



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

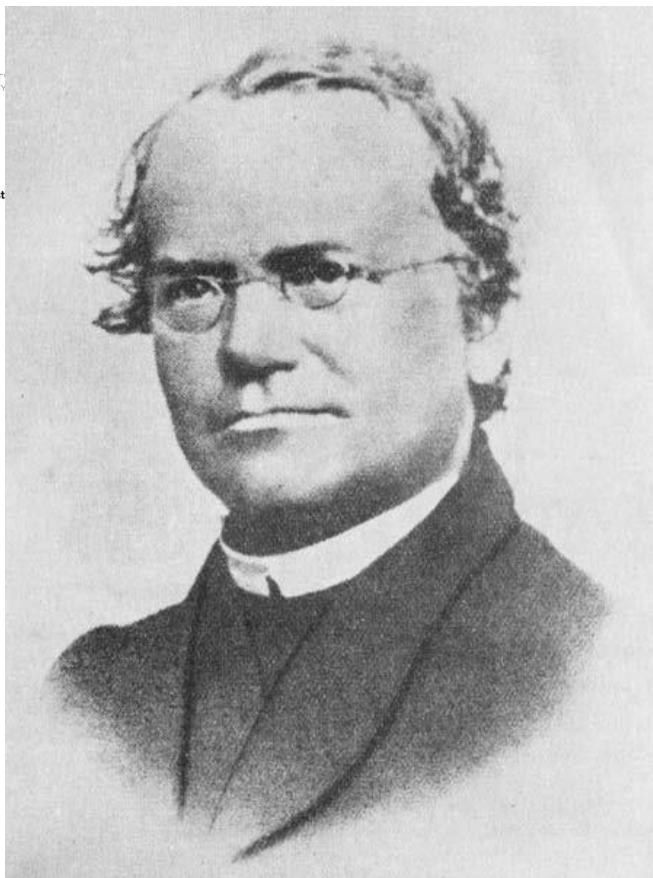
Mendelovská genetika

-

Základy přenosové genetiky



Základy genetiky



Gregor (Johann) Mendel

(22.7.1822 – 4.1.1884)

8.2., 8.3.1865

Versuche über Pflanzen-Hybriden (1866)

Organismus je dán znaky (elementy), které jsou předávány do následujících generací charakteristickým způsobem.

Hybridizační pokus

Křížení jedinců















Experiment za přesně kontrolovaných podmínek

1. pokusné rostliny musí být ve svých znacích konstantní
2. jejich hybridy musí být během kvetení chráněny před působením cizího pylu
3. hybridy a jejich potomstvo nesmí trpět žádnou znatelnou poruchou plodnosti
4. pozorované znaky musí být jasně odlišitelné
5. k pokusům jsou vybírány jen silné a zdravé rostliny

+ Matematické/statistické vyhodnocení výsledků

χ^2 – test (chí-kvadrát test)

Mendelovy pokusy

semeno		květ	lusk		stonek	
tvar	dělohy	barva	tvar	barva	umístění	velikost
						
šedý & kulatý	žluté	bílá	plný	žlutý	lusky a květy podél stonku	dlouhý
						
bílý & svrasklý	zelené	fialová	příškrčený	zelený	koncové lusky, vrcholový květ	krátký
1	2	3	4	5	6	7



Mendelovy pokusy

semeno		květ	lusk		stonek	
tvar	dělohy	barva	tvar	barva	umístění	velikost
šedý & kulatý	žluté	bílá	plný	žlutý	lusky a květy podél stonku	dlouhý
bílý & svrasklý	zelené	fialová	příškrčený	zelený	koncové lusky, vrcholový květ	krátký
1	2	3	4	5	6	7

Kulatá : hranatá semena	5474 : 1850	2,96 : 1
Žlutá : zelená semena	6022 : 2001	3,01 : 1
Fialový : bílý květ	705 : 224	3,15 : 1
Plný : zaškrčený lusk	882 : 299	2,95 : 1
Zelený : žlutý lusk	428 : 152	2,82 : 1
Axiální : terminální květ	651 : 207	3,14 : 1
Dlouhý : krátký stonek	787 : 277	2,84 : 1

Základy klasické genetiky



Gregor (Johann) Mendel

8.2., 8.3.1865

**Organismus je dán znaky (elementy),
které jsou předávány do následujících generací
charakteristickým způsobem.**

Terminologie

Element = vloha = gen = **alela (konkrétní forma genu)**

GEN

- jednotka genetické informace
- dědičná jednotka se specifickou biologickou funkcí
- lokalizovaná na konkrétním místě na chromozomu
(= **genový lokus**)
- (konkrétní úsek DNA daný její sekvencí)

ALELA

- Konkrétní forma genu
- v normálním organismu zastoupená ve dvou kopiích
(1 pochází od otce, 1 od matky) → tvoří **ALELOVÝ PÁR**

Terminologie

ALELA

1. **Dominantní** A, B, C, D

2. **Recesivní** a, b, c, d

(úplná x neúplná dominance)

Alelový pár → 1. **Homozygot:** AA, aa; AA BB CC

2. **Heterozygot:** Aa; Aa Bb Cc

Alelové série, letální, semiletální

Hybrid → Monohybrid, dihybrid, trihybrid, ... , polyhybrid

Genotyp x Fenotyp

Terminologie

Genotyp x Fenotyp

GENOTYP

- genetická sestava organismu (jedince)
- soubor všech genů organismu

FENOTYP

- pozorovatelné znaky organismu (jedince)
- vnější projev genotypu ovlivněný epigenetickými změnami a faktory vnějšího prostředí

Terminologie

Křížení (**Hybridizace**): Hybrid - Hybridizace

Rodiče = Parentální generace (**P**)

Potomci = Filiální generace (**F1, F2, F3, ...**)

Mendelovy zákony

1. zákon uniformity hybridů v F1 generaci

Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní. Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.

2. zákon nestejnorodosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel.

3. zákon volné kombinovatelnosti genů

a) Při tvorbě gamet dochází k náhodné segregaci alel jednotlivých alelových párů

b) Při segregaci alel do gamet se alely různých genů (na různých lokusech) kombinují nezávisle na sobě

1. Zákon uniformity hybridů v F1 generaci

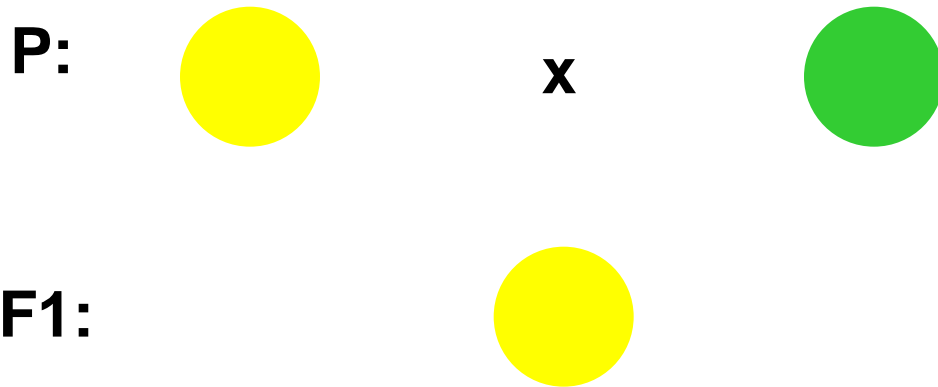
Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní.

Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.

1. Zákon uniformity hybridů v F1 generaci

Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní.

Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.



1. Zákon uniformity hybridů v F1 generaci

Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní.

Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.

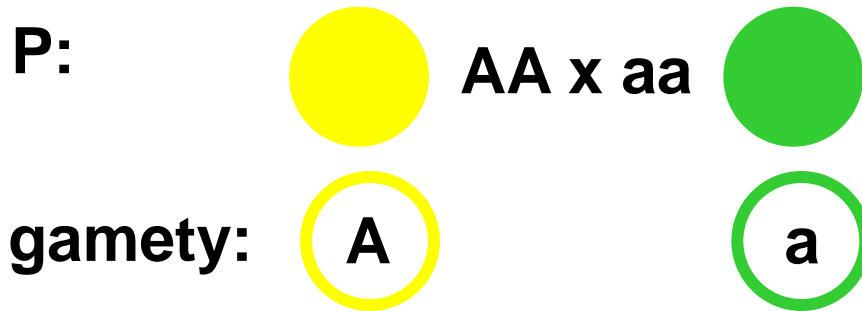
P:  AA x aa 

F1:  Aa

1. Zákon uniformity hybridů v F1 generaci

Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní.

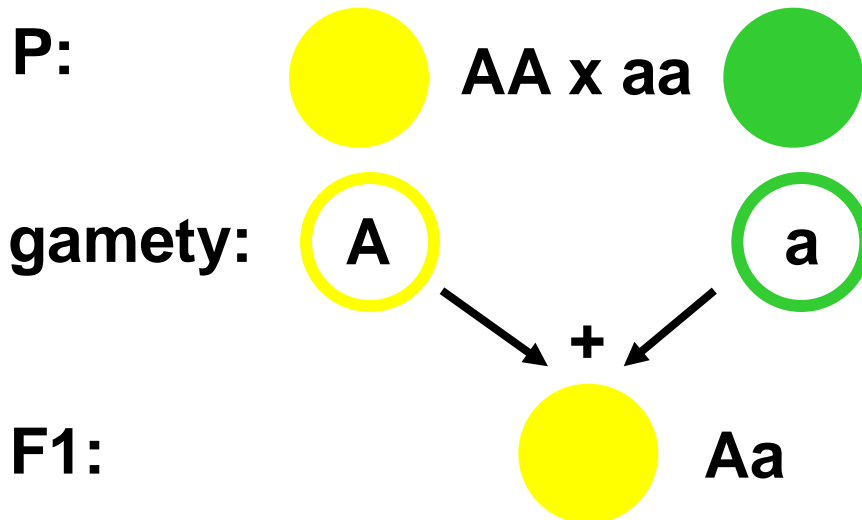
Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.



1. Zákon uniformity hybridů v F1 generaci

Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní.

Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.

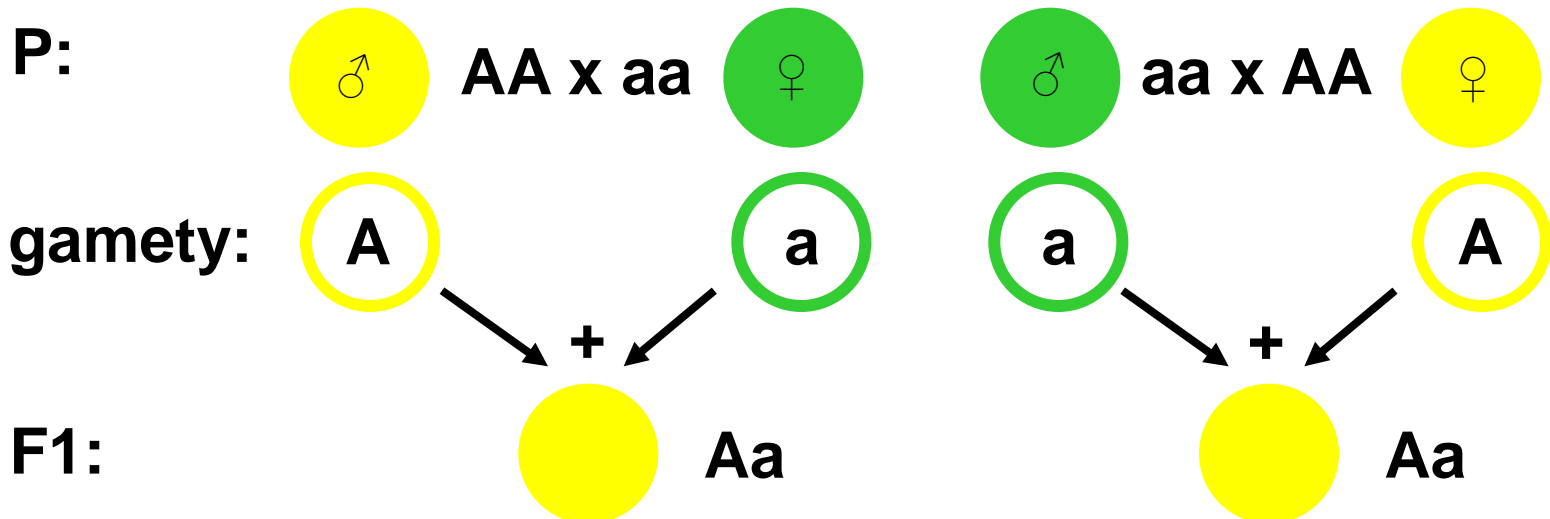


1. Zákon uniformity hybridů v F1 generaci

Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní.

Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.

reciprocita křížení



1. Zákon uniformity hybridů v F1 generaci

Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní.

Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.



Neúplná dominance

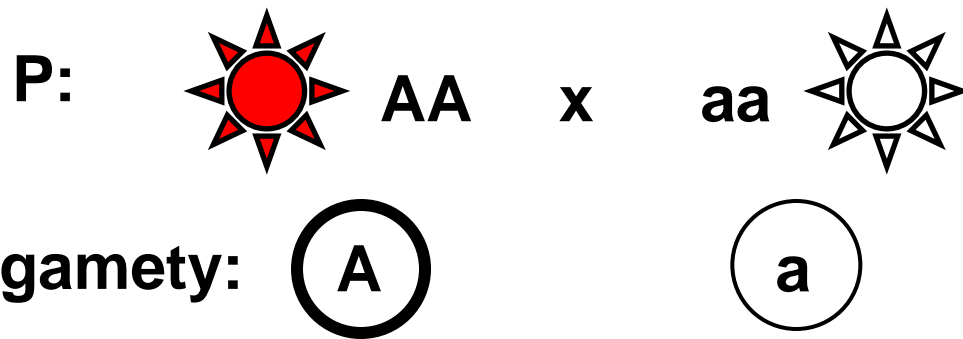
gamety:

F1:

1. Zákon uniformity hybridů v F1 generaci

Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní.

Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.



Neúplná dominance

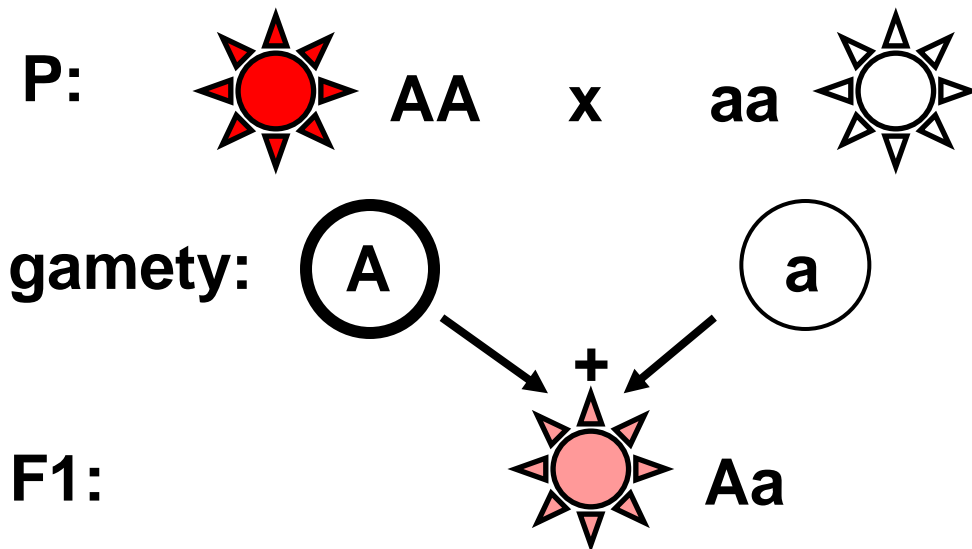
F1:

1. Zákon uniformity hybridů v F1 generaci

Jsou-li rodiče ve sledovaném znaku homozygotní jsou jejich potomci genotypicky i fenotypicky uniformní.

Potomci dominantního a recesivního homozygota jsou všichni uniformní, heterozygoti.

Neúplná dominance

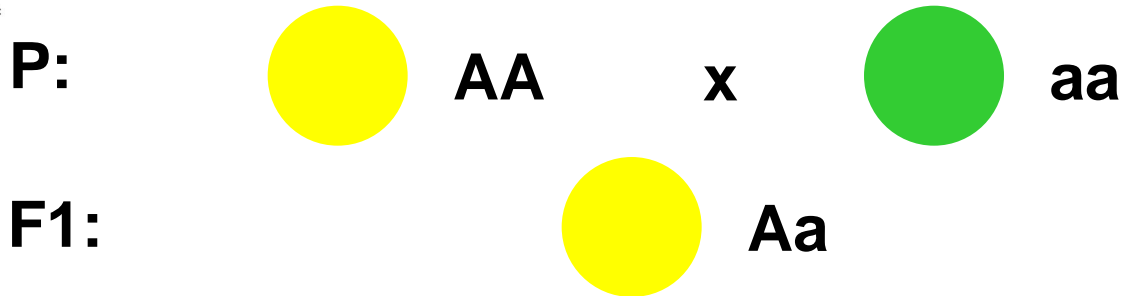


2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel

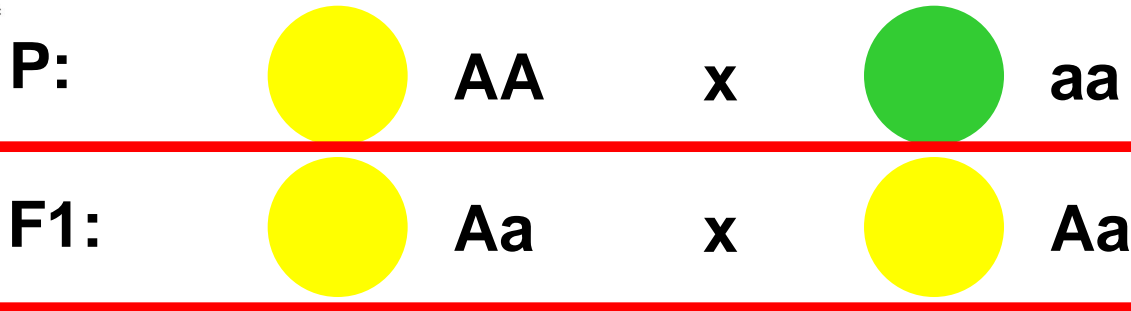
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



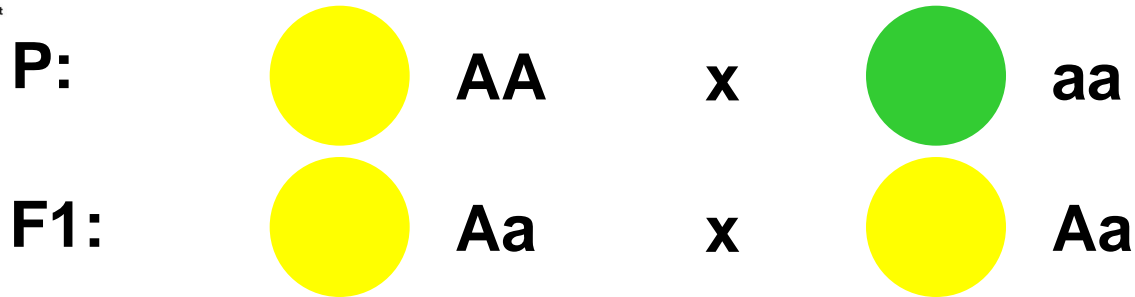
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



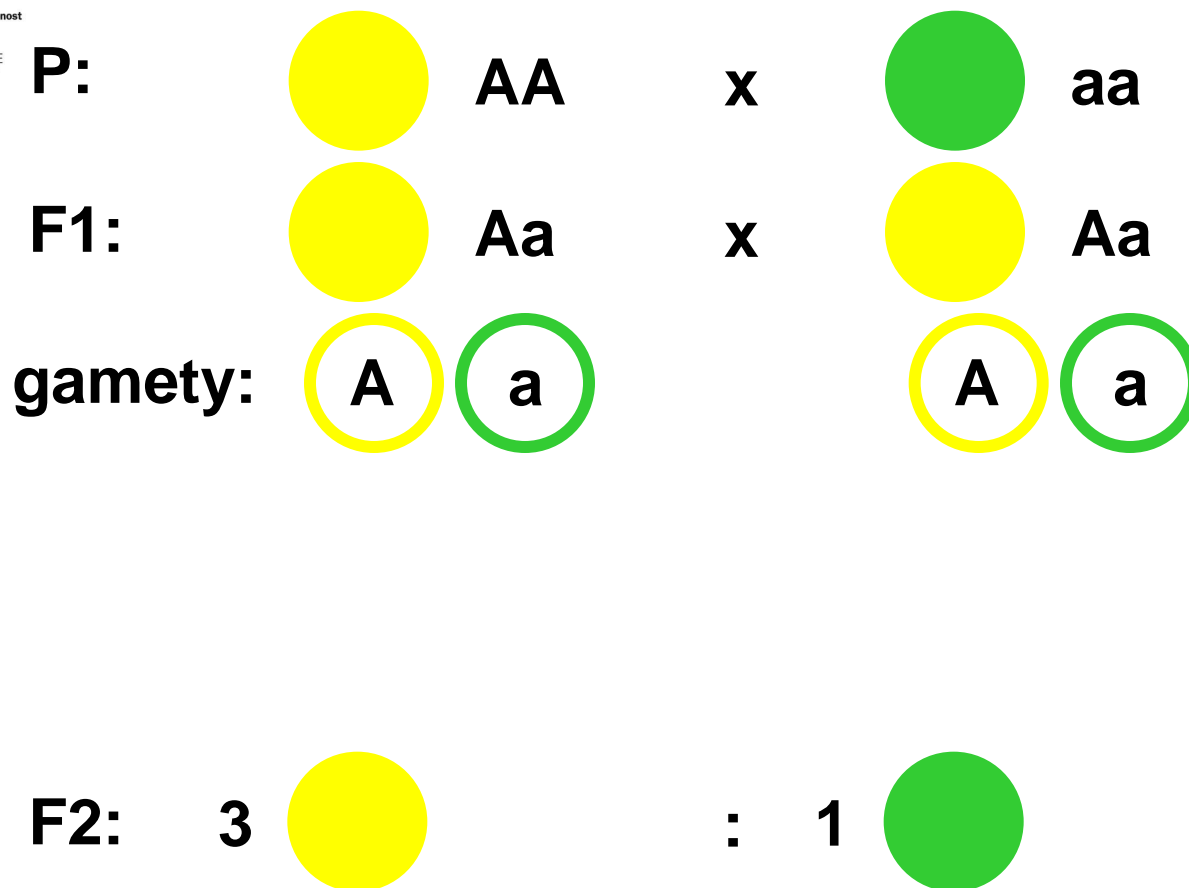
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



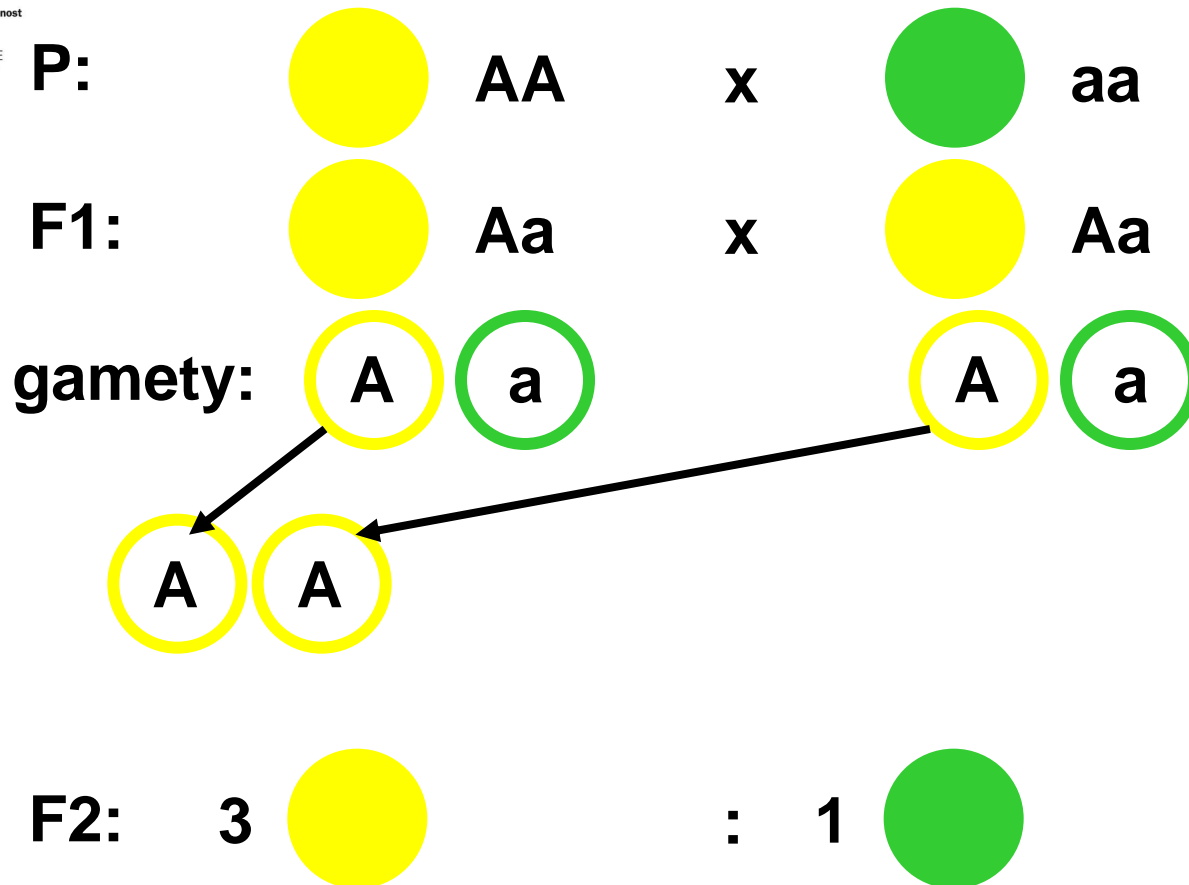
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



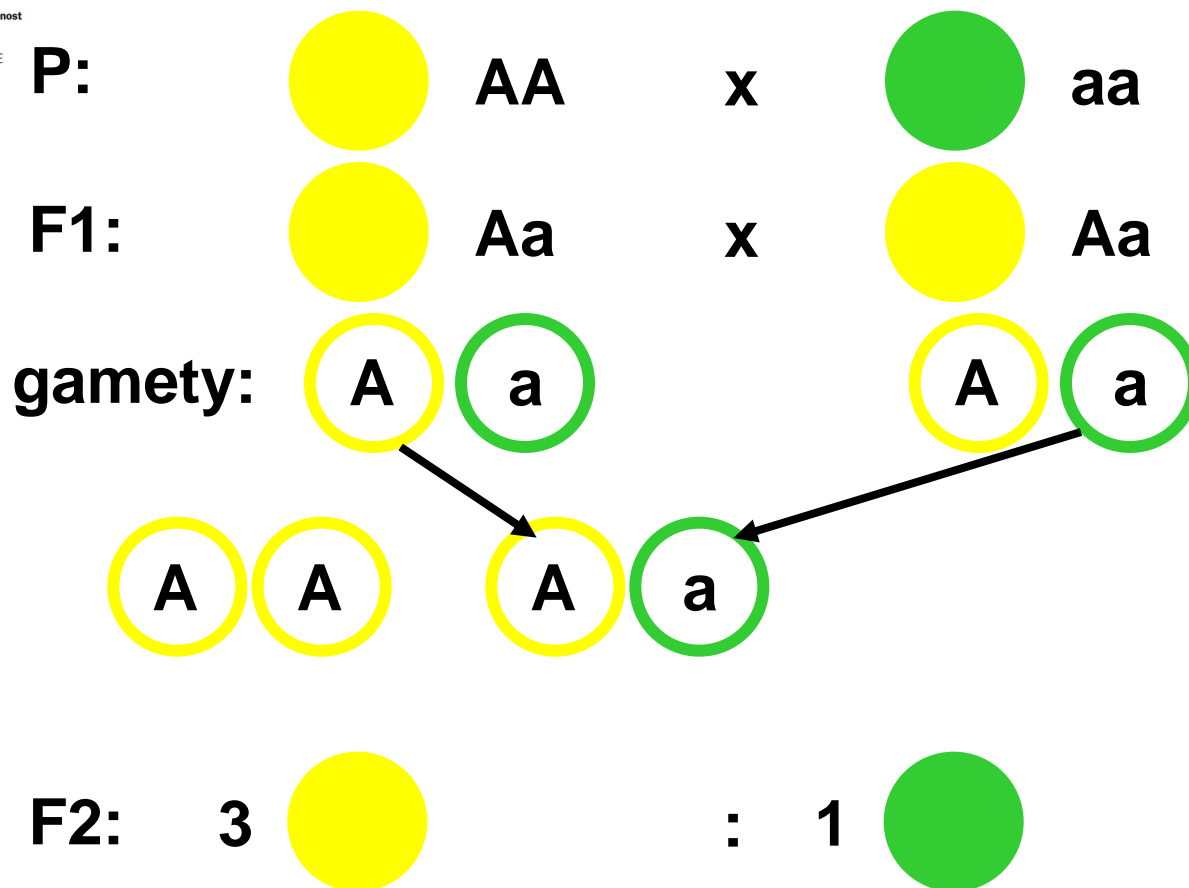
2. zákon nestejnorodosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



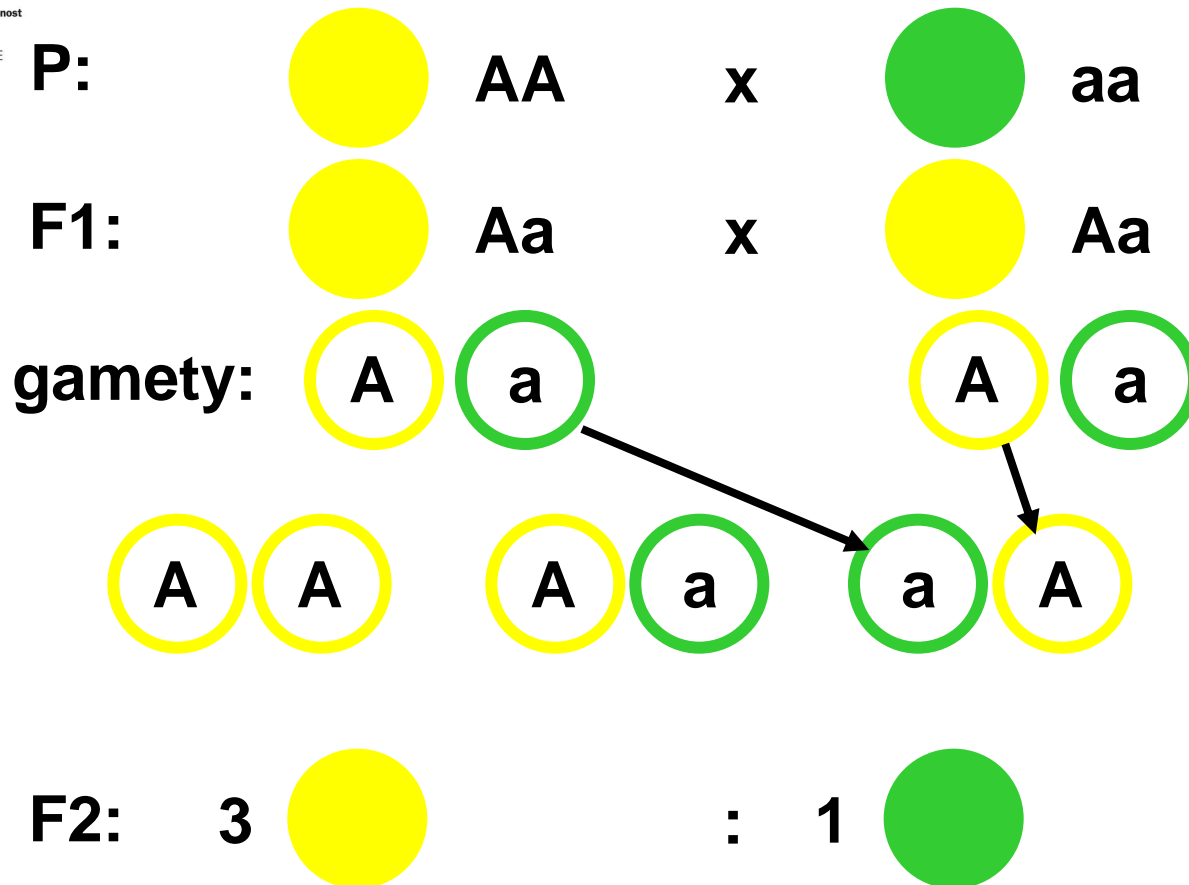
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



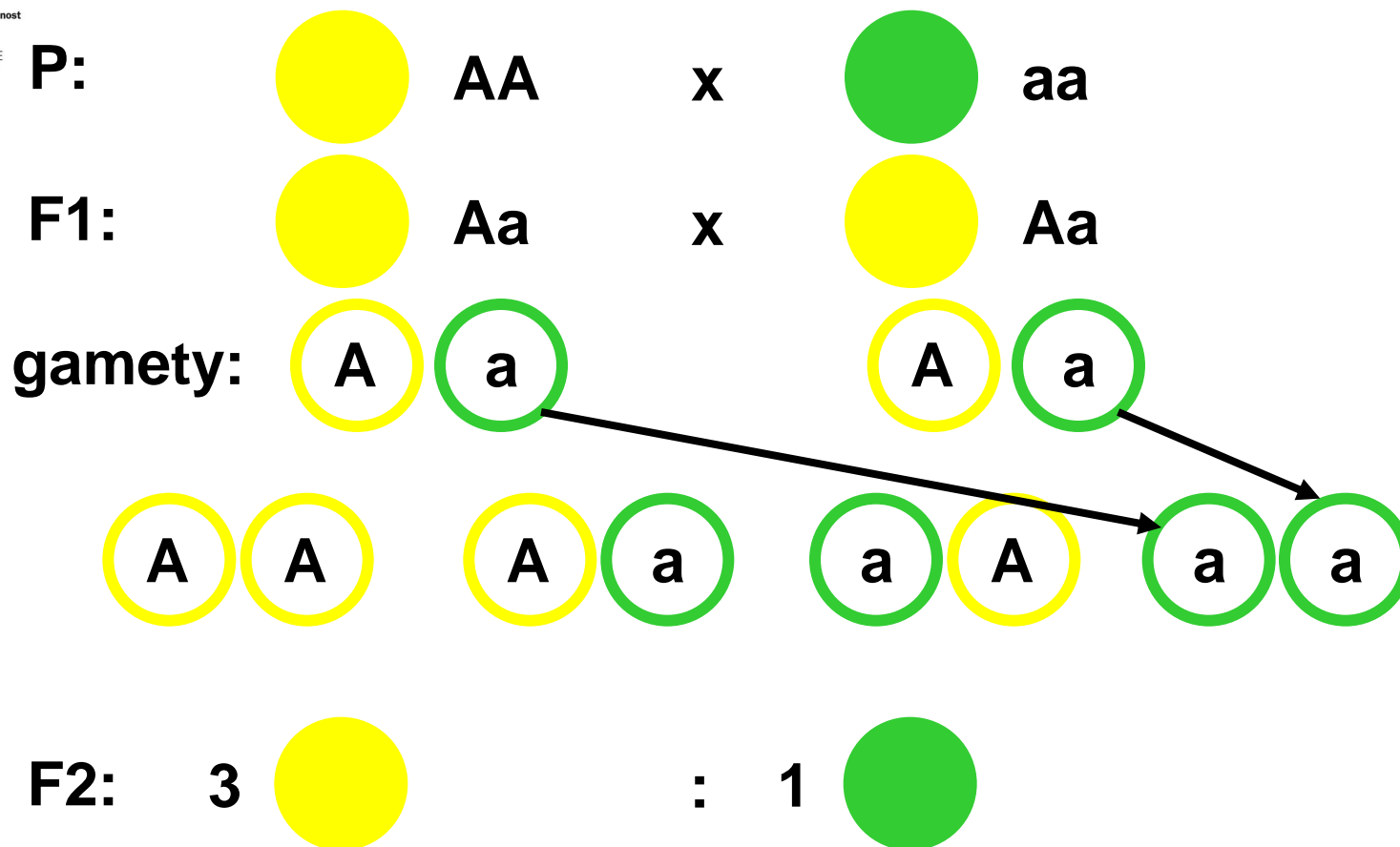
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



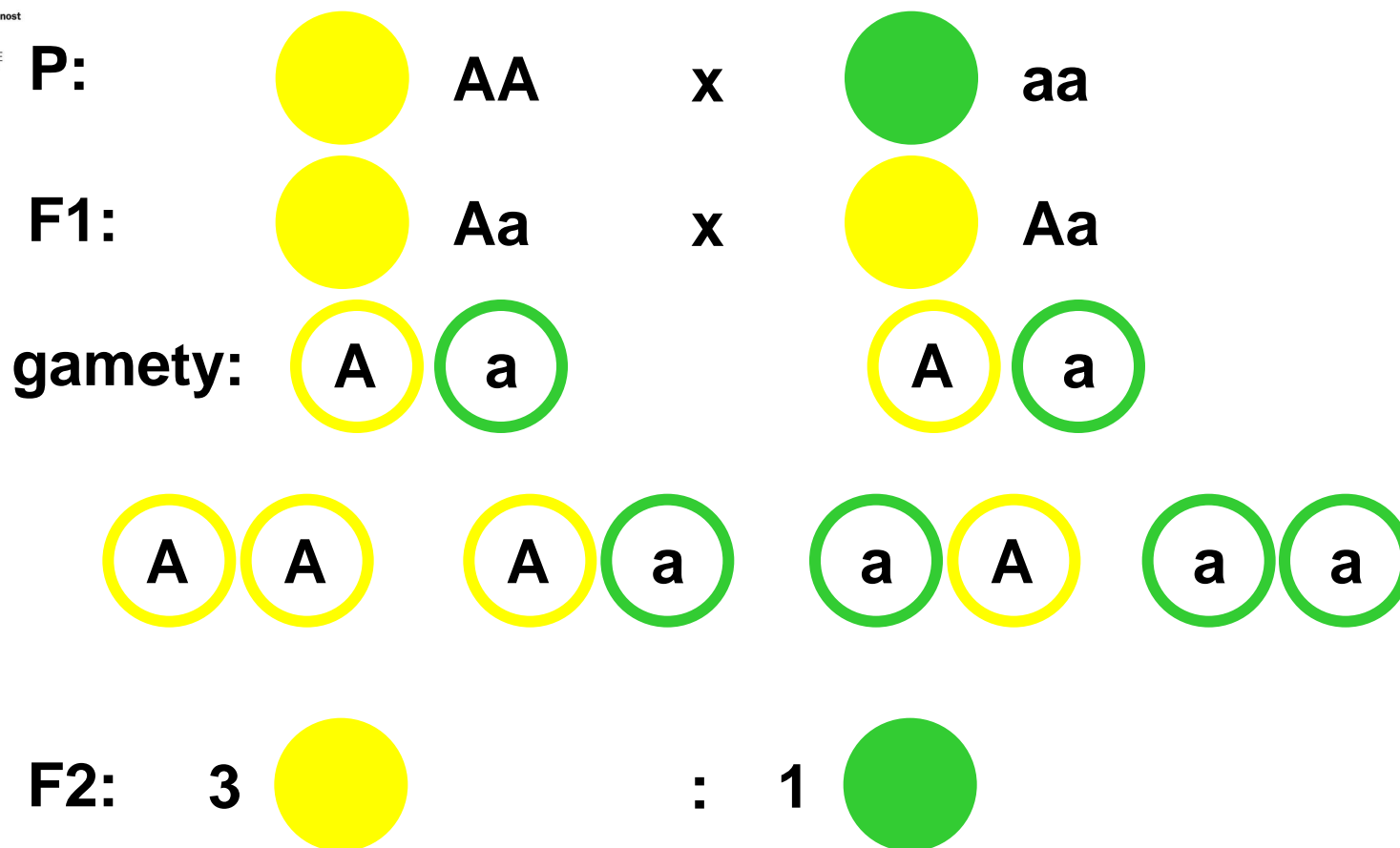
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



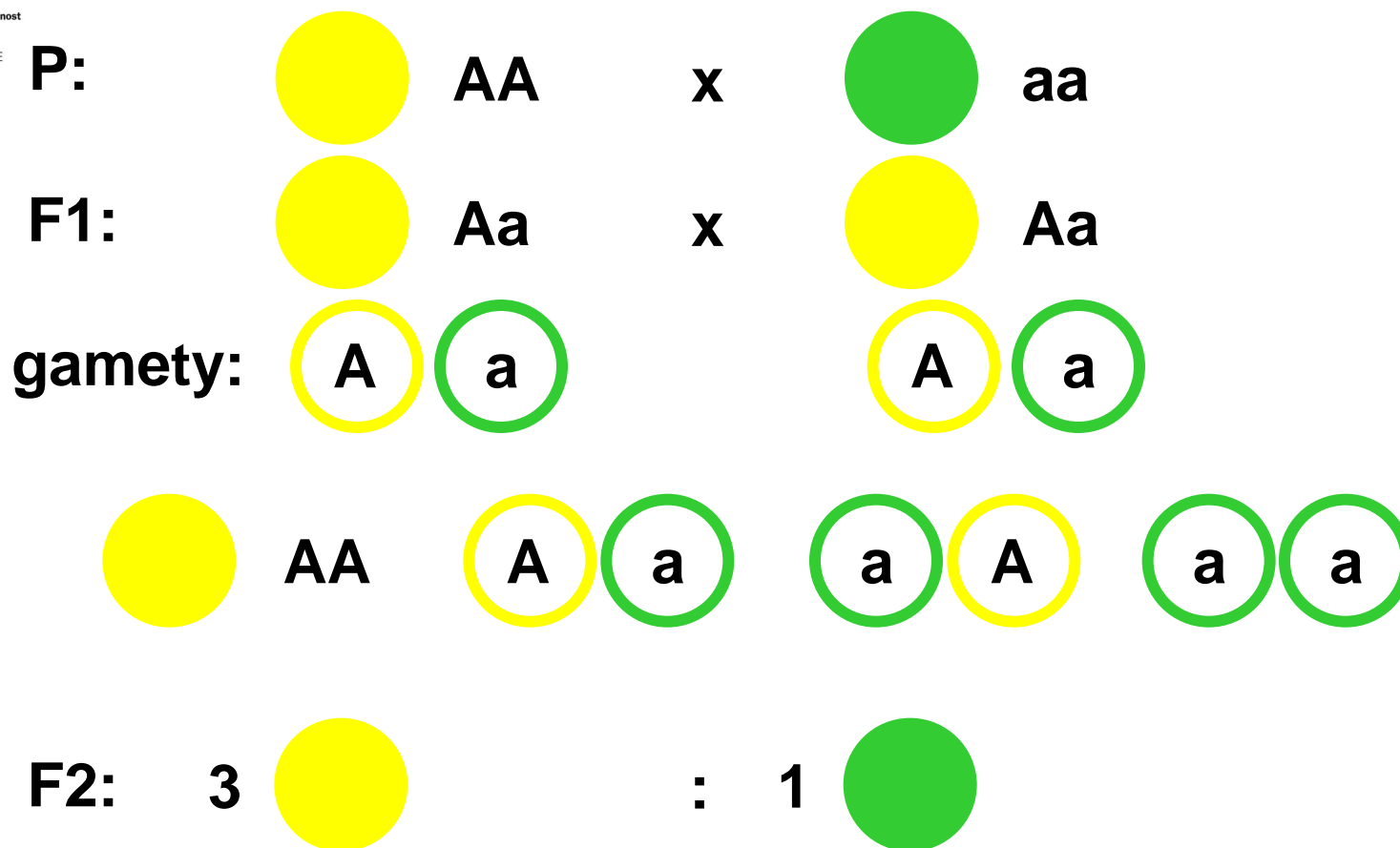
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



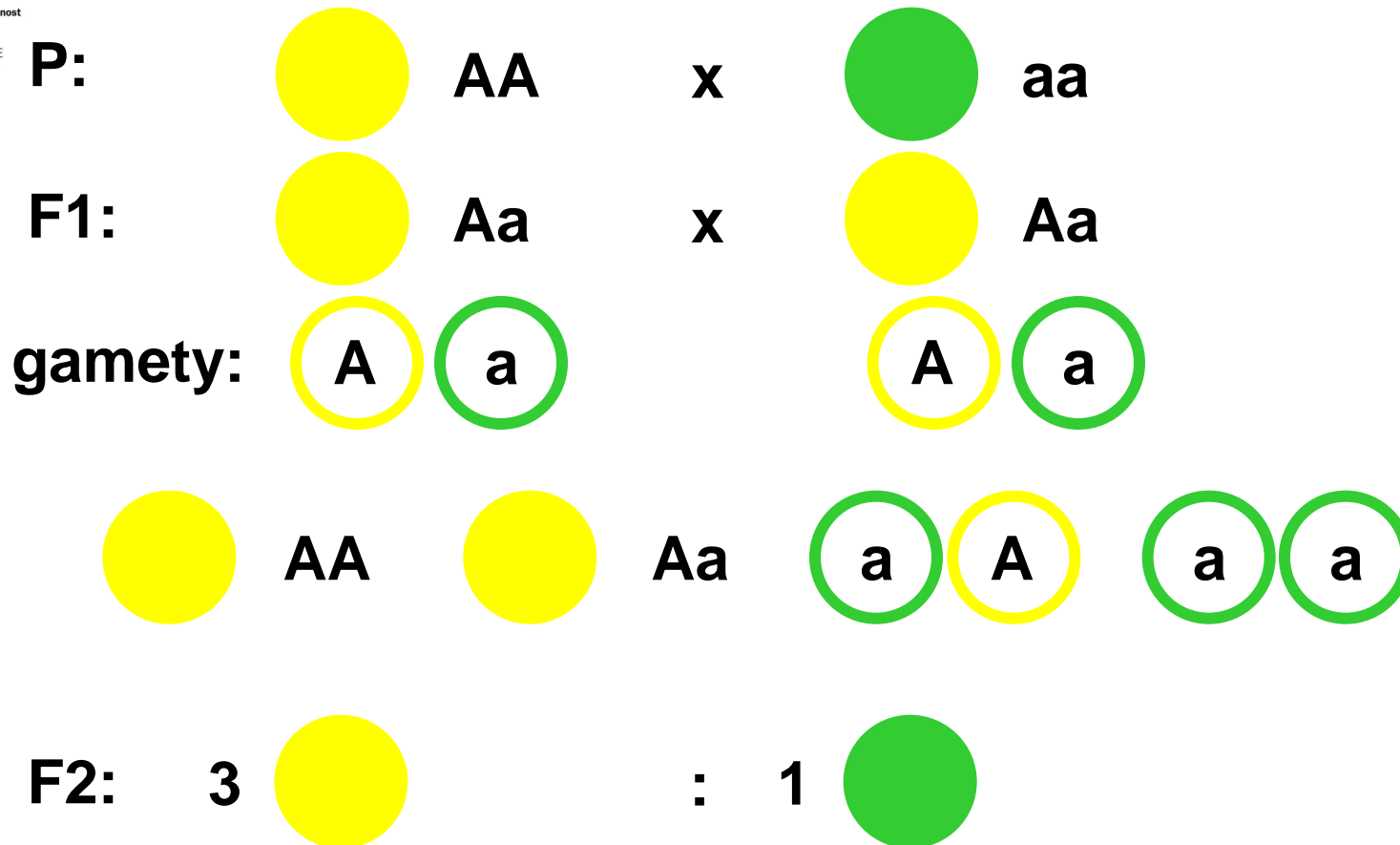
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



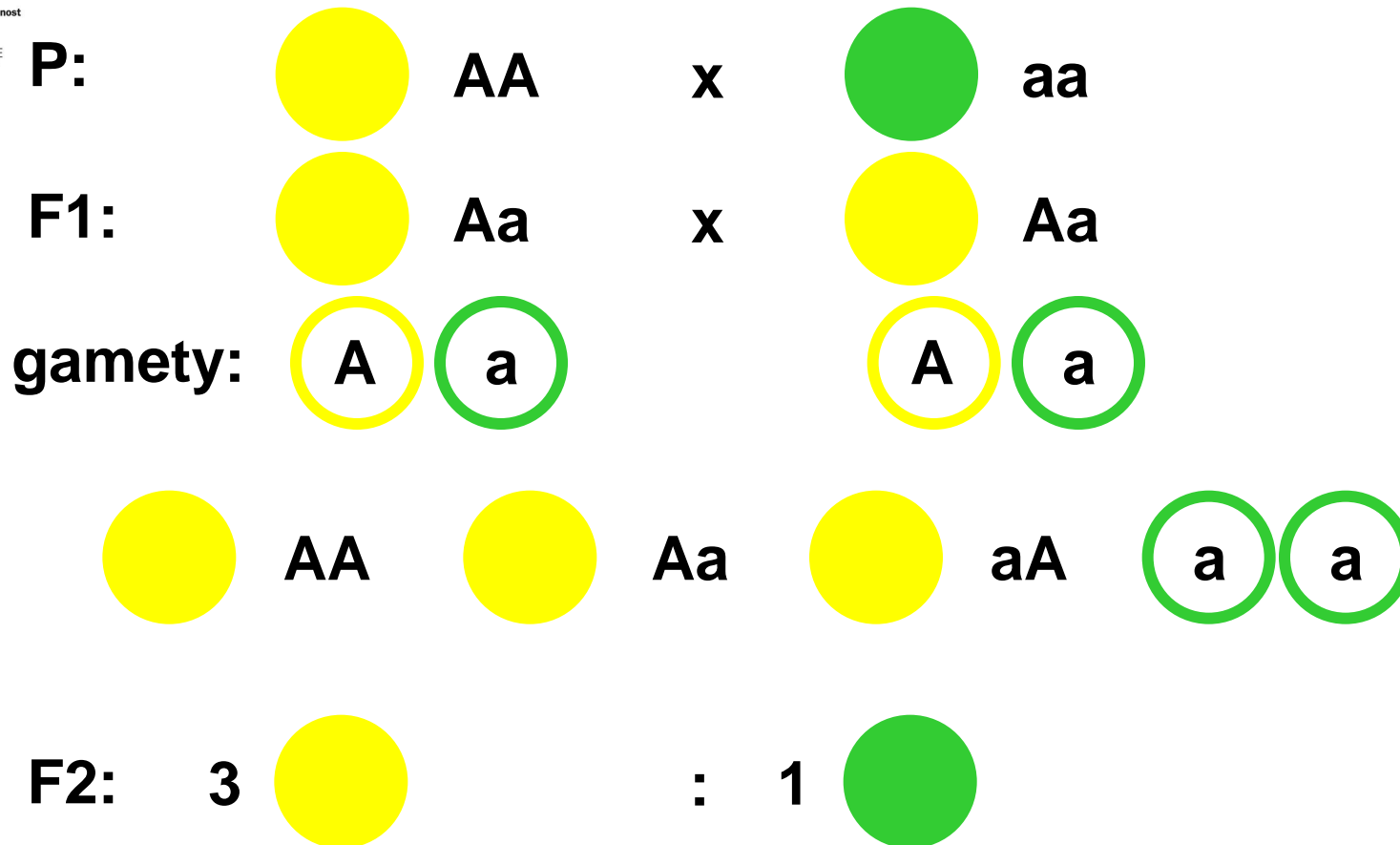
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



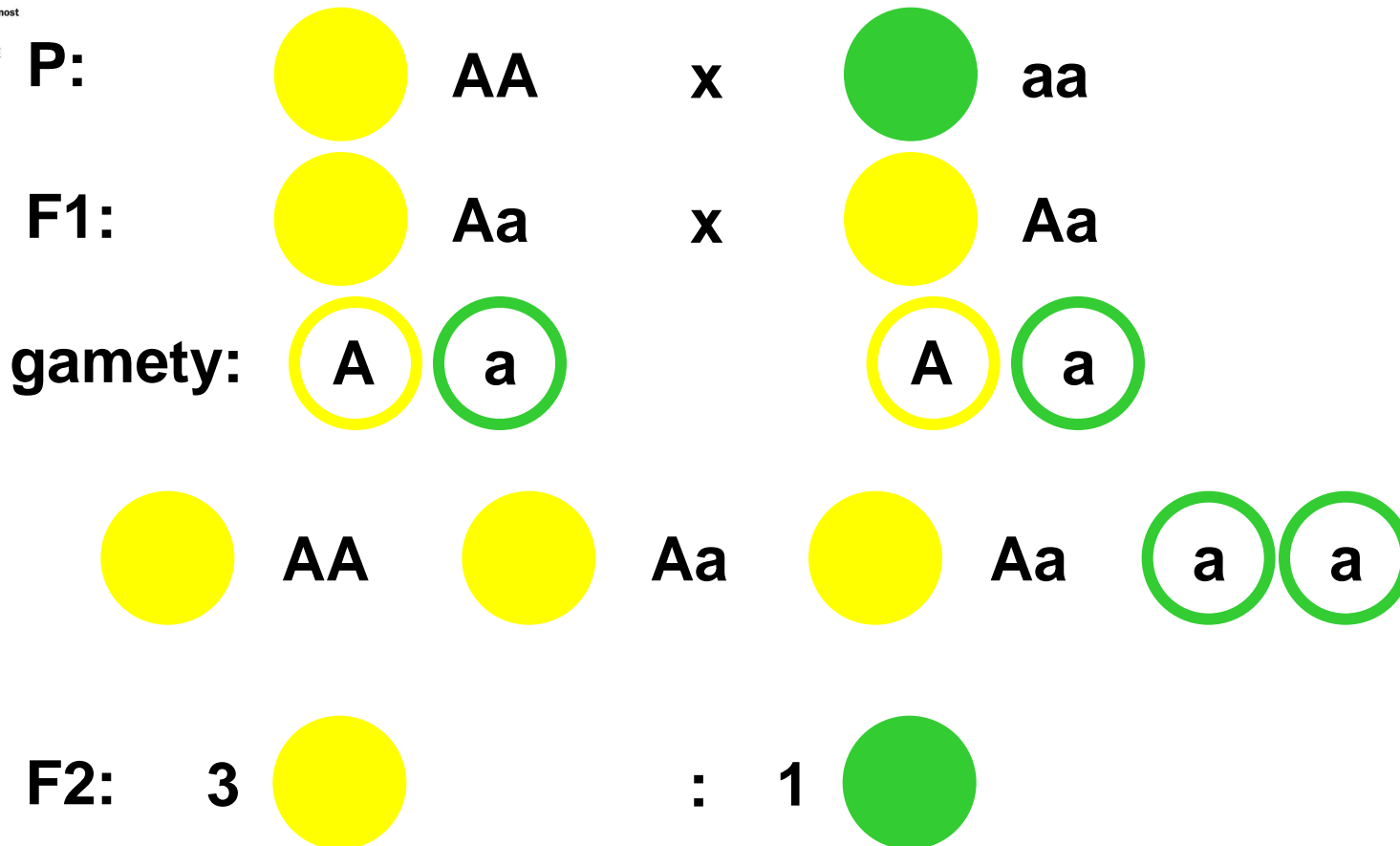
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



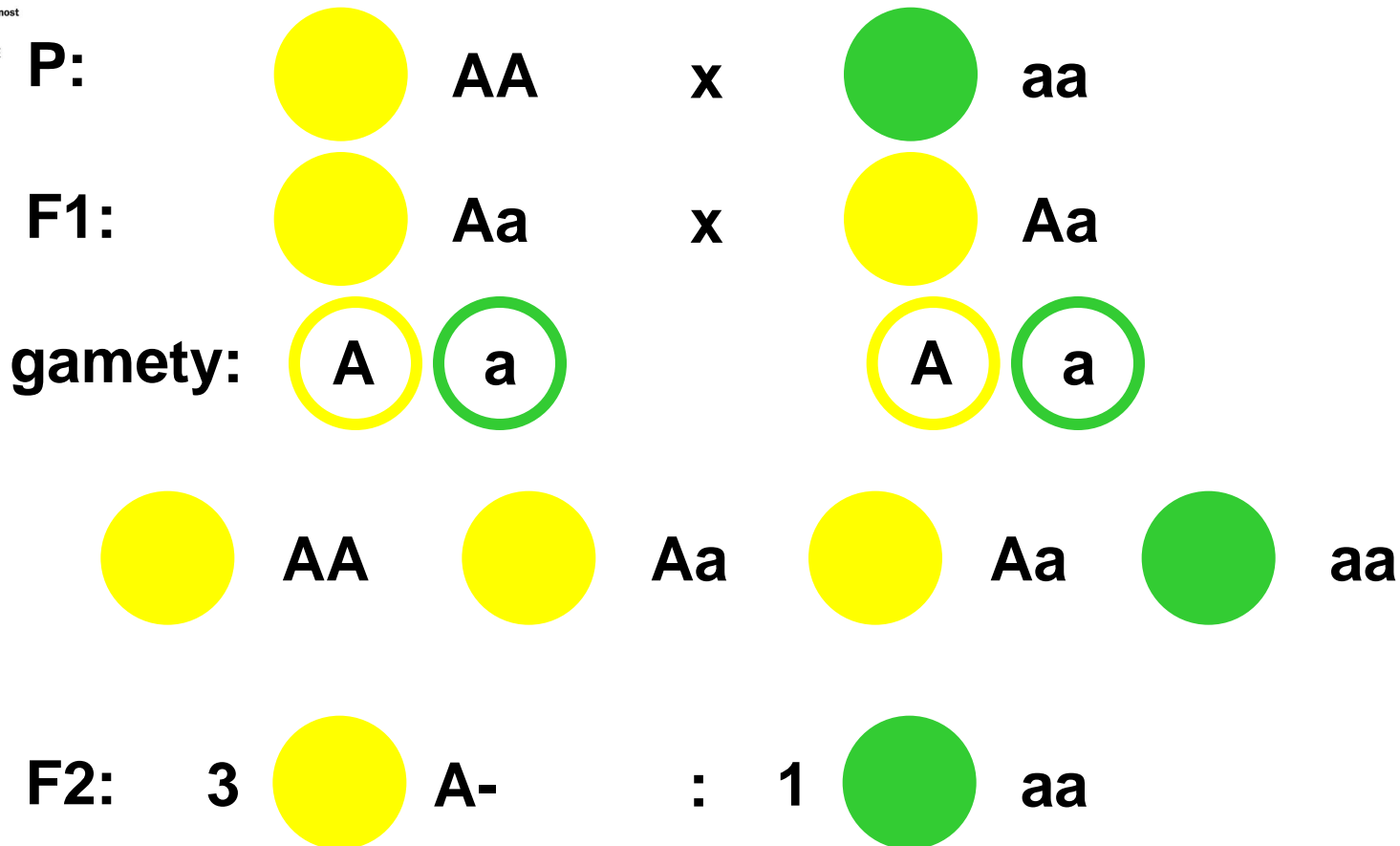
2. zákon nesterilnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



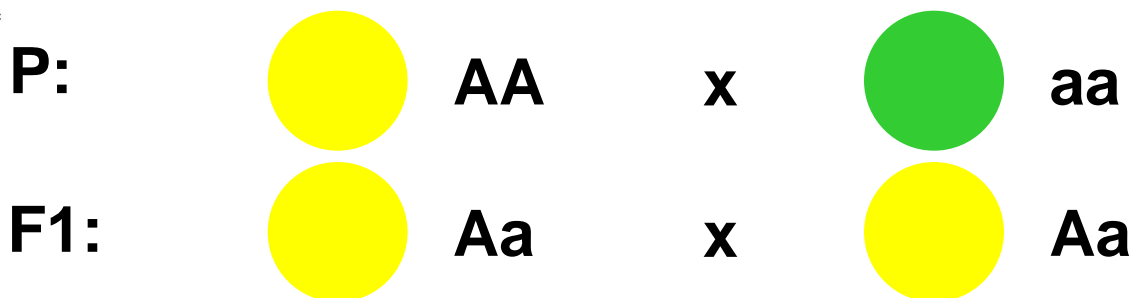
2. zákon nestejnorodosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel

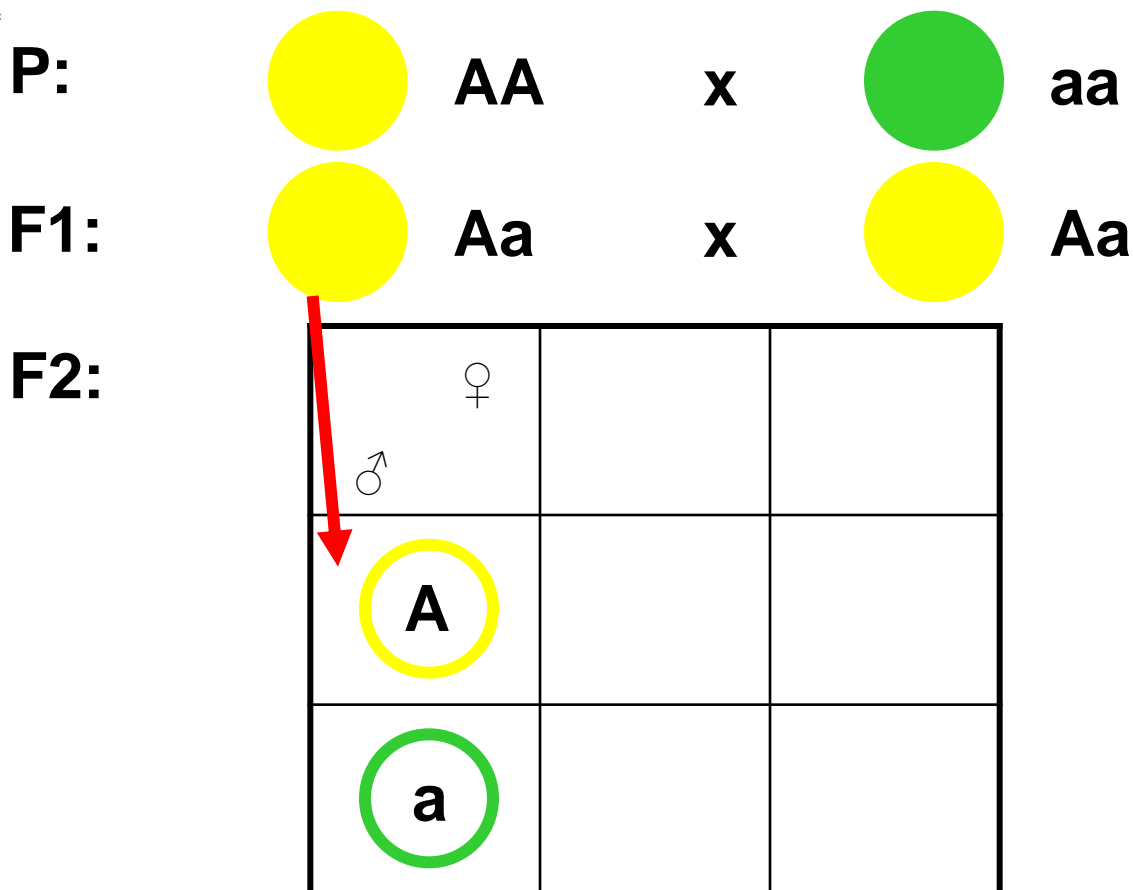


F2:

	♀		
♂			

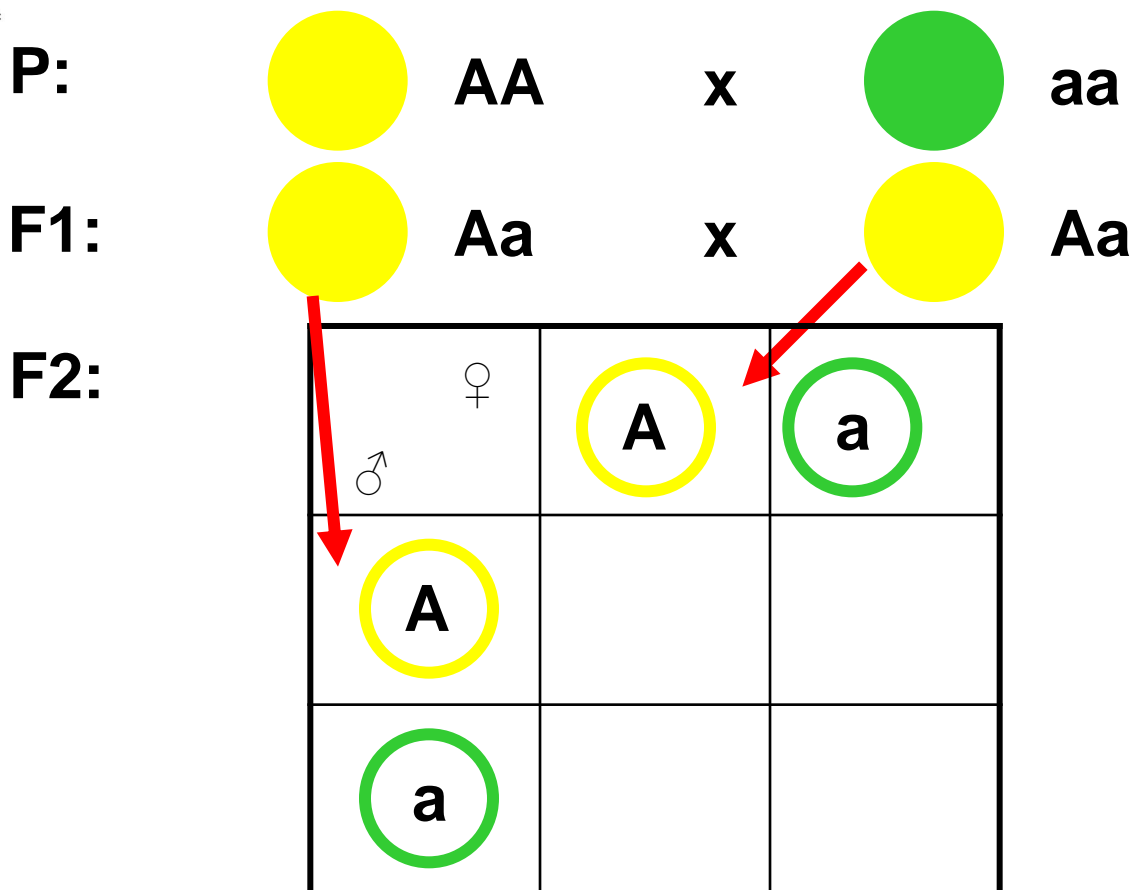
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



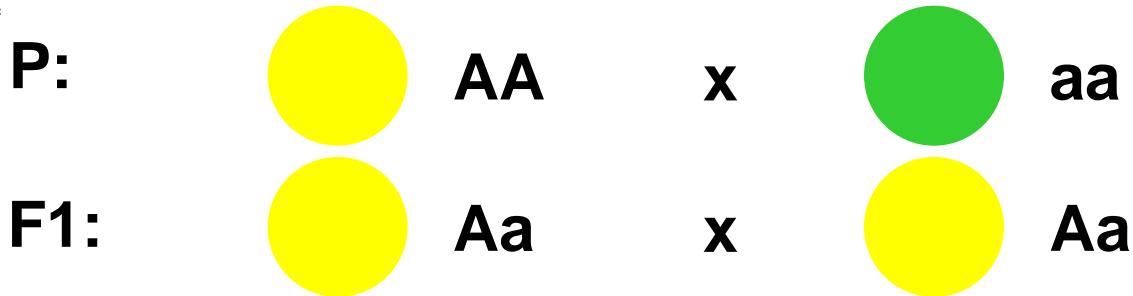
2. zákon nesterilnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel

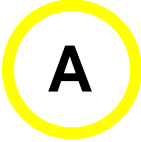

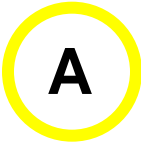
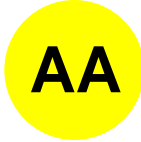



2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel

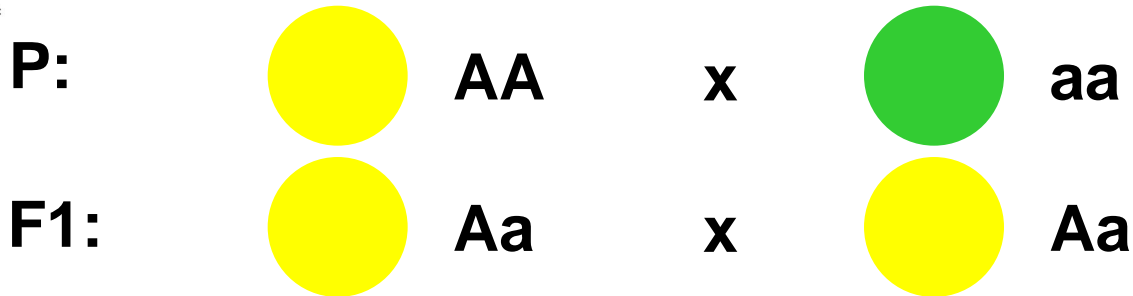


F2:

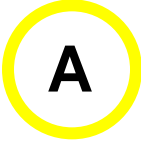

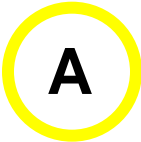
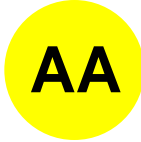

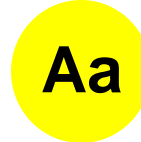
	♀	 A	 a
♂	 A	 AA	
	 a		

2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel

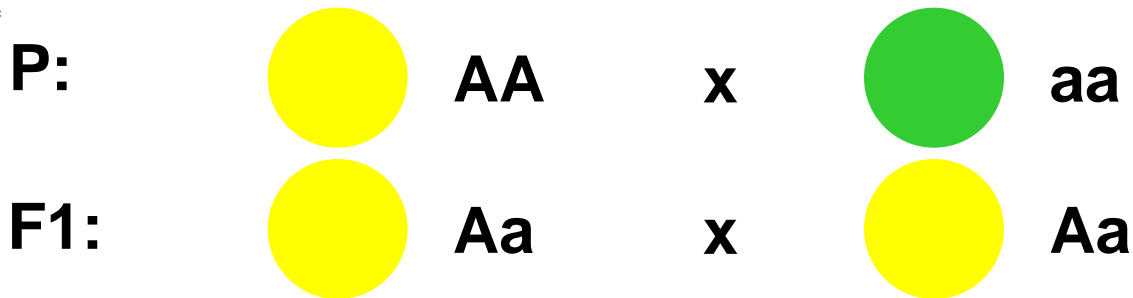


F2:

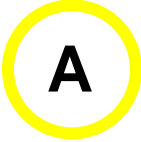

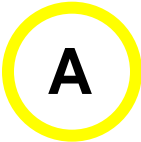
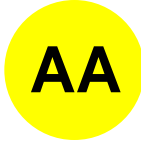



	♀	 A	 a
♂		 A	 AA
		 a	 Aa

2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel

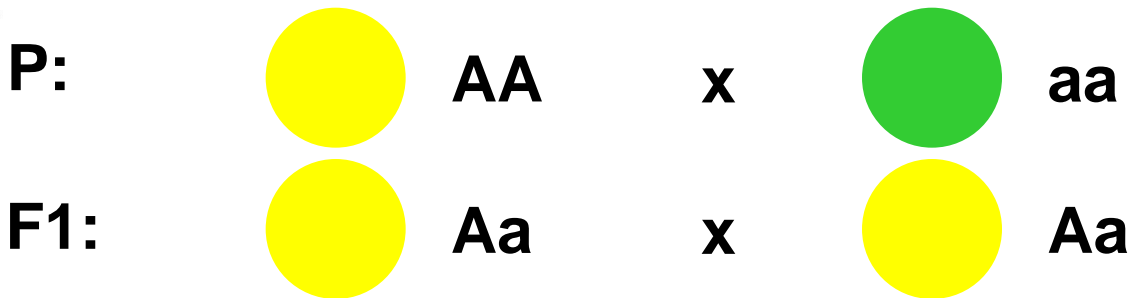


F2:

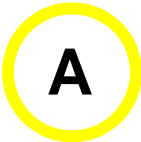

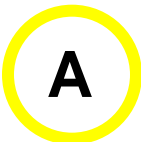

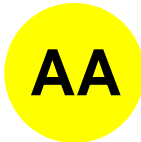





	♀	 A	 a
♂		 A	 AA
		 Aa	
		 a	 aA

2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel

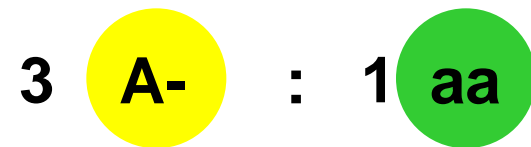
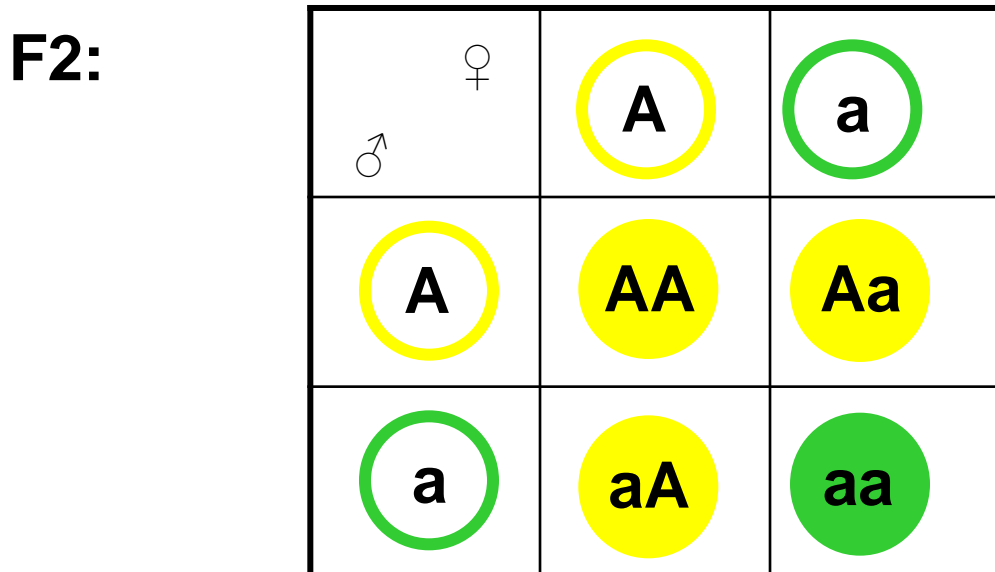
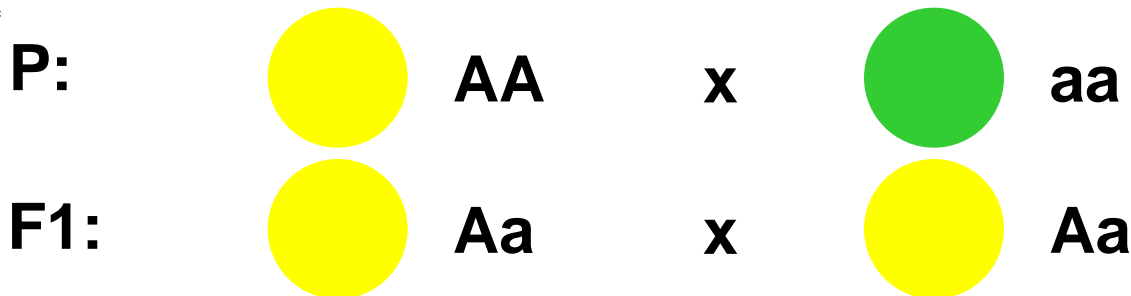


F2:

	♀	 A	 a
♂		 A	 Aa
		 AA	 Aa
		 a	 aa
		 aA	 aa

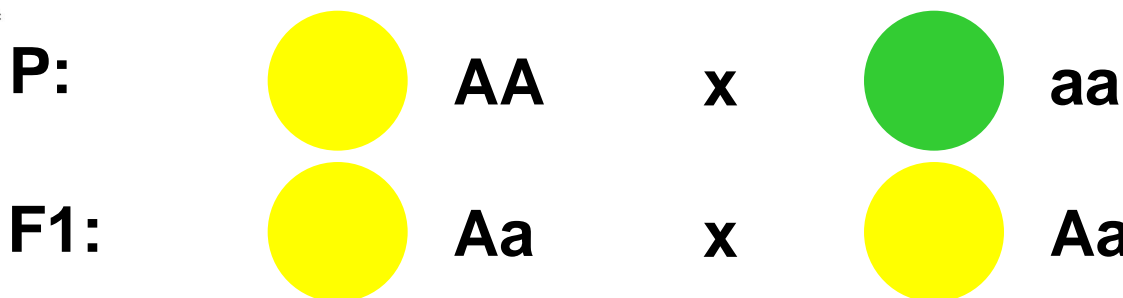
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



2. zákon nestejnorodosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel



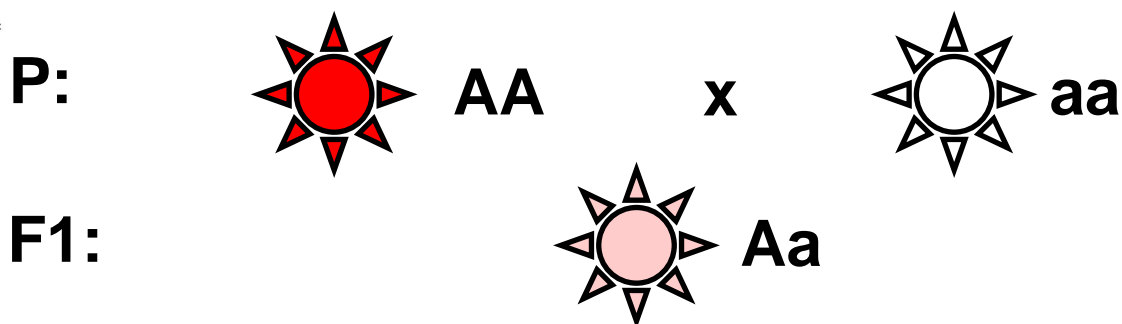
F2: Genotypový štěpný poměr: 1 AA : 2 Aa : 1 aa

Fenotypový štěpný poměr: 3 A- : 1 aa




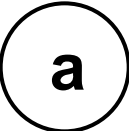

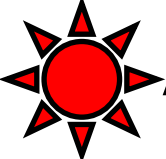
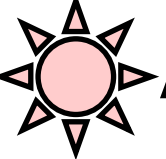
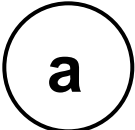
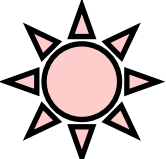
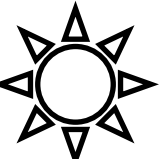
2. zákon nesterodnosti F2 generace

Při křížení heterozygotů se v jejich potomstvu vyštěpují znaky hybridních rodičů v charakteristickém poměru celých čísel

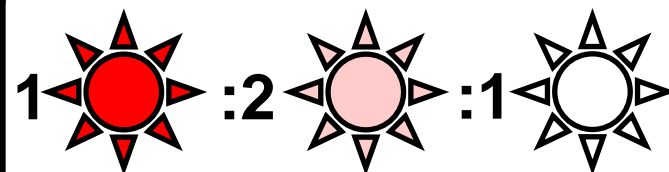


**Neúplná
dominance**

F2:

	 A	 a
 A	 AA	 Aa
 a	 aA	 aa

GT a FT štěpný poměr:



Analytické zpětné křížení / Testovací křížení

Při křížení heterozygota s recesivním homozygotem se v potomstvu vyštěpují znaky (fenotypové třídy) v poměru jedna ku jedné

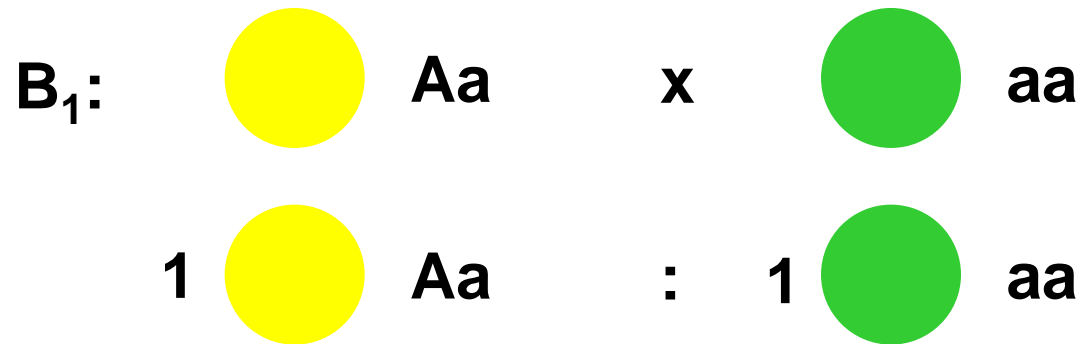
Analytické zpětné křížení / Testovací křížení

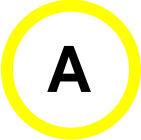




Při křížení heterozygota s recesivním homozygotem se v potomstvu vyštěpují znaky (fenotypové třídy) v poměru jedna ku jedné



Analytické zpětné křížení / Testovací křížení

Při křížení heterozygota s recesivním homozygotem se v potomstvu vyštěpují znaky (fenotypové třídy) v poměru jedna ku jedné



	♀	 A	 a
♂		 a	 aA
		 aa	

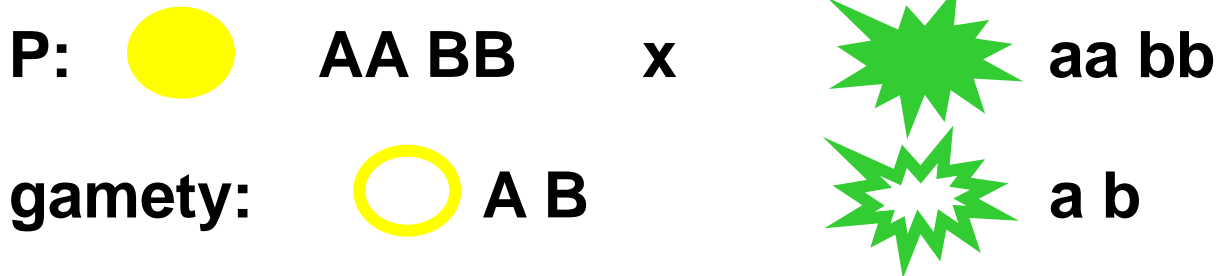
3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

- a) Při tvorbě gamet dochází k náhodné segregaci alel jednotlivých alelových párů
- b) Při segregaci alel do gamet se alely různých genů (tj. na různých lokusech) kombinují nezávisle na sobě

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

P:  AA BB x  aa bb

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů



3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

P:  **AA BB** **x**  **aa bb**

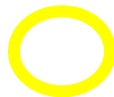
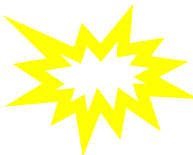
gamety:  **A B** **+**  **a b**

F1:  **Aa Bb**

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:  **Aa Bb**

F2:

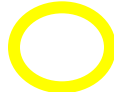
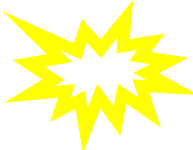

♂	♀	AB 	Ab 		

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 Aa Bb

F2:

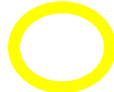
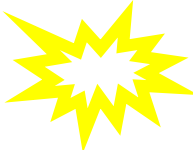


♂	♀	AB 	Ab 	aB 	

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 **Aa Bb**

F2:

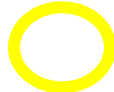
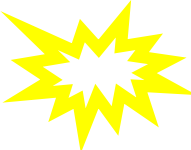


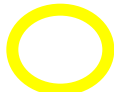
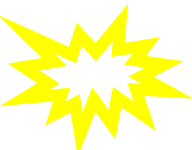


♂	♀	AB 	Ab 	aB 	ab 

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 **Aa Bb**

F2:

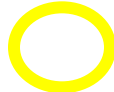
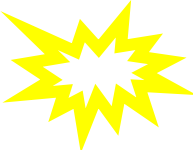


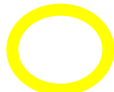




♂	♀	AB 	Ab 	aB 	ab 
AB 					
Ab 					
aB 					
ab 					

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 **Aa Bb**

F2:

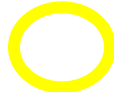
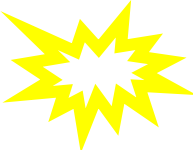


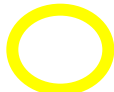

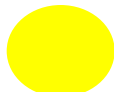
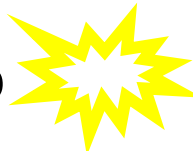


♂	♀	AB 	Ab 	aB 	ab 
AB 	AABB 				
Ab 					
aB 					
ab 					

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 **Aa Bb**

F2:

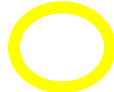
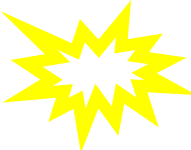


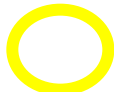

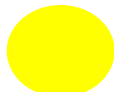
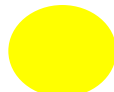
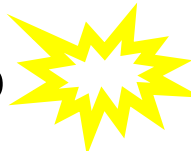


♂	♀	AB 	Ab 	aB 	ab 
AB 	AABB 	AABb 			
Ab 					
aB 					
ab 					

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 **Aa Bb**

F2:

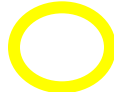
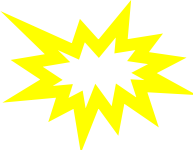


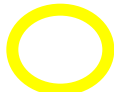
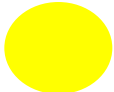
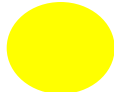
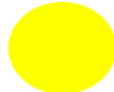
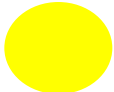
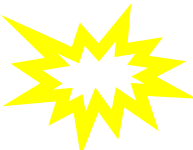


♂	♀	AB 	Ab 	aB 	ab 
AB 	AABB 	AABb 	AaBB 		
Ab 					
aB 					
ab 					

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 **Aa Bb**

F2:

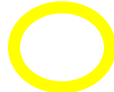
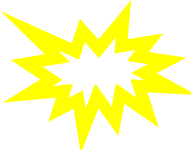


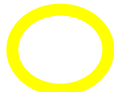
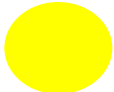
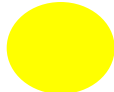
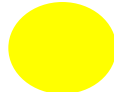
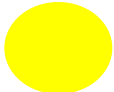
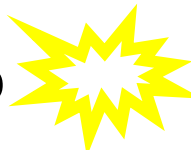
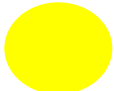


♂	♀	AB 	Ab 	aB 	ab 
AB 	AABB 	AABb 	AaBB 	AaBb 	
Ab 					
aB 					
ab 					

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 **Aa Bb**

F2:

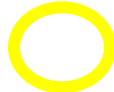
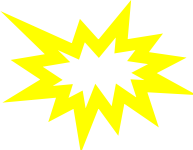


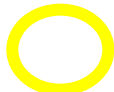
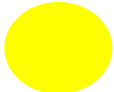
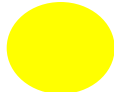
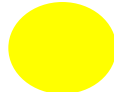
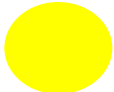
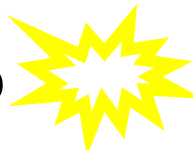
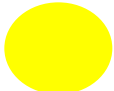
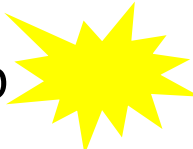
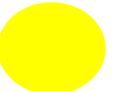
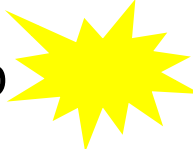

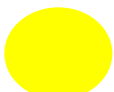
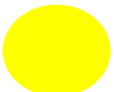



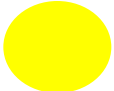
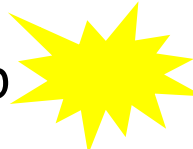

♂	♀	AB 	Ab 	aB 	ab 
AB 	AABB 	AABb 	AaBB 	AaBb 	
Ab 	AABb 				
aB 					
ab 					

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 Aa Bb

F2:

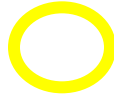
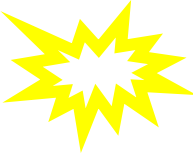


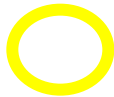
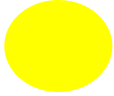
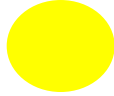
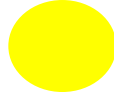
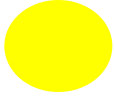
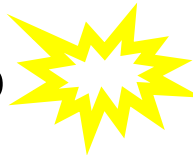
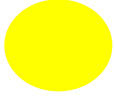
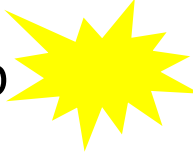
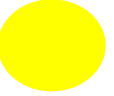
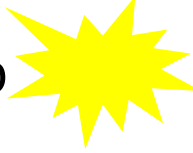

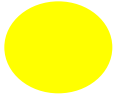
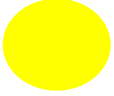



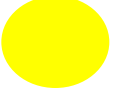
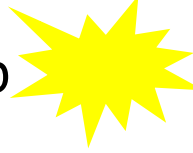


♂	♀	AB 	Ab 	aB 	ab 
AB 	AABB 	AABb 	AaBB 	AaBb 	
Ab 	AABb 	AAbb 	AaBb 	Aabb 	
aB 	AaBB 	AaBb 	aaBB 	aaBb 	
ab 	AaBb 	Aabb 	aaBb 		

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

 Aa Bb

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 

3. zákon o volné kombinovatelnosti genů

F1:

● Aa Bb

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 ✨	

F2 – FT štěpný poměr:

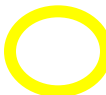
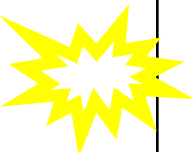


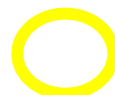

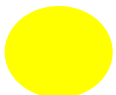
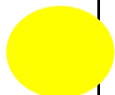

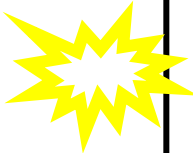











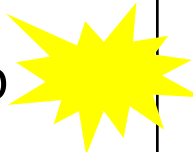


9 A-B- : 3 A-bb : 3 aaB- : 1 aabb

Linie homozygotů



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelův / Punnettův čtverec

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





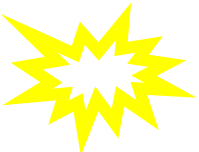
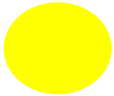

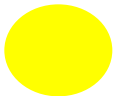
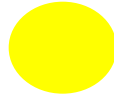



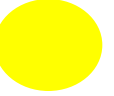
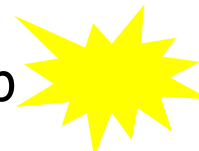


Linie heterozygotů

Mendelův / Punettův čtverec


P:  AA BB x  aa bb

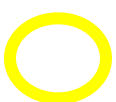
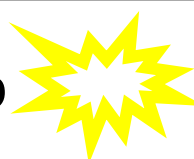


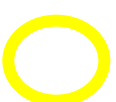

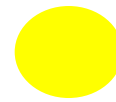
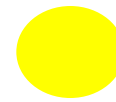
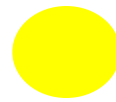











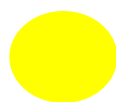
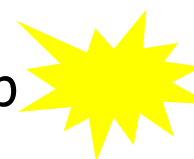


Šlechtitelská novinka

Jedinec nesoucí novou kombinaci původních vlastností (znaků) rodičů
Homozygotní jedinci, stabilní ve znacích, tj. neštěpící.

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

Mendelův / Punettův čtverec

P:  **AA bb** x  **aa BB**

	♀				
♂		AB 	Ab 	aB 	ab 
	AB 	AABB 	AABb 	AaBB 	AaBb 
					
<p>Šlechtitelská novinka</p> <p>Jedinec nesoucí novou kombinaci původních vlastností (znaků) rodičů Homozygotní jedinci, stabilní ve znacích, tj. neštěpící.</p>					
					
	ab 	AaBb 	Aabb 	aaBb 	aabb 

Mendelovy zákony

PODMÍNKY PLATNOSTI

0. organismus se rozmnožuje pohlavně
1. jedná se o jadernou dědičnost
2. geny leží na různých somatických chromozomech
3. geny nejsou ve vazbě
4. geny nejsou ve vzájemné interakci

1900 znovuobjevení Mendelových zákonů

Carl CORRENS, Erich von TSCHERMAK, Hugo de VRIES

