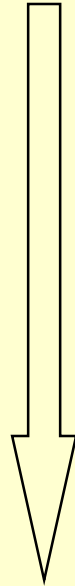


Genové interakce

Působení genů

Gen



Znak

Dědičnost

Potomek získává predispozice k vlastnostem z rodičovské buňky nebo organismu.

Vlastnosti přenášené do další generace nemusí být zcela totožné s vlastnostmi rodiče. Rozdíly mezi generacemi mohou být způsobeny:

- kombinací vlastností dvou rodičů při pohlavním rozmnožování,
- i při přímém přenosu děděných vlastností do následující generace při nepohlavním rozmnožování přenos nemusí být zcela přesný.

Rozdíly mezi generacemi se přitom mohou v průběhu času hromadit. Tyto rozdíly způsobují vývoj druhu, fylogenezi.

Typy dědičnosti

Monogenní, podmíněná jedním genem. Může být autosomální nebo gonosomální.

Autosomální dědičnost

Podmíněná geny uloženými na autozomech, nepohlavních chromosomech.

Na základě intraalelických interakcí rozlišujeme:

- autosomálně **recesivní** dědičnost – př. cystická fibróza, fenyلكetonurie, galaktosemie, srpkovitá anémie atd.
- autosomálně **dominantní** dědičnost – př. achondroplasie, Huntingtonova chorea, Marfanův syndrom, polydaktylie atd.

Typy dědičnosti

Gonosomální dědičnost

Podmíněná geny uloženými na gonosomech, pohlavních chromosomech.

Na základě alelických interakcí rozlišujeme:

- gonosomálně **recesivní** dědičnost – př. hemofilie A, hemofilie B, daltonismus, muskulární dystrofie Duchenne, muskulární dystrofie Becker;
- gonosomálně **dominantní** dědičnost – př. D vitamin resistantní rachitis.

Podle konkrétního pohlavního chromosomu rozlišujeme dědičnost:

- **X vázanou;**
- **Y vázanou.**

Typy dědičnosti

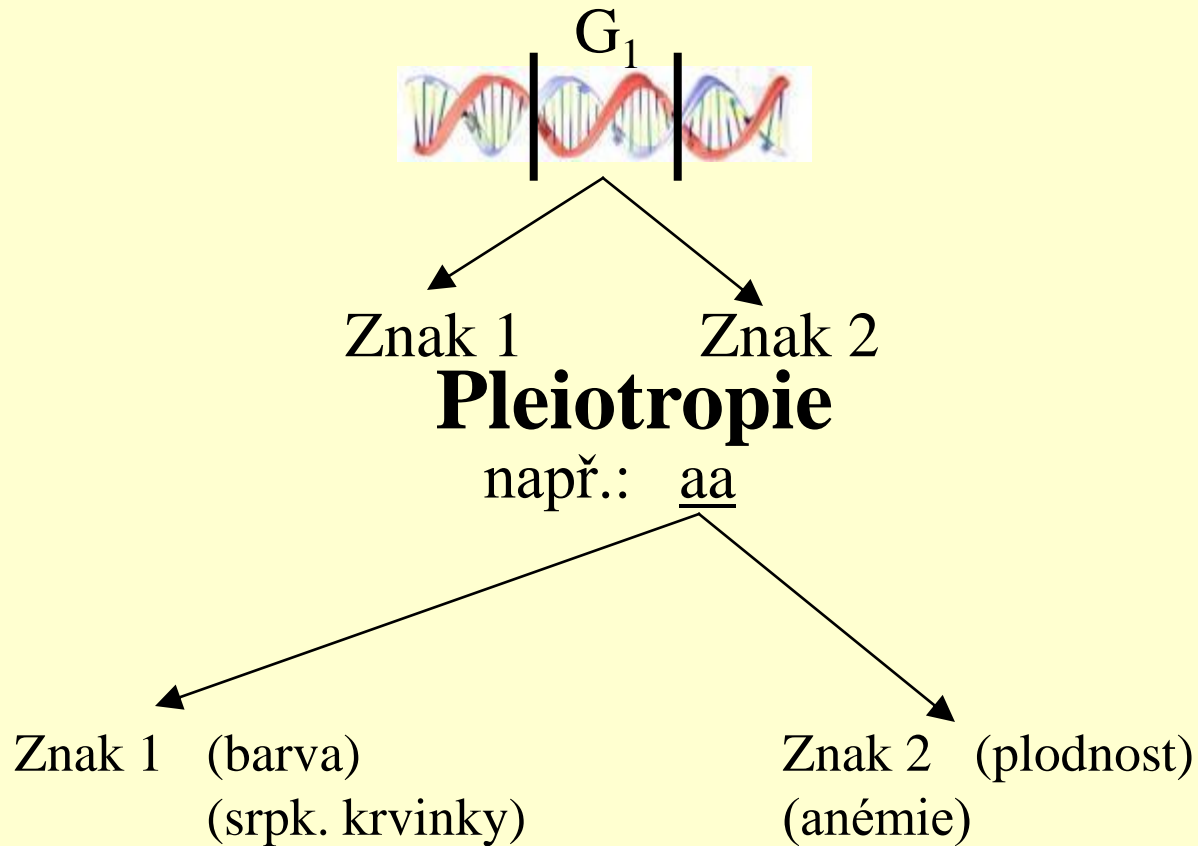
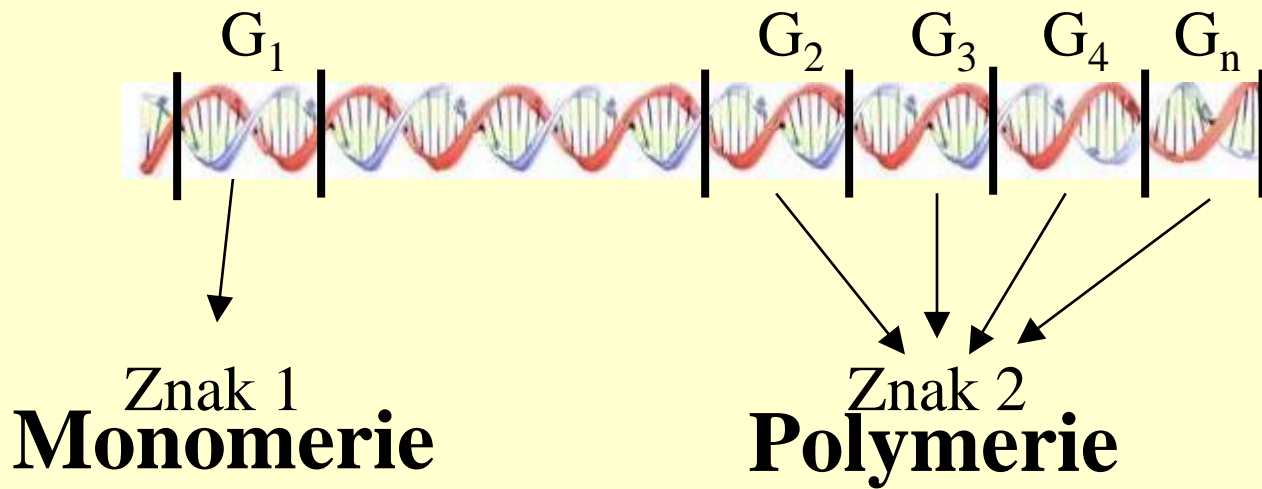
Mimojaderná dědičnost

Týká se genů umístěných mimo jaderný genom buňky. Jde zejména o **mitochondriální a chloroplastovou** dědičnost. Geny se dědí matroklinně, tj. jen od matky, protože mitochondrie ze spermie jsou při oplození vajíčka zničeny. Výjimečně existují jedinci rovněž s otcovskou spermií, tzv. cybridi (cytoplasmatický hybrid, chiméra).

Polygenní a multifaktoriální dědičnost

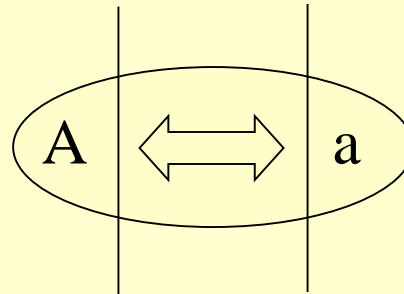
Tyto typy dědičnosti jsou podmíněny více geny, tj. jde o **polygenní dědičnost**. Na konečné podobě fenotypu se mohou podílet rovněž faktory vnějšího prostředí, potom jde o **multifaktoriální dědičnost**. Potom zjišťujeme **dědivost**, viz dále v genetice populací.

Neplést dědičnost a dědivost!

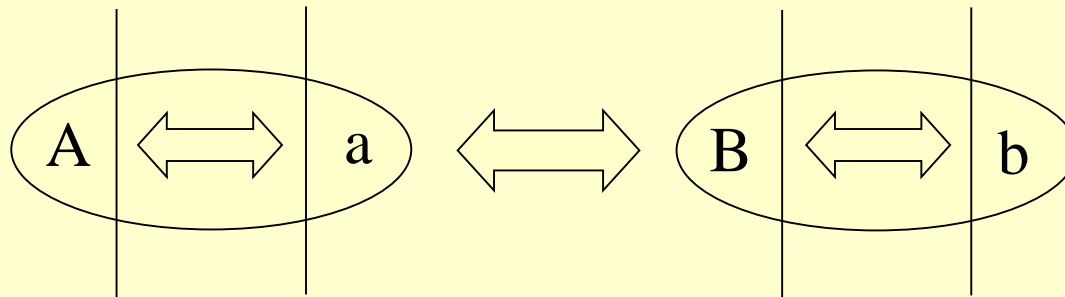


Genové interakce

- **intra**alelické
- **inter**alelické



intraalelické - **typ dědičnosti**, tj. dominance, neúplná dominance, kodominance, superdominance



interalelické - genové interakce - **typ genových interakcí**

Dihybridní křížení

P AABB x aabb

F₁ AaBb

F₂

♀ \ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

9 : 3 : 3 : 1

A-B-

A-bb

aaB-

aabb

Interakce bez změny štěpného poměru

A-B- ořechovitý hřebínek

A-bb růžicovitý hřebínek aaB- hráškovitý hřebínek

aabb listovitý hřebínek

(barva papriky)

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

9 : 3 : 3 : 1




ořechovitý







hráškovitý

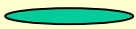


růžicovitý

listovitý

Kompenzace

A-bb prohnutí 
 aaB- prohnutí 
 A-B- kompenzace 

	AB	Ab	aB	ab
AB	<u>AABB</u>	<u>AABb</u>	<u>AaBB</u>	<u>AaBb</u>
Ab	<u>AABb</u>	AAbb 	<u>AaBb</u>	Aabb 
aB	<u>AaBB</u>	<u>AaBb</u>	aaBB 	aaBb 
ab	<u>AaBb</u>	Aabb 	aaBb 	<u>aabb</u>

10  : **3**  : **3** 
 (9 A-B- + 1 aabb) (A-bb) (aaB-)

Inhibice

A červená, a bílá barva peří
B (I) inhibitor, B>A

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

13 bílá : 3 červená
(9 A-**B**- + 3 **aaB**- + 1 **aabb**) (A-**bb**)

Inhibice

A červená, a bílá barva peří

B (I) inhibitor, $B > A$

Inhibice je příčinou jevu, kdy stejný znak se někdy dědí jako dominantní, jindy jako recesivní.

U subpopulací (plemen, odrůd apod.), u nichž se vyskytuje inhibitor B (I), se bílá barva dědí jako dominantní (genotypy --B-).

U plemen, u nichž se inhibitor nevyskytuje, se bílá barva dědí jako recesivní (genotypy A-bb červená barva, aabb bílá).

Dominantní epistáze

W – bílá barva srsti u psů

B – černá

b - hnědá

Epistáze W nad B

	WB	Wb	wB	wb
WB	WWBB	WWBb	WwBB	WwBb
Wb	WWBb	WWbb	WwBb	Wwbb
wB	WwBB	WwBb	wwBB	wwBb
wb	WwBb	Wwbb	wwBb	wwbb

12 (9 W-B- + 3 W-bb) : **3** (wwB-) : **1** aabb
bílá : **černá** : **hnědá**

Recesivní epistáze

Králíci:

A - divoké zbarvení (aguti)

a - černá barva

c - blokuje tvorbu pigmentu

Epistáze cc nad A i a

	CA	Ca	cA	ca
CA	CCAA	CCaA	CcAA	CcAa
Ca	CCaA	CCaa	CcAa	Ccaa
cA	CcAA	CcAa	ccAA	ccAa
ca	CcAa	Ccaa	ccAa	ccaa

9 (C-A-) : 3 (C-aa) : 4 (cc--)
aguti černá albín

Komplementární faktory (dvojitá recesivní epistáze)

A-B- normální slyšení

aaB-

A-bb

aabb

hluchota

Epistáze

aa > B-

bb > A-

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

9

: 7 (3aaB- + 3 A-bb + 1 aabb)

slyšící

neslyšící

Duplicitní faktory nekumulativní s dominancí

A,B alely pro opeření běháků a, b běháky neopeřují

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

15 (9 A-B- + 3 A- -- + 3 --B-) : **1** (aabb)

opeřené běháky

neopeřené běháky

Duplicitní faktory kumulativní s dominancí

A-bb } kulaté dýně
 B-aa } světle hnědé obilky ječmene
 A-B- – diskové plody dýně
 aabb – podlouhlé dýně
 tmavohnědé obilky ječmene
 světlé obilky ječmene

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

9 (A-B-) : **6** (3 A-bb + 3 aaB-) : **1** (aabb)
 diskové : kulaté : podlouhlé

Duplicitní faktory kumulativní bez dominance

Zbarvení obilek pšenice, barva kůže lidí aj.

Účinek dominantních alel se **sčítá** bez ohledu na příslušnost k alelickému páru.

ADITIVITA

Dominantní alela = **aktivní alela**

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Štěpný poměr 1 : 4 : 6 : 4 : 1

ZESVĚTLOVÁNÍ

Aktivních alel 4 3 2 1 0

Duplicitní faktory kumulativní bez dominance

$$(a + b)^n$$

n počet zúčastněných alel

$$(a + b)^4$$

$$1a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + 1b^4$$

Štěpný poměr

počet alel

Triplicitní kumulativní faktory bez dominance

délka uší u králíků

geny L_1, L_2, L_3

genotyp $l_1l_1l_2l_2l_3l_3$ fenotyp 10 cm

1 aktivní alela = 2cm

genotyp $L_1L_1L_2L_2L_3L_3$ fenotyp 22 cm

Triplicitní kumulativní faktory bez dominance

(délka uší u králíků)

P $L_1L_1L_2L_2L_3L_3$ x $l_1l_1l_2l_2l_3l_3$
 22 cm 10 cm

F₁ $L_1l_1L_2l_2L_3l_3$
 16cm

F ₂	$L_1L_2L_3$	$L_1L_2l_3$	$L_1l_2L_3$	$l_1L_2L_3$	$L_1l_2l_3$	$l_1L_2l_3$	$l_1l_2L_3$	$l_1l_2l_3$
$L_1L_2L_3$	$L_1L_1L_2L_2L_3L_3$	$L_1L_1L_2L_2L_3l_3$	$L_1L_1L_2l_2L_3L_3$	$L_1l_1L_2L_2L_3L_3$	$L_1L_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2L_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3L_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3l_3$
$L_1L_2l_3$	$L_1L_1L_2L_2L_3l_3$	$L_1L_1L_2L_2l_3l_3$	$L_1L_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2L_2L_3l_3$	$L_1L_1L_2l_2l_3l_3$	$L_1l_1L_2L_2l_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2l_3l_3$
$L_1l_2L_3$	$L_1L_1L_2l_2L_3L_3$	$L_1L_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1L_1l_2l_2L_3L_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3L_3$	$L_1L_1l_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1l_2l_2L_3L_3$	$L_1l_1l_2l_2L_3l_3$
$l_1L_2L_3$	$L_1l_1L_2L_2L_3L_3$	$L_1l_1L_2L_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3L_3$	$l_1l_1L_2L_2L_3L_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$l_1l_1L_2L_2L_3l_3$	$l_1l_1L_2l_2L_3L_3$	$l_1l_1L_2l_2L_3l_3$
$L_1l_2l_3$	$L_1L_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1L_1L_2l_2l_3l_3$	$L_1L_1l_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1L_1l_2l_2l_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2l_3l_3$	$L_1l_1l_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1l_2l_2l_3l_3$
$l_1L_2l_3$	$L_1l_1L_2L_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2L_2l_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$l_1l_1L_2L_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2l_3l_3$	$l_1l_1L_2L_2l_3l_3$	$l_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$l_1l_1L_2l_2l_3l_3$
$l_1l_2L_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3L_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1l_2l_2L_3L_3$	$l_1l_1L_2l_2L_3L_3$	$L_1l_1l_2l_2L_3l_3$	$l_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$l_1l_1l_2l_2L_3L_3$	$l_1l_1l_2l_2L_3l_3$
$l_1l_2l_3$	$L_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1L_2l_2l_3l_3$	$L_1l_1l_2l_2L_3l_3$	$l_1l_1L_2l_2L_3l_3$	$L_1l_1l_2l_2l_3l_3$	$l_1l_1L_2l_2l_3l_3$	$l_1l_1l_2l_2L_3l_3$	$l_1l_1l_2l_2l_3l_3$

štěpný poměr

1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1

akt. alel

6 5 4 3 2 1 0

cm

22 20 18 16 14 12 10

Triplicitní kumulativní faktory bez dominance

$$(a + b)^n$$

$$(a + b)^6$$

$$1a^6 + 6a^5b + 15a^4b^2 + 20a^3b^3 + 15a^2b^4 + 6ab^5 + 1b^6$$

Štěpný poměr - distribuce fenotypů

Rozvinutý binom $(1+1)^n$

Pascalův trojúhelník

n počet zúčastněných alel

$(1+1)^0$												1										
$(1+1)^1$												1	1									
$(1+1)^2$												1	2	1								
$(1+1)^3$												1	3	3	1							
$(1+1)^4$												1	4	6	4	1						
$(1+1)^5$												1	5	10	10	5	1					
$(1+1)^6$												1	6	15	20	15	6	1				
$(1+1)^7$												1	7	21	35	35	21	7	1			
$(1+1)^8$												1	8	28	56	70	56	28	8	1		
$(1+1)^9$												1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	
$(1+1)^{10}$												1	10	45	120	210	252	210	120	45	10	1

Počet fenotypů 2^n

Počet rozdílných genotypů 3^n

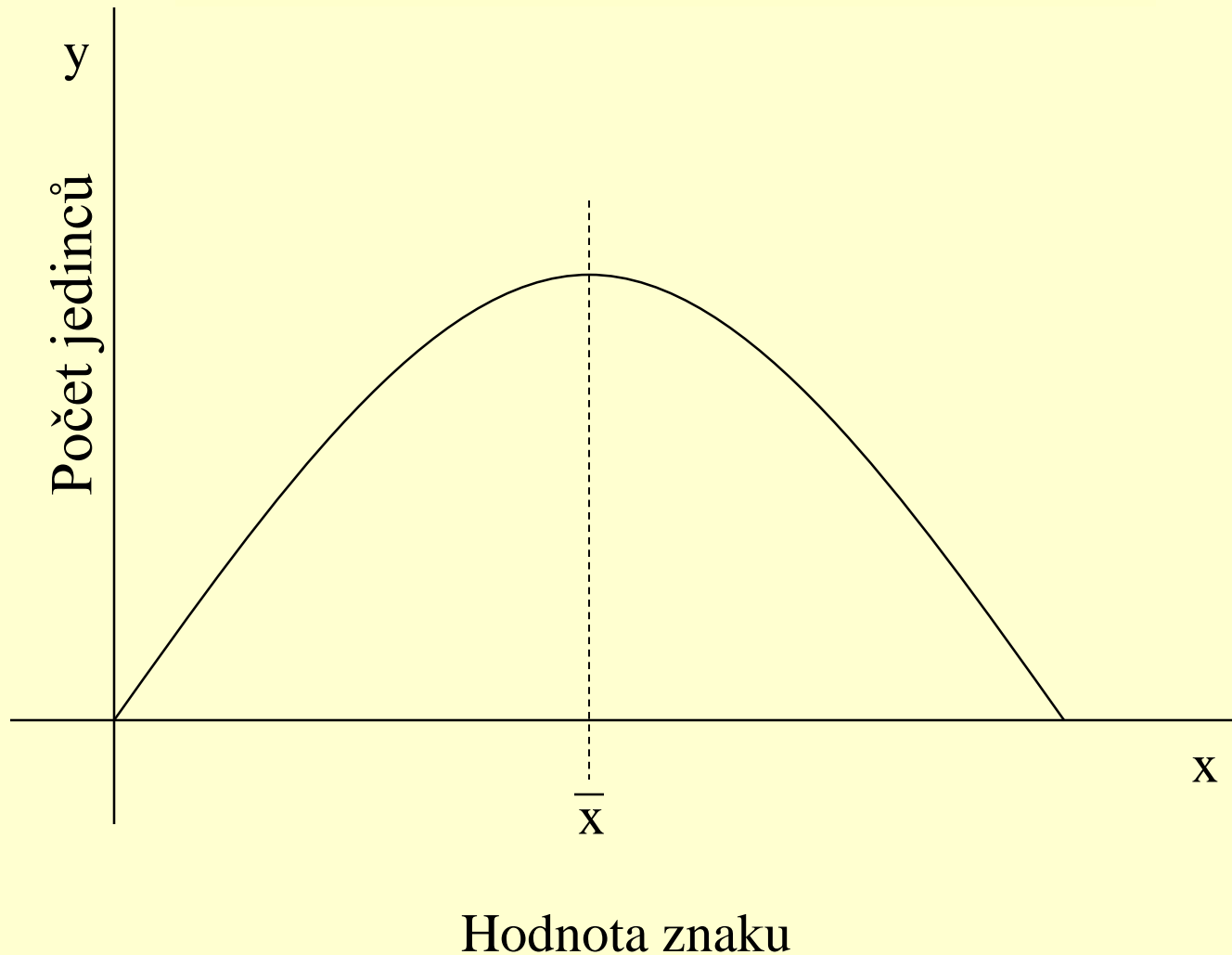
n = počet alelických párů

$$2^{10} = 1\ 024 \quad 3^{10} = 59\ 049$$

$$2^{20} = 1\ 048\ 580 \quad 3^{20} = 3\ 486\ 700\ 000$$

Distribuce fenotypů při vysokém počtu zúčastněných lokusů

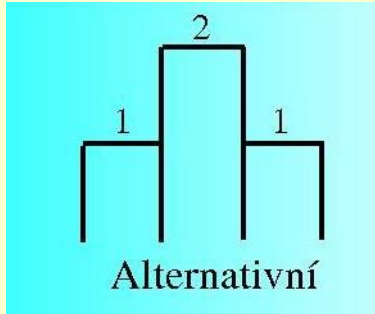
Normální rozdělení četností



U polygenní dědičnosti je fenotyp
kromě genů
ovlivněn prostředím, rozdělení fenotypů je
kontinuální.

Znaky

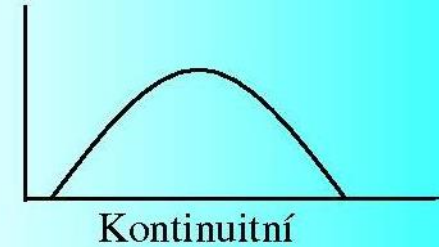
Kvalitativní



$$G = P$$
$$E = 0$$

proměnlivost

Kvantitativní

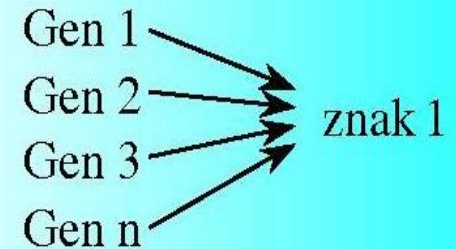


vliv vnějšího prostředí

$$P = G + E$$
$$E > 0$$

Gen 1 → znak 1
Gen 2 → znak 2

dědičnost



1 gen = 1 znak
majorgeny

účinek genů

více genů = 1 znak
minorgeny (polygeny)

metody genetické analýzy
(křížení, rodokmeny, genotypizace)

metody studia

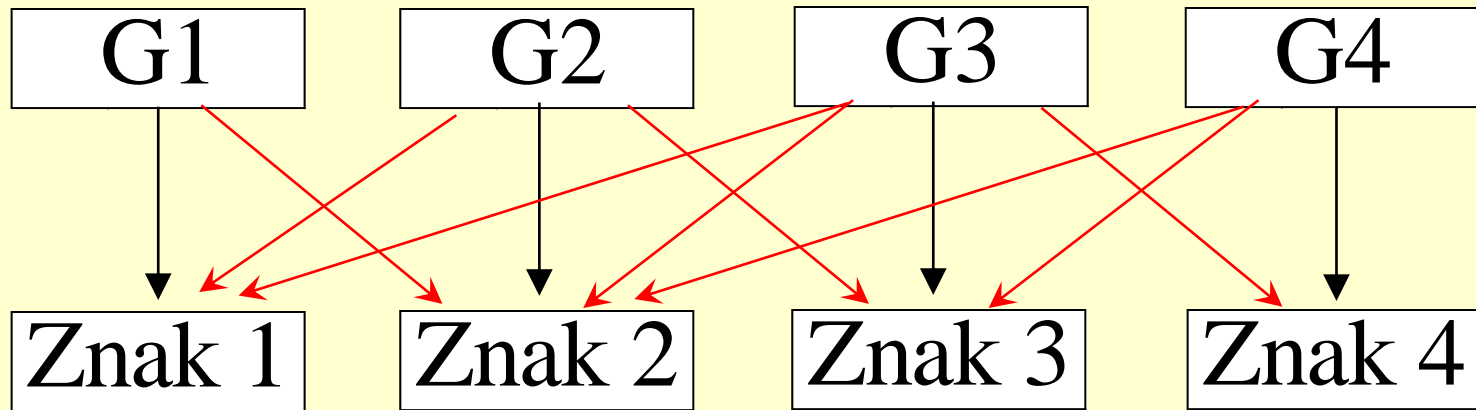
populačně genetické analýzy
(matematika, statistika)

- Geny
- základní účinek
 - modifikující účinek
 - interakce
 - pleiotropie

Expresivita genu - intenzita projevů.

Dále vliv prostředí, stavu organismu aj.

Nestejná penetrance, tj. **frekvence projevu.**



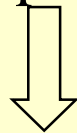
Modifikující účinek genů
pleiotropní efekt neměřitelný

Geny se základním účinkem

Geny modifikátory

- intezifikátory

- supresory



různá exprese genů

expresivita