

พันธุศาสตร์เบื้องต้น

➡ เซลล์และการแบ่งเซลล์แบบต่างๆ

➡ กฎของเมนเดล

➡ พันธุกรรมของลักษณะทางคุณภาพ

➡ Monohybrid crosses

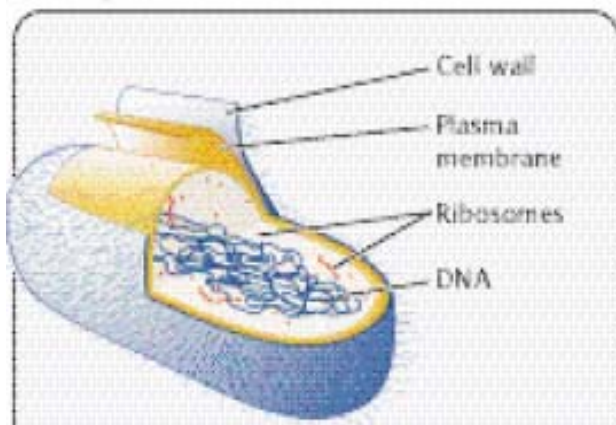
➡ Multiple-loci crosses

➡ Epistasis, Lethal gene

➡ Sex-linkage

เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์

Prokaryote



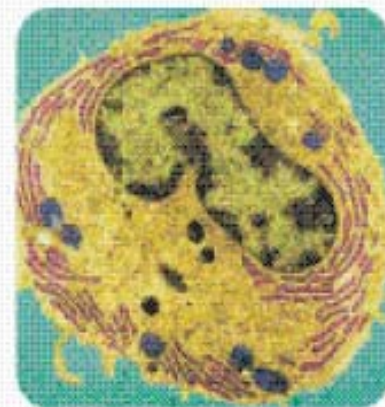
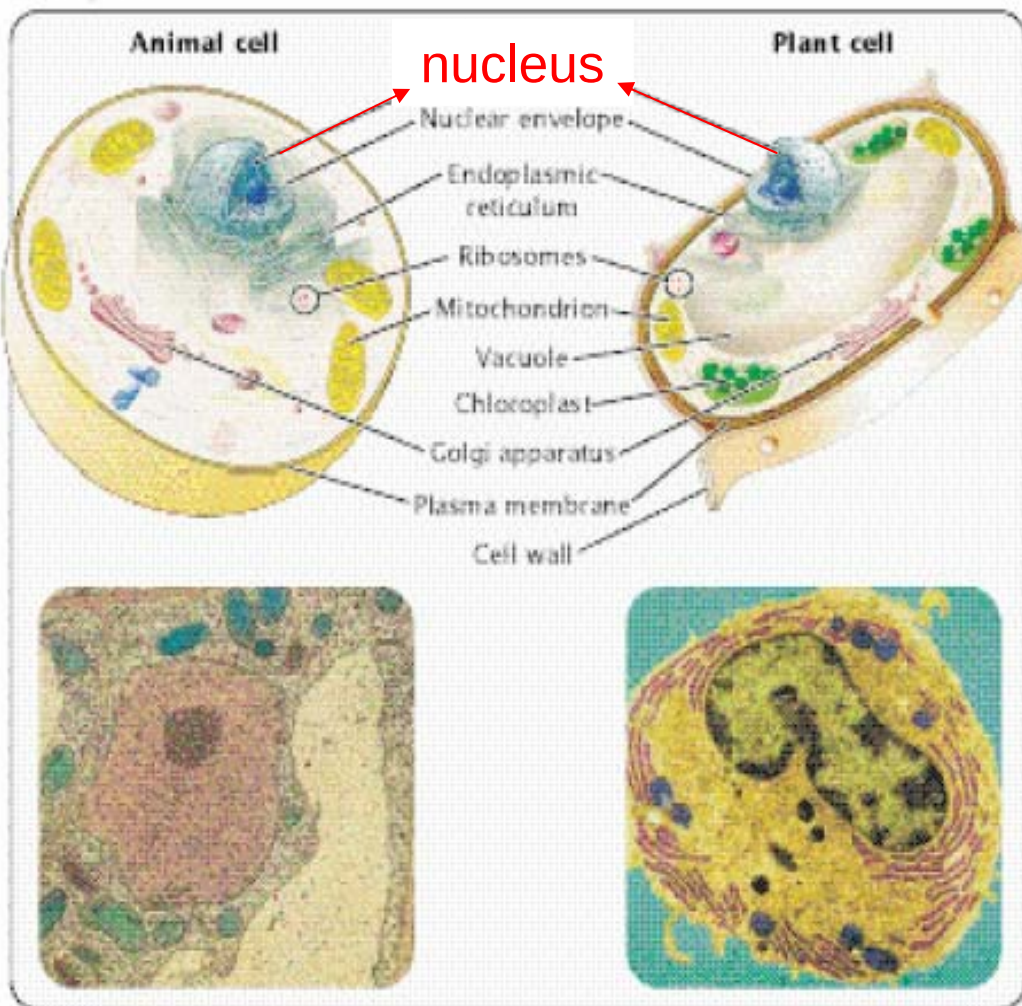
Eubacterium



Archaeobacterium



Eukaryote



**DNA packs tightly into
metaphase chromosomes**



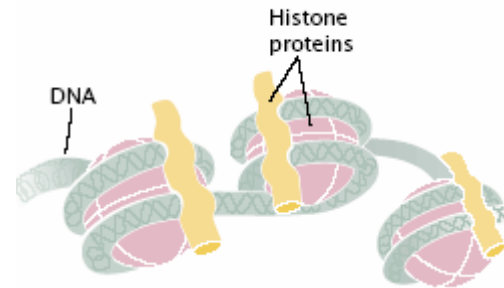
**metaphase
chromosome**



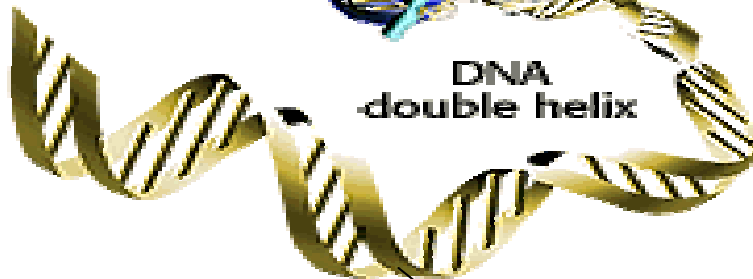
**condensed
chromatin**



nucleosomes



**DNA
double helix**



polynucleotide

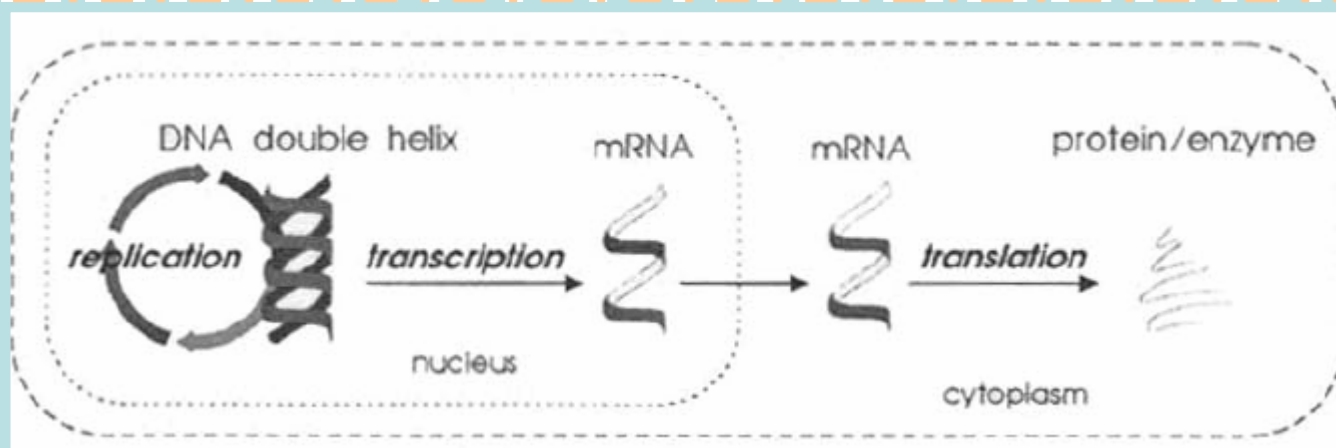
nucleotide

A=T, C ≡ G

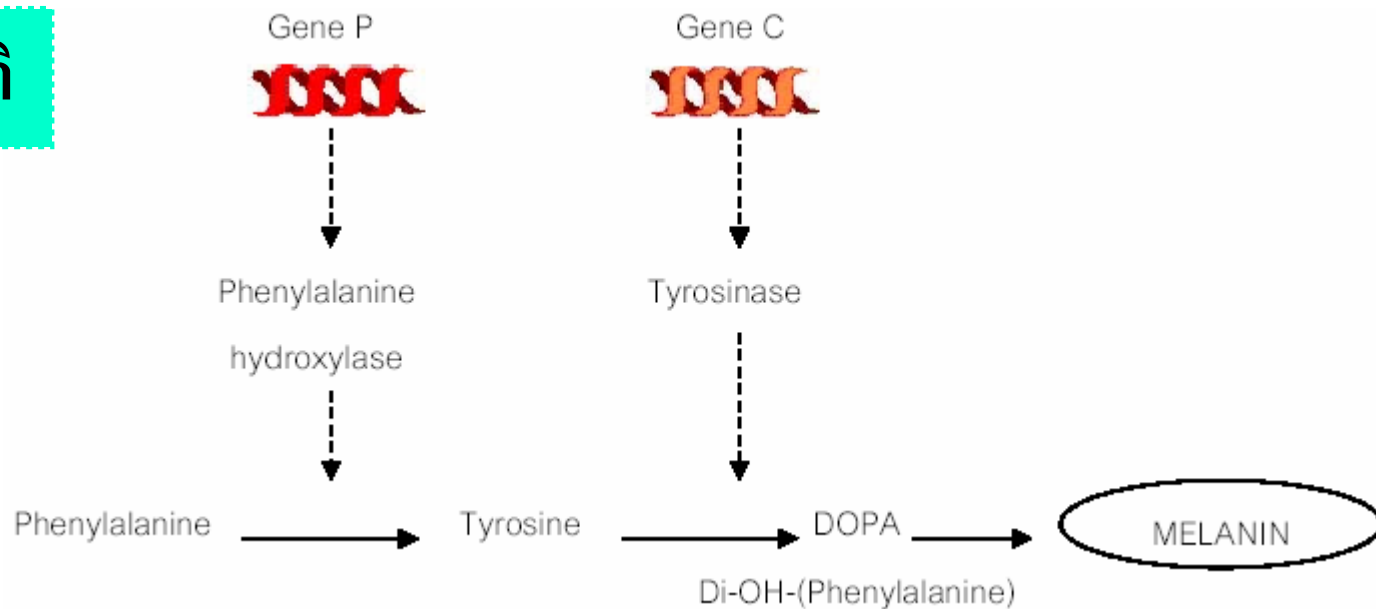


การควบคุมการแสดงออกของยีน

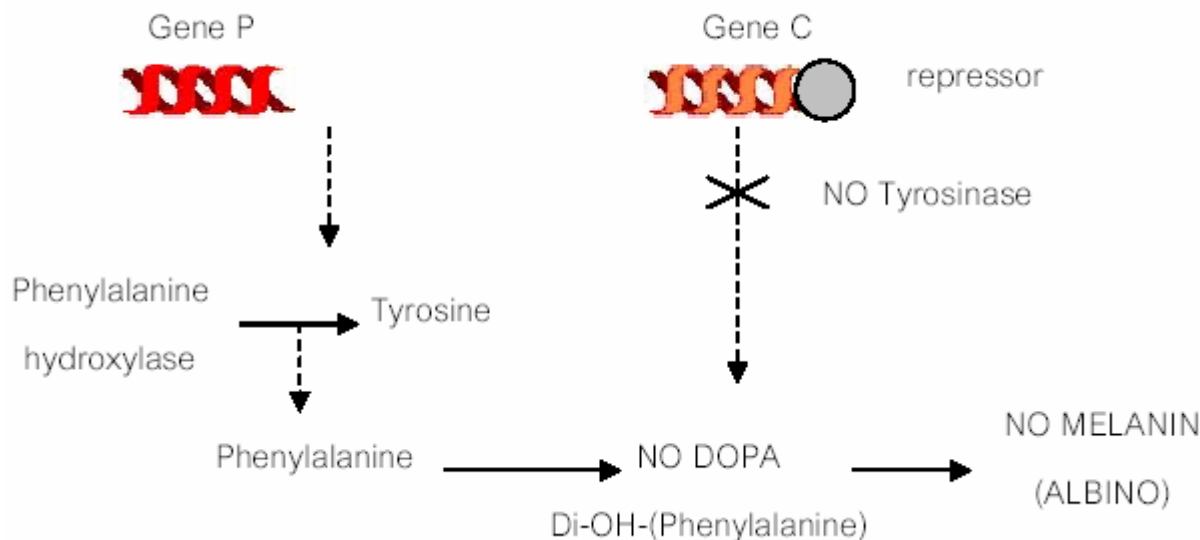
การที่ยีนมีการแสดงออก (expression) หมายถึงการที่ยีนสามารถเกิดขบวนการถอดรหัสเป็น RNA และแปลรหัสเป็นโปรตีนต่างๆ (เอ็นไซม์) สัตว์แต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องจากมียีนที่แตกต่างกัน และในสัตว์ชนิดเดียวกัน สัตว์แต่ละตัวก็ยังคงมีการแสดงออกของยีนที่แตกต่างกัน และแม้ว่าสัตว์สองตัวจะมีจำนวน chromosome เท่ากัน มียีนเหมือนกัน แต่ก็อาจแสดงออกได้แตกต่างกัน อันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม เช่นแฝดเหมือนที่อยู่ต่างสิ่งแวดล้อม



ปกติ

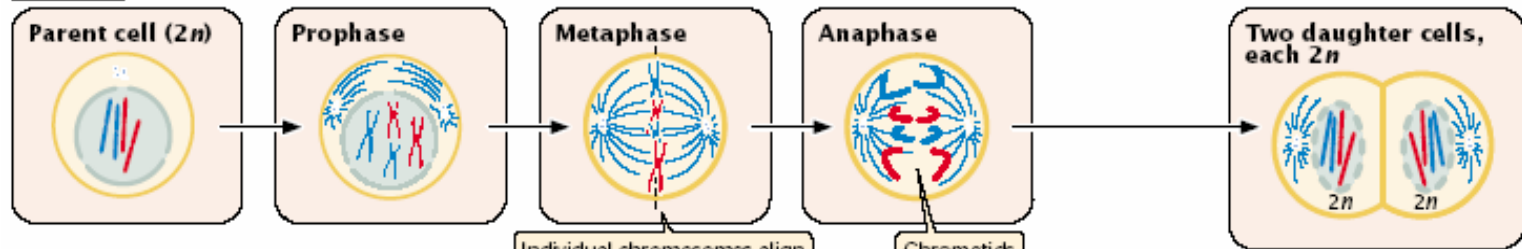


ผิดปกติ

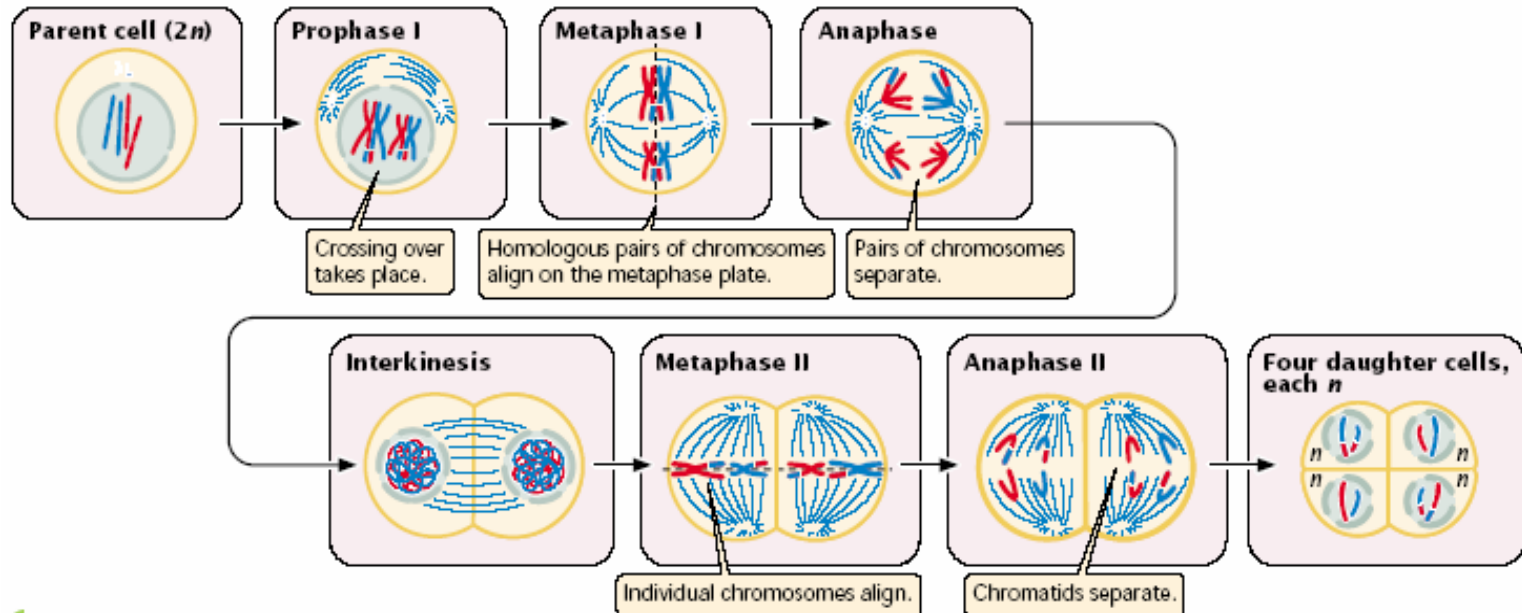


การแบ่งเซลล์ (cell division) เพื่อถ่ายทอดยีนสู่ลูก

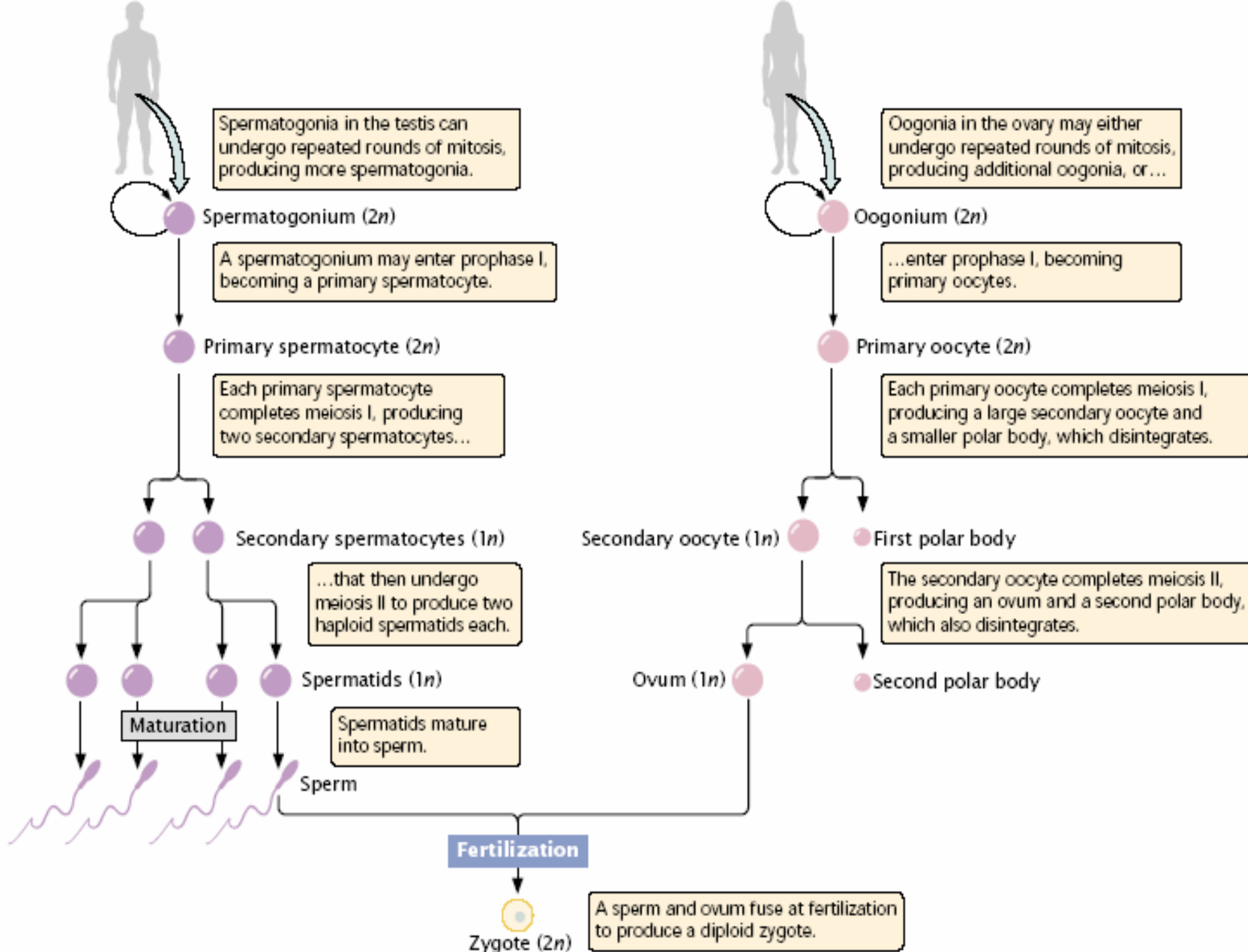
Mitosis



Meiosis



สามารถดูภาพ animation ได้ที่ www.whfreeman.com/pierce



พันธุศาสตร์เมนเดล

ลักษณะของถั่วลันเตาที่เมนเดลได้ทำการศึกษา

Seed (endosperm) color



Yellow



Green

Seed shape



Round



Wrinkled

Seed coat color

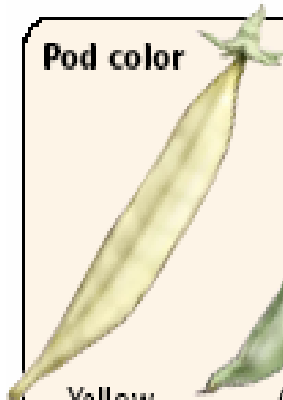


Gray

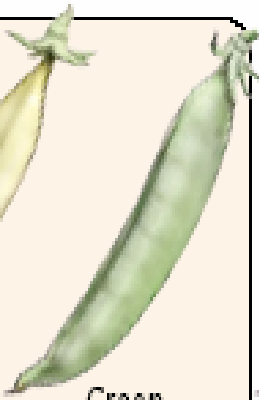


White

Pod color

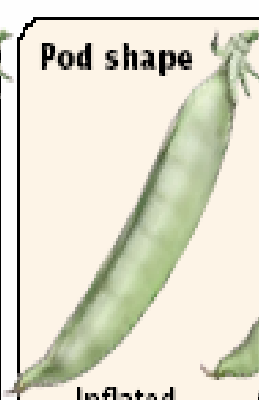


Yellow

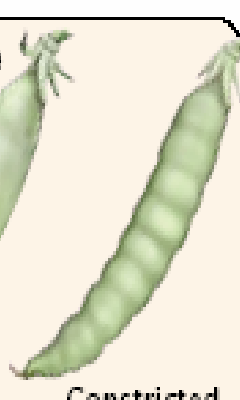


Green

Pod shape



Inflated



Constricted

Flower position

Axial
(along stem)



Terminal
(at tip of stem)



Stem length

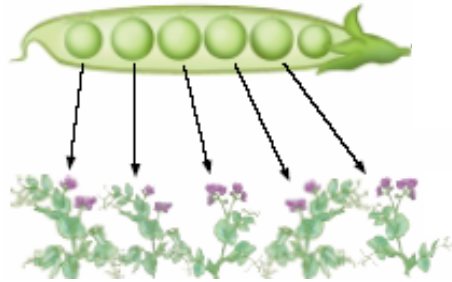
Short

Tall



กฎของเมนเดล (Mendel's Law)

ลักษณะเมล็ด



เรียบ (round)



RR

X



rr

ย่น (wrinkled)

F1



?

?

?

?

F2



?

?

?

?

การแยกตัวของยีน

และการแสดงการข้าม

กฎของเมนเดล (Mendel's Law)

กฎข้อที่ 1 : กฎการแยกตัวของยีน (Law of segregation of gene)

“ลักษณะปรากฏจะถูกควบคุมโดยยีน และยีนจะปรากฏเป็นคู่ๆ เสมอ เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) ยีนจะมีการแยกตัวอย่างอิสระ และจะเข้าคู่กันอีกครั้งเมื่อมีการผสมพันธุ์เป็น zygote”

เมล็ดเรียบ-สีเหลือง



X



เมล็ดย่น-สีเขียว

RRYY

rryy



RrYy

เมล็ดเรียบ-สีเหลือง



F1

F2

1/4RR

2/4Rr

1/4rr

1/4YY

1/16RRYY

2/16RrYY

1/16rrYY

2/4Yy

2/16RRYy

4/16RrYy

2/16rrYy

1/4yy

1/16RRyy

2/16Rryy

1/4rryy

9 เรียบ-เหลือง : 3 เรียบ-เขียว : 3 ย่น-เหลือง : 1 ย่น-เขียว

กฎของเมนเดล (Mendel's Law)

กฎข้อที่ 2 : กฎการรวมตัวอย่างอิสระของยีน (Law of independent assortment)

“ยีนแต่ละตำแหน่งสามารถแยกไปกับอีกยีนหนึ่งได้อย่างอิสระ เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และมีโอกาสเข้าคู่กันได้ใหม่อย่างอิสระเมื่อมีการผสมพันธุ์เป็น zygote ”

ความหมายของคำ

➡ อัลลีล (allele) :

➡ Locus :

➡ Dominant :

➡ Recessive :

➡ ลักษณะปรากฏ (phenotype) :

➡ คู่ยีน (genotype) :

➡ Homozygous, Heterozygous :

ข่มอย่างสมบูรณ์

ไม่มีเขา



?

มีเขา



hh

X



F1

$\frac{1}{2}$ ไม่มีเขา

$\frac{1}{2}$ มีเขา

Phenotype

?

?

Genotype

ไม่มีเขา ขนสีดำ



?

X

มีเขา ขนสีแดง



hhbb



F1

$\frac{1}{2}$ ไม่มีเขา ขนสีดำ

?

$\frac{1}{2}$ มีเขา ขนสีดำ

?

Phenotype

Genotype

ไม่มีเขา ขนสีดำ



?

มีเขา ขนสีแดง



hhbb

X



F1

$\frac{1}{2}$ ไม่มีเขา ขนสีดำ $\frac{1}{2}$ มีเขา ขนสีดำ

phenotype

HhBb

x

HhBh



Dihybrid cross

F2

?

Phenotype ratio

?

Genotype ratio

ใช้ผังแบบ Punnett square

พ่อ (HhBb)

แม่

	HB	Hb	hB	hb
HB				
Hb				
hB				
hb				

Branch or Forked-line method

1. คำนวณผลที่เกิดจากการผสมระหว่างยีนแต่ละคู่

$Bb \times Bb \longrightarrow 1BB : 2Bb : 1bb$

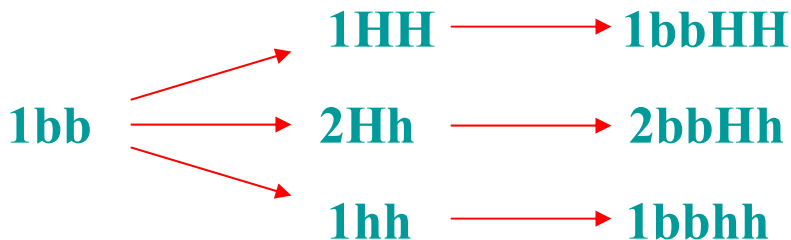
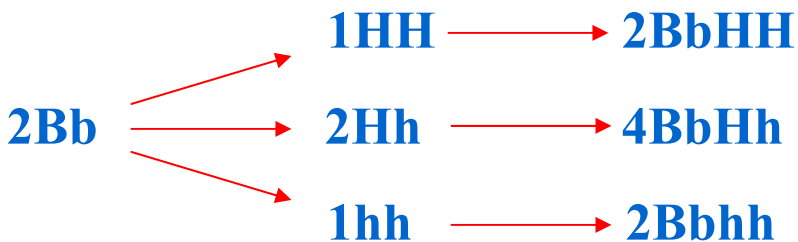
3 ดำ : 1 แดง

$Hh \times Hh \longrightarrow 1HH : 2Hh : 1hh$

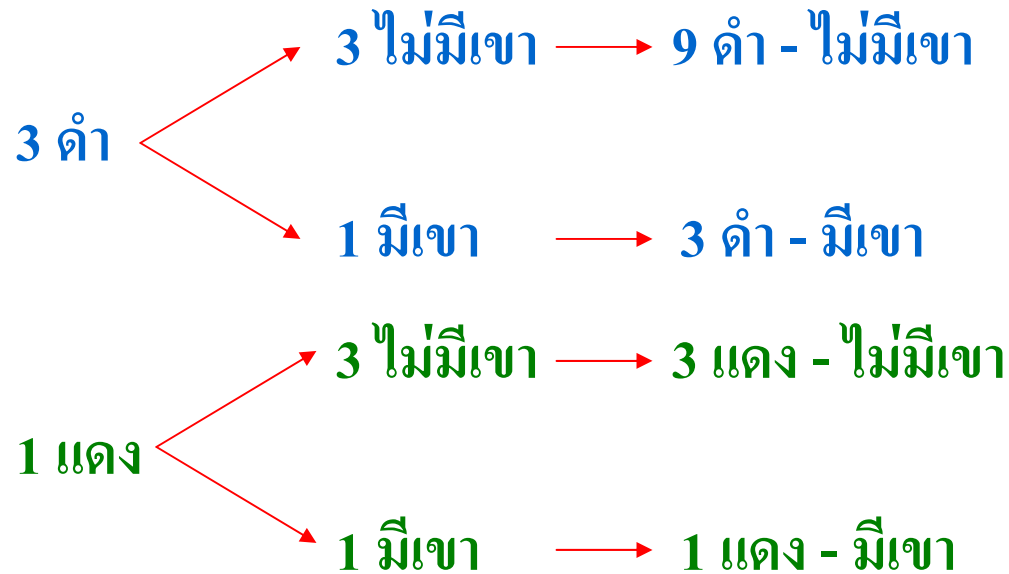
3 ไม่มีเขา : 1 มีเขา

Branch or Forked-line method

2. ทำ combination ผลที่เกิดจากยื่นแต่ละตำแหน่งเข้าด้วยกัน



Genotype



Phenotype

จำนวน genotype และ phenotype จากการผสมของ heterozygous และควบคุมแบบ complete dominant จะพบว่า

จำนวน genotype ของลูก = 3^n

จำนวน phenotype ของลูก = 2^n

n = จำนวน locus

Genotype ของลูกที่เกิดจากการผสมพันธุ์ 6 รูปแบบ

พ่อ-แม่	ลูก
1. AA x AA	AA ทั้งหมด
2. AA x aa	Aa ทั้งหมด
3. aa x aa	aa ทั้งหมด
4. Aa x AA	$\frac{1}{2}$ Aa : $\frac{1}{2}$ AA
5. Aa x aa	$\frac{1}{2}$ Aa : $\frac{1}{2}$ aa
6. Aa x Aa	???

Rose comb



RR

X



Single comb

rr

การทำ Testcross ด้วย
homozygous
recessive ตรวจสอบ
genotype ของคู่ผสม



Rose comb

F1

Rr



Monohybrid cross



F2

1RR

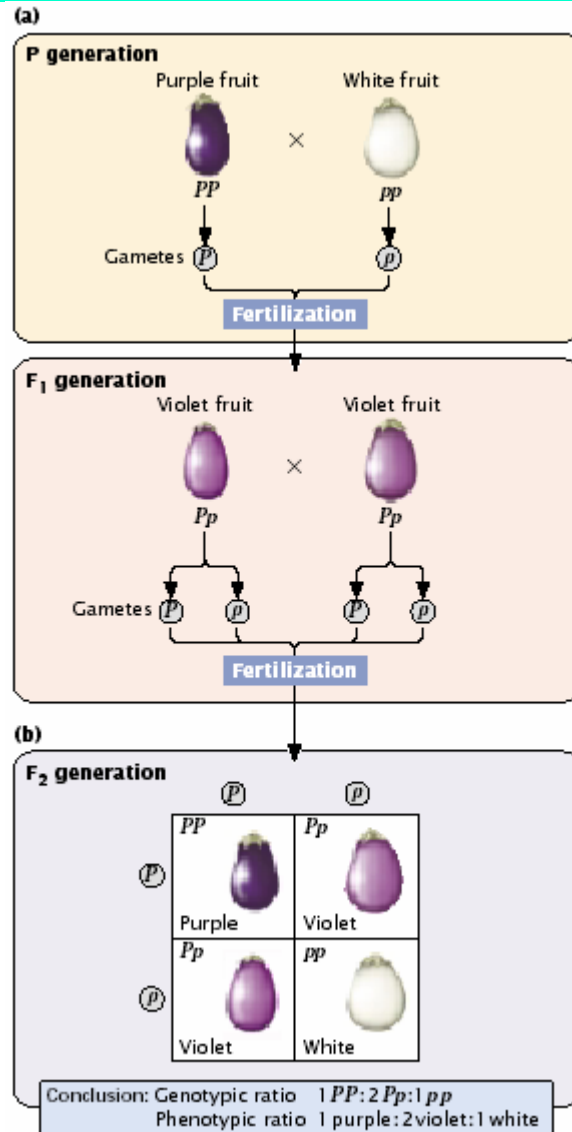
:

2Rr

:

1rr

Incomplete dominance/Partial/Codominance



Aa แสดงลักษณะอยู่
ระหว่าง AA และ aa

P



X



Red; RR

White; rr

F1



Roan; Rr

F2



Genotype 1RR

:

2Rr

:

1rr

Phenotype 1 แดง

:

2 โร่น

:

1 ขาว

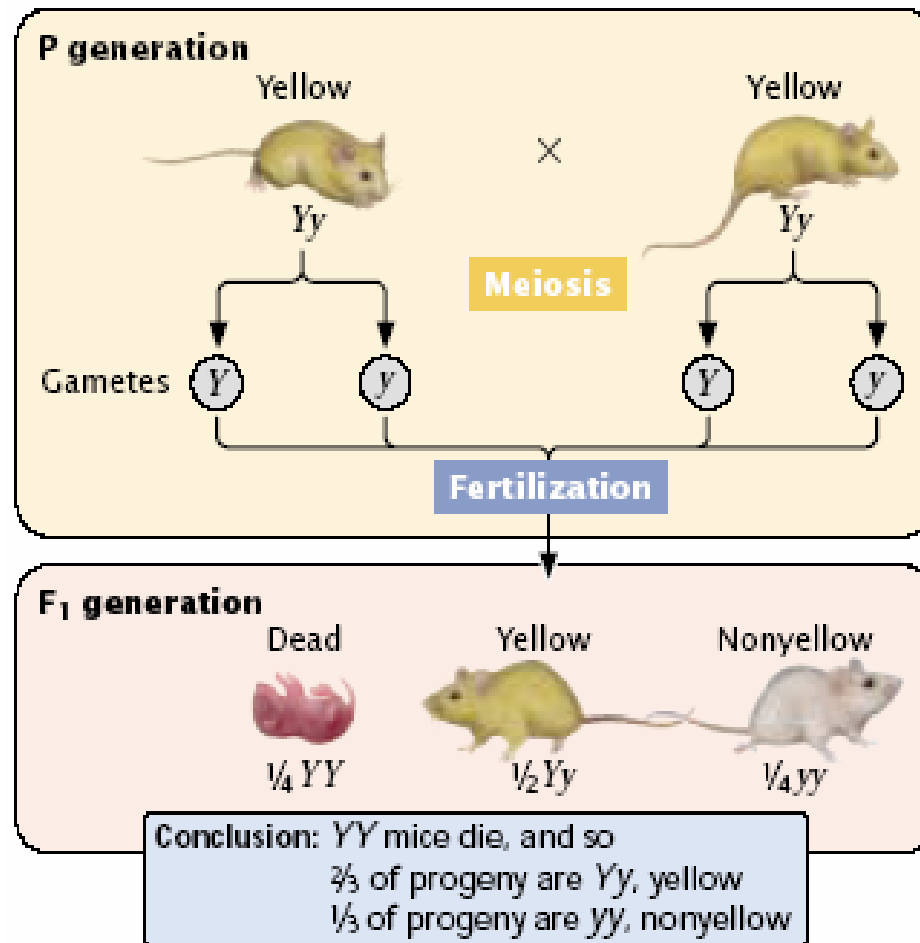
ยีนมรณะ (Lethal gene)

Deleterious : detrimental, lethal

ลักษณะการตาย

- ☞ **Embryonic dead:** ตายเมื่ออายุ < 30 วัน ไม่เห็นอาการแท้ง
- ☞ **Fetus abortion:** ตายเมื่ออายุ > 30 วัน ถึง ก่อนคลอด พบการแท้ง
- ☞ **Stillbirth, Stillborn:** การตายระยะแรกคลอดหรือขณะคลอด

Dominant lethal



Dominant lethal

Ww



X



Ww



1WW

:



2Ww

:



1ww



1 สีขาว ตายภายใน 72 ชม. :

2 สีขาว เป็น carrier :

1 สีอื่น ๆ

Multiple alleles: การควบคุมการแสดงออกโดยยีนมากกว่า 2 อัลลีล ที่ locus เดียวกัน

การมีสีขนของกระต่าย

ลำดับการข่ม $C > c^{ch} > c^h > c$



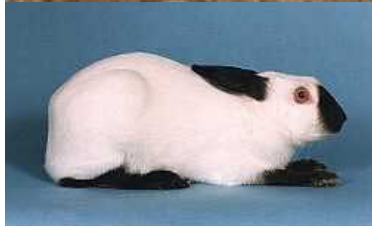
Brow, black (C)

Genotype: CC, Cc^h, Cc^{ch}, Cc



Chinchilla (c^{ch})

Genotype: $c^{ch}c^{ch}, c^{ch}c^h, c^{ch}c$



Himalayan (c^h)

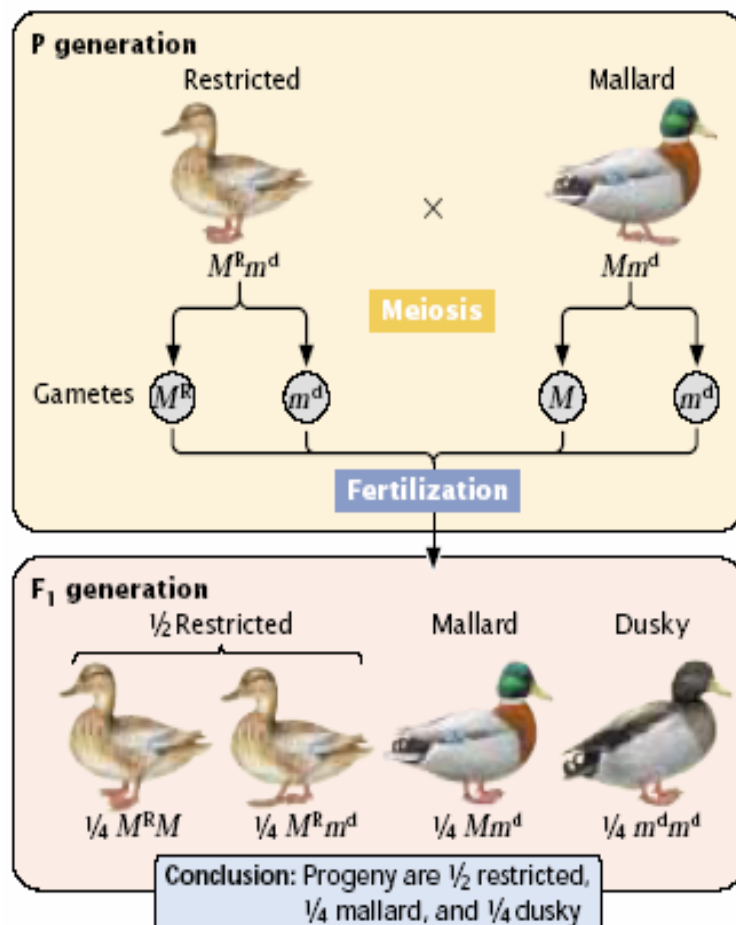
Genotype: c^hc^h, c^hc



Albino (c)

Genotype: cc

Multiple alleles กรณีอื่นๆ เช่น สีขนของแมวและสัตว์ปีก, หมู่เลือดของคนและสัตว์ (2-500 alleles)

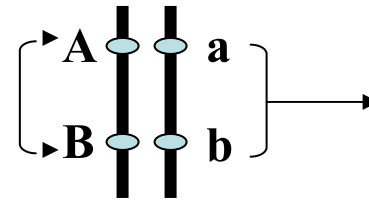


Epistasis

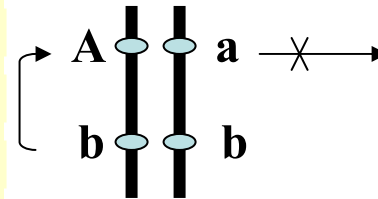
คือการเกิดปฏิกริยาร่วมระหว่างยีนที่อยู่คนละตำแหน่ง (locus) ซึ่งมีผลให้ยีนจากตำแหน่งหนึ่งไปเปลี่ยนแปลงอิทธิพลของยีน ณ อีกตำแหน่งหนึ่งได้ ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างยีนจาก 2 ตำแหน่งหรือมากกว่าก็ได้ ที่ควบคุมลักษณะปรากฏ (phenotype) เดียวกัน ยีนที่ข่มตัวอื่นเรียกว่า epistatic gene ส่วนยีนที่ถูกข่ม เรียกว่า hypostatic gene

ประเภทของ Epistasis

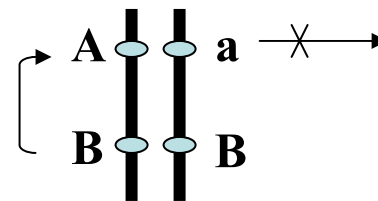
1. Complementary epistasis: ต้องการ
ผลิตภัณฑ์ที่สร้างจากยีนทั้งสองตำแหน่ง
เพื่อการแสดง phenotype เช่น หงอนไก่



2. Recessive epistasis: ควบคุมด้วยยีน 2
คู่ โดย homozygous recessive ของยีน
ตำแหน่งหนึ่ง สามารถข่มการแสดงออก
ของยีนอีกตำแหน่งหนึ่งได้ เช่น สีขนแมว



3. Dominant epistasis: ควบคุมด้วยยีน
2 คู่ โดย dominance allele ของตำแหน่ง
หนึ่ง สามารถข่มการแสดงออกของยีน
อีกตำแหน่งหนึ่งได้ เช่น สีขนแกะ



ประเภทของ Epistasis

4. Duplicate recessive epistasis: ยีนทั้ง 2 ตำแหน่ง ทำให้เกิด phenotype ที่เหมือนกัน แต่ homozygous recessive genotype ของยีนตำแหน่งหนึ่ง สามารถข่มการแสดงออกของยีนอีกตำแหน่งหนึ่งได้เช่นเดียวกันกับ recessive epistasis ทั่วไป เช่น ยีนที่ควบคุมลักษณะขนกำมะหยี่ของกระต่าย

5. Duplicate dominant epistasis: ยีนทั้ง 2 ตำแหน่ง ทำให้เกิด phenotype ที่เหมือนกัน แต่ dominant allele ของตำแหน่งหนึ่ง สามารถข่มการแสดงออกของยีนอีกตำแหน่งหนึ่งได้เช่นเดียวกันกับ dominant epistasis ทั่วไป เช่น ยีนที่ควบคุมลักษณะหน้าสีขาวแบบ Simmental และ แบบ Hereford

Mimic
effect



Hereford

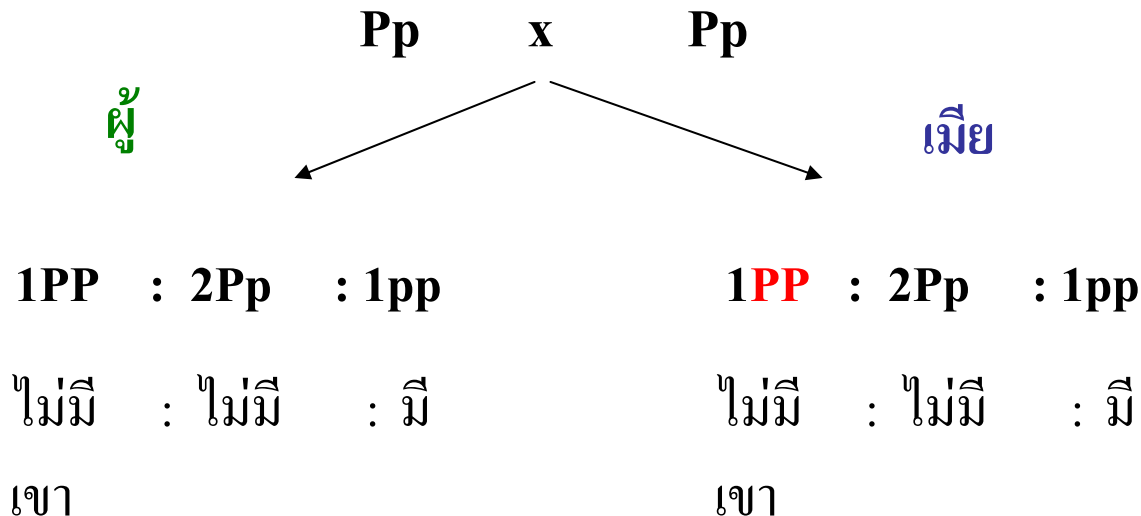


Simmental

Pleiotropic effect

การที่ยีนตำแหน่งเดียวสามารถควบคุมการแสดงออกได้ > 1 ลักษณะ

P: ไม่มีเขา/ไม่สมบูรณ์พันธุ์ในแพะเพศเมีย, p: มีเขา/สมบูรณ์พันธุ์ทั้งสองเพศ
การไม่มีเขาย่อมการมีเขาอย่างสมบูรณ์, การไม่สมบูรณ์พันธุ์จะแสดงออกเฉพาะเพศเมียที่มี genotype เป็น PP เท่านั้น (กรณีของแพะพันธุ์ซาแนน)



กรณีอื่นของ pleiotropy เช่น ปริมาณการให้นม กับความสมบูรณ์พันธุ์ในโคนม

Modifying gene

ยีนหรือกลุ่มยีนที่ทำหน้าที่ดัดแปลงการแสดงออกของยีนหลัก (major gene) โดย modifying gene ส่วนใหญ่มักมีอยู่หลายตำแหน่ง

เช่น การมีสีขา-ดำ ของโคนมพันธุ์ HF พบว่า การมีจุดขาวบนพื้นลำตัวสีดำนั้น เป็นลักษณะเด่น ซึ่งถูกควบคุมด้วย major gene ในขณะที่ขนาดและตำแหน่งบนลำตัวของจุดขาวเหล่านั้นจะถูกควบคุมด้วย modifying gene อีกหลายตำแหน่ง