

พันธุศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเพศ

โดย

พต.ดร.วุฒิกร บุณดุม

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มข.

◉ Sex-Linked Traits

ยีนมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมเพศโดยตรง ดังนั้นการกำหนดเพศของสัตว์ (sex determination)

จึงมีผลต่อการแสดงออกของยีน

◉ Sex-Influenced Traits

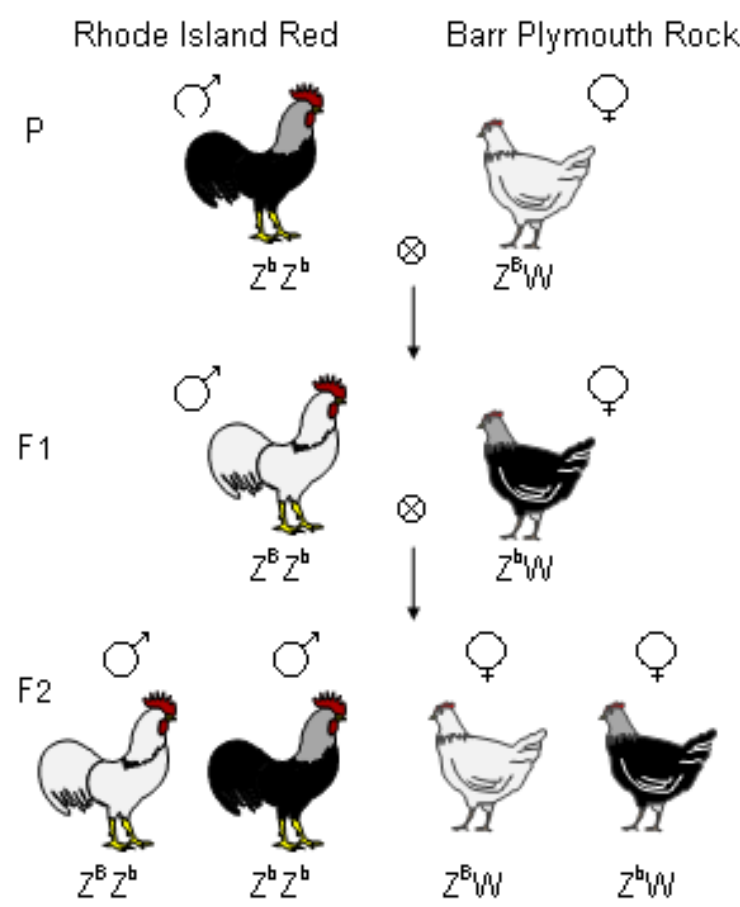
ยีนมีตำแหน่งอยู่บนออโตโซม หากสัตว์มี genotype แบบ dominant หรือ recessive homozygous ก็จะแสดงออกเหมือนกันทั้งสองเพศ แต่จะควบคุมให้มีการแสดงออกในเพศแตกต่างกัน หากสัตว์มี genotype เป็นแบบ heterozygous

◉ Sex-Limited Traits

ยีนมีตำแหน่งอยู่บนออโตโซม แต่จะสามารถควบคุมให้มีการแสดงออกได้เฉพาะในเพศใดเพศหนึ่งเท่านั้น

◎ Sex-Linked Traits

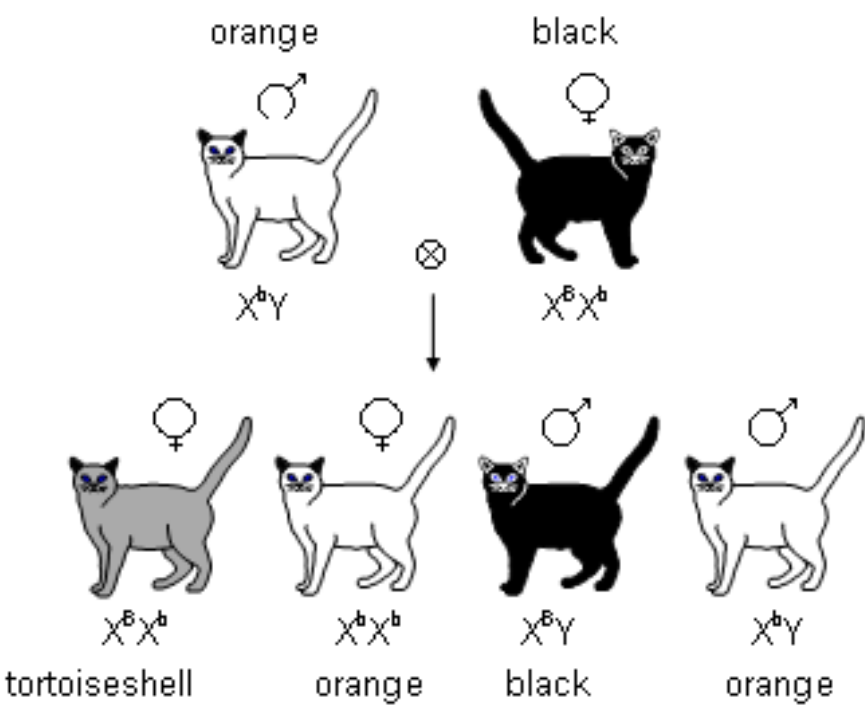
Ex. กำหนดให้ยีน B ควบคุมลักษณะการมีขนบาร์ (barr) ในไก่ ช่มนยีน b ซึ่งควบคุมการมีขนปกติ อย่างสมบูรณ์ จากการผสมไก่พันธุ์ Rhode Island Red เพศผู้ (Z^bZ^b) เข้ากับไก่พันธุ์ Barr Plymouth Rock เพศเมีย (Z^BW) จะมีโอกาสได้ลูกซึ่งมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 1.29 การผสมพันธุ์ไก่ Rhode Island Red กับ Barr Plymouth Rock เพื่อแสดงการถ่ายทอดลักษณะขนบาร์ซึ่งมีการควบคุมแบบ sex-linked

Sex-Linked Traits

Ex. กำหนดให้ยีน B ควบคุมลักษณะการมีขนสีดำในแมวข่มยีน b ซึ่งควบคุมการมีขนสีส้ม (orange, yellow or marmalade) อย่างไม่สมบูรณ์ โดยพบว่า heterozygous genotype จะควบคุมการมีขนสีส้มปนกับสีดำ (tortoiseshell) จากการผสมแมวสีส้มเพศผู้ (X^bY) เข้ากับแมวสีดำเพศเมีย (X^BX^b) จะมีโอกาสได้ลูกซึ่งมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 1.30 การผสมพันธุ์แมวเพื่อแสดงการถ่ายทอดลักษณะขน tortoiseshell ซึ่งมีการควบคุมแบบ sex-linked

ตัวอย่างลักษณะที่แสดงออกแบบ SEX-LINKED ในสัตว์

ชนิดสัตว์	ลักษณะ:	การควบคุม
คน, สุนัข, ม้า, สุนัข	โรคเลือดไหลไม่หยุด (hemophilia)	recessive
คน	โรคตาบอดสี (night blindness)	recessive
แมว	การมีสีดำ/ส้ม (tortoiseshell)	codominant
ไก่, นกกระทา	การมีขนบาร์ (barr feather) การมีขนสีเงิน (silver plumage) การมีขนงอกเร็ว (fast feathering)	dominant dominant recessive
นกพิราบ	การมีหัวสีครีม (creamyhead) การมีลายที่หัว (streak head) การมีสีแดง, น้ำเงิน และน้ำตาล	codominant dominant multiple alleles

◉ Sex-Influenced Traits

Genotype	Phenotype	
	เพศผู้	เพศเมีย
$h^+ h^+$ $h^+ h$ hh	มีเขา <u>มีเขา</u> ไม่มีเขา	มีเขา <u>ไม่มีเขา</u> ไม่มีเขา

ตัวอย่างลักษณะที่แสดงออกแบบ sex-influenced ในสัตว์

ชนิดสัตว์	ลักษณะ	เพศผู้	เพศเมีย
โค	การมีสี mahogany ไบโค Airedale	mahogany	red
คน	การมีศีรษะล้าน (baldness)	พบบาง	ปกติ
แกะ	การมีเขา	มีเขา	ไม่มีเขา
แพะ	การมีเดรา (beard)	มีเดรา	ไม่มีเดรา

Sex-Limited Traits

Ex. กำหนดให้การมีขนแบบเพศผู้หรือเพศเมียของสัตว์ปีกถูกควบคุมด้วยยีน 1 คู่ โดยยีน F ควบคุมการมีขนแบบเพศเมีย (hen feathered) ซึ่งซ่มยีน f ซึ่งควบคุมการมีขนแบบเพศผู้ โดยไก่แต่ละ genotype จะมีลักษณะปรากฏดังนี้

Genotype	Phenotype	
	เพศผู้	เพศเมีย
FF	ขนเพศเมีย	<u>ขนเพศเมีย</u>
Ff	ขนเพศเมีย	<u>ขนเพศเมีย</u>
ff	ขนเพศผู้	<u>ขนเพศเมีย</u>

ตัวอย่างลักษณะที่แสดงออกมาแบบ sex-limited ในสัตว์

ชนิดสัตว์	ลักษณะ	เพศผู้	เพศเมีย
โค, กระบือ, แพะ, แกะ	การหักมุม การสร้างน้ำเชื้อ	ไม่ให้ สร้าง	ให้ ไม่สร้าง
สัตว์ปีก	การหักปีก การมีขนเพศผู้	ไม่ให้ มี	ให้ ไม่มี
คน	การมีหนวดเครา	มี	ไม่มี

แผนที่ยีน

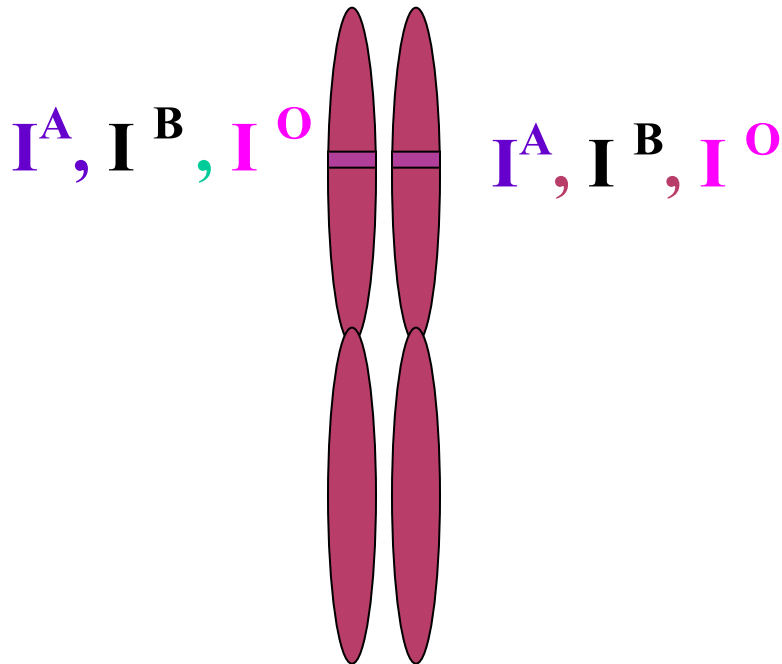
- **แผนที่ยีน (genetic map) หมายถึงการนำยีนที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกัน มาเรียงลำดับ และเพื่อบวกระยะห่างระหว่างยีน บนโครโมโซม**
- **ระยะทางระหว่างยีน (genetic distance) คำนวณได้จากอัตราการเกิด crossing over โดยกำหนดให้ 1% crossing over มีค่าเท่ากับระยะทาง 1 map unit หรือ 1 centimorgan (cM)**

ประโยชน์ของการทำแผนที่ยีนบนโครโมโซม

1. ช่วยในการหาลำดับของยีนที่เรียงตามยาวบนโครโมโซม
2. สามารถหาระยะทางระหว่างยีนบนโครโมโซม
(ระยะทางของยีนบนโครโมโซมจะวัดในหน่วยของ map unit)
ใช้ในการศึกษาการแสดงของลักษณะต่างๆ ได้ทั้งในโครโมโซมของ prokaryote และ eukaryote
3. มีประโยชน์ในการศึกษาทาง molecular biology และ genetic engineering
4. เมื่อมีการผ่าเหล่า (mutation) ทำให้ทราบและบอกชนิดของการเกิดการผ่าเหล่าได้ทันที

Multiple allele

: การควบคุมการแสดงออกยีน ณ locus หนึ่งประกอบด้วยยีนที่มี allele มากกว่า 2 อัลลีล ขึ้นไป เช่น กรุ๊ปเลือด ระบบ ABO



$I^A I^A, I^A I^O = \text{Type A}$

$I^B I^B, I^B I^O = \text{Type B}$

$I^A I^B = \text{Type AB}$

$I^O I^O = \text{Type O}$

MULTIPLE ALLELE

◎ การควบคุมการแสดงออกโดยยีนมากกว่า 2 อัลลีลอยู่บนตำแหน่งเดียวกันบนคู่ โครโมโซมโครโมโซม
การมีสีขนในกระต่าย

การมีสีขนในกระต่ายถูกควบคุมด้วยยีนคู่เดียวแบบ multiple alleles โดย

- C = Full color (ขนสีดำหรือน้ำตาลตลอดทั้งตัว)
- c^{ch} = Chinchilla (ขนสีเทาและขาวแซมตลอดตัว)
- c^h = Himalayan (ขนสีขาวแต่มีสีดำที่ปลายหู จมูก หาง และเท้า)
- c = Albino (ขนสีขาว ตาแดง)



MULTIPLE ALLELE

Phenotype	Genotype
Black	CC, Cc^h, Cc^{ch}, Cc
Chinchilla	$c^{ch}c^{ch}, c^{ch}c^h, c^{ch}c$
Himalayan	c^hc^h, c^hc
Albino	cc

MULTIPLE ALLELE

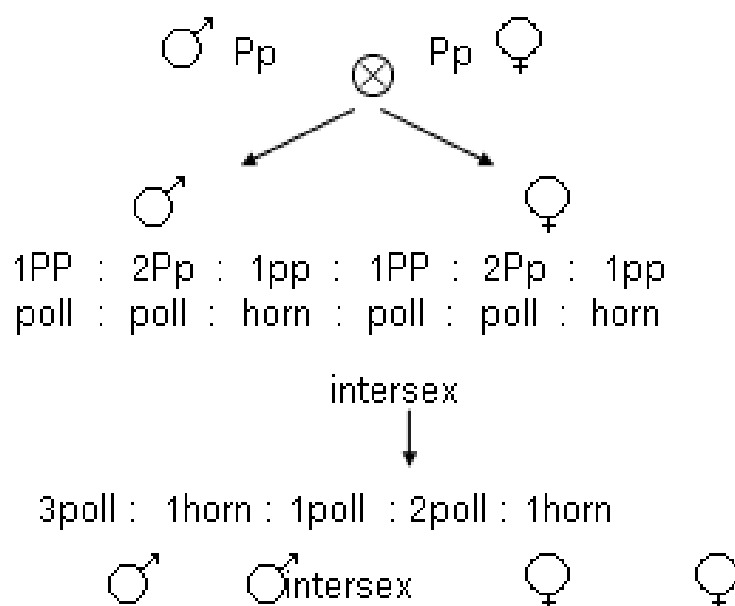
ชนิด	จำนวนระบบ	ชื่อระบบหมู่เลือด ^{1/}
โด	12	A(10), B(>500), C(>70), FV(5), J(>4), L(2), M(3), N(2), S(8), Z(3), R'S'(3), T'(2)
กระบือ	15	A(3), B(8), F(4), N(3), O(4), Q(4), J(3), L(2), P(2), R(2), S(2), T(2), Z(2), A'(2), B'(2)
ม้า	8	A(5), C(2), D(6), K(2), P(3), Q(6), T(2), U(2)
สุกร	15	A-O(2,2) ^{2/} , B(2), C(2), D(2), E(13), F(3), G(2), H(6), I(2), J(3), K(5), L(6), M(9), N(3), O(2)
นก:	7	A(2), B(>60), C(3), D(2), M(4), R-P(2,2) ^{2/} , XZ(2)

PLEIOTROPIC GENE

☉ การที่ยีนเพียงตำแหน่งเดียวสามารถควบคุมการแสดงออกได้มากกว่า 1 ลักษณะ:

Ex. กำหนดให้ยีน P ควบคุมการไม่มีเขา/การไม่สมบูรณ์พันธุ์ (intersex) ในตัวเมีย และยีน p ควบคุมการมีเขา/การสมบูรณ์พันธุ์ (ทั้งสองเพศ) โดยการไม่มีเขาจะข่มการมีเขาอย่างสมบูรณ์ในขณะที่การไม่สมบูรณ์พันธุ์จะแสดงออกเฉพาะในเพศเมียที่มี genotype เป็น homozygous dominant เท่านั้น

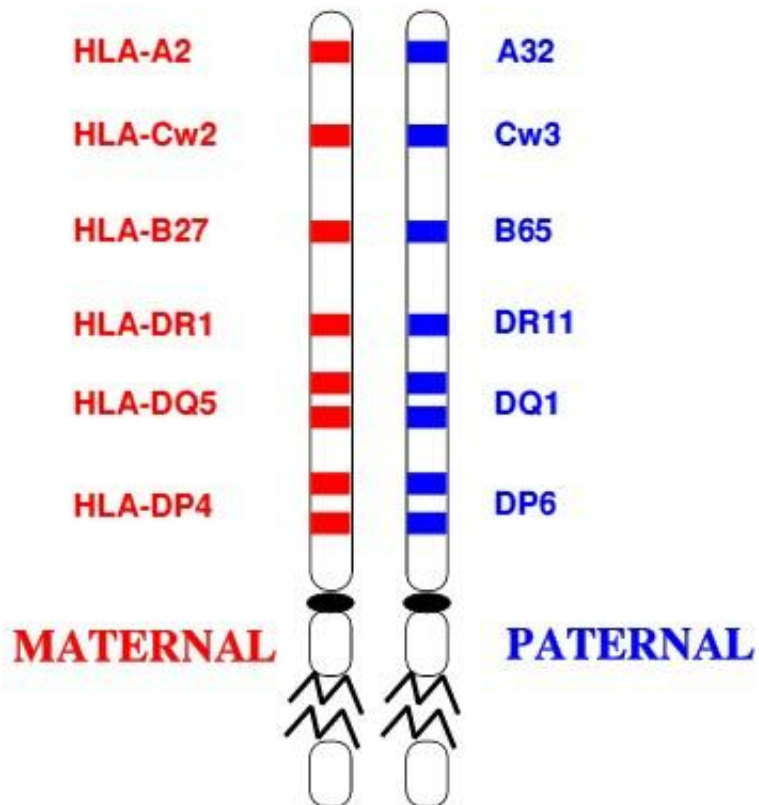
จากการผสมพันธุ์แพะมีเขา (monohybrid) พบว่ามีโอกาสได้ลูกที่มีลักษณะดังต่อไปนี้



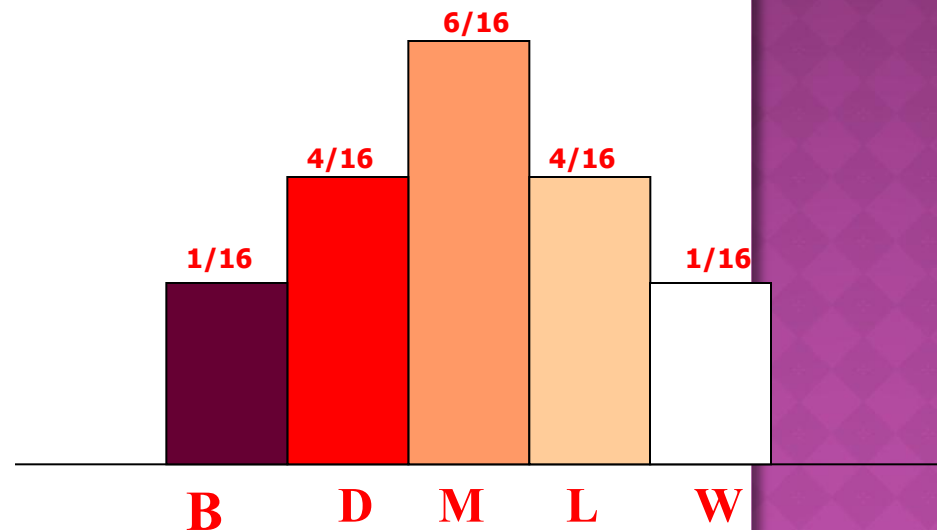
POLY GENE

การถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (poly = many)

Most Humans are heterozygous
at the MHC



เมื่อเราเรียงการกระจายของลักษณะตั้งแต่ให้ต่ำ
ต่ำที่สุดถึงสูงที่สุดจะได้กราฟการกระจายเป็น
รูประฆังต่ำ



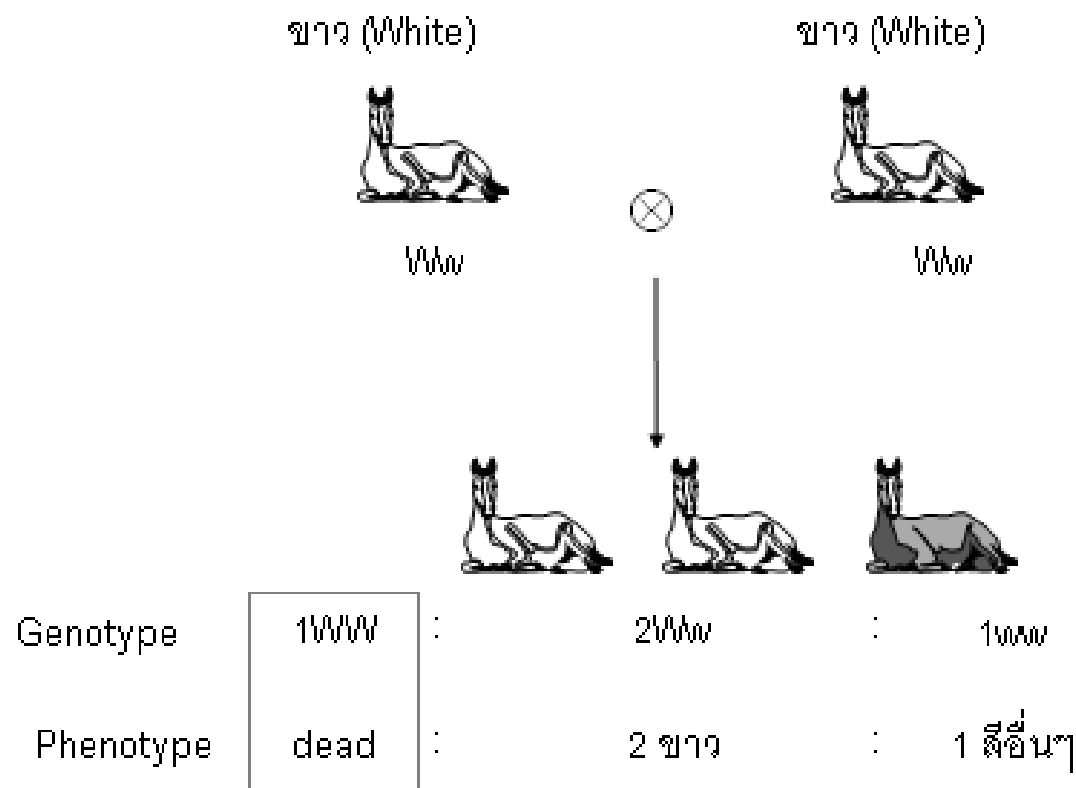
LETHAL GENE

- ◎ การควบคุมการแสดงออกโดยยีนโดยทั่วไปที่กีดลักษณะ:ผิดปกติและอาจกีดกีดการตายในที่สุด
- ลักษณะการตายในสัตว์

ชนิด	ลักษณะการตาย
Embryonic dead	การตายเมื่ออายุ < 28-30 วัน ตัวอ่อนที่ตายจะไม่แสดงอาการแท้งออกมาให้เห็น
Fetus abortion	การตายเมื่ออายุ > 28-30 วัน จนถึงก่อนคลอด ตัวอ่อนที่ตายมีการพัฒนาเป็นอวัยวะแล้วจะแท้งออกมา
Stillbirth, Stillborn	การตายแรกคลอดหรือขณะคลอด

LETHAL GENE

Ex. กำหนดให้การมีสีขาของม้าถูกควบคุมด้วยยีนคู่เดียวโดยยีน W ควบคุมการมีสีขาว ซ้ำมยีน w ควบคุมการมีสีอื่นๆ สมบูรณ์ แต่ถ้าม้ามี genotype เป็น dominant homozygous จะก่อให้เกิด embryonic dead



ภาพที่ 1.26 การควบคุมการมีสีของม้าด้วยยีนมรณะ

LETHAL GENE

◎ Dominant Lethal

การควบคุมลักษณะของสัตว์ในลักษณะที่ dominant homozygous genotype จะตาย

◎ Recessive Lethal

การควบคุมลักษณะของสัตว์ในลักษณะที่ recessive homozygous genotype จะตาย

◎ Semilethal

สัตว์มีลักษณะผิดปกติเนื่องจาก dominant หรือ recessive lethal แต่ยังสามารถเลี้ยงให้มีชีวิตรอดได้ถ้ามีการจัดการดูแลอย่างเหมาะสม

ชนิดสัตว์	โรค	ลักษณะ	Type
โค	Achondroplasia (Dexter) Cerebral hernia Umbilical hernia Polydactylism Hairless Short spine Streak hairless Fused nostrils, malformed skull Bulldog/dwarf	กระโหลกและกระดูกผิดรูป ถุงน้ำในสมอง ไส้เลื่อนช่องท้อง นิ้วเท้าเกิน ไม่มีขนลำตัวและผิวหนังผิดปกติ ส่วนยื่นกระดูกสันหลังสั้น ไม่มีขนลำตัวแบบเป็นแถบ โพรงจมูกโหว่ กระดูกผิดปกติ โครงร่างผิดรูป แคระ	I R D D R R DS D I
ม้า	Atresia coli	ลำไส้ใหญ่ตีบตัน	R
สุกร	Paralysis of hindlegs Amputation Atresia anai Hydrocephalus	อัมพาตขาหลัง แขนขาถูก ไม่มีรูทวาร สมองบวมน้ำ	R R RS R
แกะ	Gray fleece	ขนสีเทา	I
สัตว์ปีก	Creeper Wingless	ขาสั้นผิดรูป อัมพาตคอพับ ปีกถูก	I R
สุนัข	Hairless	ไม่มีขนลำตัวและผิวหนังผิดปกติ	I
กระต่าย	Pelger	เม็ดเลือดขาวรูปร่างผิดปกติ	I