



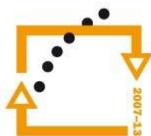
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

# „Propojení výuky oborů Molekulární a buněčné biologie a Ochrany a tvorby životního prostředí“

Reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0032



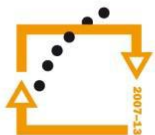
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

# Vazba genů

# „background“

- Alely odpovídajících si (stejných) genů leží na stejných (homologních) chromozomech.
- Chromozómy se chovají při dělení buňky jako samostatné jednotky.

X

- Genů je více než chromozómů

# Hrachor - tvar pylu/zbarvení květů (Bateson, Sanders, Punnet)

P: PP LL x pp ll

F1: PpLl

F2 (FT): 14 PL : 1 Pl : 1 pL : 4 pl

Stav „coupling“

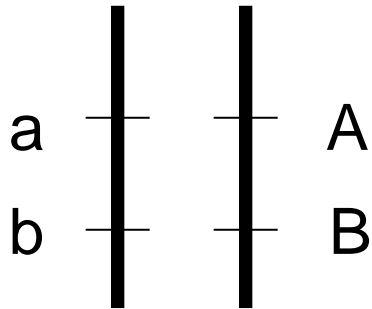
# Vysvětlení - T. H. Morgan

Znaky octomilky se předávají společně ve čtyřech skupinách

$$\text{tj. } 2n=8$$

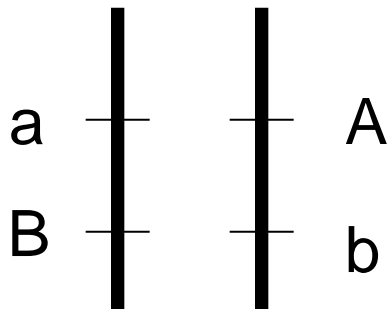
Proto musí být **geny lokalizované pohromadě** na čtyřech různých chromozómech!

# Vztah mezi geny na chromozómu - FÁZE



## CIS (coupling) - $ab/AB$

nese-li jeden rodič (chromozóm) alely dominantní a druhý recesivní, tj. na jednom chromozómu leží geny stejné formy

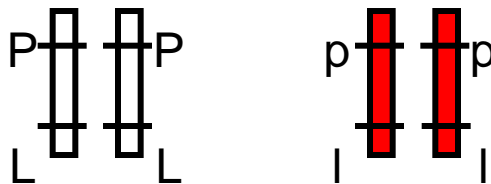


## TRANS (repulsion) - $aB/Ab$

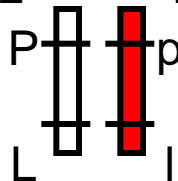
Rodič (chromozóm) nese dominantní i recesivní alely, tj. na jednom chromozómu leží geny různé formy

## Fáze CIS

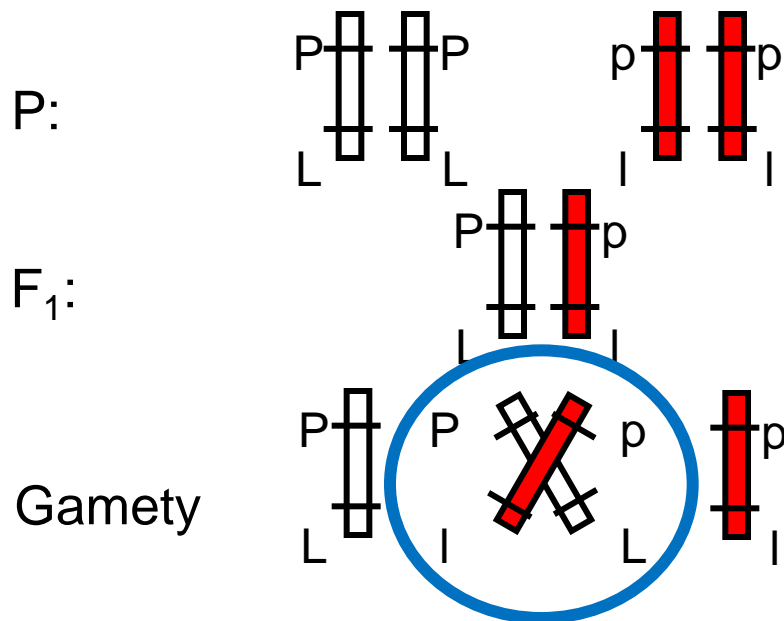
P:



F<sub>1</sub>:



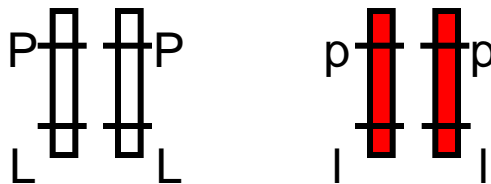
## Fáze CIS



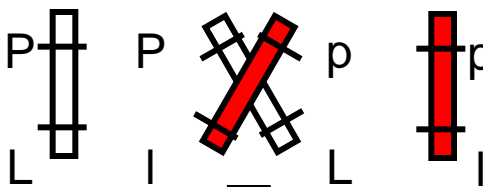
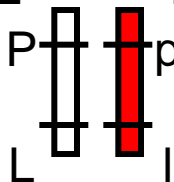


# Fáze CIS

P:

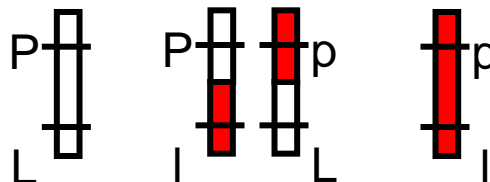


F<sub>1</sub>:



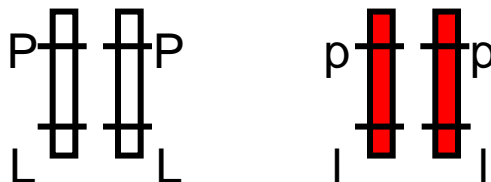
Crossing  
over

Gamety

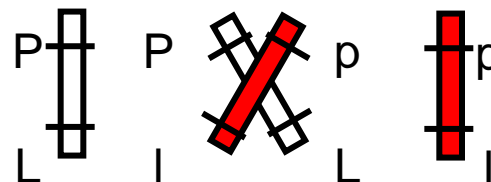
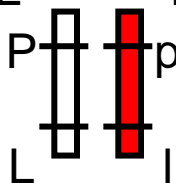


# Fáze CIS

P:

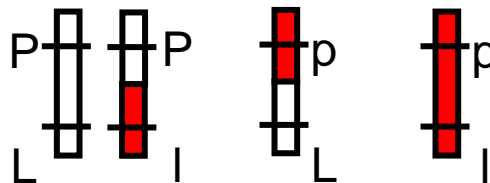


F<sub>1</sub>:

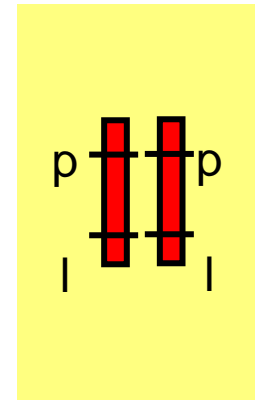
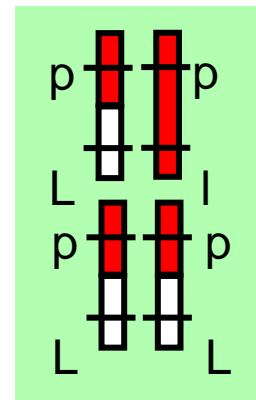
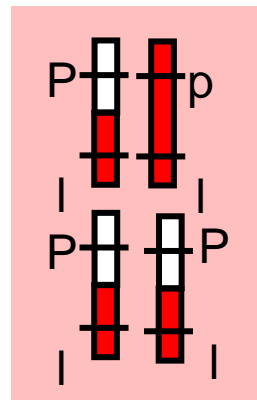
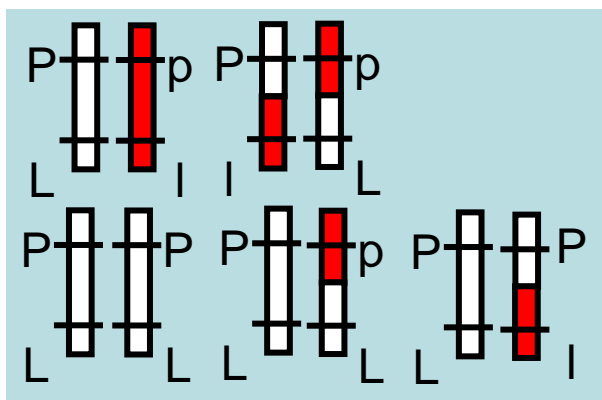


Crossing  
over

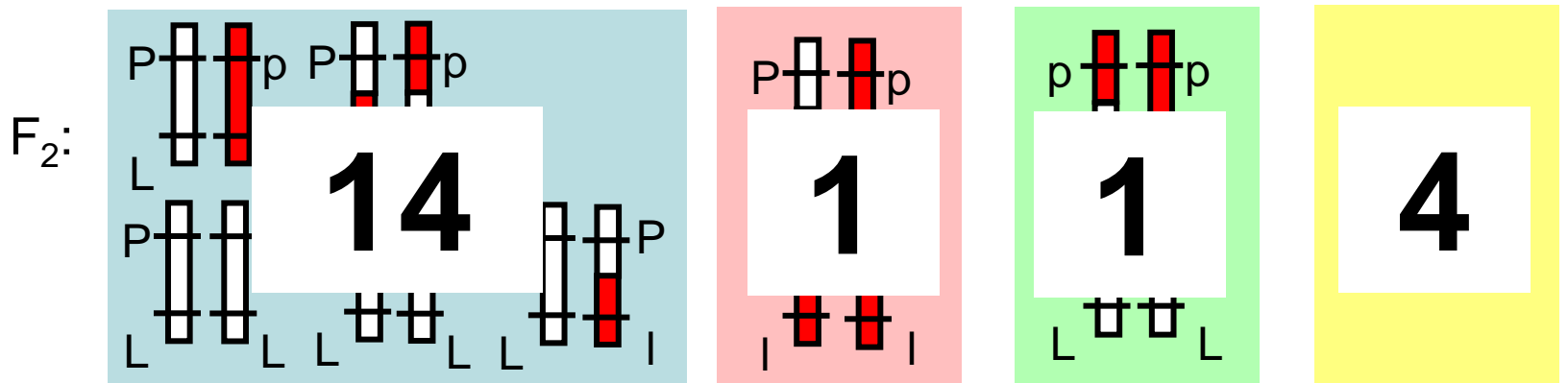
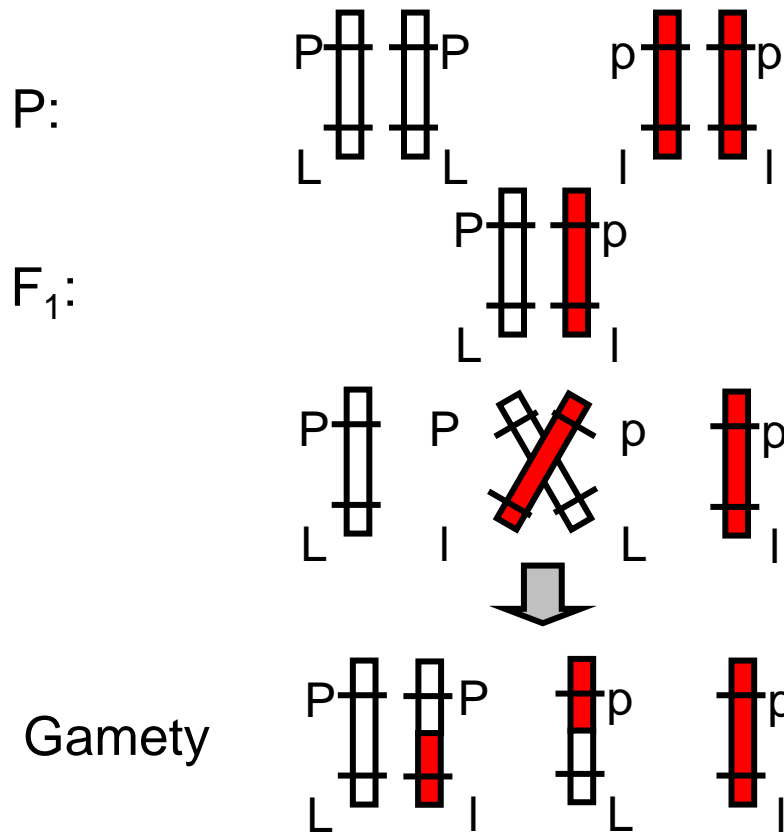
Gamety



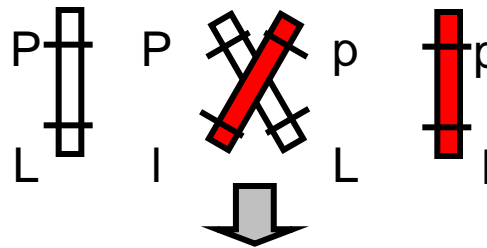
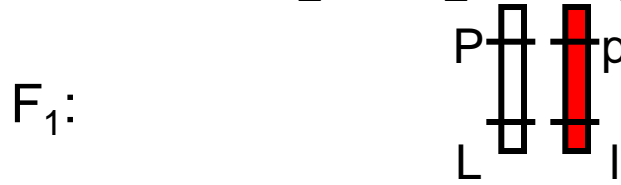
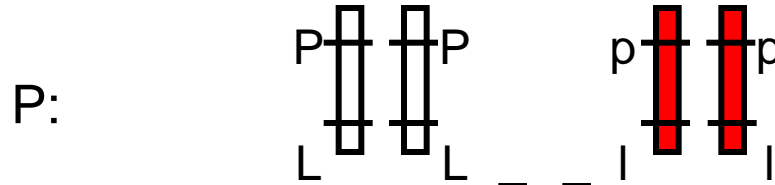
F<sub>2</sub>:



## Fáze CIS

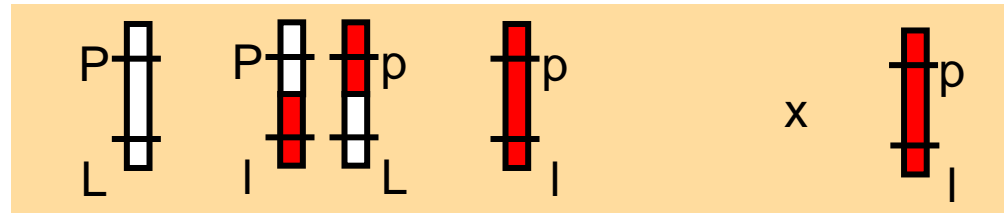


# Fáze CIS

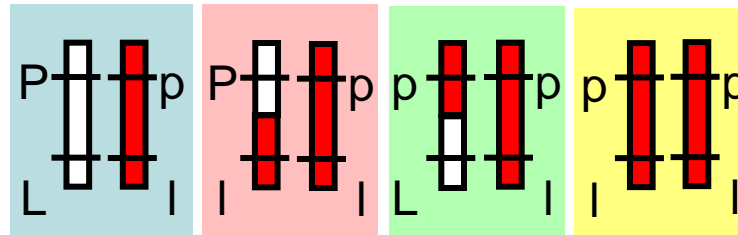


Crossing  
over

**Testovací křížení:**

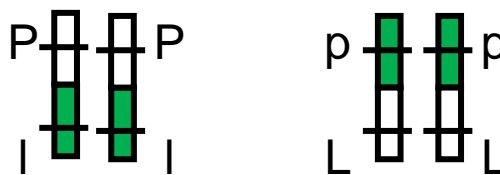


B<sub>1</sub>:

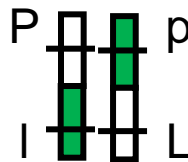


## Fáze TRANS

P:

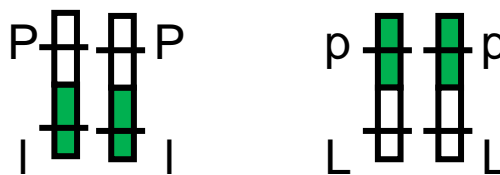


F<sub>1</sub>:

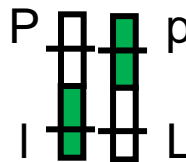


## Fáze TRANS

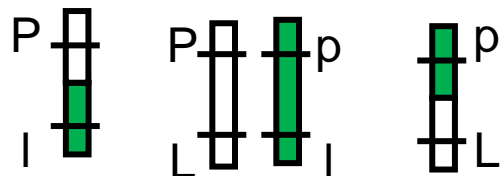
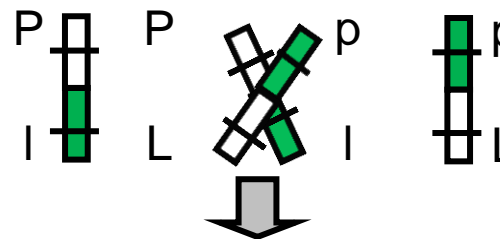
P:



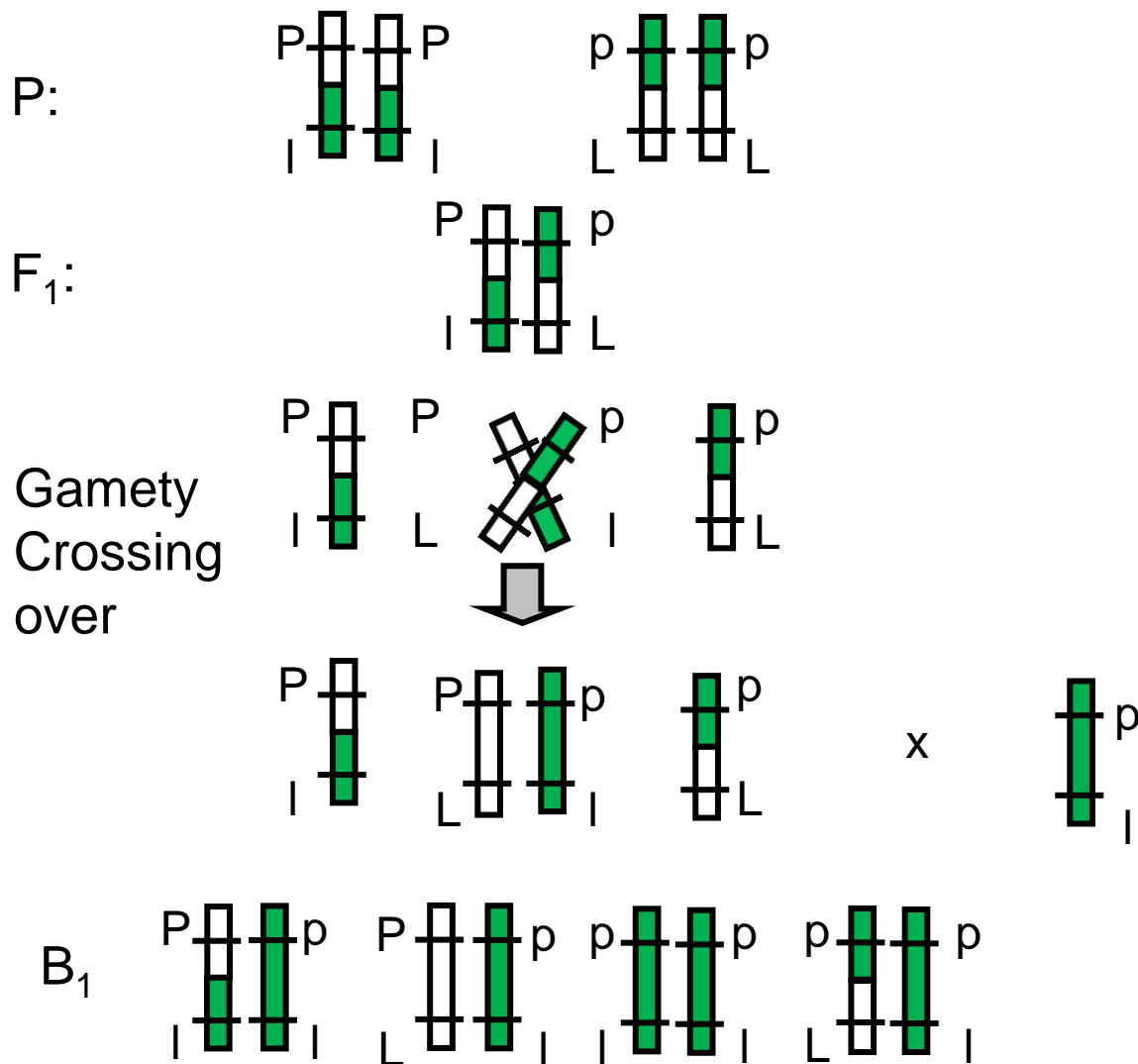
F<sub>1</sub>:



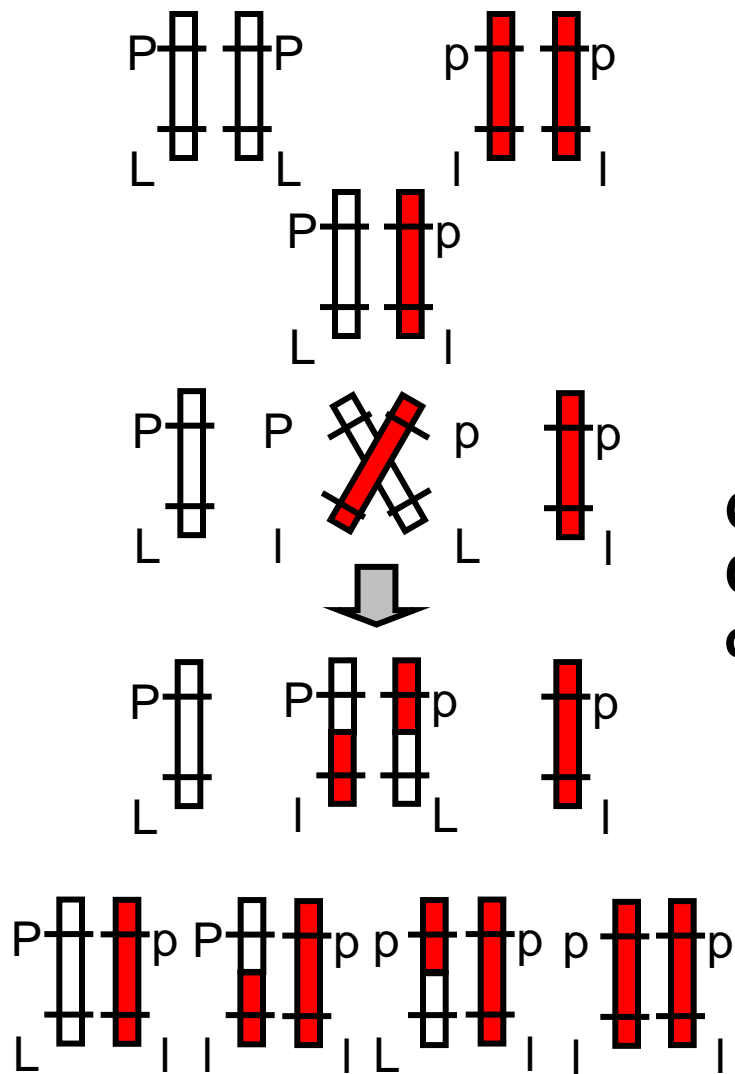
Gamety  
Crossing  
over



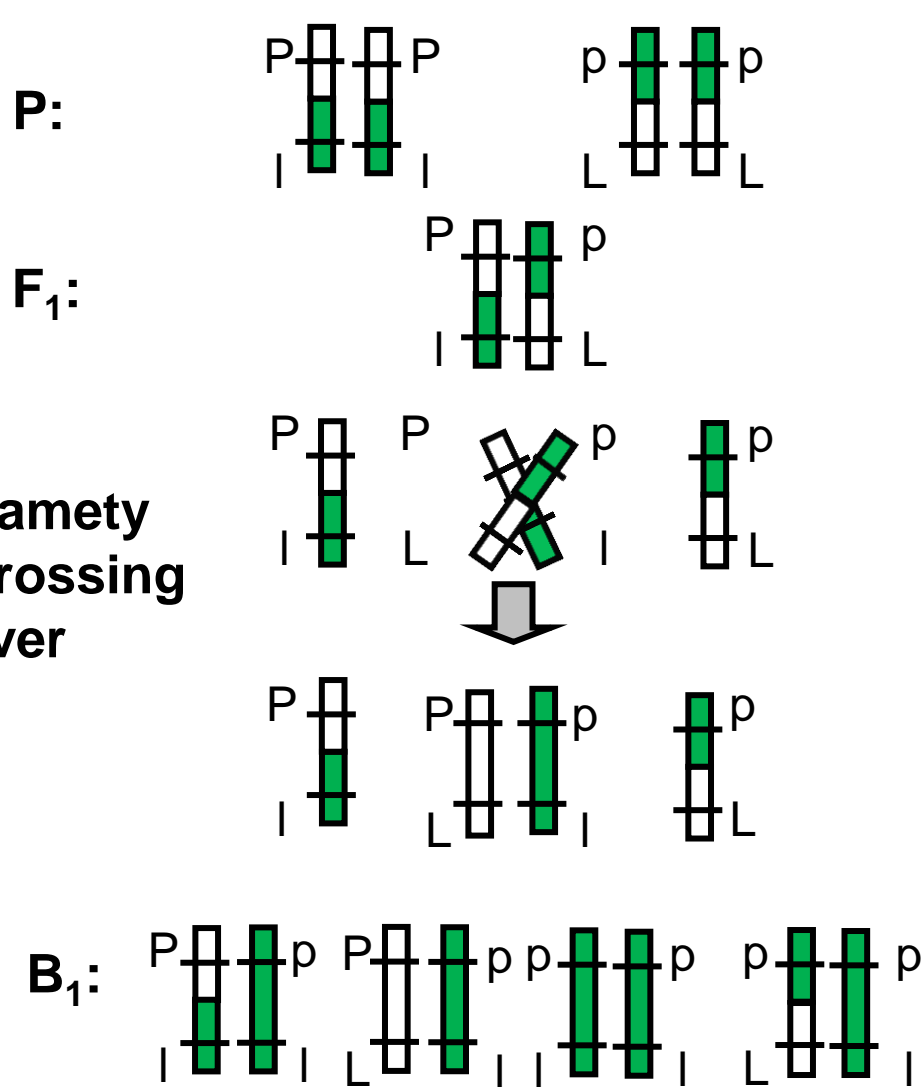
# Fáze TRANS



## Fáze CIS



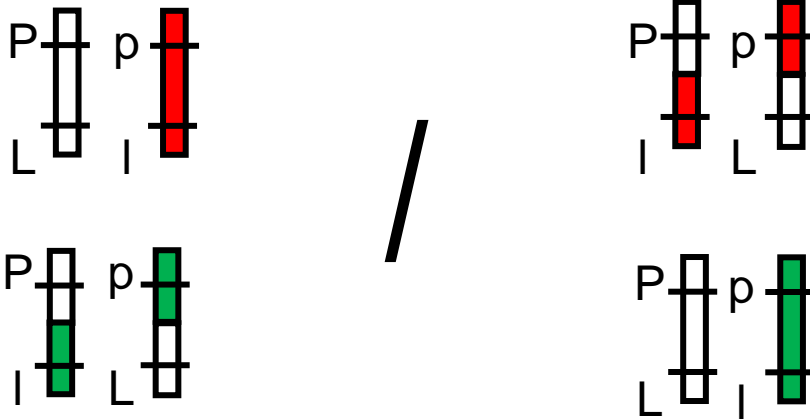
## Fáze TRANS





# Chromozómy (Fenotypy)

- Rodičovské / Nerodičovské
- Nerekombinované / Rekombinované



# Vazba genů

- Geny ležící na stejném chromozómu se předávají mezi generacemi společně.  
Protože jsou fyzicky lokalizovány dohromady na témže chromozómu, nejsou volně kombinovatelné.
- Jediný způsob, jakým může dojít ke vzniku nové kombinace těchto genů, je proces crossing-over (neboli rekombinace).

# Vazba genů - terminologie 😊

Geny ležící na témže chromozomu se označují jako **VÁZANÉ**

## VAZBA GENŮ

= faktický proces lokalizace genů na témže chromozómu

= fyzická lokalizace genů na témže chromozómu

## VAZBOVÁ SKUPINA

= všechny geny umístěné na témže chromozómu

## SÍLA VAZBY

= vzájemný vztah genů téže skupiny

# ZÁKONITOSTI VAZBY GENŮ = Morganovy zákony

1. Geny jsou umístěny na chromozómech v lineárním pořadí (za sebou).
2. Geny lokalizované na jednom chromozómu tvoří vazbovou skupinu.  
*Počet vazbových skupin genů každého druhu organismů se rovná jeho chromozomovému číslu, tj. počtu párů homologních chromozómů v diploidním jádře; navýšenému o nepárový heterochromozóm, pokud existuje.*
3. Síla vazby je nepřímo-úměrná vzdálenosti genů. Vzdálenost mezi dvěma geny odpovídá průměrnému počtu výměn mezi nimi.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

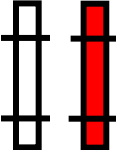
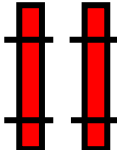


OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDELÁVÁNÍ

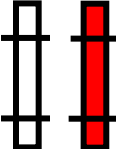
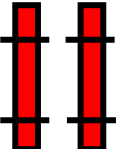
# Hodnocení vazby - Testovací křížení

# Hodnocení vazby - Testovací křížení

B1: PL / pl  x  pl / pl



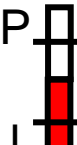


B1: AaBb x aabb

# Hodnocení vazby - Testovací křížení

B1: PL / pl  x  pl / pl

B1: AaBb x aabb

	ab
AB	1
Ab	1
aB	1
ab	1

		pl 
PL 		MAX
Pl 		min
pl 		min
pl 		MAX

# Hodnocení vazby = Síla vazby

- Hodnocení na základě frekvence rekombinace
- Stanovení poměru rodičovských a nerodičovských FT



# Hodnocení vazby = Síla vazby

- Hodnocení na základě frekvence rekombinace
- Stanovení poměru rodičovských a nerodičovských FT

$B_1$	AB	Ab	aB	ab
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb
Frekvence FT:	f1	f2	f3	f4

# Síla vazby - „čísla“

## Batesonovo číslo

$$c = \frac{\Sigma \text{nerekombinovaní}}{\Sigma \text{rekombinovaní}}$$

$$c = <1; \infty)$$

$$\text{Cis: } c = (f1+f4)/(f2+f3)$$

$$\text{Trans: } c = (f2+f3)/(f1+f4)$$

B <sub>1</sub>	AB	Ab	aB	ab
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb
Frekvence FT:	f1	f2	f3	f4

# Síla vazby - „čísla“

## Morganovo číslo - [ centiMorgan ]

---

$$p = [\Sigma \text{ rekombinovaní} / \Sigma \text{ všichni}] * 100$$

$$p = [cM]$$

$$(0; 50>$$

---

$$\text{Cis: } p = [(f2+f3)/(f1+f2+f3+a4)] * 100 [cM]$$

---

$$\text{Trans: } p = [(f1+f4)/(f1+f2+f3+f4)] * 100 [cM]$$

---

- užitím výslednou hodnotu a cM jako jednotku, pak můžeme stanovit vzájemnou polohu genů a určit jejich relativní vzdálenost.

# Hodnocení vazby

$B_1$	AaBb x aabb			
	4032 AB	149 Ab	152 aB	4035 ab

**c** (nerekombinovaní / rekombinovaní)

**p** (rekombinovaní / všichni \* 100)

# Hodnocení vazby

$B_1$	AaBb x aabb			
	4032 AB	149 Ab	152 aB	4035 ab

**c** (nerekombinovaní / rekombinovaní)

$$= (4032+4035)/(149+152)= 26,8$$

**p** (rekombinovaní / všichni \* 100)

$$= (149+152)/(4032+ 149+152+4035) * 100$$

$$= 3,5 \text{ cM}$$

# Hodnocení vazby

$B_1$	$AaBb \times aabb$			
	56 AB	5780 Ab	5720 aB	58 ab

# Hodnocení vazby

$B_1$	AaBb x aabb			
	56 AB	5780 Ab	5720 aB	58 ab

$$c \text{ (nerekombinovaní / rekombinovaní)}$$

$$= (5780+5720)/(56+58) = 100$$

$$p \text{ (rekombinovaní / všichni * 100)}$$

$$= (56+58)/(56 + 5780+5720+58) * 100$$

$$= 0,98 \text{ cM}$$

# Konstrukce map - Tříbodový test

$$B_1: \frac{ABC}{abc} \quad \times \quad \frac{abc}{abc}$$

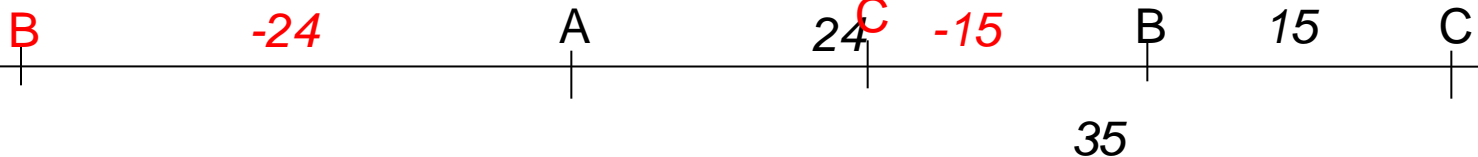
FT:

ABC	ABc	AbC	aBC	Abc	abC	aBc	abc
33	8	1	10	12	5	1	30

$$P(AB) = (Ab + aB) / \text{všichni} * 100 \Rightarrow (1+10+12+1)/100 * 100 = 24 \text{ cM}$$

$$P(BC) = (Bc + bC) / \text{všichni} * 100 \Rightarrow (8+1+5+1)/100 * 100 = 15 \text{ cM}$$

$$P(AC) = (Ac + aC) / \text{všichni} * 100 \Rightarrow (8+10+12+5)/100 * 100 = 35 \text{ cM}$$





# Konstrukce map - Tříbodový test

$$B_1: \frac{ABC}{abc} \quad \times \quad \frac{abc}{abc}$$

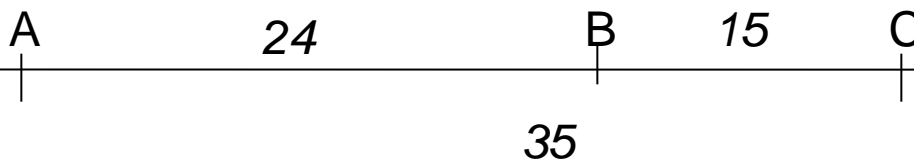
FT:

ABC	ABc	AbC	aBC	Abc	abC	aBc	abc
33	8	1	10	12	5	1	30

$$P(AB) = (Ab + aB) / \text{všichni} * 100 \Rightarrow (1+10+12+1)/100 * 100 = 24 \text{ cM}$$

$$P(BC) = (Bc + bC) / \text{všichni} * 100 \Rightarrow (8+1+5+1)/100 * 100 = 15 \text{ cM}$$

$$P(AC) = (Ac + aC) / \text{všichni} * 100 \Rightarrow (8+10+12+5)/100 * 100 = 35 \text{ cM}$$



# Konstrukce map - Tříbodový test

$$B_1: \frac{ABC}{abc} \quad \times \quad \frac{abc}{abc}$$

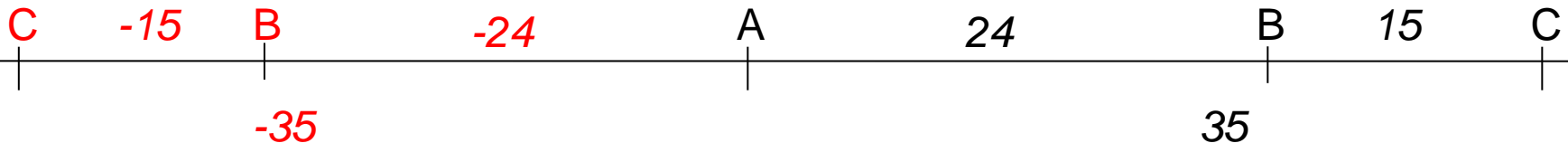
FT:

ABC	ABc	AbC	aBC	Abc	abC	aBc	abc
33	8	1	10	12	5	1	30

$$P(AB) = (Ab + aB) / \text{všichni} * 100 \Rightarrow (1+10+12+1)/100 * 100 = 24 \text{ cM}$$

$$P(BC) = (Bc + bC) / \text{všichni} * 100 \Rightarrow (8+1+5+1)/100 * 100 = 15 \text{ cM}$$

$$P(AC) = (Ac + aC) / \text{všichni} * 100 \Rightarrow (8+10+12+5)/100 * 100 = 35 \text{ cM}$$



# Cytogenetické mapy

- **Cytologická (chromozómová) mapa**
  - vyjadřuje skutečný vztah genů na chromozómu, jejich mikroskopicky zjistitelnou polohu a vzdálenost
- **Vazbová (genetická) mapa**
  - vyjadřuje vzájemnou polohu a relativní vzdálenost jednotlivých genů (genových lokusů), vyjádřenou frekvencí rekombinací, v cM
- **Fyzická mapa**
  - vyjadřuje skutečnou vzdálenost a polohu genů na chromozómu vyjádřenou v nukleotidech

# Cytogenetické mapy

