены могут взаимодействовать между собой.

При взаимодействии неаллельных генов либо один ген определяет развитие нескольких признаков (полимерия), или, наоборот, один признак проявляется под действием нескольких генов (плейотропия).

Различают 4 типа неаллельного взаимодействия генов:

1. Комплементарное взаимодействие генов
2. Эпистаз
3. Полимерия
4. Плейотропия

Неаллельное взаимодействие генов

У любого организма каждое его свойство (длина колоса пшеницы, окраска шерсти и т.д.) определяется многими генами. В этом случае аллели разных генов взаимодействуют друг с другом. При этом в потомстве дигетерозиготы F_2 могут наблюдаться необычные соотношения

- **9:3:4; 9:7; 13:3; 12:3:1; 15:1** в зависимости от характера взаимодействия генов. Генетический анализ показал, что эти расщепления по фенотипу в F_2 представляют собой видоизменение общей формулы **9:3:3:1**.

Различают четыре основных типа взаимодействия генов:

1. Комплементарность.
2. Эпистаз.
3. Полимерия.
4. Плейотропия

Комплементарное взаимодействие генов

К **комплементарным** или **дополнительным** генам, относятся гены, которые при совместном действии в генотипе в гомо (AABB) или гетерозиготном состоянии (AaBb) определяют **развитие нового признака**.

Существует 4 типа расщепления в F2 при комплементарном взаимодействии генов.

1. Расщепление 9:3:3:1 при комплементарном взаимодействии генов проявляется в том случае, если доминантные аллели не имеют самостоятельного фенотипического проявления. Только будучи вместе (A-B-), они обуславливают проявление признака.

Пример: наследование формы гребня у кур

P: ♀ AAbb x ♂ aaBB
розовидный гороховидный

F1 : AaBb 100%
ореховидный гребень

F2 : 9 A-B- : 3 A- bb : 3 aaB- : 1 aabb
ореховидный (9) розовидный (3) гороховидный простой
9:3:3:1

2. Если рецессивные аллели также **не имеют** самостоятельного фенотипического проявления, то расщепление в F2 видоизменяется – проявляется два фенотипических класса в отношении 9:7.

Пример: окраска коконов тутового шелкопряда определяется наличием в генотипе двух доминантных аллелей A и B, а белая окраска зависит от рецессивных аллелей a и b.

При скрещивании двух разных белококонных пород образуются коконы желтого цвета гибриды:

P: ♀ AAbb x ♂ aaBB
белые коконы белые коконы

F1 AaBb 100%
желтые коконы

F2 9 A-B- : 3 A- bb : 3 aaB- 1 aabb
желтые коконы (9) белые коконы (7)

F2: 9:7

3. В случае, когда и доминантные и рецессивные аллели **ИМЕЮТ** самостоятельное фенотипическое проявление, расщепление F2 будет **9:3:4**

Пример: у растения льна аллель **A** определяет окрашенный венчик, **a**- неокрашенный (белый), **B** – голубой, **b**- розовый.

P: ♀ **AAbb** x ♂ **aaBB**
розовый белый

F1 **AaBb**
голубой венчик

F2 9 **A-B-** : 3 **A-bb** : 3 **aaB-** : 1 **aabb**
голубые (9) розовые (3) белые (4)

F2: **9:3:4**

Эпистаз

Эпистаз – это подавление действия одного гена другим, ему не аллелеморфным – неаллельным ($A > B$ или $A > b$).

Гены-подавители называются **ингибиторами** или **супрессорами**.

Подавляемый ген называют **гипостатическим**.

По изменению числа и соотношения классов дигибридного расщепления в F_2 рассматривают несколько типов эпистатических взаимодействий:

Различают доминантный и рецессивный эпистаз.

Простой доминантный эпистаз ($A > B$; $A > b$ или $B > A$; $B > a$) с расщеплением в F_2 **12:3:1**

Двойной доминантный эпистаз с расщеплением в F_2 **13:3**

В случае доминантного эпистаза ингибитор доминантный, а при рецессивном эпистазе ингибитор рецессивный.

Гены-подавители называются **ингибиторами** или **супрессорами**. Подавляемый ген называют гипостатическим.

По изменению числа и соотношения классов дигибридного расщепления в F_2 рассматривают несколько типов эпистатических взаимодействий:

простой рецессивный эпистаз ($a>B$; $a>b$ или $b>a$), который выражается в расщеплении **9:3:4**;

простой доминантный эпистаз ($A>B$; $A>b$ или $B>A$; $B>a$) с расщеплением 12:3:1 и т. д. различают **доминантный** и **рецессивный** эпистаз.

В случае доминантного эпистаза **ингибитор доминантный**, а при рецессивном эпистазе **ингибитор рецессивный**.

Явление комплементарности также можно рассматривать как рецессивный эпистаз. Например, в разобранным примере с окраской венчика у растения льна рецессивная подавляемая аллель **a** не позволяет проявиться ни голубой, ни розовой окраске (**$a>B$** и **$a>b$**), т.е. подавляет их.

Доминантный эпистаз

Если рецессивная подавляемая аллель имеет тот же фенотипический эффект, что и доминантный ингибитор

(**I = a**), расщепление в F2 будет **13 : 3**.

Пример: у кукурузы окраска зерна может быть бордо (**A**) и белая (**a**), при этом пигмент может подавляться доминантным ингибитором **I**.

P: ♀ **IIAA** x ♂ **ii aa**
белая белая

F1: **IiAa** 100%
белая

F2 : 13(9 I-A- : 3 I-aa : 1 ii aa) : 3 ii A-
белые белые белые (13) бордо (3)

F2: **13 : 3**

Рецессивный эпистаз

При рецессивном эпистазе ингибитор рецессивный.

Явление комплементарности в генетике также можно рассматривать как рецессивный эпистаз.

Например, в разобранным примере с окраской венчика у растения льна рецессивная подавляемая аллель **a** не позволяет проявиться ни голубой, ни розовой окраске (**a>B** и **a>b**), т.е. подавляет их.

Расщепление в **F2** комплементарного взаимодействия генов:

F2 9:7 и 9:3:4

в генетике рассматривают как рецессивный эпистаз

В случае, когда и доминантные и рецессивные аллели **имеют самостоятельное фенотипическое проявление**, расщепление F2 будет **9:3:4**

Пример: у растения льна аллель **A** - определяет окрашенный венчик,
a - неокрашенный (белый),
B – голубой
b - розовый

P: ♀ **AAbb** x ♂ **aaBB**
розовый белый

F1 **AaBb**

голубой венчик

P: ♀ **AaBb** x ♂ **AaBb**
голубой **голубой венчик**

F2 9 **A-B-** : 3 **A-bb** : 3 **aaB-** : 1 **aabb**
голубые (9) **розовые (3)** белые (4)

Полимерия

Полимерия, или однозначное действие генов.

В 1908 году Г. Нильсон-Эле описал серию одинаково действующих генов, которые определяют окраску эндосперма зерен пшеницы. Интенсивность окраски зерен оказалась пропорциональной числу доминантных аллелей разных генов в тригибридном скрещивании.

$$\begin{array}{ccc} \text{♀ } A_1A_1A_2A_2A_3A_3 & \times & \text{♂ } a_1a_1a_2a_2a_3a_3 \\ \text{красный эндосперм} & & \text{белый эндосперм} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} F_1 A_1a_1A_2a_2A_3a_3 \text{ 100\%} \\ \text{красный эндосперм} \end{array}$$

Для получения второго поколения пшеницы, гибриды первого поколения самоопыляли:

$$\begin{array}{ccc} \text{♀ } A_1a_1A_2a_2A_3a_3 & \times & \text{♂ } A_1a_1A_2a_2A_3a_3 \\ \text{красный эндосперм} & & \text{красный эндосперм} \end{array}$$

в F₂ получено расщепление **1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1**
красн. светло-красный белый

Между крайними типами при расщеплении в F₂ наблюдались промежуточные варианты в соотношении.

Плейотропия (плейотропное взаимодействие генов)

Плейотропия (плейотропность) — это **множественное действие гена**.

Тип наследования, при котором один ген определяет проявление нескольких признаков. Явление плейотропии распространено как у растений, так и у животных

Пенетрантность — показатель фенотипического проявления аллеля в популяции. Определяется как отношение (обычно — в процентах) числа особей, у которых наблюдаются фенотипические проявления наличия аллеля, к общему числу особей, у которых данный аллель присутствует в необходимом для фенотипического проявления количестве копий (в зависимости от характера доминирования, для фенотипического проявления может быть достаточно только одной копии аллеля или двух, если для фенотипического проявления необходимо, чтобы особь была гомозиготна по данному гену).

Пенетрантность может быть полной (100%) или неполной (например, 50% если признак имеется только у половины людей).

Экспрессивность определяет, насколько влияет признак или насколько особенности признака проявляются в человеке.