

Vazba vloh a vazbová rovnováha a nerovnováha

Vazba vloh

Rovnováha při vazbě vloh:

- nastane po mnoha generacích
- rovnováha ve smyslu **gametické rovnováhy** – na začátku v populaci převládají rodičovské gamety, četnost nerodičovských (rekombinovaných) bude narůstat až nakonec budou **oba typy gamet vznikat se stejnou četností**

Pozor!!!

Do vazby na pohlaví – alelová četnost = gametická č.

Vazba na pohlaví - alelová četnost \neq gametická č.

Vazba vloh – gamety nesou 2 alely = **alelová četnost \neq gametická č.**

Značení:

$A_1A_2B_1B_2$

lépe

$$\frac{A_1B_1}{A_2B_2}$$

fáze cis

$$\frac{A_1B_2}{A_2B_1}$$

fáze trans

Gamety:

A_1B_1 A_1B_2 A_2B_1 A_2B_2

Vazba vloh

r = četnost rekombinace = součet četností rekombinovaných gamet

např. 0,4 0,1 0,1 0,4 cis

$$r = 0,2$$

!!! Při výpočtu r si uvědomit, zda je fáze cis nebo trans !!!

Četnosti gamet:

$$P_{11} = A_1B_1 = (1-r)/2$$

$$P_{12} = A_1B_2 = r/2$$

$$P_{21} = A_2B_1 = r/2$$

$$P_{22} = A_2B_2 = (1-r)/2$$

Alelové četnosti:

$$A_1 = p_1$$

$$A_2 = p_2$$

$$B_1 = q_1$$

$$B_2 = q_2$$



$$A_1B_1 + A_1B_2$$
$$A_1 = p_1 = P_{11} + P_{12}$$
$$B_1 = q_1 = P_{11} + P_{21}$$

Vazba vloh

!!! Alelové frekvence se nemění, mění se jen gametické frekvence !!!

V další generaci: (fáze cis)

$$P_{11\ t+1} = P_{11\ t} + r \underbrace{(P_{11\ t} P_{22\ t} - P_{12\ t} P_{21\ t})}_{d_t} = P_{11\ t} - rd_t$$

↓

$$\begin{aligned} P_{11\ t+1} &= P_{11\ t} - rd_t \\ P_{12\ t+1} &= P_{12\ t} + rd_t \\ P_{21\ t+1} &= P_{21\ t} + rd_t \\ P_{22\ t+1} &= P_{22\ t} - rd_t \end{aligned}$$

→ četnost rodičovských se zmenšuje

→ četnosti rekombinovaných se zvětšují

Při **vazbové nerovnováze** se mění d

$$d_t \neq 0$$

Při **vazbové rovnováze** $d_t = 0$

!!! Vazbová rovnováha = **rekombinační rovnováha** – vazba je tu pořád, ale při rovnováze vznikají takové kombinace gamet, že $d = 0$ (tu vazbu jakoby nepoznám)

Vazba vloh

$$d_{t+n} = (1-r)^n d_t$$

Udává jak velká je nerovnováha v populaci v dané generaci (jak daleko jsme od rovnováhy)

$$d_t = P_{ij t} - P_{ij e}$$

$$P_{ij e} = p_j q_j$$

gametická frekvence v rovnováze

d_{\max} = teoretické maximum nerovnováhy – používá se k vyčíslení nerovnováhy

- 1) vypočítat $p_1 q_2$ a $p_2 q_1$
- 2) to menší číslo je d_{\max}

PŘÍKLAD 25

Geny, které determinují u člověka krevní skupiny systému MN a Ss jsou lokalizovány na téže chromozomu velmi blízko sebe s četností rekombinace menší než $r = 0,02$ (přesná hodnota není známa). Budeme předpokládat, že hodnota $r = 0,01$. Jaké typy gamet a v jakých četnostech budou tvořit jedinci $M S/N s$? Jaké budou tvořit jedinci $M s/N S$?

MN a Ss na stejném chromozomu

$r = 0,01$

? jaké typy a gamety a v jakých četnostech budou tvořit jedinci

Budou tvořit gamety

MS/Ns

Ms/NS

MS/Ns cis

Ms/NS trans

$MS/Ns - MS = (1-r)/2$

$Ms = r/2$

$NS = r/2$

$Ns = (1-r)/2$

0,495

rekomb. 0,005

0,005

0,495

$Ms/NS - Ms = r/2$

$MN = (1-r)/2$

$NS = (1-r)/2$

$Ns = r/2$

0,005

0,495

0,495

0,005

Jedinci $r = 0,01$

PŘÍKLAD 26

Inbrední kmen myši BALB/c je homozygotní na lokusu pro srst typu agouti a pro bílé zbarvení AA cc. Inbrední kmen C57BL/6 je naopak homozygotní aa CC. Oba dva lokusy jsou v různých vazbových skupinách. Jaké jsou očekávané četnosti gamet jedinců F₁ po křížení těchto dvou kmenů? Jaké jsou očekávané genotypové četnosti v F₂?

Gen A
C

Kmeny myši AA cc
aa CC

? očekávané četnosti gamet v F₁ po křížení těchto 2 kmenů

A také budou očekávané četnosti

v různých vazbových skupinách

→ očekávané četnosti gamet — VOLWA KOTBILOV.
gamete A: 1: 1: 1: 1
F₂ 9: 3: 3: 1

Fenotyp. 9

$$(1:2:1)^2 = 1:2:1:2:4:2:1:2:1$$

PŘÍKLAD 27

Četnosti gamet v určité populaci jsou v generaci t : $P_{11t} = 0,13$ $P_{12t} = 0,17$ $P_{21t} = 0,17$ a $P_{22t} = 0,53$.
Vypočítejte podíly gamet v dalších třech generacích, jestliže a) $r = 1/2$, b) $r = 1/4$.

t : $P_{11t} = 0,13$
 $P_{12t} = 0,17$
 $P_{21t} = 0,17$
 $P_{22t} = 0,53$

} $P_{11t} + P_{12t} + P_{21t} + P_{22t} = 1$ (kontrola) (0,35 → 35%)

! Pool of gamet v dalších 3 generacích

a) $r = 1/2$ (- ? rovnováha, 116 vlna)
 b) $r = 1/4$

a) $P_{11t+1} = P_{11} - r d_t = \underline{0,17}$ (WS)
 $P_{12t+1} = \quad + \quad = \underline{0,19}$
 $P_{21t+1} = \quad + \quad = \underline{0,19}$
 $P_{22t+1} = \quad - \quad = \underline{0,57}$

$d_t = P_{11} P_{22} - P_{12} P_{21} = \underline{0,05}$
 $(0,13 \cdot 0,53) - (0,17 \cdot 0,17) =$
 $0,0689 - 0,0289$

t+2

$$P_{M,t+2} = P_{M,t+1} - r d_{t+1} = \underline{0,1}$$

$$P_{N,t+2} = \quad + \quad = \underline{0,2}$$

$$P_{21,t+2} = \quad + \quad = \underline{0,2}$$

$$P_{22,t+2} = \quad - \quad = \underline{0,1}$$

$$d_{t+1} = P_{M,t+1} \cdot P_{22,t+1} - P_{N,t+1} \cdot P_{21,t+1} = \underline{0,02}$$

$$(0,11 \cdot 0,13) - (0,19 \cdot 0,19)$$

$$0,0143 - 0,0361$$

a) $P_{M,t+1} = P_M - r d_t = \underline{0,17}$ (uo)

$$P_{N,t+1} = \quad + \quad = \underline{0,19}$$

$$P_{21,t+1} = \quad + \quad = \underline{0,19}$$

$$P_{22,t+1} = \quad - \quad = \underline{0,17}$$

$$d_t = P_{11} P_{22} - P_{12} P_{21} = \underline{0,04}$$

$$(0,13 \cdot 0,13) - (0,17 \cdot 0,19) =$$

$$0,0169 - 0,0323$$

t+3

$$d_{t+2} = P_{M,t+2} \cdot P_{22,t+2} - P_{N,t+2} \cdot P_{21,t+2} = \underline{0,07}$$

$$P_{M,t+3} = \underline{0,095}$$

$$\underline{0,205}$$

$$\underline{0,205}$$

$$\underline{0,195}$$

Vazba vloh a vazbová rovnováha a nerovnováha

b) $r = 1/5$
 $d_t = 0,05$

t+1
 $P_{1,t+1} = 0,12$
 $P_{2,t+1} = 0,18$
 $P_{3,t+1} = 0,18$
 $P_{4,t+1} = 0,152$

t+2
 $d_{t+1} = 0,03$
 $(0,12 \cdot 0,12) - (0,18)^2 = 0,0324$

- 0,1225
- 0,1825
- 0,1825
- 0,1525

t+3
 $d_{t+2} = 0,0225$

- 0,1069
 - 0,1931
 - 0,1931
 - 0,5069
- } změna 10



a) $P_{1,t+1} = P_{1,t} - r d_t = 0,17$ (WS)
 $P_{2,t+1} = + = 0,19$
 $P_{3,t+1} = + = 0,19$
 $P_{4,t+1} = - = 0,17$

$d_t = P_{1,t} P_{2,t} - P_{2,t} P_{1,t} = 0,05$
 $(0,13 \cdot 0,13) - (0,17 \cdot 0,17) = 0,0689 - 0,0289$

t+2
 $P_{1,t+2} = P_{1,t+1} - r d_{t+1} = 0,1$
 $P_{2,t+2} = + = 0,2$
 $P_{3,t+2} = + = 0,2$
 $P_{4,t+2} = - = 0,1$

$d_{t+1} = P_{1,t+1} P_{2,t+1} - P_{2,t+1} P_{1,t+1} = 0,02$
 $(0,11 \cdot 0,11) - (0,19 \cdot 0,19) = 0,0121 - 0,0361$

t+3
 $d_{t+2} = P_{1,t+2} P_{2,t+2} - P_{2,t+2} P_{1,t+2} = 0,01$

$P_{1,t+3} = 0,095$
 $0,205$
 $0,205$
 $0,195$

Vazba je silnější = změna je pomalejší

PŘÍKLAD 28

Příklad 26 na str. 74 se týkal křížení inbredních kmenů myši BALB/c ($AA\ cc$) x C57BL/6 ($aa\ CC$). Jaké budou rovnovážné distribuce gamet a genotypů po tomto křížení?

PŘÍKLAD 26

Inbrední kmen myši BALB/c je homozygotní na lokusu pro srst typu agouti a pro bílé zbarvení $AA\ cc$. Inbrední kmen C57BL/6 je naopak homozygotní $aa\ CC$. Oba dva lokusy jsou v různých vazbových skupinách. Jaké jsou očekávané četnosti gamet jedinců F_1 po křížení těchto dvou kmenů? Jaké jsou očekávané genotypové četnosti v F_2 ?

D50

$AA\ cc \times aa\ CC$

v 2 různých vazb. skupinách

? rovnovážné distribuce gamet a genotypů po
zkřížení

- NOVÁ VARIANTA ⇒ vs. sb. STROJEN FUKU. 1/5 (25%)

→ $\frac{AA_{cc} \times aa_{CC}}$

$Aa Cc$

↓
GAMETAS

AC, Ac, aC, ac →

FUKU. GEMOTAS

DOL VARIAS

$(1:2:1)^2 = 1:2:1:2:4:2:1:2:1$

(Rovnováha v F_1)