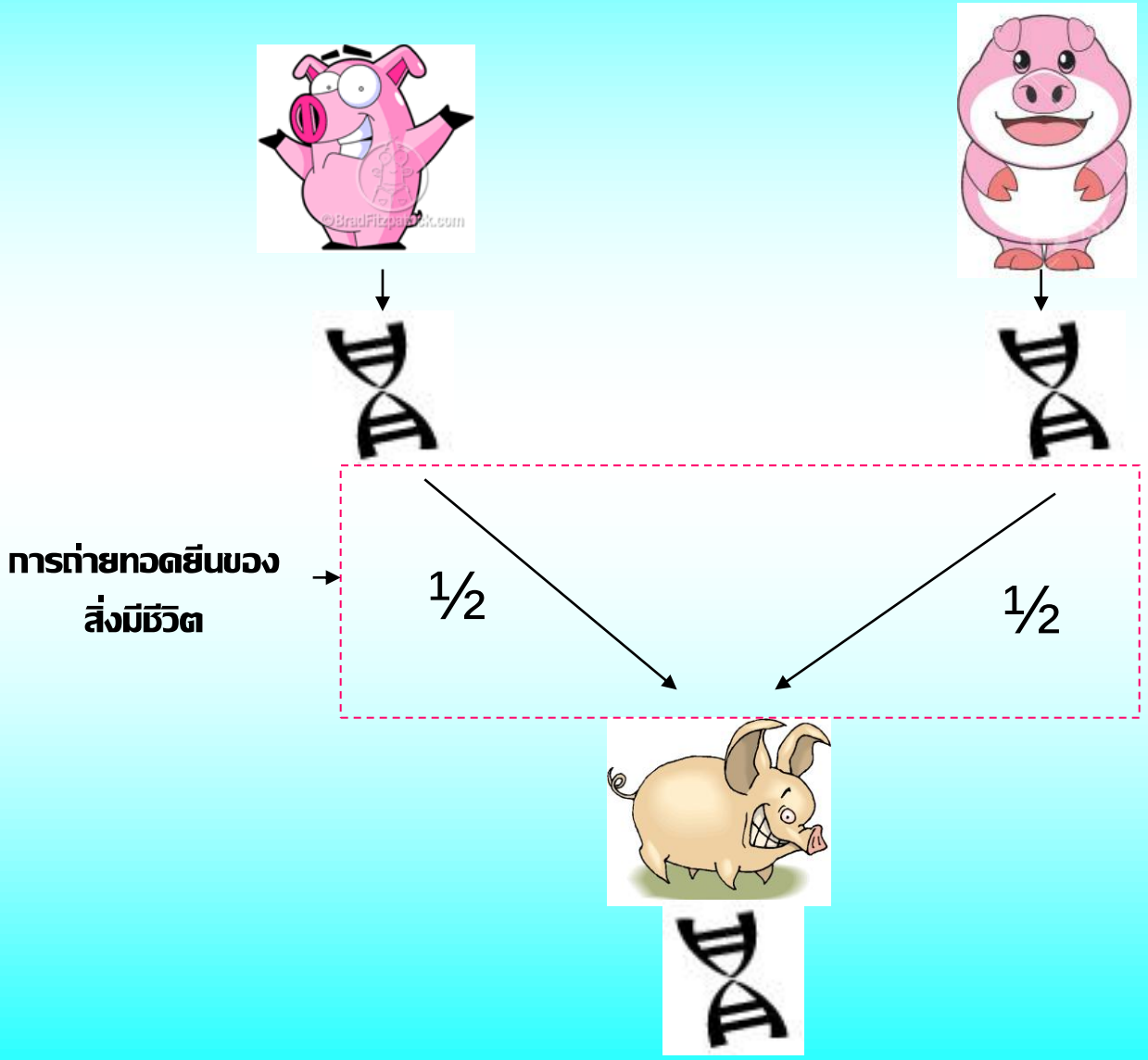
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์สัตว์

โดย

อาจารย์วุฒิไกร บุญคุ้ม

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มข.

พันธุศาสตร์เมนเดล และ: Complete dominant



พันธุศาสตร์เมนเดล

- **Greger Johan Mendel**
- นักบวชชาวออสเตรีย
- เป็นผู้คิดค้นกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
- โดยทำงานทดลองกับถั่วลันเตา
- เป็นบิดาแห่งพันธุศาสตร์
- กฎที่คิดค้นขึ้นมาได้จึงเรียกว่ากฎการถ่ายทอดแบบเมนเดล

กฎการถ่ายทอดแบบเมนเดล

- Law of segregation (กฎการแยกตัวของยีน)
- Law of independent assortment (กฎการรวมตัวอย่างอิสระของยีน

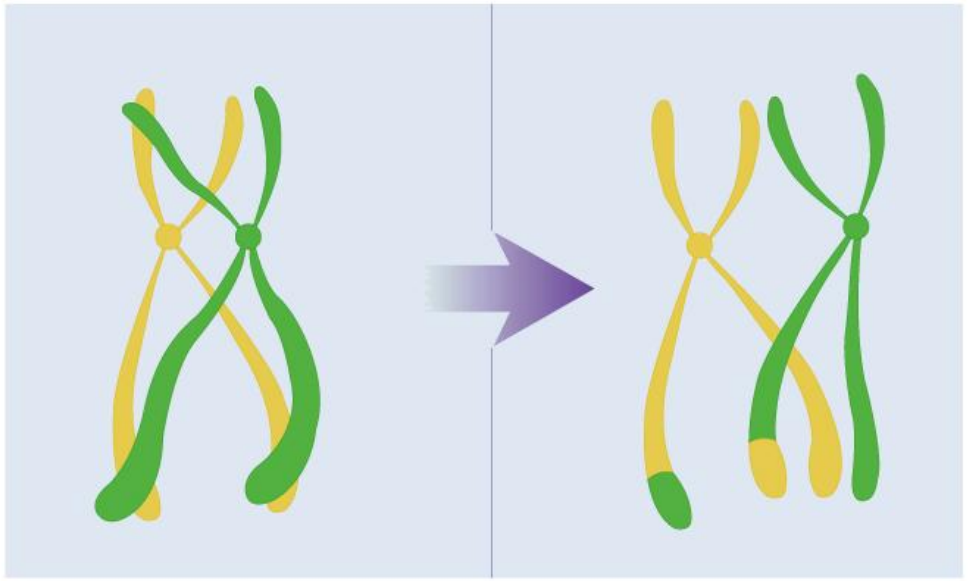


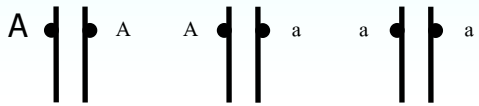
Figure 6-8 Crossing over of DNA at the time of meiosis.

Copyright © 2005 Lippincott Williams & Wilkins. Instructor's Resource CD-ROM to Accompany *Porth's Pathophysiology: Concepts of Altered Health States*, Seventh Edition.

Law of segregation (กฎการแยกตัวของยีน)

- คู่ของยีนจะมีการแยกออกจากกันเมื่อสัตว์มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และจะเข้าคู่กันอีกครั้งอย่างอิสระเมื่อมีการผสมพันธุ์เป็น zygote (นิยมพูดถึงยีน 1 คู่)

ชื่อเรียกอื่น :



- Mendel's 1st Law
- 1st Law of Genetics
- Law of random assortment of genes
- Law of segregation and recombination

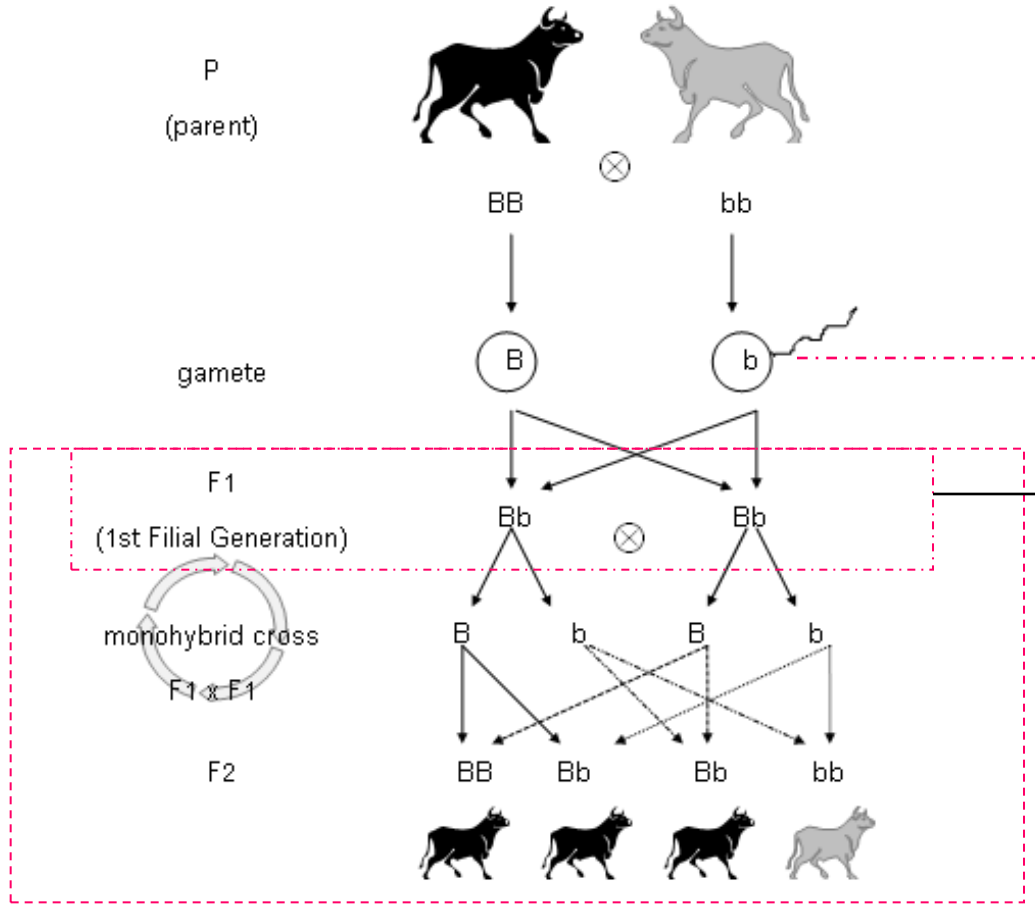
Law of segregation (กฎการแยกตัวของยีน)

BB	Bb	bb	B = dominant gene
ดำ	ดำ	แดง	b = recessive gene
RR	Rr	rr	r = dominant gene
มีเขา	ไม่มีเขา	ไม่มีเขา	R = recessive gene

Monohybrid Cross

การผสมพันธุ์ระหว่างคู่ heterozygous genotype ของลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีน 1 คู่

Ex. สมมติให้โคพันธุ์แองกัสมียีน B ควบคุมการมีสีดำ, ยีน b ควบคุมการมีสีแดง



Genotype	BB :	Bb	: bb
	1 :	2	: 1
Phenotype	ดำ		: แดง
	3		: 1

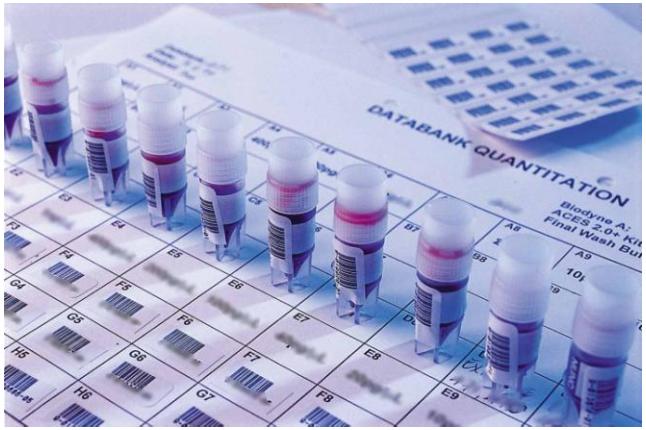
ภาพที่ 1.19 การผสมพันธุ์ monohybrid ของยีนที่ควบคุมการมีสีในโค

Law of segregation

Segregation of genes

Recombination of genes

Inter se mating



Law of segregation (กฎการแยกตัวของยีน)

- จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่ายีนที่ควบคุมการมีสีดำ (B) เป็น dominant gene และยีนควบคุมการมีสีแดง (b) เป็น recessive gene และการที่ heterozygous genotype (Bb) มีลักษณะสีดำ แสดงว่าลักษณะการมีสีดำข่มการมีสีแดงอย่างสมบูรณ์ (complete dominant)

Six basic genotype crosses

เมื่อผสมพันธุ์สัตว์ที่มี genotype

homozygous x homozygous ได้ลูกที่มี genotype แบบเดียว

homozygous x heterozygous ได้ลูกที่มี genotype 2 แบบ ½ : ½

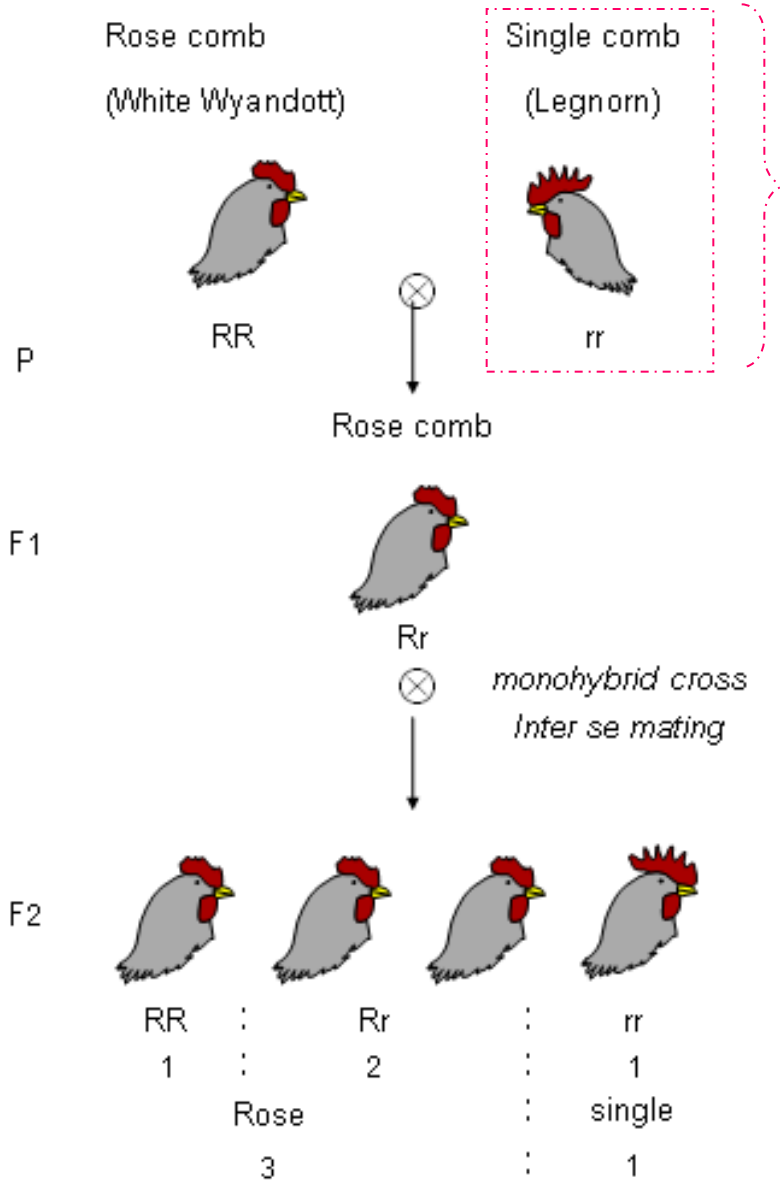
heterozygous x heterozygous ได้ลูกที่มี genotype ครบทุกแบบ

	parents	progeny
1	AA x AA	all AA
2	AA x aa	all Aa
3	aa x aa	all aa
4	Aa x AA	1/2 Aa, 1/2AA
5	Aa x aa	1/2Aa, 1/2aa
6	Aa x Aa	1/4AA, 1/2Aa, 1/4aa

One Pair Testcross

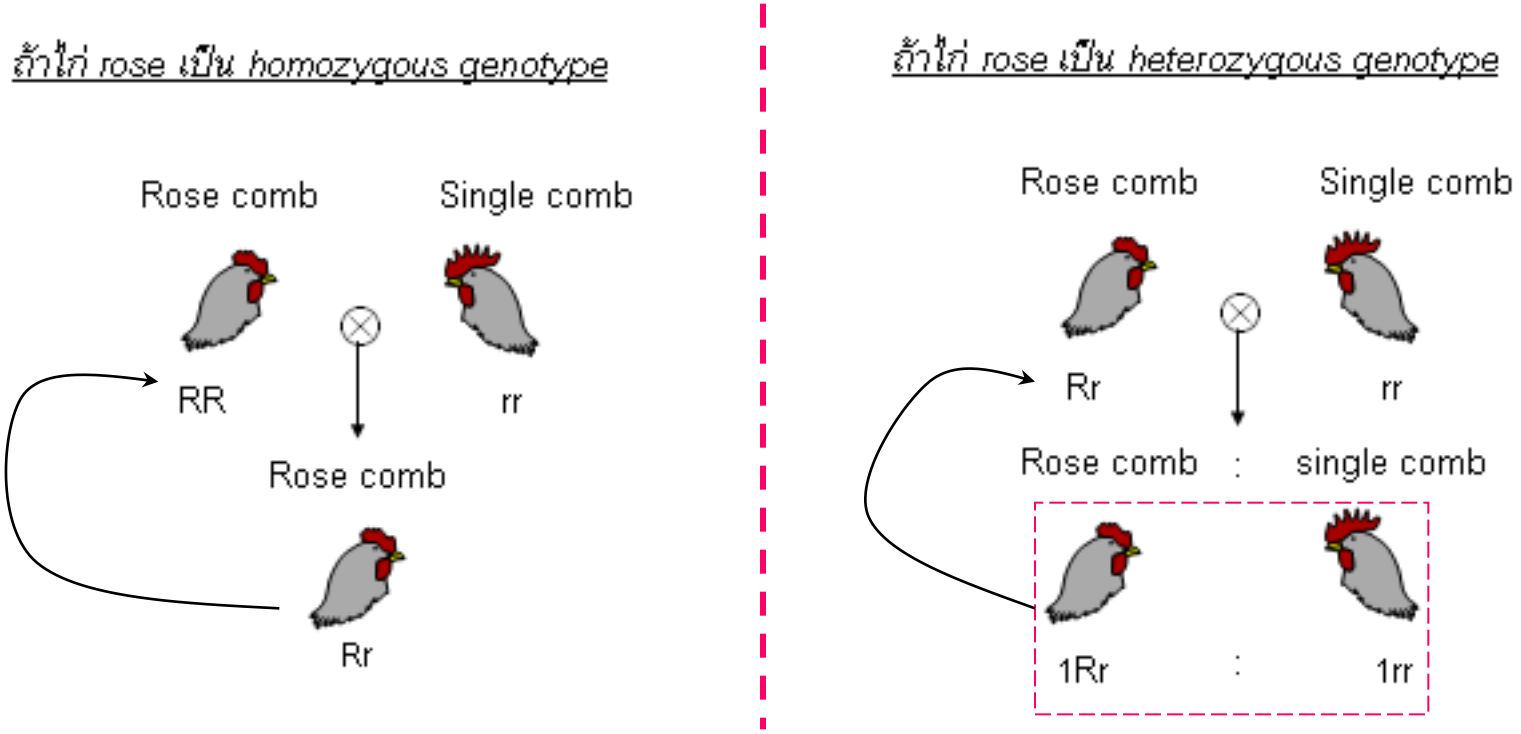
เพื่อเป็นการทดสอบว่าสัตว์ที่เป็น dominant phenotype ที่ปรากฏให้เห็นควรมี genotype เป็นแบบ homozygous หรือ heterozygous โดยนำลักษณะที่ต้องการทดสอบนั้นมาผสมกับลักษณะที่ทราบว่าถูกควบคุมด้วย genotype แบบ homozygous recessive

Ex. จากการผสมพันธุ์ไก่หงอนกุหลาบ (rose comb) พันธุ์ White Wyandott เข้ากับไก่หงอนจักร (single comb) พันธุ์ Leghorn มีแผนการผสมพันธุ์ดังนี้



ภาพที่ 1.20 การผสมพันธุ์ monohybrid ของยีนที่ควบคุมการมีหงอนของไก่

ผลที่ได้จากการทำ Testcross



การทำ testcross เพื่อทดสอบ heterozygous genotype
ที่ควบคุมลักษณะการมีหงอนในไก่

Law of independent assortment

(กฎการรวมตัวอย่างอิสระของยีน

ยีนแต่ละตำแหน่งจะสามารถแยกไปกับอีกยีนหนึ่งได้อย่างอิสระเมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และมีโอกาสมาเข้าคู่กันได้ใหม่อย่างอิสระด้วยเมื่อมีการผสมพันธุ์เป็น zygote กล่าวคือ ยีนแต่ละตำแหน่งจะสามารถเกิดกฎการแยกตัว (Law of segregation) ได้อย่างอิสระนั่นเอง

กฎนี้กล่าวถึงยีนตั้งแต่ 2 คู่หรือ 2 ตำแหน่ง และควบคุมตั้งแต่ 2 ลักษณะขึ้นไป โดยแต่ละลักษณะนั้นแสดงออกอย่างอิสระต่อกัน

ชื่อเรียกอื่น :

- Mendel's 2nd Law
- 2nd Law of Genetics
- Law of Random Assortment of Characters

Law of independent assortment

(กฎการรวมตัวอย่างอิสระของยีน

Dihybrid Cross

การผสมพันธุ์ระหว่างคู่ heterozygous genotype ของลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีน 2 คู่

ในการคำนวณหา genotype และ phenotype ที่เกิดจากการผสมของยีนหลายตำแหน่ง สามารถทำได้ 3 วิธี ได้แก่

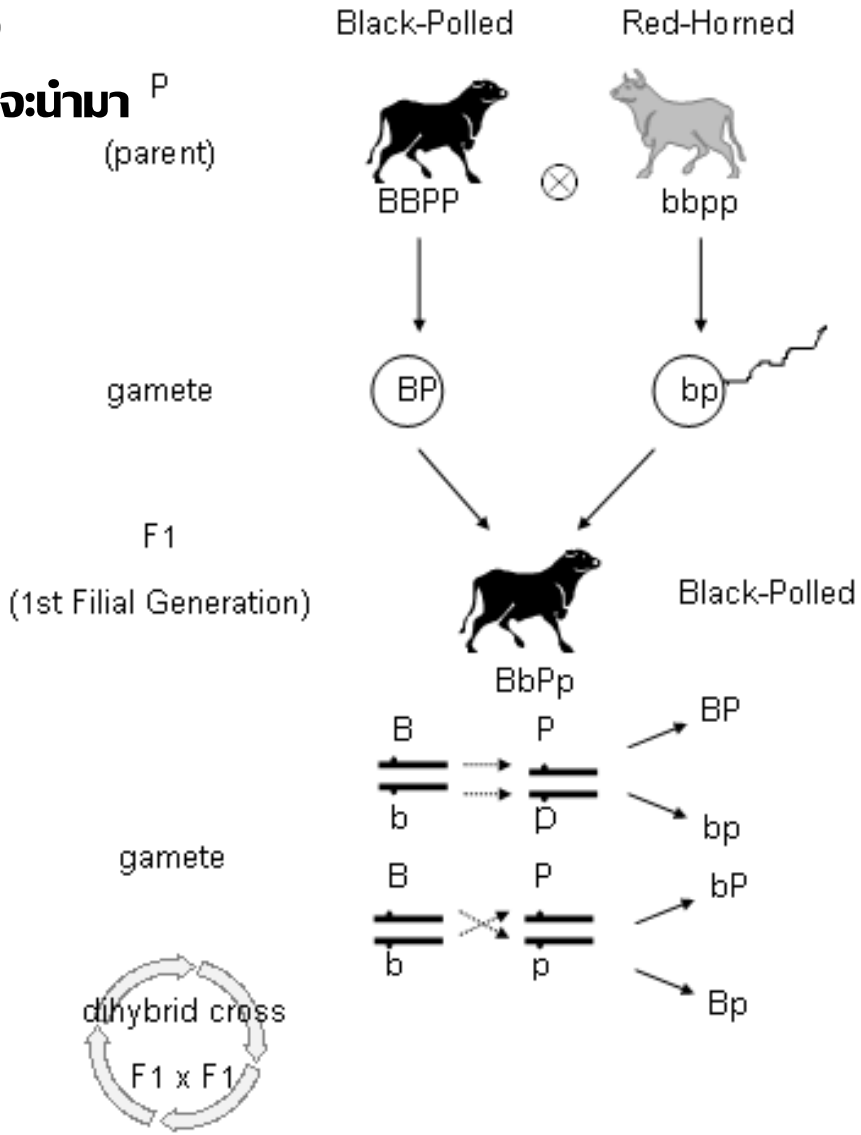
- Punnett Square Method
- Algebraic Method
- Branch or Forked-line Method

Punnett Square Method

- หา gamete ที่สัตว์สามารถสร้างได้ (all possible gamete) จาก genotype ของคู่สัตว์ที่จะนำมาผสม
- สร้างตารางการเข้าคู่กันของ gamete (NxN table) เมื่อ N เป็นจำนวน gamete ที่สัตว์สามารถสร้างได้
- นับสัดส่วนของ genotype และ phenotype ในตาราง ซึ่งก็คือโอกาสของลูกที่จะเกิด

Ex. สมมติให้โคพันธุ์แองกัสมียีน B ควบคุมการมีสีดำ, ยีน b ควบคุมการมีสีแดง และยีน P ควบคุมการไม่มีเขา, ยีน p ควบคุมการมีเขา โดยยีน B ข่ม b อย่างสมบูรณ์ และยีน P ข่ม p อย่างสมบูรณ์เช่นกัน

1. หา gamete ที่สัตว์สามารถสร้างได้ (all possible gamete) จาก genotype ของคู่สัตว์ที่จะนำมาผสมพันธุ์กัน



F2

2.สร้างตารางการเข้าคู่กันของ gamete (NxN table)

เมื่อ N เป็นจำนวน gamete ที่สัตว์สามารถสร้างได้

	BP	Bp	bP	bp
BP	BBPP	BBPp	BbPP	BbPp
Bp	BBPp	BBpp	BbPp	Bbpp
bP	BbPP	BbPp	bbPP	bbPp
bp	BbPp	Bbpp	bbPp	bbpp

3.นับสัดส่วนของ genotype และ phenotype ในตาราง ซึ่งก็คือโอกาสของลูกที่จะเกิด

Genotype

เมื่อนับจำนวน genotype ต่างๆ ที่ปรากฏในตาราง Punnett จะได้สัดส่วนดังนี้

1BBPP: 2BBPp: 1BBpp: 2BbPP: 4BbPp: 2Bbpp: 1bbPP: 2bbPp: 1bbpp **หรือ** 9B_P_: 3B_pp: 3bbP_: 1bbpp

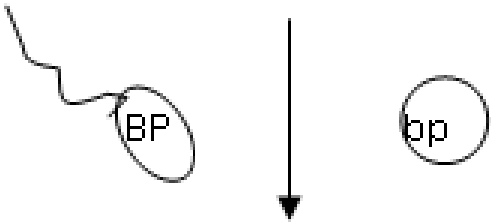
Phenotype

เมื่อนับจำนวน phenotype ต่างๆ ที่ปรากฏในตาราง Punnett จะได้สัดส่วนดังนี้

9ดำ-ไม่มีเขา: 3ดำ-มีเขา: 3แดง-ไม่มีเขา: 1แดง-มีเขา

พ่อ BBPP x แม่ bbpp

สีแดง-ไม่มีเขา *สีขาว-มีเขา*



{gamete}

BbPp {F1}

สีแดง-ไม่มีเขา

เมื่อนำลูก F1 ซึ่งอยู่ในสภาพ heterozygous ของยีน 2 คู่มาผสมพันธุ์กันจะเรียกลักษณะดังกล่าวว่า dihybrid cross ซึ่งจะได้ลูก F2 ดังนี้

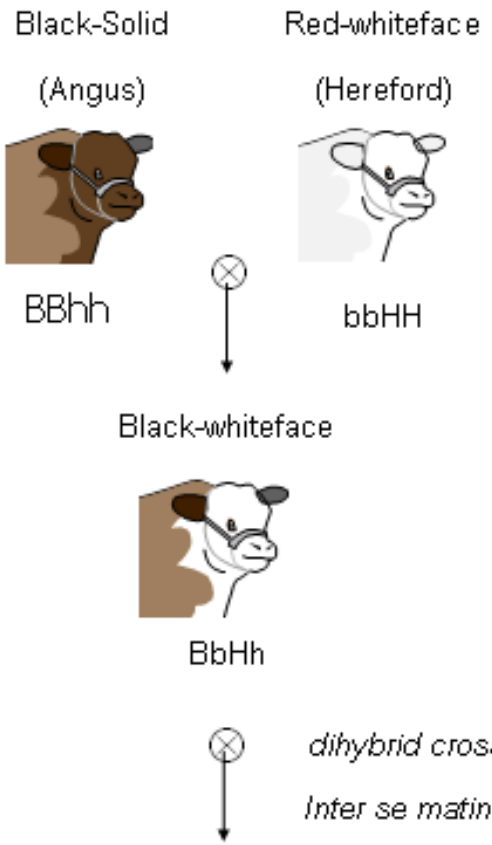
F1 x F1

BbPp BbPp

BP Bp bP bp BP Bp bP bp {gamete}

9 B__ P__	สีแดง-ไม่มีเขา	{F2}
3 B__ pp	สีแดง-มีเขา	
3 bb P__	สีขาว-ไม่มีเขา	
1 bbpp	สีขาว-มีเขา	

Ex. จากการผสมพันธุ์โคเนื้อพันธุ์แท้แองกัสซึ่งมียีน B ควบคุมการมีสีดำ, ยีน b ควบคุมการมีสีแดง เข้ากับโคพันธุ์แท้เฮียร์ฟอร์ดซึ่งมียีน H ควบคุมการมีหน้าสีขาว (white face) ,ยีน h ควบคุมการไม่มีหน้าสีขาว (solid) มีแผนการผสมพันธุ์ดังนี้



F2 9 ดำ-หน้าขาว : 1BBHH, 2BBHh, 2BbHH, 4BbHh

3 ดำ-solid : 1BBhh, 2Bbhh

3 แดง-หน้าขาว : 1bbHH, 2bbHh

1 แดง-solid : 1bbhh

ภาพที่ 1.23 การผสมพันธุ์ dihybrid ของยีนที่ควบคุมการมีขนและหน้าขาวในโคแองกัส-เฮียร์ฟอร์ด

Algebraic Method

- **คำนวณ genotype และ phenotype ของยีนแต่ละตำแหน่งที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ของคู่สัตว์ที่จะนำมาผสม**
- **นำผลที่ได้ในข้อ 1) มาทำ combination ตามวิธีทางพีชคณิต**

จากตัวอย่างที่ผ่านมาสามารถคำนวณ genotype และ phenotype ของลูกด้วยวิธีนี้ได้โดย

1) คำนวณผลที่เกิดจากการ cross ระหว่างยีนแต่ละคู่

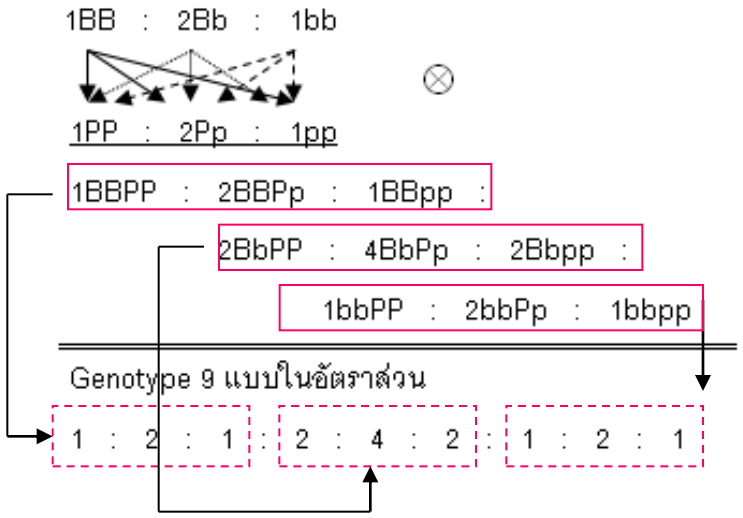
Bb x Bb --> 1BB : 2Bb : 1bb

3 ดำ : 1 แดง

Pp x Pp --> 1PP : 2Pp : 1pp

3 ไม่มีเขา : 1 มีเขา

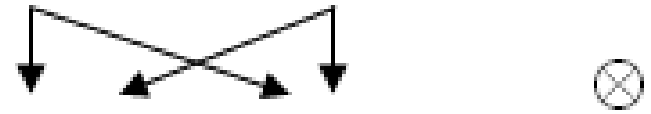
2) ใช้วิธีพีชคณิต Combination ผลที่เกิดจากยีนแต่ละตำแหน่งเข้าด้วยกัน



Algebraic Method

Phenotype

3 ดำ : 1 แดง



3 ไม่มีเขา : 1 มีเขา

9 ดำ-ไม่มีเขา : 3 ดำ-มีเขา :

3 แดง-ไม่มีเขา : 1 แดง-มีเขา

Phenotype 4 แบบในอัตราส่วน

9 : 3 : 3 : 1

Branch or Forked-line Method

- คำนวณ genotype และ phenotype ของยีนแต่ละตำแหน่งที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ของคู่ที่จะนำมาผสม
- นำผลที่ได้ในข้อ 1) มาทำ combination ในลักษณะของการแตกแขนงของกิ่งต้นไม้หรือซ่อม

Branch or Forked-line Method

จากตัวอย่างที่ผ่านมาสามารถคำนวณ genotype และ phenotype ของลูกด้วยวิธีนี้ได้โดย

1) คำนวณผลที่เกิดจากการ cross ระหว่างยีนแต่ละคู่

Bb x Bb --> 1BB : 2Bb : 1bb

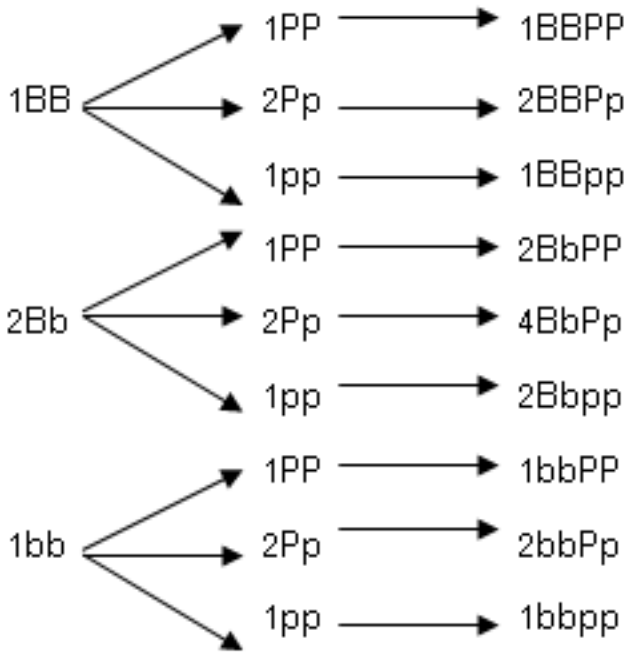
3 ดำ : 1 แดง

Pp x Pp --> 1PP : 2Pp : 1pp

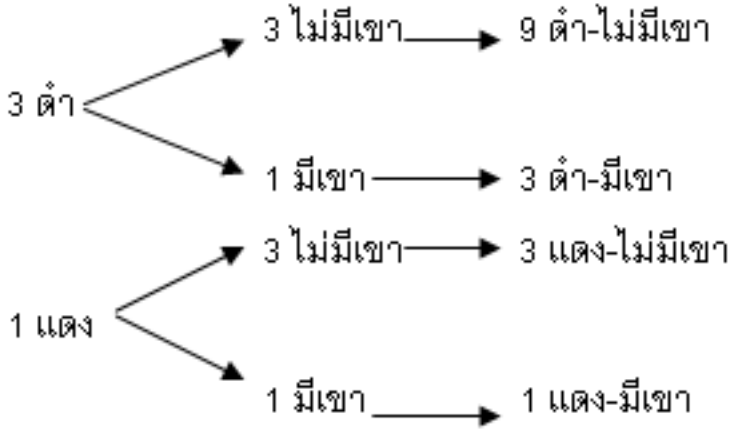
3 ไม่มีเขา : 1 มีเขา

2) ทำ Combination ผลที่เกิดจากยีนแต่ละตำแหน่งเข้าด้วยกัน

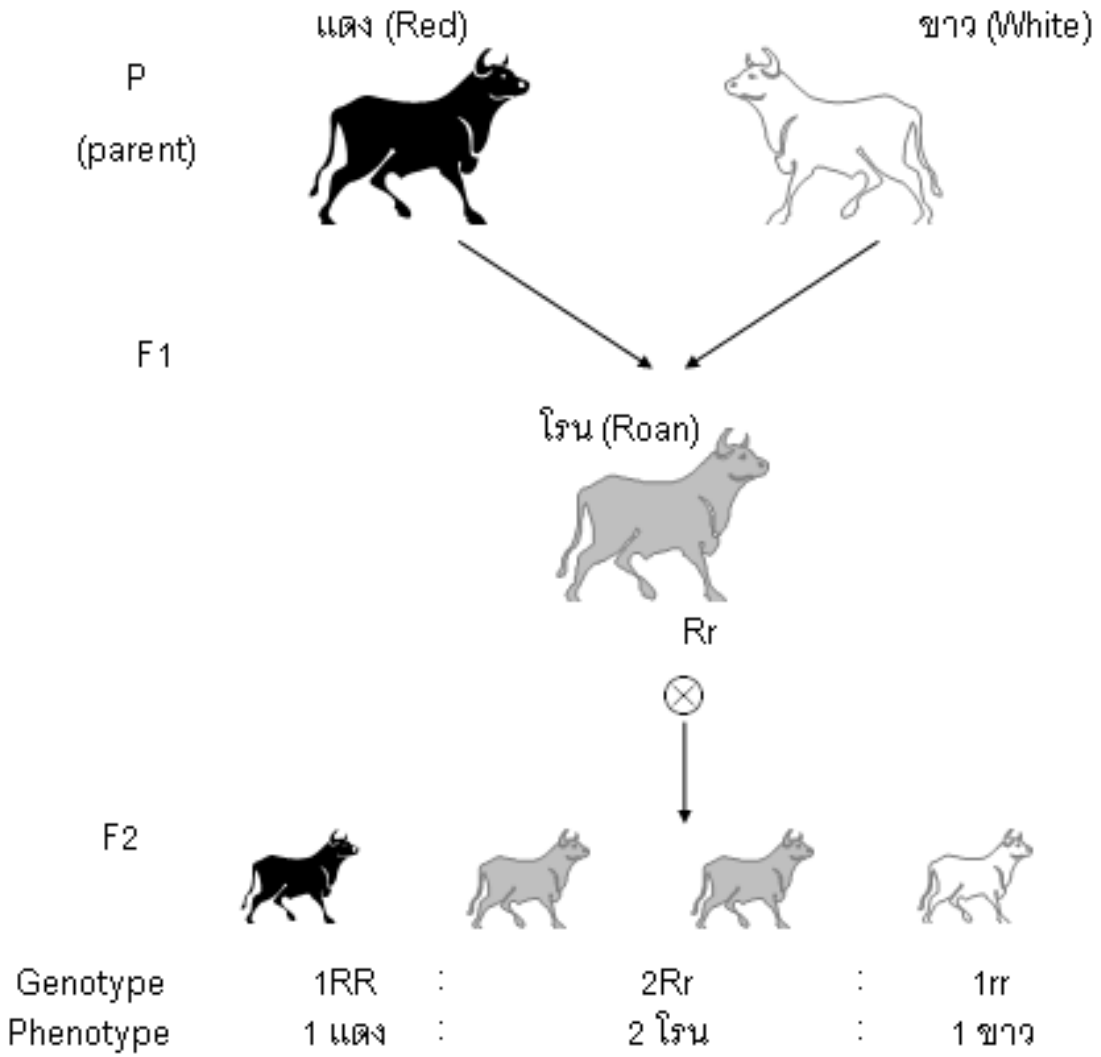
Genotype



Phenotype



Incomplete dominant



ภาพที่ 1.24 การควบคุมการมีสีขนของโคชอร์ทฮอร์นด้วยยีนที่ข่มไม่สมบูรณ์

ตารางแสดงตัวอย่างลักษณะที่แสดงออกแบบข่มไม่สมบูรณ์ในสัตว์

ชนิดสัตว์	Homozygous trait		Heterozygous trait
โค	ขนสีแดง(red)	ขนสีขาว(white)	ขนสีโรน(roan)
ม้า	ขนสีน้ำตาลแดง(chestnut) ขนสีน้ำตาลแดง(bay)	ขนสีขาว(cremello) ขนสีขาว(cremello)	ขนแดงแผงคอขาว(spot) ขนสีเทา(buck skin)
สุกร	ลำตัวสีน้ำตาล Berkshire ใบหูตั้ง(erect ear)	ลำตัวสีแดง(red) ใบหูปรก(droopy ear)	ลำตัวแดงจุดสีดำ(spot) ใบหูกึ่งตั้งกึ่งปรก
แกะ	ขนปกติ(normal)	ขนหยิกขดเป็นวง(halo)	ขนแข็งคล้ายแปรง(hairy)
แพะ	ใบหูยาว(long ear)	ใบหูสั้น(short ear)	ใบหูยาวปานกลาง
ไก่	ขนสีดำ(black feather) ขนปกติ(normal feather)	ขนสีขาว(white feather) ขนตั้งย้อนลำตัว(frizzle)	ขนสีน้ำเงิน(blue feather) ขนกึ่งตั้งกึ่งย้อนลำตัว
หนูพุก	ขนสีเหลือง(yellow)	ขนสีขาว(white)	ขนสีครีม(cream)
คน	หมู่เลือด M	หมู่เลือด N	หมู่เลือด MN

Non-mendelian genetics

การเกิดลักษณะที่ไม่เป็นไปตามกฎของเมนเดล

(อัตราส่วนฟีโนไทป์ในรุ่นลูกไม่เป็นดังนี้

phenotype **เท่ากับ 3 :1 หรือ** 9:3:3:1)

กรณียีน 1 คู่ กรณียีน 2 คู่

สวัสดี