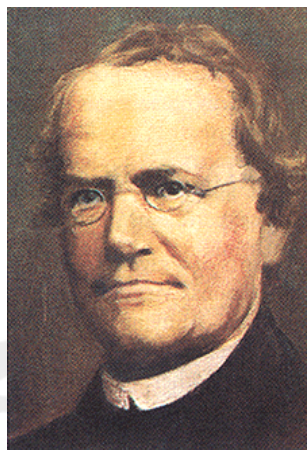


ใบความรู้ 2 เรื่อง การศึกษาของเมนเดล

กฎของเมนเดล

ประวัติ

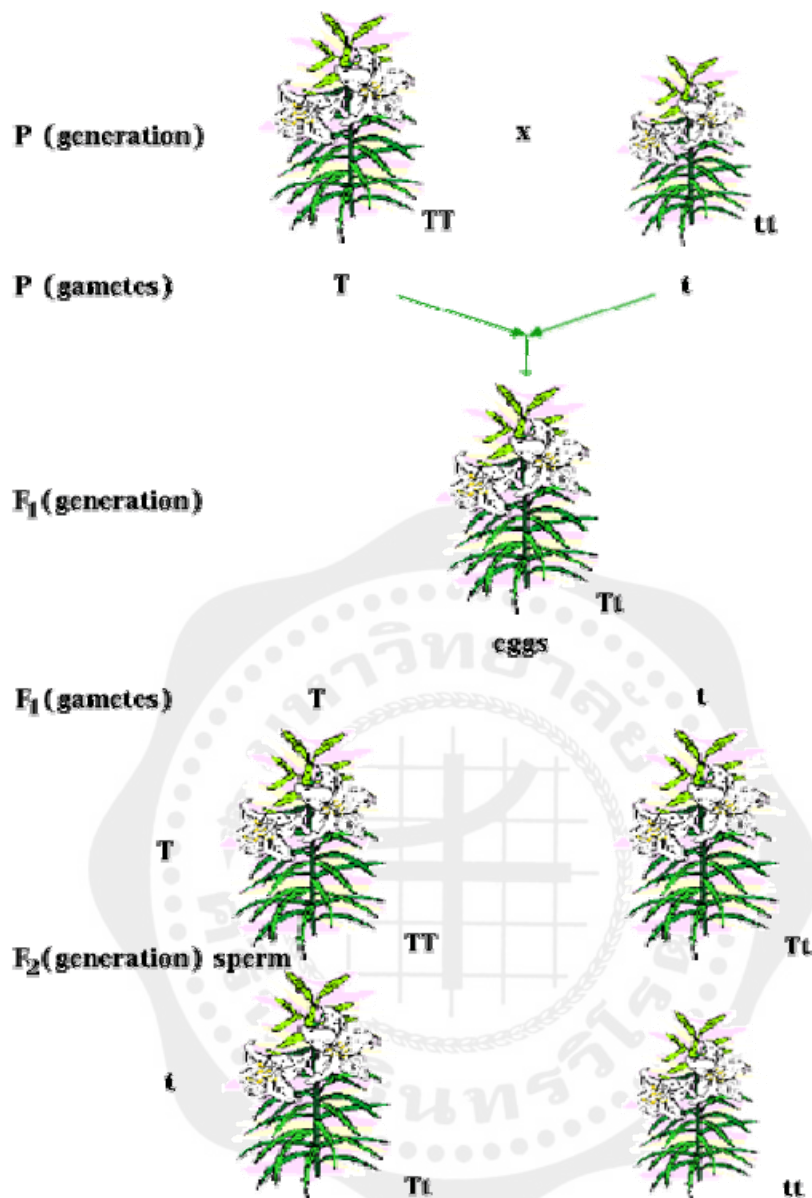


เกรเกอร์ เมนเดล

เกรเกอร์ โยฮันน์ เมนเดล (Gregor JoHann Mendel) บาทหลวงชาวออสเตรีย เกิดเมื่อ พ.ศ. 2365 ที่เมืองไฮเซนคอร์ด์ เป็นผู้ค้นพบและอธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยศึกษาจากการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา จึงได้รับการยกย่องให้เป็น “บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์” ได้ทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตา ซึ่งเป็นพืชที่มีลักษณะเหมาะสมในการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหลายประการ เช่น ปลูกง่าย ช่วงอายุสั้น มีเมล็ดมาก มีการถ่ายทอดละอองเรณูในดอกเดียวกันมีลักษณะของลำต้น ดอก ฝัก และเมล็ดแตกต่างกันอย่างชัดเจน จากการทดลองผสมระหว่างพ่อแม่ที่มีลักษณะแตกต่างกันเพียงลักษณะเดียว















เมนเดลได้ชี้ให้เห็นว่า ลักษณะที่ปรากฏในรุ่นลูกเป็นผลมาจากการถ่ายทอดหน่วยที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ซึ่งได้จากพ่อและแม่ โดยผ่านทาง เซลล์สืบพันธุ์ ในการทดลองเพื่อศึกษาแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งศึกษาลักษณะความสูง ความเตี้ยของลูกรุ่นที่ 1 หรือเรียกย่อๆ ว่า F1 ต่อจากนั้นนำต้น ถั่วรุ่น F1 มาผสมกันเอง แล้วศึกษาลักษณะเดียวกันของลูกรุ่นที่ 2 หรือเรียกย่อๆ ว่า F2 ผลปรากฏดังนี้

การผสมพันธุกรรมของต้นสูง - ต้นเตี้ย



ต้นถั่วรุ่นต่างๆ ที่ได้จากการผสมพันธุ์

ผลการทดลองของเมนเดล พบว่า ลูกรุ่น F1 แสดงลักษณะเป็นต้นถั่วสูงทั้งหมด ไม่ว่าจะใช้ต้นถั่วพันธุ์สูงเป็นพ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์ก็ตาม แสดงว่าลักษณะสูงเป็นลักษณะที่แสดงออกในรุ่น F1 ทั้งหมด ส่วนลูกรุ่น F2 จะมีทั้งต้นสูงต้นเตี้ย แสดงว่าลักษณะเตี้ยสามารถแสดงออกได้ในรุ่นลูก F2 นอกจากนี้ เมนเดลยังได้ศึกษาลักษณะอื่นๆ ของต้นถั่วอีก 7 ลักษณะดังนี้

FLOWER COLOR	 Purple	 White
FLOWER POSITION	 Axial	 Terminal
SEED COLOR	 Yellow	 Green
SEED SHAPE	 Round	 Wrinkled
POD SHAPE	 Inflated	 Constricted
POD COLOR	 Green	 Yellow
STEM LENGTH	 Tall	 Dwarf

©Addison Wesley Longman, Inc.

ลักษณะต้นถั่วลันเตา 7 ลักษณะที่เมนเดลเลือกนำมาใช้ศึกษา แต่ละลักษณะมี 2 แบบที่แตกต่างอย่างชัดเจน

ตาราง แสดงข้อมูลส่วนหนึ่งที่ได้จากผลการทดลองของเมนเดล

ลักษณะที่ศึกษา	รุ่นพ่อแม่ (P)	รุ่นลูก (F1)	รุ่นหลาน (F2)	อัตราส่วนลักษณะที่พบในรุ่นหลาน (F2)
รูปร่างเมล็ด	กลม x ขรุขระ	กลมทั้งหมด	กลม (5,474) ขรุขระ (1,850)	2.94 : 1
สีเมล็ด	เหลือง x เขียว	เหลือง	เหลือง (6,022) เขียว (2,001)	3.01 : 1
สีดอก	สีม่วง x สีขาว	สีม่วงทั้งหมด	สีม่วง (705) สีขาว (224)	3.15 : 1
รูปร่างฝัก	อวบ x แพน	อวบทั้งหมด	อวบ (882) แพน (229)	2.92 : 1
สีฝัก	เขียว x เหลือง	เขียวทั้งหมด	เขียว (428) เหลือง (152)	2.82 : 1
ตำแหน่งดอก	ที่กิ่ง x ที่ยอด	ที่กิ่งทั้งหมด	ที่กิ่ง (615) ที่ยอด (207)	3.14 : 1
ความสูงลำต้น	สูง x แคระ	สูงทั้งหมด	สูง (787) แคระ (277)	2.94 : 1

จากข้อมูลในตาราง พบว่า ในรุ่น F1 ลักษณะที่ปรากฏมีเพียงแบบเดียว ส่วนในรุ่น F2 แต่ละลักษณะแสดงออกมา 2 แบบ ลักษณะที่ปรากฏในรุ่นต่อๆ ไปได้ทุกรุ่น และปรากฏมากกว่า ดังนั้น เมนเดลจึงเรียกว่า **ลักษณะเด่น (dominant)** ส่วนลักษณะที่หายไป หรือมีโอกาสปรากฏได้ในบางรุ่นเรียกว่า **ลักษณะด้อย (recessive)** จากตารางผลการผสมพันธุ์ในรุ่นพ่อแม่ระหว่างเมล็ดกลมกับเมล็ดขรุขระ ได้รุ่นลูก F1 ที่มีลักษณะเดียวเท่านั้น คือเมล็ดกลม ไม่มีลักษณะ ขรุขระปรากฏร่วมอยู่ด้วย แต่ลักษณะทั้งสองจะปรากฏให้เห็นในรุ่น F2 ในอัตราส่วนของเมล็ดกลม(ลักษณะเด่น) ต่อลักษณะ เมล็ดขรุขระ(ลักษณะด้อย) เป็น 3 : 1



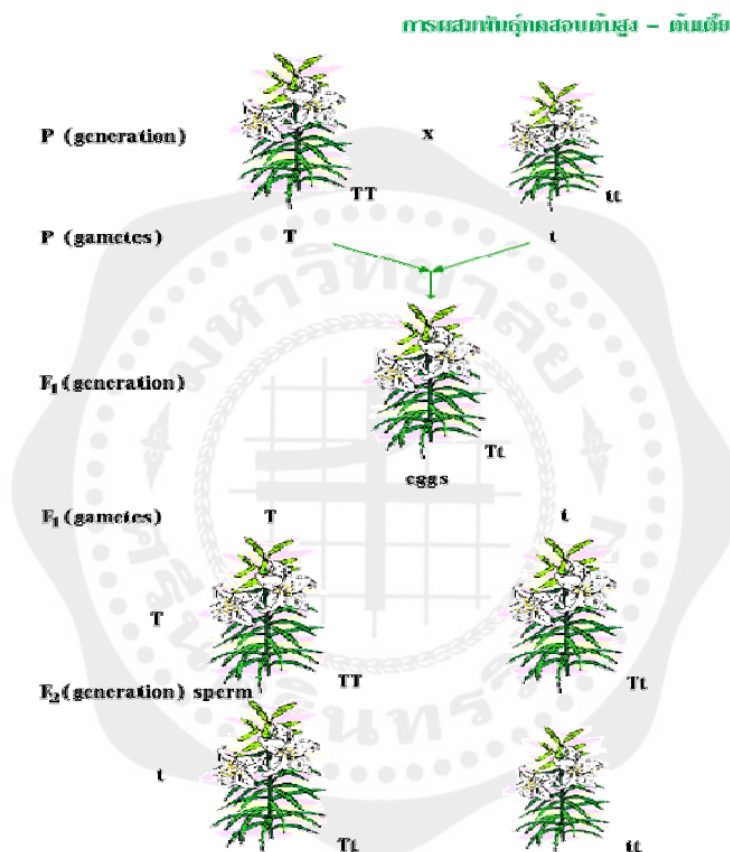
เพราะเหตุใดลักษณะเมล็ดขรุขระ
จึงไม่ปรากฏในรุ่น F1 แต่กลับไปปรากฏ
ในรุ่น F2 ทั้งๆ ที่รุ่นพ่อแม่ (P) มีทั้ง
ลักษณะเมล็ดกลมและเมล็ดขรุขระ





เมนเดลได้อธิบายว่า ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกเซลล์ จะมีลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ในยุคต่อมาเรียกว่า "ยีน" (gene) องค์ประกอบของยีน/รูปแบบของยีนคือแอลลีล โดยในรุ่น F1 แอลลีลที่แสดงออกมาเป็น **ลักษณะเด่น (dominant)** ส่วนแอลลีลที่แสดงออกมาไม่ได้เป็น **ลักษณะด้อย (recessive)**



ในการผสมพันธุ์ถั่วถั่วเตาโดยพิจารณาลักษณะสีของฝัก ถ้าให้ G เป็นสัญลักษณ์แทนลักษณะฝักสีเขียวที่เป็นลักษณะเด่น แต่ g แทนลักษณะฝักสีเหลืองที่เป็นลักษณะด้อย แอลลีลที่อยู่เป็นคู่กันจะเป็นไปได้ 3 แบบ คือ GG Gg และ gg เรียกแอลลีลที่เป็นคู่นี้ว่า **จีโนไทป์ (genotype)** และลักษณะที่แสดงออกมา เรียกว่า **ฟีโนไทป์ (phenotype)** ส่วนต้นถั่วที่มี จีโนไทป์ gg จะมีฟีโนไทป์เป็นถั่วฝักสีเหลือง นั่นคือลักษณะด้อย ซึ่งจะแสดงออกมาได้ต้องมีแอลลีลลักษณะด้อย 2 แอลลีล การที่สิ่งมีชีวิตมีแอลลีล 2 แอลลีลเหมือนกัน เช่น GG หรือ gg เรียกว่ามีสภาพเป็น โฮโมไซกัส (homozygous) หรือ พันธุ์แท้ (pure line) ส่วนการที่มีแอลลีล 2 แอลลีลต่างกัน เช่น Gg มาคู่กัน

1. กฎแห่งการแยกตัว (law of segretion)

สิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะมีสิ่งที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม (ยีน) อยู่กันเป็นคู่ๆ แต่ละคู่จะแยกออกจากกันเมื่อ มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์มีสิ่งควบคุมอยู่เพียง 1 หน่วย และเมื่อเซลล์สืบพันธุ์ผสมกัน สิ่งทีควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมจะกลับมาเข้าคู่กันอีก



		gametes	
		A $\frac{1}{2}$	a $\frac{1}{2}$
gametes	A $\frac{1}{2}$	AA 	Aa 
	a $\frac{1}{2}$	Aa 	aa 

3  yellow : 1  green

การผสมพันธุกรรมถั่วลันเตาของเมนเดลในรุ่นต่างๆ

จากแผนภาพจะเห็นได้ว่ารุ่นลูก F1 มีจีโนไทป์แบบเดียว คือ Tt และฟีโนไทป์แสดงลักษณะต้นสูงทั้งหมด อัตราส่วนของ ต้นสูง:ต้นเตี้ย = 1:0 แม้ว่าลักษณะด้อยจะไม่ปรากฏให้เห็นในรุ่นลูก F1 แต่ก็ไม่ได้หายไป แอลลีลที่ควบคุมลักษณะด้อย จะไปแสดงออกในรุ่นลูก F2 ทำให้มีจีโนไทป์ 3 แบบ คือ TT : Tt : tt ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 และมีฟีโนไทป์ 2 แบบ คือ ต้นสูง : ต้นเตี้ย = 3 : 1

2. กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ (law of independent assortment)

ในเซลล์สืบพันธุ์จะมีการรวมกลุ่มของหน่วยพันธุกรรม (ยีน) ในลักษณะต่างๆ การรวมกลุ่มของยีนเหล่านี้จะเป็นไปตามอิสระ จึงทำให้เราสามารถทำนายผลที่เกิดขึ้นในรุ่นลูกและรุ่นหลานได้ สิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปจะมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม หลายลักษณะไปพร้อมๆ กัน เช่น สีของเมล็ดและลักษณะรูปร่างของเมล็ด ความสูงของต้นและสีเปลือกหุ้มเมล็ด เป็นต้น ตัวอย่าง เช่น การนำถั่วลิสงเตาเมล็ดกลมสีเหลือง (SSYY) ผสมกับเมล็ดขรุขระสีเขียว (ssyy) จะได้รุ่นลูกรุ่น F1 ลักษณะเมล็ดกลมสีเหลือง (SsYy) ทั้งหมด และเมื่อนำลูกรุ่น F1 มาผสมกันเองพบว่า ลูกรุ่น F2 มีลักษณะ คือ เมล็ดกลมสีเหลือง (SSYY) เมล็ดกลมสีเขียว (SSyy) เมล็ดขรุขระสีเหลือง (ssYY) และเมล็ดขรุขระสีเขียว (ssyy) แสดงว่าลักษณะของเมล็ดและสีของเมล็ดมีการถ่ายทอดอย่าง เป็นอิสระต่อกัน มิฉะนั้นแล้วลักษณะเมล็ดกลมสีเหลืองและเมล็ดขรุขระสีเขียว จะต้องถ่ายทอดไปด้วยกันเสมอ

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

การผสมพันธุ์ถั่วลิสงเมล็ดกลมและเมล็ดขรุขระ

การทดลองผสมพันธุ์โดยพิจารณาทีละ 2 ลักษณะ ในภาพเป็นการผสมพันธุ์รุ่นพ่อแม่พันธุ์แท้ระหว่าง เมล็ดสีเหลือง-กลม x เมล็ดสีเขียว-ขรุขระ (SSYY x ssyy) จะได้ถั่วรุ่นลูก (F1) ทั้งหมด มีลักษณะเด่นทั้ง 2 ลักษณะ (SsYy) และการผสม พันธุ์กันเองของรุ่น F1 (SsYy x SsYy) จะได้ถั่วรุ่นหลาน (F2) ในอัตราส่วน 9 : 3 : 3 : 1 ซึ่งเป็นไปตามกฎแห่งการ แยกตัว และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระของเมนเดล

