

HYBRIDIZACE



ZDEŇKA VESELÁ, VESELA.ZDENKA@VUZV.CZ

DVĚ METODY DOCÍLENÍ ŠLECHTITELSKÉHO POKROKU



1. Využití genetické proměnlivosti mezi jedinci uvnitř populace
 - Selektce
 - Záměrné připařování vybraných jedinců
 - Využíváme aditivních účinků genů
 - Kontinuální proces
 - Genetický zisk se kumuluje
2. Využití genetické proměnlivosti mezi populacemi
 - Hybridizace
 - Využívá efektů populačních, heterozních, nelineárních a pozičních
 - Diskontinuální proces
 - Genetický zisk je okamžitý a dočasný (nikoliv kumulativní)
 - Umožňuje rychlé a flexibilní přizpůsobení na změněné podmínky produkce a trhu

HYBRIDIZACE



- Využívá efekty:
 1. Genetické
 - ✦ Populační
 - ✦ Heterozní
 2. Negenetické (komplementarita)
 - ✦ Nelineární
 - ✦ Poziční

POPULAČNÍ EFEKT



$$g_k = a_k + d_k + aa_k + ad_k + dd_k$$

- g_k – přímý (individuální) populační efekt
- a_k – aditivní efekt
- d_k – efekt dominance
- aa_k – interakce aditivita $\times$ aditivita
- ad_k – interakce aditivita $\times$ dominance
- dd_k – interakce dominance $\times$ dominance

- Jednotlivé efekty není možné rozlišit a izolovat
- Přímý populační efekt je komplexní efekt

MATERNÁLNÍ POPULAČNÍ EFEKT



- g^M
- Neexistuje rovnost v užitečnosti mezi reciprokými kříženci $AB \neq BA$
 - AB – matky náleží k populaci B
 - BA – matky náleží k populaci A
- Vliv výživy
- Napodobovací pud

PRAMATERNÁLNÍ POPULAČNÍ EFEKT



- g^{MM}
- Neexistuje rovnost v užitečnosti mezi kříženci
 $C(AB) \neq C(BA)$
 - $C(AB)$ – matka matky z populace B
 - $C(BA)$ – matka matky z populace A

Cytoplasmatická (mitochondriální) dědičnost



- V praxi sloučeno s efekty maternálními
- Teoreticky lze oddělit u jedinců z embryotransferu, kdy se embrya z reciprokých křížení implantují do „neutrálních“ příjemkyň

HETEROZNÍ EFEKT



$$H_{F_1} = \mu_{F_1} - \mu_{\bar{P}}$$

- Diference mezi průměrem užitečnosti kříženců F_1 a průměrem užitečnosti obou rodičovských populací
- Heteroze je obecně opakem inbrední deprese
- Závisí na efektu dominance
- Nejvyššího heterozního efektu docílujeme tehdy, jestli je alela A fixována v jedné populaci a alela a v populaci druhé
- Rozsah heteroze je pro každý typ křížení specifický

HETEROZNÍ EFEKT



- Předpoklad, že existuje lineární závislost mezi heterozygotností a heterozním efektem
- Při křížení dvou outbredních populací A a B se realizuje u kříženců AB (F1) 100% heterozní efekt
- Podíl hybridních genových kombinací
 - Vycházíme z rodičovských gamet

HETEROZNÍ EFEKT



- F1 generace kříženců populace A a B

		B	B
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ AB	$\frac{1}{4}$ AB
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ AB	$\frac{1}{4}$ AB



$$\frac{1}{4}AB + \frac{1}{4}AB + \frac{1}{4}AB + \frac{1}{4}AB = 1$$

100% heterozní efekt

HETEROZNÍ EFEKT



- B1 generace kříženců (zpětné křížení) populace A a AB

		A	B
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ AA	$\frac{1}{4}$ AB
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ AA	$\frac{1}{4}$ AB



$$\frac{1}{4}AB + \frac{1}{4}AB = \frac{1}{2}$$

50% heterozní efekt

HETEROZNÍ EFEKT



- F2 generace kříženců populace AB a AB

		A	B
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ AA	$\frac{1}{4}$ AB
B	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ AB	$\frac{1}{4}$ BB



$$\frac{1}{4}AB + \frac{1}{4}AB = \frac{1}{2}$$

50% heterozní efekt

HETEROZNÍ EFEKT



- Trojpopulační kříženec C (AB) populace C a AB

		A	B
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
C	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ CA	$\frac{1}{4}$ CB
C	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ CA	$\frac{1}{4}$ CB



$$\frac{1}{4}CA + \frac{1}{4}CA + \frac{1}{4}CB + \frac{1}{4}CB = 1$$

100% heterozní efekt

HETEROZNÍ EFEKT



- Čtyřpopulační kříženec (CD) (AB) populace CD a AB

		A	B
		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
C	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ CA	$\frac{1}{4}$ CB
D	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ DA	$\frac{1}{4}$ DB



$$\frac{1}{4}CA + \frac{1}{4}DA + \frac{1}{4}CB + \frac{1}{4}DB = 1$$

100% heterozní efekt

MATERNÁLNÍ HETEROZNÍ EFEKT



- h^M
- Neexistuje rovnost v užítkovosti mezi kříženci
 $C(AB) \neq (BC)A$
 - Potomstvo má stejné genetické založení, liší se však užítkovostí
 - $C(AB)$ – matky kříženky AB (maternální heterozní efekt)
 - $(BC)A$ – matky čistokrevné z populace A

PATERNÁLNÍ POPULAČNÍ A HETEROZNÍ EFEKT

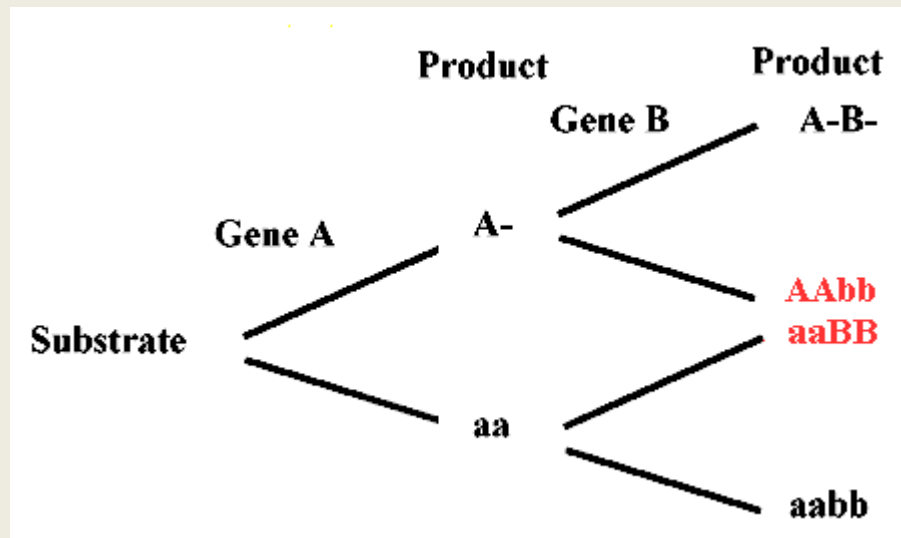


- Mají na manifestaci vlastností podstatně menší vliv než efekty přímé a maternální
- Zpravidla tyto efekty zanedbáváme

REKOMBINAČNÍ ZTRÁTA



- r_{AB}
- Zpravidla negativní efekt
- Kombinace genů, které se nevyskytují u čistokrevných rodičovských populací
 - $AABB \times aabb \rightarrow$ u F_2 křížence se vyskytnou jedinci $A-bb$ a $aaB-$



POPULAČNÍ MODELY



- U populací jsme schopni odhadovat nejen aditivní část dědičnosti (aditivní efekt), ale také celou genotypovou hodnotu

$$P = G = \mu + g_i$$

POPULAČNÍ MODELY



- U populací jsme schopni odhadovat nejen aditivní část dědičnosti (aditivní efekt), ale také celou genotypovou hodnotu

Obecný průměr



$$P = G = \mu + g_i$$



Populační efekt



Součet náhodných prostředových efektů pro celou populaci = 0

POPULAČNÍ MODELY - PŘÍKLAD



	g^I	h^I	r^I	g^M	h^M
A	A				
AB	$\frac{A+B}{2}$	AB		B	
BA	$\frac{A+B}{2}$	AB		A	
C(AB)	$\frac{2C+A+B}{4}$	$\frac{CA+CB}{2}$	$\frac{ab}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	AB
C(BA)	$\frac{2C+A+B}{4}$	$\frac{CA+CB}{2}$	$\frac{ab}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	AB
A(AB)	$\frac{3A+B}{4}$	$\frac{AB}{2}$	$\frac{ab}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	AB
(AB)(AB)	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{AB}{2}$	ab	$\frac{A+B}{2}$	AB

POPULAČNÍ MODELÝ



- **PŘÍKLAD**

- Odhadněte aditivní a neaditivní efekty u následujících populací:

Populace	Užitkovost
A	118
B	98
AB	123
(AB)(AB)	111

- ✦ Jaké efekty budeme odhadovat?

$$P = G = \mu + g^i + h^i + r^i$$

- Průměr
- Přímý populační efekt populace A a B
- Přímý heterozní efekt AB
- Rekombinační ztráta AB

POPULAČNÍ MODELY



- **PŘÍKLAD**

- Odhadněte aditivní a neaditivní efekty u následujících populací:

Populace	Efekty				
	μ	g_A^I	g_B^I	h_{AB}^I	r_{AB}^I
A	1	1	0	0	0
B	1	0	1	0	0
AB	1	0,5	0,5	1	0
(AB)(AB)	1	0,5	0,5	0,5	0,5



$$X = \begin{Bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5 & 0.5 & 1 & 0 \\ 1 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 \end{Bmatrix};$$

POPULAČNÍ MODELY



- PŘÍKLAD

	b
μ	72
g_A^I	46
g_B^I	26
h_{AB}^I	15
r_{AB}^I	-9

```
proc IML;
```

```
y = {118, 98, 123, 111};
```

```
x = { 1  1    0    0    0 ,  
      1  0    1    0    0 ,  
      1 0.5  0.5  1    0 ,  
      1 0.5  0.5  0.5  0.5};
```

```
xx=x`*x;
```

```
xy=x`*y;
```

```
c=ginv(xx);
```

```
b=c*xy;
```

```
print b;
```

```
quit;
```

POPULAČNÍ MODELY



- **PŘÍKLAD**

- Odhadněte aditivní a neaditivní efekty u následujících populací:

Populace	Užitkovost
A	2550
B	2800
C	2950
AB	2800
AC	3050
BC	3100
BA	2750
C(AB)	2885
A(BC)	2855
B(AC)	2908

POPULAČNÍ MODEL Y



- **PŘÍKLAD**

- Odhadněte aditivní a neaditivní efekty u následujících populací
 - ✦ Jaké efekty budeme odhadovat?
 - Průměr
 - Přímý populační efekt A, B, C
 - Přímý heterozní efekt AB, AC, BC
 - Rekombinační ztráta AB, AC, BC
 - Maternální populační efekt A, B, C
 - Maternální heterozní efekt AB, AC, BC

POPULAČNÍ MODELY



• PŘÍKLAD

```
proc IML;
```

```
y = {2550, 2800, 2950, 2800, 3050, 3100, 2750, 2885, 2855, 2908};
```

```
x = { 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0,
      1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0,
      1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0,
      1 0.5 0.5 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0,
      1 0.5 0 0.5 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0,
      1 0 0.5 0.5 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0,
      1 0.5 0.5 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0,
      1 0.25 0.25 0.5 0 0.5 0.5 0.25 0 0 0.5 0.5 0 1 0,
      1 0.5 0.25 0.25 0.5 0.5 0 0 0 0.25 0 0.5 0.5 0 0 1,
      1 0.25 0.5 0.25 0.5 0 0.5 0 0.25 0 0.5 0 0.5 0 1 0};
```

```
xx=x`*x;
```

```
xy=x`*y;
```

```
c=ginv(xx);
```

```
b=c*xy;
```

```
print b;
```

```
quit;
```

POPULAČNÍ MODELY



- PŘÍKLAD

	b
μ	2075
g_A^I	475
g_B^I	725
g_C^I	875
h_{AB}^I	75.983936
h_{AC}^I	115.68273
h_{BC}^I	40.682731
r_{AB}^I	-6.987952
r_{AC}^I	-4
r_{BC}^I	-16.47059
g_A^M	-0.983936
g_B^M	49.016064
g_C^M	184.31727
h_{AB}^M	-27.95181
h_{AC}^M	-16
h_{BC}^M	-65.88235

NEGENETICKÉ EFEKTY - KOMPLEMENTARITA



- Převaha hybridní populace nad jinou hybridní (nebo čistou) populací
 - Vyplývá z kombinování dvou a více vlastností a jejich vzájemného doplňování
1. Nelineární efekt (multiplikativní efekt)
 2. Poziční efekt

Subvlastnost, vlastnost, komplexní vlastnost



- Užitkové vlastnosti jsou složeny ze subvlastností
 - Hmotnost jatečně upraveného trupu
 - ✦ Živá hmotnost + výtěžnost
 - Počet narozených mlád'at
 - ✦ Počet ovulovaných vajíček + procento oplození + procento přežití embryí
 - Počet odstavených mlád'at
 - ✦ Počet narozených mlád'at + procento přežití mlád'at
 - Produkce mléčných bílkovin za rok
 - ✦ Produkce mléka + obsah bílkovin v mléce

Subvlastnost, vlastnost, komplexní vlastnost



- Užitékové vlastnosti jsou složeny ze subvlastností
 - Zvířata mohou mít stejnou užitekovost
 - ✦ Převaha jedné subvlastnosti může kompenzovat nedostatek jiné
 - Subvlastnosti jsou kombinované multiplikativně (nelineárně)
 - Subvlastnost $\rightarrow$ vlastnost - fixovaná relace
 - ✦ Vlastnost je definovatelná a měřitelná

Subvlastnost, vlastnost, komplexní vlastnost



- Více užitkových vlastností tvoří komplexní vlastnosti
 - Jatečná hodnota, kvalita masa, adaptabilita k nepříznivým podmínkám, odolnost vůči nemocem, ...
 - Vlastnost -> komplexní vlastnost – není fixovaná relace
 - ✦ Komplexní vlastnost není obecně definovatelná a měřitelná
 - Komplexní vlastnosti jsou vyjadřovány v ekonomických jednotkách... např. tržby, náklady a zisk v Kč

NELINEÁRNÍ (MULTIPLIKATIVNÍ) EFEKT



- Subvlasti -> vlastnost
- Rozdíl mezi střední hodnotou jedné vlastnosti potomků a střední hodnoty téže vlastnosti rodičů
 - Vlastnost jak potomků, tak rodičů je multiplikativně složena ze subvlastností

NELINEÁRNÍ (MULTIPLIKATIVNÍ) EFEKT



- **PŘÍKLAD**
- Máme 2 plemena masného skotu.
 - Plemeno A s
 - ✦ porážkovou hmotností 500 kg
 - ✦ výtěžností 60%
 - ✦ hmotností jatečného trupu 300 kg
 - Plemeno B s
 - ✦ porážkovou hmotností 600 kg
 - ✦ výtěžností 56 %
 - ✦ hmotností jatečného trupu 336 kg
- Jaký je nelineární efekt u křížence F1?

NELINEÁRNÍ (MULTIPLIKATIVNÍ) EFEKT



Plemeno	Porážková hmotnost (kg)	Výtěžnost (%)	Hmotnost JUT (kg)
A	500	60	300
B	600	56	336
$(A + B)/2$	$(500 + 600)/2 = 550$	$(56 + 60)/2 = 58$	$(300 + 336)/2 = 318$
F_1	550	58	
E_N			

Nebyl zaznamenán heterozní efekt
v jednotlivých subvlastnostech

Průměr hmotnosti JUT
rodičovských populací

NELINEÁRNÍ (MULTIPLIKATIVNÍ) EFEKT



Plemeno	Porážková hmotnost (kg)	Výtěžnost (%)	Hmotnost JUT (kg)
A	500	60	300
B	600	56	336
$(A + B)/2$	$(500 + 600)/2 = 550$	$(56 + 60)/2 = 58$	$(300 + 336)/2 = 318$
F_1	550	58	$550 * 0,58 = 319$
E_N			$319 - 318 = +1$

POZIČNÍ EFEKT



- Vlastnosti-> komplexní vlastnosti
- Nestejný příspěvek populace mateřské (B) s maternální vlastností a populace otcovské (A) s paternální vlastností (P)
- Systémy křížení, které vychází se specializace otcovských a mateřských populací
- Eliminuje dopad negativních genetických korelací mezi užitkovými vlastnostmi (např. reprodukční vlastnosti × masná užitkovost)

POZIČNÍ EFEKT



- Pro maternální užitečnost: $\frac{1}{2}(g_{\text{♀}}^{\text{M}} - g_{\text{♂}}^{\text{M}})$
- Pro paternální užitečnost: $\frac{1}{2}(g_{\text{♂}}^{\text{P}} - g_{\text{♀}}^{\text{P}})$
- **PŘÍKLAD**
- Křížíme otcovské plemeno A s mateřským plemenem B s ohledem na plodnost (počet odstavených telat).
 - U mateřského plemene B je počet odstavených telat 0,9
 - U otcovského plemene A je počet odstavených telat 0,7
- Jaký je poziční efekt u křížence F₁?

POZIČNÍ EFEKT



- **PŘÍKLAD**
- Křížíme otcovské plemeno A s mateřským plemenem B s ohledem na plodnost (počet odstavených telat).
 - U mateřského plemene B je počet odstavených telat 0,9
 - U otcovského plemene A je počet odstavených telat 0,7
- Jaký je poziční efekt u křížence F1?

$$E_P = 1/2(g_B^M - g_A^M) = 1/2(0,9 - 0,7) = 0,1$$

- Poziční efekt (E_P) představuje hodnotu 0,1 odstaveného telete.

SYSTÉMY HYBRIDIZACE



- Využití diverzity mezi populacemi
- Diskontinuítní systémy s cílem docílit okamžitý a dočasný genetický zisk
- Rychlé a flexibilní přizpůsobení na změněné podmínky produkce a trhu

SYSTÉMY STATICKEHO KRÍZENÍ



- Diskontinuitní křížení jedné nebo více populací za účelem získání užitkového zvířete (konečný produkt), které dále nepoužíváme v plemenitbě
- Terminální užitkové křížení
- Využívají komplementarity (rodičovské populace specializované pro otcovskou a mateřskou pozici) a ve vysoké míře heterozního efektu

SYSTÉMY STATICKEHO KRÍZENÍ



1. Jednoduché užitkové křížení

- Dvě specializované rodičovské populace
- Využíváme
 - ✦ populační efekty
 - ✦ komplementární efekt
 - ✦ přímý heterozní efekt
- Např. Křížení masných plemen skotu s plemeny mléčnými
 - ✦ Produkce mléka krav a produkce masa hybridních telat
- $A \times B$ resp. $B \times A$

SYSTÉMY STATICKEHO KRÍZENÍ



2. Zpětné křížení

- Křížení hybridních matek AB s jedním z rodičovských plemen
- Využíváme pouze 1/2 individuální heterozy
- Uplatňuje se výjimečně pokud nejsou k dispozici vhodné otcovské populace
- $A \times AB$ resp. $B \times AB$

SYSTÉMY STATICKEHO KRIZENI



3. Mnohonásobné (sekundární) užitkové křížení

- Využívá nejenom přímé heterozy, ale také heterozy maternální a dále komplementární efekty
- Zpravidla systémy využívající matky pocházející z jednoduchého křížení
- Nejčastěji trojplemenné křížení - $C \times AB$
- Případně čtyřplemenné křížení - $CD \times AB$
 - ✦ Paternální heterozní efekt

SYSTÉMY ROTAČNÍHO KŘÍŽENÍ



- Ne všechny produkty křížení jsou finálními hybridy
- Například pro produkci jatečných zvířat se využívá všech samčích hybridů, ale pouze části samičích. Zbytek samičích hybridů je využíváno k další reprodukci.
- Hybridní matky jsou zapouštěny plemeníky výchozích populací střídavě v pravidelném sledu generací.
- Není třeba nakupovat samičí plemenná zvířata
- Nelze využít efekt komplementarity

SYSTÉMY ROTAČNÍHO KŘÍŽENÍ



1. Rotace se dvěma populacemi (střídavé křížení) AB_{Rot}
 - Úroveň heterozního efektu činí po sedmi generacích v průměru 2/3 (67%)

Generace	Typ páření	Podíl genů potomka %		Heterozní efekt %
		A	B	
1	A × B	50	50	100
2	B × 1	25	75	50
3	A × 2	63	37	75
4	B × 3	61	69	63
5	A × 4	66	34	69
6	B × 5	33	67	66
7	A × 6	67	33	67
8	B × 7	33	67	67

SYSTÉMY ROTAČNÍHO KŘÍŽENÍ



2. Rotace se třemi populacemi ABC_{Rot}

- Úroveň heterozního efektu činí po sedmi generacích v průměru 6/7 (86%)

Generace	Typ páření	Podíl genů potomka %			Heterozní efekt %
		A	B	C	
1	A × C	50	0	50	100
2	B × 1	25	50	25	100
3	C × 2	12	25	62	75
4	A × 3	56	12	31	88
5	B × 4	28	56	16	88
6	C × 5	14	28	58	84
7	A × 6	57	14	29	86
8	B × 7	29	57	14	86

SYSTÉMY ROTAČNÍHO KŘÍŽENÍ



- 3. Terminální (modifikované) rotační křížení
 - Kombinace rotačního křížení s křížením užitkovým
 - U části samičí populace (45 – 50%) rotační křížení pro produkci hybridních matek pro doplnění stáda
 - ✦ Méně intenzivní selekce než u klasického rotačního systému, ale zkrácení generačního intervalu (používají se mladé plemenice)
 - U druhé části samičí populace (50 – 55%) křížení s otcovským plemenem za účelem produkce finálních hybridů

SYSTÉMY NAHRAZENÍ DĚDIČNÉHO ZÁKLADU VÝCHOZÍ POPULACE GENY POPULACE JINÉ



1. Úplné nahrazení dědičného základu výchozí populace

- U hospodářských zvířat s nižší reprodukční schopností a vyšší ekonomickou hodnotou jedinců (skot, koně, ovce)
- Alternativa k jednorázové výměně populace (nákup zvířat, embryotransfer)
- Dovážímě samčí jedince nebo inseminační dávky
- O novém plemeni hovoříme při převodném křížení od podílu genů minimálně 75%

SYSTÉMY NAHRAZENÍ DĚDIČNÉHO ZÁKLADU VÝCHOZÍ POPULACE GENY POPULACE JINÉ



2. Částečné nahrazení dědičného základu výchozí populace

- Tvorba syntetických populací
 - ✦ Uzavřená – vznikla vzájemným křížením dvou nebo více populací a dále je udržována jako populace nová
 - ✦ Otevřená – dochází soustavně a průběžně k imigraci genů jiných populací
- Zvýšení aditivně genetické variability
- Speciální případy – zušlechťovací a kombinační křížení

SYSTÉMY NAHRAZENÍ DĚDIČNÉHO ZÁKLADU VÝCHOZÍ POPULACE GENY POPULACE JINÉ



○ Zušlechťovací křížení

- ✦ Mírná imigrace genů při udržení dědičného základu výchozí populace
- ✦ V minulosti často používáno k odstranění inbrední deprese, ke které došlo čistokrevnou plemenitbou v čistokrevných populacích
- ✦ Obecně imigrace genů do 25%
- ✦ Přilítí krve – mezi plemeny
- ✦ Osvěžení krve – mezi geneticky oddělenými populaci v rámci jednoho plemene

SYSTÉMY NAHRAZENÍ DĚDIČNÉHO ZÁKLADU VÝCHOZÍ POPULACE GENY POPULACE JINÉ



- Kombinační křížení
 - ✦ Podíl genů cizích plemen o velikosti 25 – 75 %
 - ✦ V minulosti využíváno pro tvorbu nových plemen

INBRÍDING

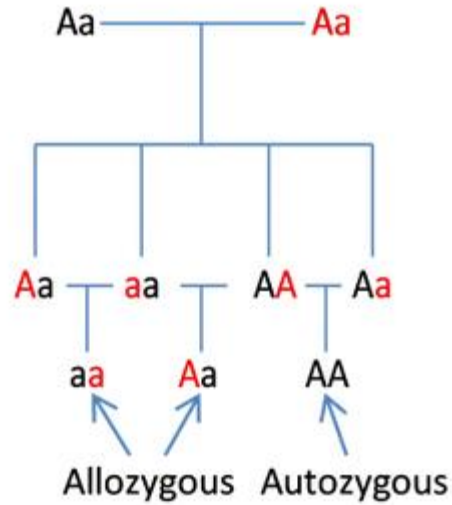


INBRÍDING



- Příbuzenská plemenitba
- Páření dvou jedinců, kteří jsou navzájem více příbuzní, než je tomu při náhodném páření v celé populaci.
- Pravděpodobnost, že dvě sledované alely genu určitého jedince jsou identické původem (autozygotní alely).
 - ✦ Míru autozygotnosti měří koeficient inbrídingu

Autozygotní alely



Jedinec získal dvě identické alely od jednoho předka.

KOEFICIENT PŘÍBUZNOSTI A INBRÍDINGU



- Nejčastěji se počítá dle Wrighta (1922)
- Koeficient příbuznosti R_{XY}
- Koeficient inbrídingu F_X

KOEFICIENT PŘÍBUZNOSTI



$$R_{XY} = \frac{\sum 0,5^{n_1+n_2} (1 + F_A)}{\sqrt{(1 + F_X)(1 + F_Y)}}$$

- n_1 – počet generací mezi jedincem X a společným předkem A
- n_2 – počet generací mezi jedincem Y a společným předkem A
- F_A – koeficient inbrídingu společného předka A
- F_X – koeficient inbrídingu jedince X
- F_Y – koeficient inbrídingu jedince Y
- Σ – sumace příbuznosti pro více úseků jedinců X a Y ke společným předkům

KOEFICIENT INBRÍDINGU



$$F_X = \sum 0,5^{n_1+n_2+1} (1 + F_A)$$

- n_1 – počet generací mezi rodičem X jedince Z a společným předkem A
- n_2 – počet generací mezi rodičem Y jedince Z a společným předkem A
- F_A – koeficient inbrídingu společného předka A
- Σ – sumace příbuznosti pro více úseků jedinců X a Y ke společným předkům

KOEFICIENT PŘÍBUZNOSTI A INBRÍDINGU



- Koeficient příbuznosti obecně vyjadřuje míru genetické podobnosti dvou jedinců.
 - ✦ Může být použit pro zhodnocení příbuznosti dvou jedinců, které spolu plánujeme pářit
 - ✦ Uplatňuje se například při vytváření pářovacích plánů
 - ✦ Je součástí předpovědi plemenných hodnot
 - ✦ Platí, že koeficient inbrídingu potenciálního potomka odpovídá polovině koeficientu příbuznosti mezi rodiči

KOEFICIENT PŘÍBUZNOSTI A INBRÍDINGU



- Vztah mezi koeficientem příbuznosti rodičů (R_{XY}) a koeficientem inbrídingu (F_X) jejich potomků

Druh páření	R_{XY} (rodiče)	F_X (potomci)
Sourozenci	0,5	0,25
Rodiče a děti	0,5	0,25
Polosourozenci	0,25	0,125

INBREDNÍ DEPRESE



- Vzniká připařováním příbuzných zvířat
- Patří do neaditivní složky genotypové variance
- Je protikladem heterozního efektu

INBREDNÍ DEPRESE



- Projevuje se ve dvou rovinách
 - ✦ Zvýšení potílu homozygotních genotypů, což zvyšuje pravděpodobnost projevu letálních alel
 - ✦ Zhoršení fenotypového projevu kvantitativních vlastností
-> zhoršení užitečnosti

PŘÍBUZENSKÉ PŘIPAŘOVÁNÍ



- I přes uvedené zápory je součástí šlechtitelské práce
 - ✦ Tvorba nových plemen
 - ✦ Tvorba nových linií
 - ✦ Upevnění kvantitativních znaků
- Stálo u zrodu řady kulturních plemen
- Je nutné jej však používat promyšleně a kontrolovaně



That's all Folks!