



Эволюционное учение

**Генетическое равновесие
в популяциях и его
нарушение**

ЦЕЛИ УРОКА

- Познакомиться с
 - понятием «популяционная генетика»
 - законом Харди-Вайнберга
- Научиться решать задачи по формуле Харди-Вайнберга

ГЕНОФОНД – сумма всех генотипов,
представленных в популяции.

Закономерности изменения генофонда популяции:

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ (постоянство частот аллелей различных генов) в популяциях, живущих изолированно, в условиях слабого давления естественного отбора

Влияние факторов на генофонд популяций:

- Изменчивость генотипа
- Отбор

Закон Харди-Вайнберга

Частота генов (генотипов) в популяции есть величина постоянная и не изменяется из поколения в поколение.

Равновесие генных частот:

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

где p^2 - частота доминантных гомозигот (AA);

$2pq$ - частота гетерозигот (Aa);

q^2 - частота рецессивных гомозигот (aa).

Биологическая задача на закрепление закона

В популяции озерной лягушки появилось потомство - 1680 лягушат с темными пятнами (доминантный признак) и 320 лягушат со светлыми пятнами. Определить а) частоту встречаемости доминантного и рецессивного генов пятнистости б) число гетерозигот среди лягушат с темными пятнами.

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1 \quad = 2000$$

1680 + 320 = 2000 особей всего в популяции.

$$q^2 = \frac{320}{2000} = 0,16 \quad q = \sqrt{0,16} = 0,4 \quad - \text{частота встречаемости гомозигот по рецессиву.}$$

$$p = 1 - q = 1 - 0,4 = 0,6 \quad - \text{частота встречаемости гомозигот по доминанте.}$$

$$2pq = 2 \times 0,6 \times 0,4 = 0,48 \quad = 48\% \text{ из } 1680 \text{ будет гетерозигот.}$$

частота
гетерозигот

Причины нарушения генетического равновесия

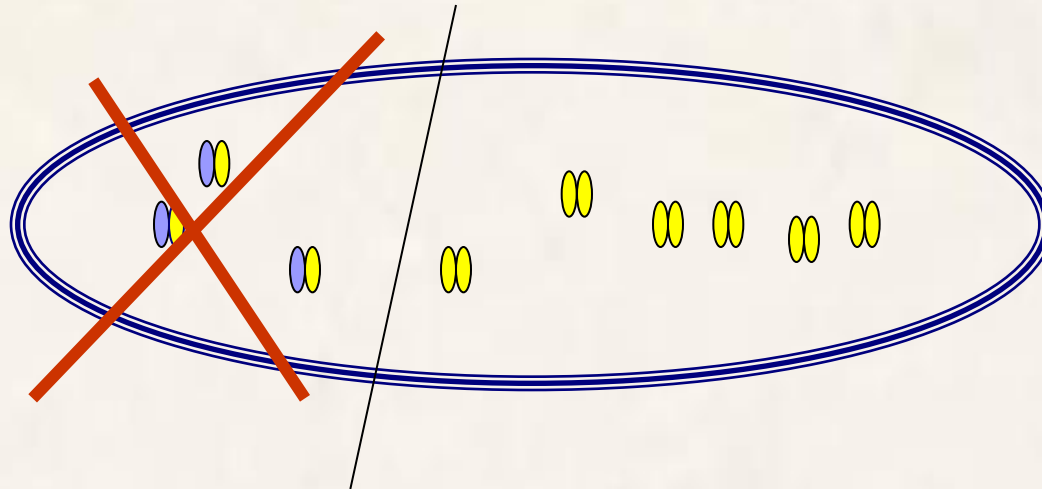
1. Неслучайный подбор партнеров при спаривании у некоторых видов животных

У диких гусей
подбор пар
по схожей
окраске перьев



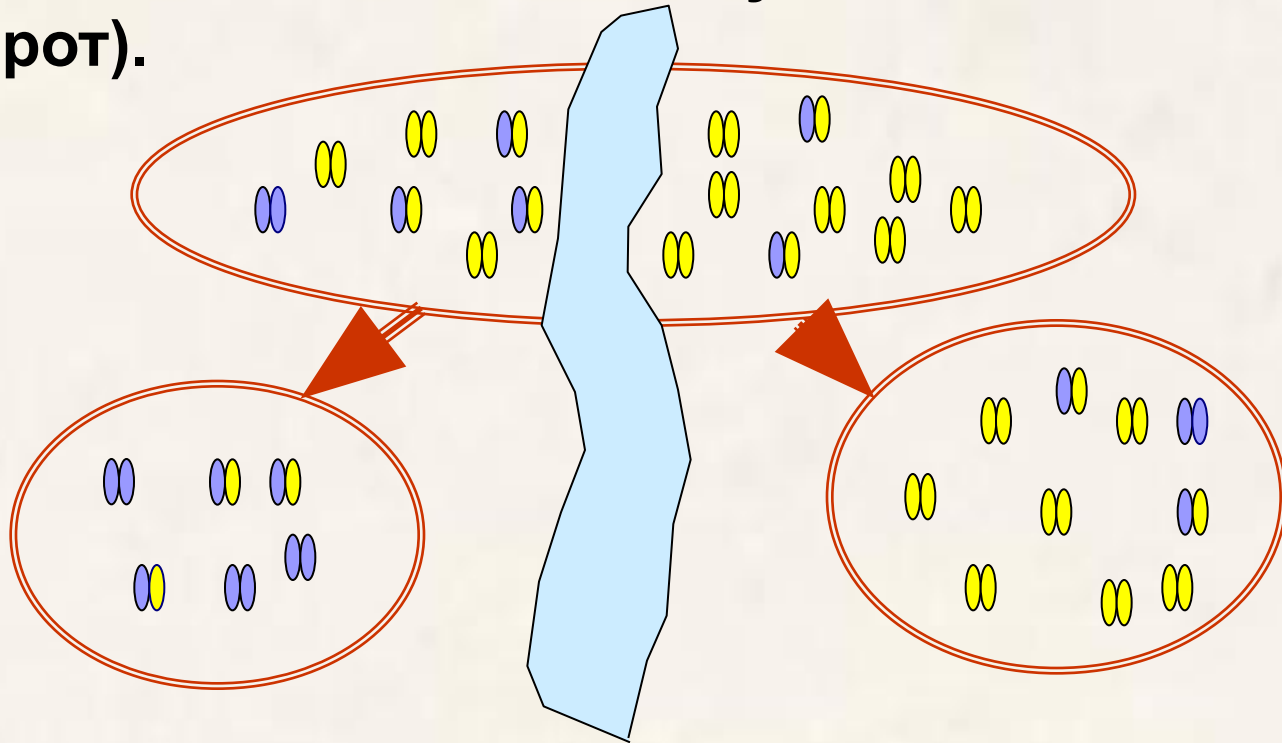
Причины нарушения генетического равновесия

2. Случайная потеря редких генов в связи с гибелью их носителей



Причины нарушения генетического равновесия

3. При распаде популяции на две неравные части непреодолимыми барьерами (При малом количестве особей одной из популяций ее генофонд по составу может отличаться от прежнего. Редкие аллели могут стать обычными и наоборот).



Причины нарушения генетического равновесия

4. После природной катастрофы выжившие особи при восстановлении численности могут привести к изменению генофонда популяции



Решение задач на закон Харди-Вайнберга

1. Альбинизм у ржи наследуется как аутосомный рецессивный признак. На обследовании участка из 84000 растений обнаружено 210 альбинизма. Определите частоту генов альбинизма у ржи.

Дано:

а – альбинизм

А – норма

$$\frac{\text{Альб}}{\text{норма}} = \frac{210}{84000}$$

Частота $q(a)$ - ?

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

$$q^2 = \frac{210}{84000}$$

$$q = \sqrt{\frac{210}{84000}} = \sqrt{\frac{1}{400}} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$\text{или} = 5\% (0,05 \times 100\%)$$

Ответ: Частота встречаемости гена альбинизма (а) - 0,05 или 5%

Решение задач на закон Харди-Вайнберга

2. На одном из островов было отстреляно 10000 лисиц. Из них оказалось 9991 рыжих и 9 белых. Рыжий цвет доминирует над белым. Определите процентное содержание рыжих гомозиготных, рыжих гетерозиготных лисиц и белых лисиц.

Дано:

A – рыжие

a – белые

q^2 , $2pq$, p^2 - ?

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

$$q^2 = \frac{9}{10000} = 0,0009 = 0,09\%$$

$$q = \sqrt{\frac{9}{10000}} = \sqrt{0,0009} = 0,03$$

$$p = 1 - 0,03 = 0,97$$

$$p^2 = 0,97^2 = 0,9409 = 94\%$$

$$2pq = 2 \times 0,97 \times 0,03 = 0,0582 = 5,8\%$$

Ответ: aa – 0,03%; Aa – 5,8%; AA – 94%

Решение задач на закон Харди-Вайнберга

3. Альбинизм наследуется как рецессивный аутосомный признак. Заболевание встречается с частотой 1:20000. Вычислите процентное количество гетерозигот в популяции.

Дано:

а – альбинизм

А – норма

$$\frac{\text{Альб}}{\text{норма}} = \frac{1}{20000}$$

Частота $2pq$ - ?

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

$$q^2 = \frac{1}{20000}$$

$$q = \sqrt{\frac{1}{20000}} = \sqrt{0,00005} = 0,0071$$

$$p = 1 - 0,0071 = 0,9924$$

$$2pq = 2 \times 0,0071 \times 0,9924 = 0,014 = 1,4\%$$

Ответ: кол-во гетерозигот в популяции – 1,4%

Решение задач на закон Харди-Вайнберга

4. Алькаптонурия наследуется как аутосомный рецессивный признак. Заболевание встречается с частотой 1:1000. Вычислите количество гетерозигот в популяции.

Дано:

А – норма

а – алькаптонурия

Альк
норма = $\frac{1}{10000}$

Частота $2pq$ - ?

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

$$q^2 = \frac{1}{10000}$$

$$q = \sqrt{\frac{1}{10000}} = \sqrt{0,0001} = 0,01$$

$$p = 1 - 0,01 = 0,99$$

$$2pq = 2 \times 0,01 \times 0,99 = 0,0198 = 1,9\%$$

Ответ: кол-во гетерозигот в популяции – 1,9%

Решение задач на закон Харди-Вайнберга

5. Врожденный вывих бедра наследуется как доминантный со средней пенетрантностью 25%. Заболевание встречается с частотой 6:10000. Определите число гомозиготных особей по рецессивному гену.

Дано:

A – вывих

a – норма

$$\frac{A}{a} = \frac{6}{10000}$$

Пенетрантность 25%

q^2 - ?

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

$$p^2 + 2pq = \frac{6}{10000}$$

Но т.к. пенетрантность – 25% или $\frac{1}{4}$, то носителей гена будет в 4 раза больше, поэтому

$$p^2 + 2pq = \frac{6 \cdot 4}{10000} = \frac{24}{10000}$$

$$q^2 = 10000 - 24 = 9976$$

Ответ: число гомозигот aa – 9976 особей

Решение задач на закон Харди-Вайнберга

6. Подагра встречается у 2% людей и обусловлена аутосомным доминантным геном. У женщин подагра не проявляется, у мужчин пенетрантность составляет 20%. Определите генотипическую структуру популяции по анализируемому признаку.

Дано:

A – подагра

a – норма

Пенетрантность -2%:

♀ - нет ♂ - 20%

Генетич. структура популяции?

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

2% болеют,

но только ♂, и носителей гена из них в 5 раз больше, т.к. пенетрантность 20%

$$(100\% : 20\% = 5)$$

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

10% ♂ носители гена заболевания,

10% ♂ + 10% ♀, которые носят ген, но не болеют → 20% носители гена подагры

Решение задач на закон Харди-Вайнберга

7. Структура популяции по системе крови MN в % среди:

| | Население СНГ | Европейцев | Папуасов |
|------|---------------|------------|----------|
| MM – | 36 | 30 | 1,1 |
| MN – | 48 | 50 | 15,6 |
| NN – | 16 | 20 | 83 |

Определите частоту генов L^N и L^M в указанных популяциях.