

Екатерина Черткова

**РЕШЕНИЕ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ
ЗАДАЧ**

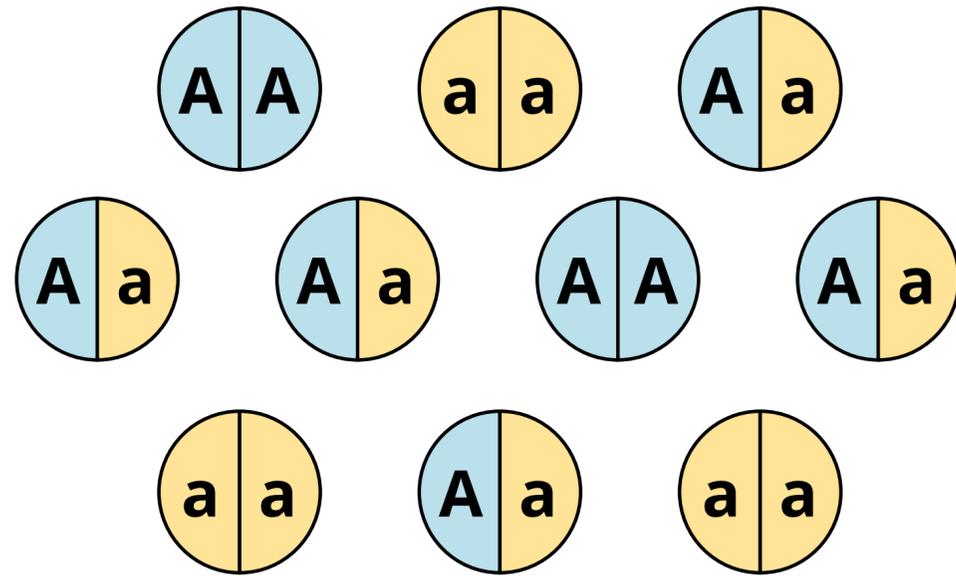
Урок 12

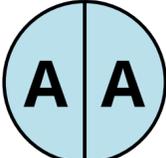
«Популяционная генетика»

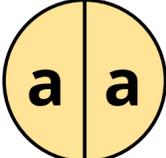
ПОПУЛЯЦИЯ

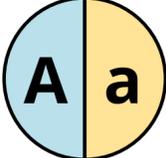
- Особи одного вида
- Определенное место обитания
- Изолированная группа
- Скрещиваются между собой
- Существует в течение длительного времени

Генофонд — совокупность всех аллелей
в популяции

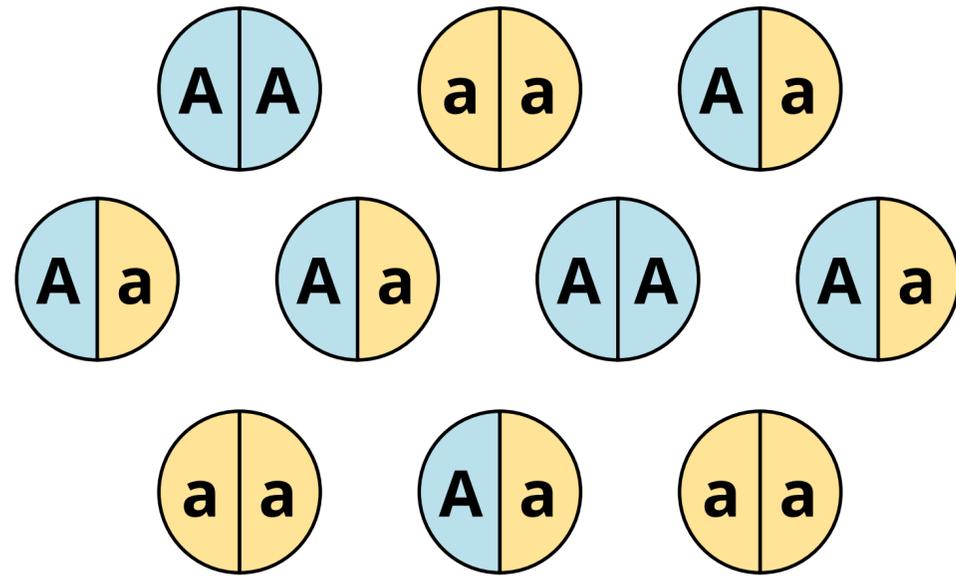


Частота генотипа  = $P = \frac{2}{10} = 0,2$

Частота генотипа  = $Q = \frac{3}{10} = 0,3$

Частота генотипа  = $H = \frac{5}{10} = 0,5$

$$P + Q + H = 1$$



Частота аллеля A = $p = \frac{9}{20} = 0,45$

Частота аллеля a = $q = \frac{11}{20} = 0,55$

$$p + q = 1$$

$$p = P + \frac{1}{2}H$$

$$q = Q + \frac{1}{2}H$$

- Мутационный процесс
- Миграции особей
- Отбор
- Случайные процессы (дрейф генов)

• **Меняют частоты аллелей**

и

• **Меняют частоты генотипов**

- **Тип скрещивания особей**
- **Характер сцепления генов**

- **Меняют частоты генотипов**
- НО**
- **Не меняют частоты аллелей**

ТИПЫ СКРЕЩИВАНИЙ

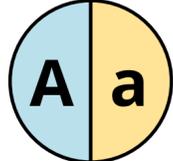
Случайное (панмиксия)

Выбор партнера не зависит от его фенотипа и генотипа

Случайность имеет отношение только к рассматриваемому гену и признаку.

ПОПУЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

- Диплоидные организмы
- Половое размножение
- Неперекрывающиеся поколения
- Случайное скрещивание
- Отсутствуют мутации, миграции и отбор
- Размер популяции — бесконечно большой

Один ген, два аллеля: 

♀ \ ♂	AA P	Aa H	aa Q
AA P	P ²	PH	PQ
Aa H	PH	H ²	HQ
aa Q	PQ	HQ	Q ²

Тип скрещивания Частота скрещивания

AA × AA

P²

AA × Aa

2 PH

AA × aa

2 PQ

Aa × Aa

H²

Aa × aa

2 HQ

aa × aa

Q²

♀ \ ♂	AA P	Aa H	aa Q
AA P	P^2	PH	PQ
Aa H	PH	H^2	HQ
aa Q	PQ	HQ	Q^2

Тип скрещивания

Частота скрещивания

Частота генотипов потомков

AA × AA

P^2

AA

Aa

aa

1

0

0

AA × Aa

2 PH

$1/2$

$1/2$

0

AA × aa

2 PQ

0

1

0

Aa × Aa

H^2

$1/4$

$1/2$

$1/4$

Aa × aa

2 HQ

0

$1/2$

$1/2$

aa × aa

Q^2

0

0

1

♀ \ ♂	AA P	Aa H	aa Q
AA P	p^2	PH	PQ
Aa H	PH	H^2	HQ
aa Q	PQ	HQ	Q^2

$$p = P + \frac{1}{2} H$$

$$q = Q + \frac{1}{2} H$$

$$P_{t+1} = P^2 + 2 PH/2 + H^2/4 = (P + H/2)^2 = p^2$$

Тип скрещивания

Частота скрещивания

Частота генотипов ПОТОМКОВ

AA × AA

P^2

AA
1

Aa
0

aa
0

AA × Aa

2 PH

$1/2$

$1/2$

0

AA × aa

2 PQ

0

1

0

Aa × Aa

H^2

$1/4$

$1/2$

$1/4$

Aa × aa

2 HQ

0

$1/2$

$1/2$

aa × aa

Q^2

0

0

1

P_{t+1}

H_{t+1}

Q_{t+1}

♀ \ ♂	AA P	Aa H	aa Q
AA P	p^2	PH	PQ
Aa H	PH	H^2	HQ
aa Q	PQ	HQ	Q^2

$$p = P + \frac{1}{2} H$$

$$q = Q + \frac{1}{2} H$$

$$P_{t+1} = P^2 + 2 PH/2 + H^2/4 = (P + H/2)^2 = p^2$$

$$Q_{t+1} = H^2/4 + 2 HQ/2 + Q^2 = (Q + H/2)^2 = q^2$$

Тип скрещивания	Частота скрещивания	Частота генотипов ПОТОМКОВ		
		AA	Aa	aa
AA × AA	P^2	1	0	0
AA × Aa	2 PH	1/2	1/2	0
AA × aa	2 PQ	0	1	0
Aa × Aa	H^2	1/4	1/2	1/4
Aa × aa	2 HQ	0	1/2	1/2
aa × aa	Q^2	0	0	1
		P_{t+1}	H_{t+1}	Q_{t+1}

♀ \ ♂	AA P	Aa H	aa Q
AA P	p^2	PH	PQ
Aa H	PH	H^2	HQ
aa Q	PQ	HQ	Q^2

$$p = P + 1/2 H$$

$$q = Q + 1/2 H$$

$$P_{t+1} = P^2 + 2 PH/2 + H^2/4 = (P + H/2)^2 = p^2$$

$$Q_{t+1} = H^2/4 + 2 HQ/2 + Q^2 = (Q + H/2)^2 = q^2$$

$$H_{t+1} = 2 PH/2 + 2 PQ + H^2/2 = 2 (P + H/2) (Q + H/2) = 2pq$$

Тип скрещивания	Частота скрещивания	Частота генотипов ПОТОМКОВ		
		AA	Aa	aa
AA × AA	P^2	1	0	0
AA × Aa	2 PH	1/2	1/2	0
AA × aa	2 PQ	0	1	0
Aa × Aa	H^2	1/4	1/2	1/4
Aa × aa	2 HQ	0	1/2	1/2
aa × aa	Q^2	0	0	1
		P_{t+1}	H_{t+1}	Q_{t+1}

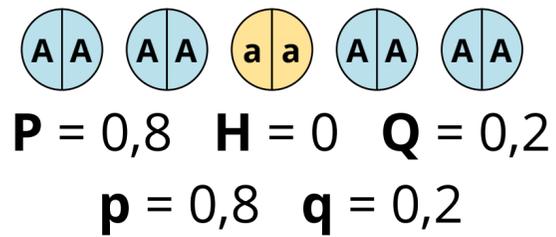
ЗАКОН ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

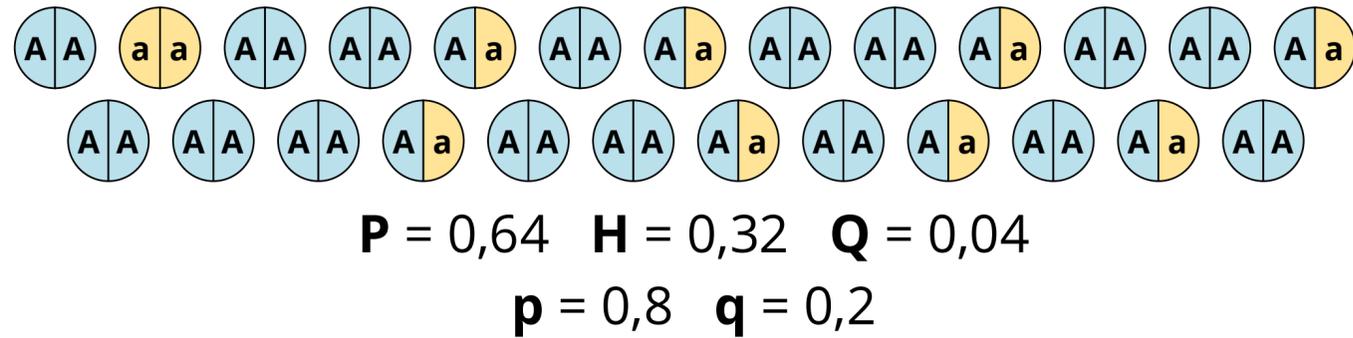
ЗАКОН ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА

$$P_{t+1} = P_t \quad H_{t+1} = H_t \quad Q_{t+1} = Q_t$$

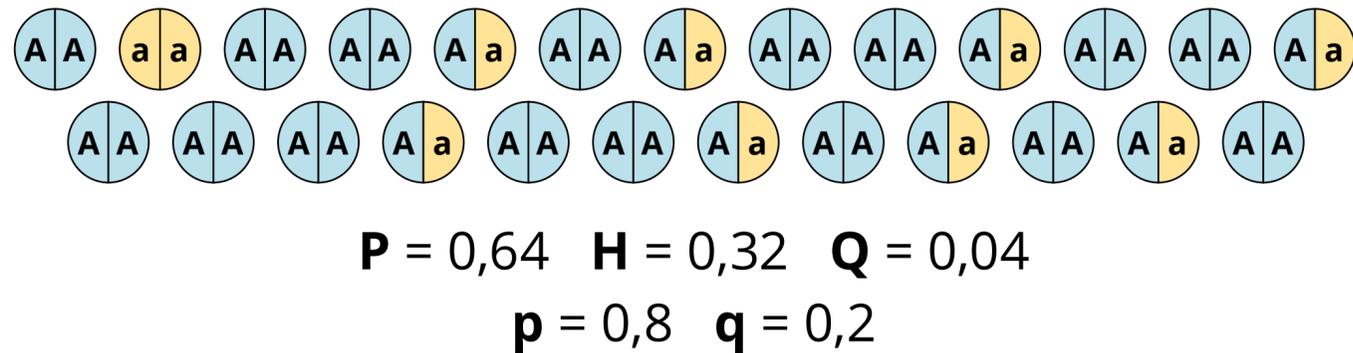
F_0



F_1



F_2



В равновесной популяции частоты генотипов полностью определяются частотами аллелей

Равновесие частот генотипов устанавливается в первом поколении.

Частоты генотипов и уровень гетерозиготности остаётся неизменным

Задача №10

В популяции случайно скрещивающихся организмов $\frac{1}{3}$ нормальных по фенотипу особей являются носителями рецессивного мутантного аллеля. Определите частоту рецессивного аллеля в популяции.

$$\frac{1}{3}(H + P) = H$$

$$\begin{cases} p^2 = 4pq & | :p \\ p + q = 1 \end{cases}$$

$$\frac{H}{3} + \frac{P}{3} = H$$

$$\begin{cases} p = 4q \\ p + q = 1 \end{cases}$$

$$\frac{P}{3} = H - \frac{H}{3}$$

$$\begin{cases} p = 4q \\ 4q + q = 1 \end{cases}$$

$$\frac{P}{3} = \frac{2H}{3}$$

$$\begin{cases} p = 4q \\ 5q = 1 \end{cases}$$

$$P = 2H$$

$$\begin{cases} P = p^2 \\ H = 2pq \end{cases}$$

$$\begin{cases} p = 0,8 \\ q = 0,2 \end{cases}$$

ТИПЫ СКРЕЩИВАНИЙ

Ассортативное:

**Положительное
ассортативное** Партнер имеет сходный
фенотип (генотип)

**Отрицательное
ассортативное** Партнер имеет несходный
фенотип (генотип)

**Ассортативность имеет отношение
только к данному фенотипу (генотипу)**

ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ АССОРТАТИВНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

Тип скрещивания

AA × AA

AA × Aa

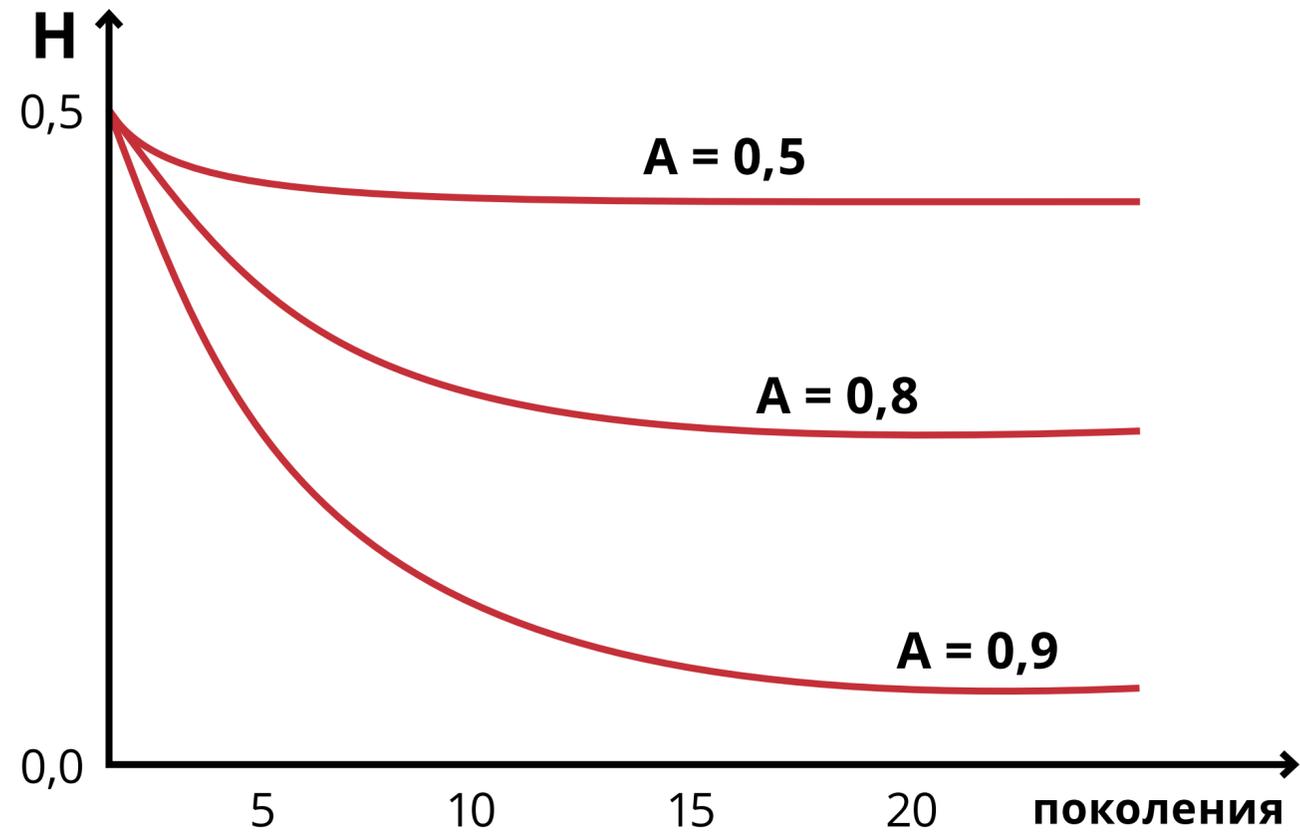
~~**AA × aa**~~

Aa × Aa

~~**Aa × aa**~~

aa × aa

ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ АССОРТАТИВНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ



A — пропорция ассортативных скрещиваний

Гетерозиготность уменьшается
тем быстрее, чем больше q

ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ АССОРТАТИВНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

Тип скрещивания	Частота генотипов потомков		
	AA	Aa	aa
AA × AA	1	0	0
AA × Aa	1/2	1/2	0
AA × aa	0	1	0
Aa × Aa	1/4	1/2	1/4
Aa × aa	0	1/2	1/2
aa × aa	0	0	1
	P_{t+1}	H_{t+1}	Q_{t+1}

ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ АССОРТАТИВНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

$P_{t+1} = 0 \longrightarrow$ Доминантный фенотип
только у **Aa**



Единственное возможное
скрещивание:
Aa × aa



Равновесие:
 $P = 0 \quad H = 0,5 \quad Q = 0,5$
 $p = 0,25 \quad q = 0,75$

**Гетерозиготность приходит к значению 0,5
из любого исходного состояния**

ТИПЫ СКРЕЩИВАНИЙ

Имбридинг Партнером является
родственник

- Влияет на весь генотип
- Уменьшается гетерозиготность популяции
⇒ увеличивается генетический груз
(сумма вредных мутаций в генофонде)

автор: Екатерина Черткова

редактор: Виктор Кириллов

научный руководитель: Александр Доброчаев

съемка: Никита Ефимов

монтаж: Валерий Тангаев

Производство «Дети и наука»

По заказу школы «Интеллектуал»

В рамках проекта «Школа Новых Технологий»

2016 год