กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ช่วงชั้นที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธุกรรม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
รายวิชา SCIENCE 6 รหัสวิชา SCI 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล **จำนวน 2 คาบ (100 นาที)**

==========

1. สาระสำคัญ (Overview / Annotation)

เกรเกอร์ โยฮันน์ เมนเดล (Gregor Johann Mendel) ได้เริ่มงานค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการผสมพันธุ์พืช เขาได้สังเกตเห็นว่า พืชที่เกิดจากการผสมพันธุ์กันในแต่ละครั้งมักจะมีลักษณะบางอย่างปรากฏอยู่เสมอ เช่น เมื่อนำถั่วลันเตาที่มีลักษณะต้นสูงและต้นเตี้ยมาผสมพันธุ์กัน มักจะมีลักษณะต้นสูงปรากฏอยู่ในรุ่นต่อๆ มาเสมอ ต่อมาเมนเดลจึงได้ปรับปรุงการทดลอง เช่น ได้มีการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่เป็นพันธุ์แท้ คัดเลือกลักษณะที่จะศึกษา แล้วศึกษาทีละลักษณะ เป็นต้น กฎเกณฑ์การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดลได้ชี้ให้เห็นว่า ลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏในลูกเป็นผลเนื่องมาจากการถ่ายทอดหน่วยที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ซึ่งได้จากพ่อและแม่ โดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ อย่างไรก็ตาม ผลงานของเมนเดลในช่วงแรกๆ ไม่มีผู้ใดเข้าใจและไม่เป็นที่ยอมรับทั้งนี้เนื่องจากความรู้ทางพันธุศาสตร์ยังไม่แพร่หลาย จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2443 ฮิวโก เดอ ฟรีส์ (Hugo de Vries) ชาวฮอลันดา และได้ทดลองผสมพันธุ์ไม้ดอกและข้าวโพดตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองของทั้งสองท่านต่างก็ตรงกับผลการทดลองของเมนเดลที่ได้รายงานไว้เมื่อ 35 ปีที่แล้ว ด้วยเหตุนี้ผลงานของเมนเดลจึงได้รับการยอมรับในเวลาต่อมา และเขาก็ได้รับการยกย่องให้เป็น **บิดาแห่งพันธุศาสตร์**

2. มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน (Local / National Standards)

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่ผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 : สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับสารพันธุกรรมในนิวเคลียสที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ของเซลล์ สารพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลาน และรู้ถึงประโยชน์ของการใช้ความรู้ด้านพันธุกรรม

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Content Standards)

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความหมายของคำ ต่อไปนี้ได้ พันธุกรรม ลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย ยีนที่ควบคุมลักษณะเด่น ยีนที่ควบคุมลักษณะด้อย

4. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective)

ด้านความรู้ (K)

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ได้

2. อธิบายเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ได้
3. บอกลักษณะที่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. สามารถสำรวจ สังเกต เปรียบเทียบ ลักษณะของตนเองกับผู้อื่นได้ (P)

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนสนใจใฝ่รู้และมีความสุขกับการเรียนและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบในชั้นเรียนและเข้าชั้นเรียนตรงตามเวลา

5. การบูรณาการ

เป็นการบูรณาการแบบสอดแทรก

6.สาระการเรียนรู้/เนื้อหาสาระ (Content)

กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล

เกรเกอร์ โยฮันน์ เมนเดล (Gregor Johann Mendel) เกิดเมื่อพ.ศ. 2365 ในเมืองบรึน ประเทศออสเตรีย เมนเดลเป็นลูกชาวสวนที่ยากจน จึงเรียนมหาวิทยาลัยไม่จบ เมื่อออกจากมหาวิทยาลัยจึงตัดสินใจบวชเป็นบาทหลวงในโบสถ์แห่งหนึ่งและได้รับการสนับสนุนให้เรียนต่อทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยเวียนนา จนเรียนจบ

เมนเดลได้เริ่มงานค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยการผสมพันธุ์พืช เขาได้สังเกตเห็นว่า พืชที่เกิดจากการผสมพันธุ์กันในแต่ละครั้งมักจะมีลักษณะบางอย่างปรากฏอยู่เสมอ เช่น เมื่อนำถั่วลันเตาที่มีลักษณะต้นสูงและต้นเตี้ยมาผสมพันธุ์กัน มักจะมีลักษณะต้นสูงปรากฏอยู่ในรุ่นต่อๆ มาเสมอ แต่เนื่องจากผลที่ได้มักจะซับซ้อนทำให้เขาไม่สามารถสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้

ต่อมาด้วยความที่เป็นนักคณิตศาสตร์และมีความรู้พื้นฐานทางด้านการผสมพันธุ์พืช เมนเดลจึงได้ปรับปรุงการทดลองเสียใหม่ เช่น ได้มีการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่เป็นพันธุ์แท้ คัดเลือกลักษณะที่จะศึกษา แล้วศึกษาทีละลักษณะ เป็นต้น กฎเกณฑ์การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดลได้ชี้ให้เห็นว่า ลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏในลูกเป็นผลเนื่องมาจากการถ่ายทอดหน่วยที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ซึ่งได้จากพ่อและแม่ โดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ อย่างไรก็ตาม ผลงานของเมนเดลในช่วงแรกๆ ไม่มีผู้ใดเข้าใจและไม่เป็นที่ยอมรับทั้งนี้เนื่องจากความรู้ทางพันธุศาสตร์ยังไม่แพร่หลาย จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2443 ฮิวโก เดอ ฟรีส์ (Hugo de Vries) ชาวฮอลันดา และได้ทดลองผสมพันธุ์ไม้ดอกและข้าวโพดตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองของทั้งสองท่านต่างก็ตรงกับผลการทดลองของเมนเดลที่ได้รายงานไว้เมื่อ 35 ปีที่แล้ว ด้วยเหตุนี้ผลงานของเมนเดลจึงได้รับการยอมรับในเวลาต่อมา และเขาก็ได้รับการยกย่องให้เป็น **บิดาแห่งพันธุศาสตร์**

การทดลองของเมนเดล เมนเดลทดลองโดยใช้ถั่วลันเตา (Pisum sativum) ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันถึง 7 ลักษณะ ดังนี้คือ

ลักษณะที่ศึกษา	ลักษณะเด่น	ลักษณะด้อย
1. รูปร่างของเมล็ด	เรียบ	ขรุขระ
2. สีของเมล็ด	เหลือง	เขียว
3. สีของดอก	แดง	ขาว
4. ตำแหน่งของดอก	ที่ลำต้น	ที่ปลายยอด

5. รูปร่างของฝัก	อวบ	คอด
6. สีของฝัก	เขียว	เหลือง
7. ความสูงของต้น	สูง	เตี้ย

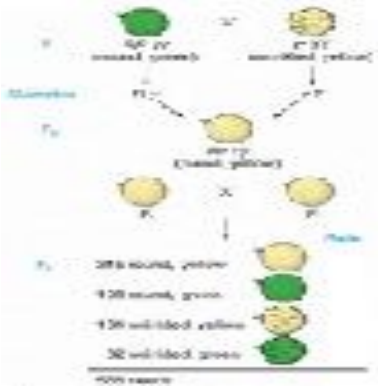
ในการทดลอง เมนเดลได้นำต้นถั่วพันธุ์สูงและพันธุ์เตี้ย ซึ่งเป็นพันธุ์แท้ทั้งคู่มาผสมกัน แล้วศึกษาลักษณะความสูงความเตี้ยของลูกรุ่นที่ 1 หรือ F_1 (First filial generation) พบว่า ต้นถั่วในลูกรุ่น F_1 มีลักษณะเป็นต้นสูงทั้งหมดและไม่พบต้นถั่วที่มีลักษณะเป็นต้นเตี้ยเลย เมื่อนำถั่วรุ่น F_1 มาผสมกันเอง แล้วศึกษาลักษณะดังกล่าว ผลปรากฏว่า ต้นถั่วในลูกรุ่นที่ 2 หรือ F_2 (Second filial generation) หรือรุ่นหลานมีทั้งลักษณะสูงเหมือนต้นพ่อและเตี้ยเหมือนต้นแม่ โดยลักษณะต้นสูงมีประมาณ 3 ใน 4 ของรุ่น F_2 และลักษณะต้นเตี้ยมีประมาณ 1 ใน 4 ของรุ่น F_2 จากผลการทดลองทำให้เมนเดล ได้ข้อสรุปว่า

1. ถ้าใช้พันธุ์แท้ผสมกับพันธุ์แท้ ลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งมี 2 ลักษณะในพ่อและแม่ (ต้นสูง-ต้นเตี้ย) จะปรากฏออกมาในรุ่นลูก F_1 เพียงลักษณะใดลักษณะหนึ่งเท่านั้น
2. ลักษณะที่ไม่ปรากฏในลูกรุ่น F_1 ไม่ได้หายไปไหน แต่จะถูกข่มไว้ไม่ให้ปรากฏออกมา และจะปรากฏออกมาอีกครั้งในลูกรุ่น F_2 หรือรุ่นหลานในอัตรา 1 ใน 4 ของจำนวน F_2 ทั้งหมด

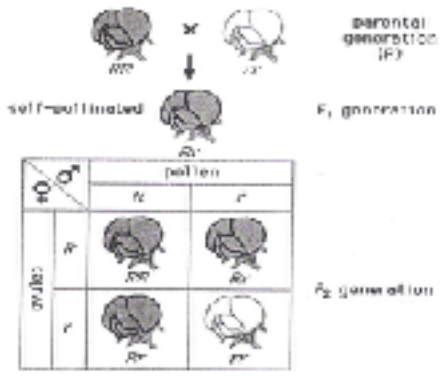
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะเดียว

ลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้นควบคุมโดยยีนและยีนจะปรากฏเป็นคู่ๆ เสมอ ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ยีนที่อยู่เป็นคู่ๆ จะแยกออกจากกัน แล้วเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์ เซลล์ละ 1 ยีน เมื่อมีการผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ เช่น อสุจิกับไข่ ยีนก็จะกลับมาเป็นคู่กันอีก

ข้อมูลที่เมนเดลรวบรวมจากการทดลองผสมพันธุ์ต้นถั่ว ชี้ให้เห็นแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมดังนี้ ในลูกรุ่น F_1 มีจีโนไทป์แบบเดียว คือ เฮเทอโรไซกัสและมีฟีโนไทป์แบบเดียวเช่นกัน คือเป็นต้นสูงทั้งหมด ดังนั้นในรุ่นนี้จึงมีอัตราส่วนของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยเป็น 1:0 แม้ลักษณะด้อยจะไม่ปรากฏให้เห็นในรุ่น F_1 แต่ก็ไม่ได้หายไปเลย ยีนที่ควบคุมลักษณะด้อยยังแฝงอยู่ และไปแสดงออกใน รุ่นลูก F_2 ทำให้มีจีโนไทป์ 2 แบบคือ แบบโฮโมไซกัสและแบบเฮเทอโรไซกัส ในอัตราส่วน 1:2:1 และมีฟีโนไทป์ 2 แบบ คือ ต้นสูงและต้นเตี้ย อัตราส่วนของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยเป็น 3:1



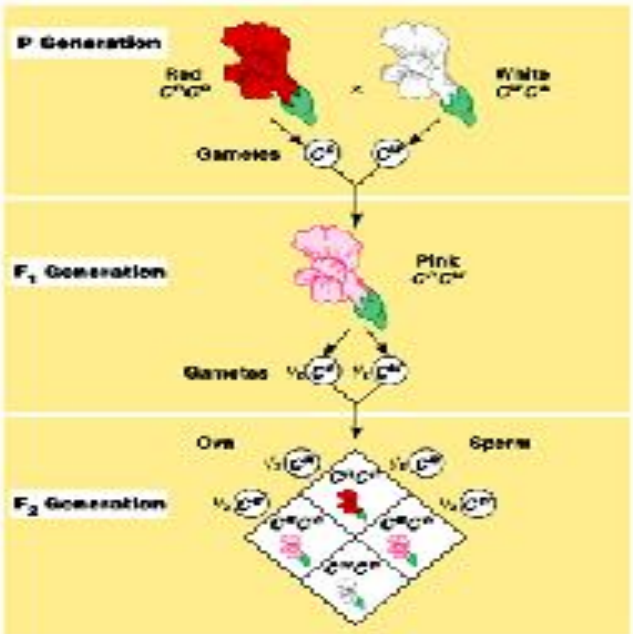
รูปที่ 1 การทดลองผสมถั่วลันเตาของเมนเดล



รูปที่ 2 การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมของลักษณะเดียว

การถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ (incomplete dominant)

จากข้อมูลการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล เห็นได้ว่าการแสดงออกของยีนเพื่อให้ได้ลักษณะเด่นและด้อยนั้น มีการข่มแบบสมบูรณ์ คือ F_1 ที่ได้แสดงลักษณะเด่นเพียงอย่างเดียว แต่ลักษณะสิ่งมีชีวิตบางอย่าง ยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าวไม่สามารถข่มกันได้อย่างเต็มที่ ลูกผสม F_1 ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์แท้ ไม่สามารถแสดงลักษณะเด่นของพ่อแม่ แต่เกิดเป็นลักษณะผสมใหม่ เป็นแบบกลางๆ ระหว่างลักษณะพ่อแม่ ซึ่งถ้าหากปล่อยให้ลูก F_1 ผสมกันเอง ก็จะได้ F_2 ซึ่ง 1 ส่วนแสดงลักษณะของพ่อ 2 ส่วนแสดงลักษณะของ F_1 อีก 1 ส่วนเหมือนแม่ (1:2:1) การถ่ายทอดลักษณะดังกล่าว ถือว่าเป็นการถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์



รูปที่ 3 การถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์และพันธุประวัติ

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต มีทั้งลักษณะที่ดีและลักษณะที่ไม่ดี ซึ่งหากเราต้องการจะรู้ว่าลักษณะดังกล่าวที่เกิดขึ้นในรุ่นลูกและรุ่นหลานนั้นเป็นลักษณะที่ได้รับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมหรือไม่ จะต้องมีการศึกษา ทดลอง และวิเคราะห์ การศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยทั่วๆ ไป จะศึกษาและทดลองในพืชหรือสัตว์ เช่น ถั่วลันเตา ข้าว แมลงหวี่ เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีวงชีวิตสั้น สามารถนำมาผสมพันธุ์กันได้ง่ายและสามารถศึกษาได้หลายชั่วอายุในช่วงเวลาไม่นาน

ส่วนการศึกษาแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์จะเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากมาก เนื่องจากเหตุผลหลายประการ เช่น มนุษย์มีความลึกลับซับซ้อนทางสายพันธุ์ แต่ละคนมีช่วงอายุที่ยาวนาน จำนวนลูกมีน้อยหรือเกิดลูกได้ยาก ที่สำคัญคือ เราไม่สามารถควบคุมการแต่งงานให้เป็นไปตามต้องการได้ จึงทำให้ยากที่จะสังเกตการถ่ายทอดลักษณะในหลายๆ ชั่วคนได้

เกรเกอร์ เมนเดล (Gregor Mendel) เป็นบุคคลแรกที่ค้นพบข้อเท็จจริงที่ว่า ยีนมีการควบคุมการแสดงออกของลักษณะต่างๆ อย่างมีแบบแผนที่ชัดเจนและแน่นอน จากการค้นพบของเมนเดล และความรู้เกี่ยวกับโครโมโซม ทำให้เราทราบว่า ยีนที่ควบคุมลักษณะบางอย่างมีอยู่ 2 ชนิด คือ ยีนเด่นและยีนด้อย

ยีนเด่น คือ ยีนที่สามารถแสดงลักษณะนั้น ๆ ออกมาได้ แม้มียีนนั้นเพียงยีนเดียว เช่น มียีนผมหยักศกอยู่คู่กับยีนผมเหยียด แต่แสดงลักษณะผมหยักศกออกมา แสดงว่ายีนที่ควบคุมลักษณะผมหยักศกเป็นยีนเด่น คน

ที่มีลักษณะผมหยิกปรากฏออกมาอาจจะมียีนที่ควบคุมลักษณะเส้นผมได้แบบใดแบบหนึ่งใน 2 แบบ คือ แบบหนึ่งมียีนเด่นกับยีนด้อยอยู่บนคู่ของโครโมโซม อีกแบบหนึ่งมียีนเด่นทั้งคู่อยู่บนโครโมโซม ถ้าลักษณะใดก็ตามที่ปรากฏอยู่ในทุกชั่วรุ่นแสดงว่าลักษณะนั้นนำโดยยีนเด่น

ยีนด้อย คือ ยีนที่ สามารถแสดงลักษณะให้ปรากฏออกมาได้ต่อเมื่อมียีนด้อยนั้นทั้งสองยีนอยู่บนคู่โครโมโซม เช่น คนที่ผมเหยียดจะต้องมียีนผมเหยียดบนโครโมโซมทั้งคู่

ตารางแสดงตัวอย่างต่างๆ ที่นำโดยยีนเด่นและยีนด้อย

ลักษณะ	การถ่ายทอด	
	โดยยีนเด่น	โดยยีนด้อย
ติ่งหู	หูมีติ่ง	หูไม่มีติ่ง
แนวผมที่หน้าผาก	แนวผมหยิก	แนวผมตรง
ขนที่นิ้วมือข้อที่สอง	มี	ไม่มี
ลักยิ้ม	มีลักยิ้ม	ไม่มีลักยิ้ม
ผิวหนังตกกระ	ตกกระ	ปกติ
ริมฝีปาก	หนา	บาง
สันจมูก	สันจมูกโค้ง	สันจมูกตรง
สายตา	ปกติ	สั้น
รูเหนือใบหู	มี	ไม่มี
หนังตา	ตก	ไม่ตก

ลักษณะทางพันธุกรรมที่ได้ศึกษาผ่านมาแต่ละลักษณะควบคุมด้วยยีน 1 คู่ จึงทำให้สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน และมีเพียง 2 แบบ เช่น ริมฝีปากหนากับริมฝีปากบาง มีติ่งหูกับไม่มีติ่งหู มีลักยิ้มกับไม่มีลักยิ้ม แต่ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะจะควบคุมโดยยีนมากกว่า 1 คู่ เช่น ความสูง สติปัญญา ความดันเลือด และสีผิว ทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงออกมีความแตกต่างกันหลายระดับ เช่น สติปัญญา มีความแตกต่างหลายระดับ คือ ฉลาด ค่อนข้างฉลาด ปานกลาง ค่อนข้างไม่ฉลาด ปัญญาอ่อน ความสูงของคน มีความแตกต่างกันหลายระดับ คือ สูงมาก สูง ค่อนข้างสูง ปานกลาง ค่อนข้างเตี้ย เตี้ย และเตี้ยมาก เป็นต้น

การแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ นี้ยังขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมภายในและภายนอก ซึ่งได้แก่ฮอร์โมนในร่างกาย อุณหภูมิ แสง และอาหาร

7. กิจกรรมการเรียนการสอน

(1.) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1.1 ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนว่า ลักษณะพันธุกรรมที่มีอยู่ในพ่อ แม่ ถ่ายทอดไปยังลูกโดยอาศัยกระบวนการใด (กระบวนการสืบพันธุ์)

1.2 ครูแสดงภาพเกรเกอร์ โยฮันน์ เมนเดล จากนั้นใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

- บุคคลในภาพคือใคร (เกรเกอร์ โยฮันน์ เมนเดล)
- บุคคลในภาพมีความสำคัญอย่างไรต่อการศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์ (ผู้ค้นพบกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต)

1.3 ครูกล่าวว่า จากการค้นพบดังกล่าวทำให้เขาได้รับการยกย่องว่าเป็น บิดาแห่งพันธุศาสตร์และเรียกกฎที่ค้นพบว่า กฎของเมนเดล

(2.) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

2.1 ครูเล่าประวัติของเมนเดล จากนั้นถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าคุณลักษณะเด่นของเมนเดลที่ทำให้เขาค้นพบกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้มีอะไรบ้าง (ความเพียร ความพยายาม ความอดทน เป็นต้น)

2.2 ครูแสดงภาพลักษณะถั่วลันเตาที่เมนเดลใช้ศึกษา พร้อมกับอธิบายข้อดีในการเลือกใช้ถั่วลันเตาในการศึกษาด้านพันธุศาสตร์

ลักษณะที่ศึกษา	ลักษณะเด่น	ลักษณะด้อย
1. รูปร่างของเมล็ด	เรียบ	ขรุขระ
2. สีของเมล็ด	เหลือง	เขียว
3. สีของดอก	แดง	ขาว
4. ตำแหน่งของดอก	ที่ลำต้น	ที่ปลายยอด
5. รูปร่างของฝัก	อวบ	คอด
6. สีของฝัก	เขียว	เหลือง
7. ความสูงของต้น	สูง	เตี้ย

จากนั้นครูถามนักเรียนว่า จากตารางแสดงลักษณะของต้นถั่ว ลักษณะใดของต้นถั่วที่เป็นลักษณะเด่น และลักษณะใดเป็นลักษณะด้อย (ลักษณะเด่น ได้แก่ ลักษณะเมล็ดเรียบ เมล็ดสีเหลือง ดอกสีแดง ดอกเกิดที่ลำต้น ฝักอวบ ฝักสีเขียว ต้นสูง ส่วนลักษณะด้อย ได้แก่ เมล็ดขรุขระ เมล็ดสีเขียว ดอกสีขาว ดอกเกิดที่ยอด ฝักแฟบ ฝักสีเหลือง ต้นเตี้ย)

(3.) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

3.1 ครูอธิบายคำศัพท์ที่นักเรียนควรรู้จัก คือ

- ลูก F_1 (first filial generation) ลูกรุ่นที่ 1 ลูกที่เกิดจากการแต่งงานหรือผสมข้ามพันธุ์รุ่นแรก

หรือ ลูกผสม (hybrid) ลูกที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างพ่อแม่ที่มีจีโนไทป์ต่างกัน

- ลูก F_2 (second filial generation) ลูกรุ่นที่ 2 ลูกที่เกิดจากการผสมภายในลูกรุ่นที่ 1 (ลูก F_1) หรือรุ่นหลาน
- จีโนไทป์ (Genotype) หมายถึง แบบของยีนที่อยู่เป็นคู่ ๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตได้รับมาจากพ่อและแม่ มีหน้าที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตในร่างกาย การเขียนจีโนไทป์ เขียนได้หลายแบบ เช่น TT , Tt , tt , T/T , T/t , t/t
- ฟีโนไทป์ (phenotype) หมายถึง ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏให้เห็น ซึ่งเป็นผลจากการแสดงออกของจีโนไทป์นั่นเอง ได้แก่ ลำต้นสูงกับเตี้ย อย่างเช่น TT, Tt มีจีโนไทป์ต่างกันแต่มีฟีโนไทป์เหมือนกัน คือ สูงทั้งคู่ เป็นต้น
- โฮโมไซกัส (homozygouse) เป็นสภาพของสิ่งมีชีวิตที่มียีน 2 ยีนเหมือนกันควบคุมลักษณะหนึ่ง เช่น

  TT = homozygouse dominant gene (เด่นพันธุ์แท้)

  tt = homozygouse recessive gene (ด้อยพันธุ์แท้)
- เฮเทอโรไซกัส (heterozygouse) เป็นสภาพของสิ่งมีชีวิตที่มียีน 2 ยีนแตกต่างกันและควบคุมลักษณะหนึ่ง เช่น Tt = heterozygouse gene (พันธุ์ทาง = hybrid)
- ลักษณะเด่น (dominant) หมายถึง ลักษณะที่สามารถแสดงออกมาได้ ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพโฮโมไซกัส หรือ เฮทเทอโรไซกัส
- ลักษณะด้อย (recessive) หมายถึง ลักษณะที่จะแสดงออกมาได้เมื่ออยู่ในสภาพโฮโมไซกัสเท่านั้น

3.2 ครูอธิบายวิธีการทดลองของเมน ได้ข้อสรุปว่า

1) ถ้าใช้พันธุ์แท้ผสมกับพันธุ์แท้ ลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งมี 2 ลักษณะในพ่อและแม่ (ต้นสูง-ต้นเตี้ย) จะปรากฏออกมาในรุ่นลูก F_1 เพียงลักษณะใดลักษณะหนึ่งเท่านั้น

2) ลักษณะที่ไม่ปรากฏในลูกรุ่น F_1 ไม่ได้หายไปไหน แต่จะถูกข่มไว้ไม่ให้ปรากฏออกมา และจะปรากฏออกมาอีกครั้งในลูกรุ่น F_2 หรือรุ่นหลานในอัตรา 1 ใน 4 ของจำนวน F_2 ทั้งหมด

3.3 ครูอธิบายเรื่องกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล

3.4 ครูให้นักเรียนให้ความหมายของคำว่ายีนเด่น และยีนด้อย ซึ่งนักเรียนเคยเรียนมาแล้ว จากนั้นครูยกตัวอย่างลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น ติ่งหู การมีลักยิ้ม โดยเชื่อมโยงกับกฎของเมนเดล พร้อมกับอธิบายถึงลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะจะควบคุมโดยยีนมากกว่า 1 คู่ เช่น ความสูง สติปัญญา ความดันเลือด และสีผิว รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ ว่าขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมภายในและภายนอก ได้แก่ ฮอร์โมน ในร่างกาย อุณหภูมิ แสง และอาหาร

3.5 ครูให้นักเรียนเขียนแผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามกฎของเมนเดล

(5.) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

5.1ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่องกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล จากนั้นร่วมกันอภิปรายและเฉลยคำตอบ พร้อมส่งสมุดบันทึกประจำคาบ

8. สื่อและ แหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอน
2. ใบกิจกรรม แผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามกฎของเมนเดล

3. ใบงาน เรื่อง กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล

9. ชิ้นงาน/ภาระงานของนักเรียน

1. สมุดบันทึกประจำคาบ
2. ใบงานเรื่องกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล

10. การวัดผลและประเมินผล

10.1 วิธีการวัดและประเมินผล

10.1.1 สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในชั้นเรียน/การทำงาน พิจารณาจาก

- ความมีระเบียบวินัย เช่น เข้าเรียนตรงตามเวลา รับผิดชอบต่อหน้าที่/งาน
- การแสดงความสนใจและกระตือรือร้น
- การให้ความร่วมมือในชั้นเรียน ตั้งใจเรียน การอภิปรายและแสดงความคิดเห็น

10.1.2 แบบประเมินคุณภาพของงาน พิจารณาจาก

- ความรับผิดชอบ ส่งงานตามเวลาที่กำหนด
- ความถูกต้อง
- ความเรียบร้อยของงาน

10.2 เกณฑ์การวัดและประเมินผล

บันทึกคะแนนจากการตรวจใบกิจกรรม และพฤติกรรม นำไปประมวลผลในคะแนนรวมของรายวิชา สมุดสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน

A = เขียนสรุปครบทุกประเด็น สะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อย

B^+= เขียนสรุปครบทุกประเด็น ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

B = เขียนสรุปไม่ครบทุกประเด็น ขาดประเด็นใดประเด็นหนึ่ง สะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อย

C^+ = เขียนสรุปไม่ครบทุกประเด็น ขาดประเด็นใดประเด็นหนึ่ง ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

C = เขียนสรุปไม่ครบทุกประเด็น ขาดหลายประเด็น ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

บันทึกหลังการสอน

เรื่อง กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

1. ผลการจัดการเรียนรู้

……

……

……

……

2. ปัญหาและอุปสรรค

……

……

……

3. วิธีแก้ไข / ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

ลงชื่อ……ครูผู้สอน

วันที่……../……../……

4. การนิเทศ/กำกับ/ติดตาม

……...

……

……...

……

……...

……...

……

……...……