คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es

ในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 2 กฎแห่งการแยก การรวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง นักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนอ่านคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es ให้เข้าใจ พร้อมทั้งศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และสาระสำคัญ
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ในเวลา 10 นาที
3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es ชุดที่ 2 กฎแห่งการแยก การรวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ให้นักเรียนดูคลิปวีดีโอจาก you tube เรื่อง การเจริญระยะต้นของเอมบริโอ (early embryonic develope) และพิจารณาภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของเอมบริโอ แล้วครูนำอภิปรายพร้อมตอบคำถาม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) นักเรียนศึกษาเนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es โดยศึกษาเนื้อหาในใบความรู้ที่ 1 กฎแห่งการแยก การรวมกลุ่มอย่างอิสระ ใบความรู้ที่ 2 การผสมเพื่อทดสอบ และทำปฏิบัติการ เรื่องหลักการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนทำกิจกรรมร่วมด้วยช่วยกันคิด แล้วตรวจสอบคำตอบจากแนวการตอบท้ายชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es ใบกิจกรรมที่ 1 กฎแห่งการแยก การรวมกลุ่มอย่างอิสระ และใบกิจกรรม ที่ 2 การผสมเพื่อทดสอบ จากนั้นให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ลงในใบบันทึกความรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนพิจารณากิจกรรมที่ 3 ภาพที่ 6 การผสมเพื่อทดสอบพันธุ์สุนัข และกิจกรรมที่ 4 Trihybrid cross แล้วร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่กำหนดให้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ในเวลา 10 นาที

เกณฑ์การประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 2 กฎแห่งการแยก การรวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ ชุดนี้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ขึ้นไป

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 2 กฎแห่งการแยก
การรวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 อธิบาย กฎแห่งการแยก และการรวมกลุ่มอย่างอิสระของเมลเดลได้ (K)

1.2 นำกฎแห่งการแยก และการรวมกลุ่มอย่างอิสระมาใช้ทำนาย พร้อมทั้งคำนวณอัตราส่วนของจีโนไทป์ ฟีโนไทป์ในแต่ละรุ่นได้ (K,P)

1.3 อภิปรายเหตุผล และวิธีการผสมเพื่อทดสอบได้ (P)

1.4 รับผิดชอบ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นการทำงาน และมีจิตสาธารณะ (A)

2. สาระการเรียนรู้

2.1 กฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ

2.2 การผสมเพื่อทดสอบ

3. สาระสำคัญ

เมนเดลได้ทดลองผสมถั่วลันเตาต่างกัน 7 ลักษณะ ที่กระจายอยู่บนโครโมโซมส่วนต่าง ๆ นานถึง 7 ปี จึงพบกฎเกณฑ์การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และได้รับการยกย่องเป็น “บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์” ซึ่งมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

กฎข้อที่ 1 กฎแห่งการแยก (law of segregation) คือ ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่เป็นคู่จะแยกตัวออกจากกันเมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

กฎข้อที่ 2 กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ (law of independent assortment) คือ ยีนที่อยู่บนโครโมโซมต่างกันตามกฎข้อ 1 นั้น จะมารวมกันอีกครั้ง ในขณะที่มีการปฏิสนธิ และการรวมตัวกันใหม่นี้จะเป็นไปอย่างอิสระ โดยไปรวมกับยีนใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องกลับไปรวมกับคู่เดิม

การผสมเพื่อทดสอบ (test cross) เป็นการผสมระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีฟีโนไทป์เป็นลักษณะเด่นแต่ไม่ทราบจีโนไทป์ กับตัวทดสอบ (tester) ที่เป็นลักษณะด้อย เพื่อตรวจสอบจีโนไทป์ว่าเป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้หรือพันทาง

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดที่ 2 กฎแห่งการแยก การรวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ

รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คะแนนเต็ม 10 คะแนน จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ มีทั้งหมด 10 ข้อ

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

---

1. การรวมกลุ่มอย่างอิสระของยีนจะเกิดขึ้นได้ในกรณีใด

ก. ยีนต่าง ๆ อยู่คนละโครโมโซม

ข. เซลล์อสุจิมีการผสมกับเซลล์ไข่

ค. เซลล์เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ง. ยีนต่าง ๆ อยู่บนโครโมโซมเดียวกัน

อ่านข้อความนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 2

1. เซลล์อสุจิกับเซลล์ไข่
2. เซลล์มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
3. ยีนทั้งคู่แยกตัวออกจากกันในเซลล์สืบพันธุ์
4. เป็นการตรวจสอบจีโนไทป์ว่าเป็นพันธุ์แท้ หรือพันธุ์ทาง

2. “กฎแห่งการแยก” เกี่ยวข้องกับข้อใด

ก. ข้อ 1 , 2 , 3

ข. ข้อ 2 , 3 , 4

ค. ข้อ 1 , 3 , 4

ง. ข้อ 1 , 2 , 3 , 4

3. ธนาได้ถั่วลันเตาเมล็ดอวบมาจำนวนหนึ่ง ถ้าเขาต้องการทราบว่าถั่วลันเตาเมล็ดอวบเป็นพันธุ์แท้หรือไม่ ควรทำอย่างไร

ก. นำเมล็ดไปปลูกแล้วสังเกตลูกที่เกิดขึ้น

ข. นำเมล็ดไปศึกษาดูโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์

ค. นำเมล็ดไปปลูกซ้ำ ๆ แล้วสังเกตลูกในแต่ละช่วงอายุ

ง. นำเมล็ดไปปลูกแล้วทำการผสมกับถั่วลันเตาเมล็ดแฟบ แล้วดูลูกที่เกิดมา

4. ข้อใดแสดงให้เห็นว่ามีการรวมกลุ่มอย่างอิสระ

ก. AA x aa

ข. Bb x Bb

ค. BB x BB

ง. AAbb x aaBB

5. ในการผสมถั่วลันเตาต้นสูงฝักสีเขียว ซึ่งเป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้ กับต้นเตี้ยฝักสีเหลืองพันธุ์แท้ จะได้รุ่นลูก F_1 มีลักษณะจีโนไทป์ อย่างไร

ก. RRYY

ข. RrYy

ค. RRYy

ง. rrYY

6. สิ่งมีชีวิตที่จีโนไทป์ AaBB จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์แบบใดได้บ้าง และในอัตราส่วนเท่าไร

ก. AB : aB = 1 : 1

ข. Aa : BB = 1 : 1

ค. A : a : B : b = 1 : 1 : 1 : 1

ง. Aa : AB : aB : BB = 1 : 1 : 1 : 1

7. ถ้าสิ่งมีชีวิตหนึ่งมีจีโนไทป์ AaBbCCDdEe สิ่งมีชีวิตนี้จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่แตกต่างกันได้กี่แบบ

ก. 4 แบบ

ข. 8 แบบ

ค. 16 แบบ

ง. 24 แบบ

8. ในการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาระหว่างพ่อแม่ที่มีลักษณะเด่น และด้อยพันธุ์แท้ ซึ่งเป็นลักษณะข่มสมบูรณ์ สองลักษณะพร้อมกัน ในรุ่น F_2 จะแสดงอัตราส่วนของฟีโนไทป์เป็นเท่าใด

ก. อัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ 9 : 3 : 2 : 1

ข. อัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ 9 : 3 : 3 : 1

ค. อัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ 9 : 1 : 4 : 1

ง. อัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ 8 : 3 : 3 : 1

9. พืช 2 ต้น มีการออกดอกบริเวณที่กิ่งเหมือนกัน ถ้าอยากทราบว่าต้นไม้ทั้งสองต้นนี้เป็นโฮโมไซกัสเหมือนกันหรือไม่ ต้องนำไปผสมกับพืชที่มีลักษณะใด

ก. AA

ข. Aa

ค. aa

ง. ใช้ได้ทั้งข้อ ก และ ค

10. ถ้าผสมถั่วลันเตาเมล็ดเรียบสีเหลืองที่เป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้กับเมล็ดขรุขระสีเขียวที่เป็นลักษณะด้อยพันธุ์แท้ได้รุ่น F_1 หากนำรุ่น F_1 มาผสมกันเอง จะได้จีโนไทป์ทั้งหมดกี่แบบ

ก. 6 ชนิด

ข. 7 ชนิด

ค. 8 ชนิด

ง. 9 ชนิด

กระดาษคำตอบ

ชื่อ.....ชื่อสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปคะแนนก่อนกิจกรรมการเรียนรู้

10

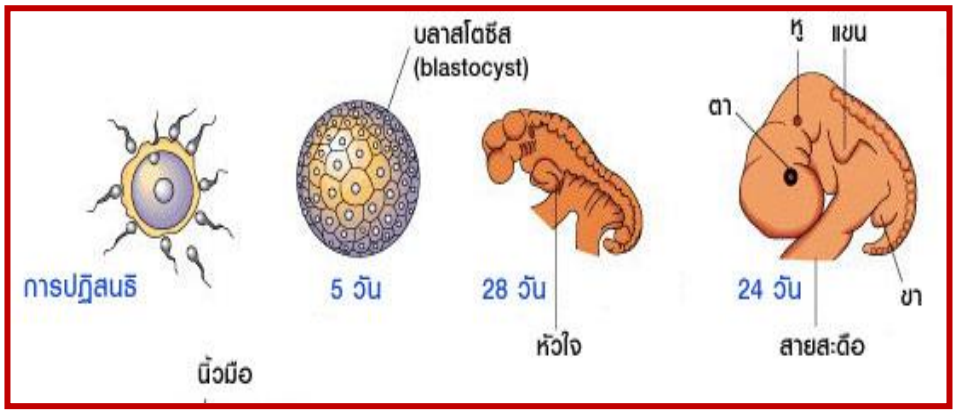
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูคลิปวีดีโอจาก you tube เรื่อง การเจริญระยะต้นของเอมบริโอ (early embryonic develope) โดยดูจากช่วงเวลา 0.30-2.20 นาที

ภาพที่ 1 คลิปวีดีโอการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=O_u5B4mBAtY&t=184s

และภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ แล้วตอบคำถาม



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ

ที่มา: http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=37903

คำถาม

1. เซลล์สืบพันธุ์ คือ อสุจิ และไข่ มีจำนวนชุดของโครโมโซมเท่าใด

.....

2. เอ็มบริโอมีจำนวนชุดของโครโมโซมเท่าใด

.....

3. จากคลิป และภาพที่นักเรียนได้ดูจะสามารถอธิบายเกี่ยวกับกฎความน่าจะเป็นที่เมนเดลนำมาใช้ในการศึกษาลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของถั่วลันเตาได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)

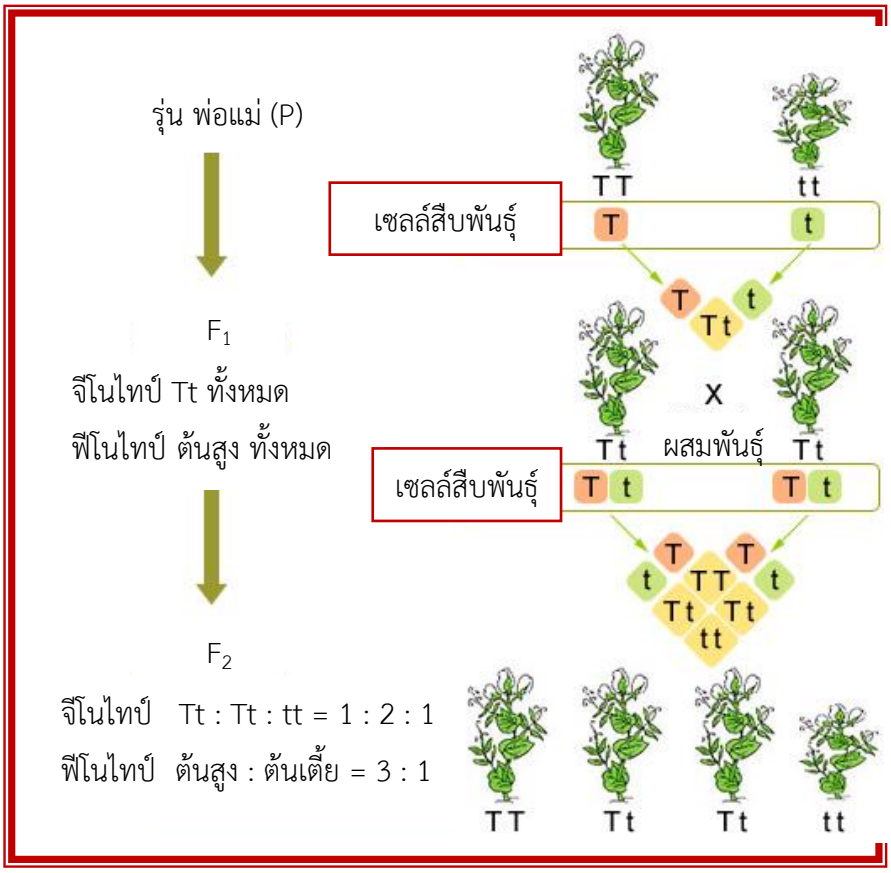
ใบความรู้ที่ 1
กฎแห่งการแยก และการรวมกลุ่มอย่างอิสระ

เมนเดลแสดงให้เห็นว่าการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แต่ละลักษณะที่ถูกถ่ายทอดไปนั้น ถูกนำไปด้วยหน่วยเฉพาะที่แน่นอนในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด แล้วจากการที่เมนเดลเลือกลักษณะของถั่วลันเตามาศึกษา 7 ลักษณะของรุ่น F_1 และทำการศึกษาซ้ำอีกหลายรุ่น จนได้รุ่น F_2 เป็นจำนวนหลายพันต้น โดยใช้กฎความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้สามารถคิดหลักการพื้นฐานของพันธุศาสตร์ เรียกว่า กฎแห่งการแยก และการรวมกลุ่มอย่างอิสระ

กฎแห่งการแยก และการรวมกลุ่มอย่างอิสระ (law of segregation and independent assortment)

กฎข้อที่ 1 กฎแห่งการแยก คือ ยีนที่อยู่คู่กันจะแยกตัวออกจากกันเมื่อมีการแบ่งเซลล์ไปอยู่ในแต่ละเซลล์สืบพันธุ์ ก่อนที่จะมารวมตัวกันใหม่เมื่อมีการปฏิสนธิ กฎข้อนี้เมนเดลได้จากการผสมโดยพิจารณายีนคู่เดียว (monohybrid cross) ที่มีลักษณะตรงข้ามกันอย่างเด่นชัด (ลักษณะเด่นกับลักษณะด้อย)

ตัวอย่างที่ 1 ถ้านำถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่ (P) ลักษณะต้นสูงกับต้นเตี้ยที่ต่างเป็นพันธุ์แท้มาผสมกันจะได้รุ่น F_1 มีจีโนไทป์ และฟีโนไทป์ชนิดเดียวกันทั้งหมด และปล่อยให้รุ่น F_1 ผสมกันเองได้รุ่น F_2 ที่มีจีโนไทป์แตกต่างกัน 3 ชนิด ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 และได้ฟีโนไทป์แตกต่างกัน 2 ชนิด ในอัตราส่วน 3 : 1 แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 3 การผสมโดยพิจารณายีนเพียงคู่เดียว

ที่มา : พจน์ แสงมณี และ ขวัญสุดา ประวะภูโต, 2552, หน้า 4.

สรุป

1. ในรุ่น F_1 มีจีโนไทป์เป็น Tt และฟีโนไทป์เป็นต้นสูงทั้งหมด แสดงว่าแอลลีล T แสดงลักษณะเด่นข่มแอลลีล t ที่เป็นลักษณะด้อยอย่างสมบูรณ์

2. ในรุ่น F_2 มีจีโนไทป์ 3 ชนิด คือ TT : Tt : tt อัตราส่วน 1 : 2 : 1 แต่มีฟีโนไทป์ 2 ชนิด คือ ต้นสูง : ต้นเตี้ย ในอัตราส่วน 3 : 1

กฎข้อที่ 2 กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ คือ ยีนที่อยู่เป็นคู่เมื่อแยกออกจากกันแล้ว แต่ละยีนจะไปกับยีนอื่นใดก็ได้อย่างอิสระ นั่นคือ เซลล์สืบพันธุ์จะมีการรวมกลุ่มของหน่วยพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ โดยการรวมกลุ่มที่เป็นไปอย่างอิสระ จึงทำให้สามารถทำนายผลที่เกิดขึ้นในรุ่นลูกรุ่นหลานได้ กฎข้อนี้เมนเดลได้จากการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะของถั่วลันเตา โดยพิจารณาจากยีน 2 คู่ (dihybrid cross) ดังนั้นเราสามารถใช้สูตรหาชนิดเซลล์สืบพันธุ์คือ 2^n (n คือ เฮเทอโลไซกัสยีน)

ตัวอย่างที่ 2 สิ่งที่มีชีวิตชนิดหนึ่งมีจีโนไทป์ AaBbCcDd จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่มียีนต่างกันได้กี่แบบ

ใช้สูตร 2^n โดย n คือ คู่ของยีนที่เป็นเฮเทอโลไซกัส จะได้ $2^4 = 16$ ชนิด

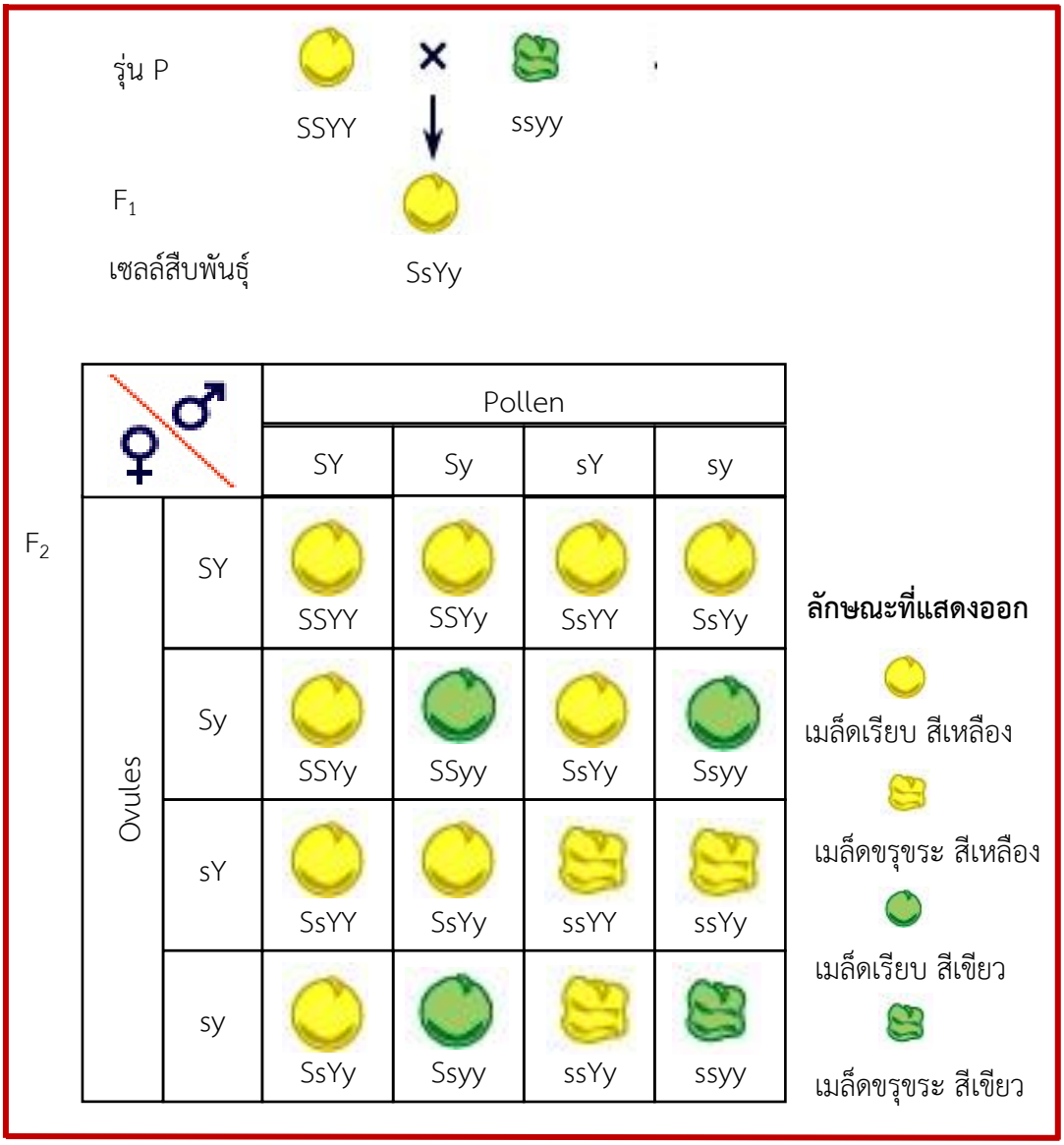
สิ่งที่ควรรู้

1. ยีนที่อยู่ในเซลล์สืบพันธุ์เดียวกัน จะต้องไม่มียีนที่เป็นคู่แอลลีลกัน
2. โครโมโซมที่อยู่ในเซลล์สืบพันธุ์เดียวกันจะต้องไม่มีโครโมโซมที่เป็นคู่กัน หรือเป็นฮอมอโลกัสกัน

ตัวอย่างที่ 3 ในการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาโดยพิจารณายีน 2 คู่พร้อมกัน คือ การผสมพันธุ์ของพ่อแม่ที่เป็นพันธุ์แท้ลักษณะตรงข้ามกันอยู่ทั้ง 2 ลักษณะ โดยแสดงลักษณะเด่นอย่างสมบูรณ์ ทำให้รุ่น F_2 ได้สัดส่วนของฟีโนไทป์เป็น 9 : 3 : 3 : 1 เนื่องจากการแยกกันของยีนแต่ละคู่ ไปสู่เซลล์สืบพันธุ์ เป็นอิสระจากคู่อื่น ๆ ตามกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระของเมนเดล ตัวอย่างเช่น ถั่วลันเตาชนิดหนึ่ง มีจีโนไทป์เป็น SsYy เมื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีน S กับ s ซึ่งเป็นแอลลีลกันจะแยกออกจากกันไปอยู่ต่างเซลล์สืบพันธุ์กัน และในทำนองเดียวกัน ยีน Y กับ y ซึ่งเป็นแอลลีลกันก็จะแยกไปอยู่ต่างเซลล์สืบพันธุ์กัน ดังนั้นจึงทำให้มีโอกาสที่จะเกิดเซลล์สืบพันธุ์ได้เป็น 4 แบบ คือ SY : Sy : sY : sy ในสัดส่วน 1 : 1 : 1 : 1 แสดงดังภาพที่ 3 ในการหาคำตอบเราสามารถหาได้ 2 แบบ คือ แบบแตกแขนง และแบบใช้ตารางพันเนตต์ ดังนี้

วิธีที่ 1 แบบใช้ตารางพันเนตต์ (punnett square) ซึ่งมีหลักการดังนี้ ต้องนำยีนที่ควบคุมลักณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตในเซลล์สืบพันธุ์ที่แยกออกจากกันตามกฎแห่งการแยก และเข้าคู่กันอย่างอิสระตามกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระมาเขียนลงในตารางตามแนวตั้ง และแนวนอน ทำให้สามารถหาจีโนไทป์ของลูกผสมที่ได้จากการรวมกลุ่มของยีนในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อในแนวตั้ง และแม่ในแนวนอน เช่น กำหนดให้ ลักษณะเมล็ด S = เมล็ดเรียบ Y = สีเหลือง

s = เมล็ดขรุขระ y = สีเขียว



ภาพที่ 4 การผสมถั่วลันเตา 2 ลักษณะ

ที่มา : ศุภณัฐ ไพโรหกุล, 2560, หน้า 322.

จากภาพที่ 2 มีจีโนไทป์ 9 ชนิด คือ 1/16 SSYY , 1/16 ssYY , 2/16 SsYY , 2/16 SsYY , 1/16 SSyy , 1/16 ssyy , 2/16 SSYy , 2/16 ssYy , 4/16 SsYy และฟีโนไทป์ 4 ชนิด คือ เมล็ดเรียบสีเหลือง : เมล็ดเรียบสีเขียว : เมล็ดขรุขระสีเหลือง : เมล็ดขรุขระสีเขียว ในอัตราส่วน 9 : 3 : 3 : 1

วิธีที่ 2 แบบแตกแขนง

กำหนดให้ ลักษณะเมล็ด S = เมล็ดเรียบ Y = สีเหลือง

s = เมล็ดขรุขระ y = สีเขียว

รุ่น P SSYY x ssyy

↓

F_1 SsYy

หากทำแบบแตกแขนงต้องแยกจีโนไทป์เพื่อคิดทีละคู่ ดังนี้

Ss x Ss Yy x Yy

↓ ↓

1/4 SS 2/4 Ss 1/4 ss 1/4 YY 2/4 Yy 1/4 yy

จะได้

1/4 SS → 1/4 YY → 1/16 SSYY
1/4 SS → 2/4 Yy → 2/16 SSYy
1/4 SS → 1/4 yy → 1/16 SSyy

2/4 Ss → 1/4 YY → 2/16 SsYY
2/4 Ss → 2/4 Yy → 4/16 SsYy
2/4 Ss → 1/4 yy → 2/16 Ssyy

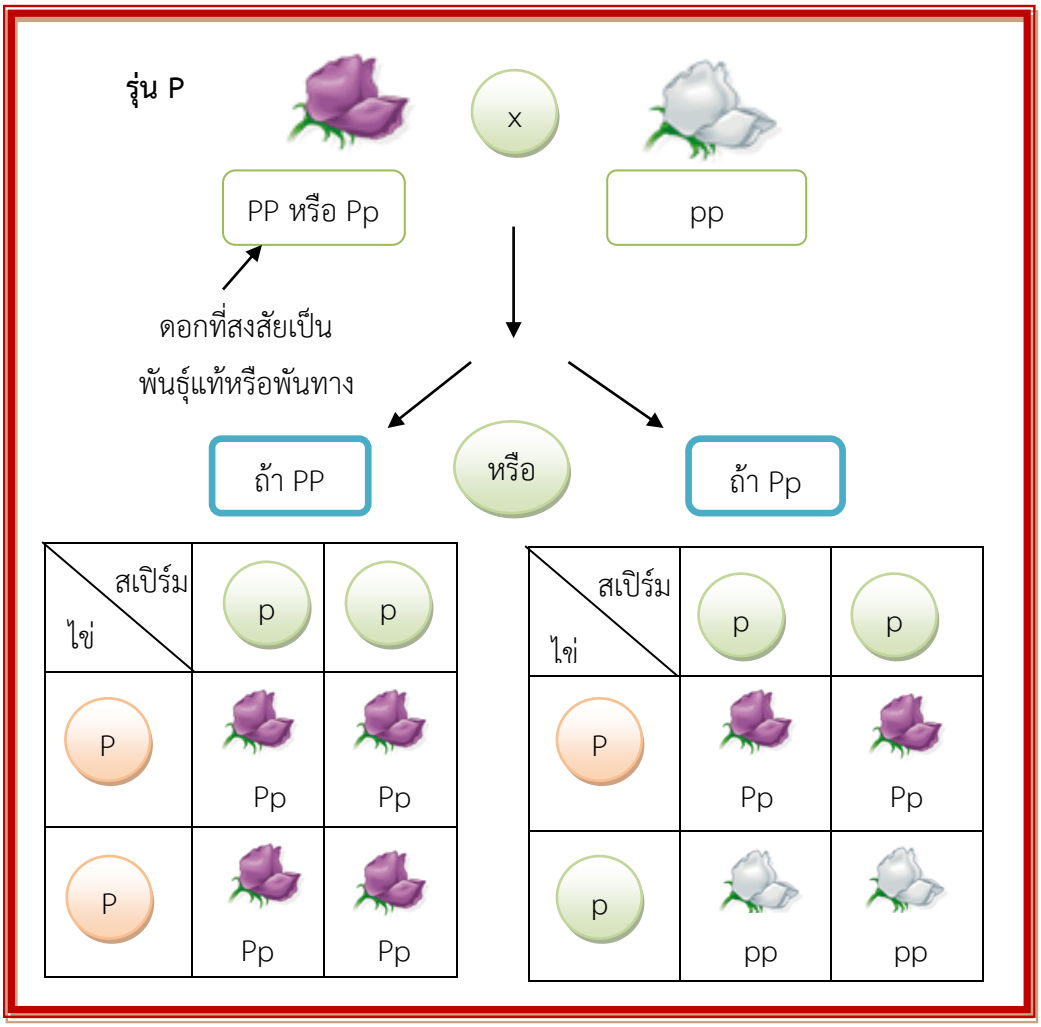
1/4 ss → 1/4 YY → 1/16 ssYY
1/4 ss → 2/4 Yy → 2/16 ssYy
1/4 ss → 1/4 yy → 1/16 ssyy

จากวิธีที่ 2 : แบบแตกแขนง จะได้จีโนไทป์ 9 ชนิด คือ 1/16 SSYY , 1/16 ssYY , 2/16 SsYY , 2/16 SsYY , 1/16 SSyy , 1/16 ssyy , 2/16 SSYy , 2/16 ssYy , 4/16 SsYy และฟีโนไทป์ 4 ชนิด คือ เมล็ดเรียบสีเหลือง : เมล็ดเรียบสีเขียว : เมล็ดขรุขระสีเหลือง : เมล็ดขรุขระสีเขียว ในอัตราส่วน 9 : 3 : 3 : 1 เช่นเดียวกัน กับการใช้ตารางพันเนตต์

ใบความรู้ที่ 2
การผสมเพื่อทดสอบ

การผสมเพื่อทดสอบ (test cross) เพื่อให้ทราบว่าสิ่งมีชีวิตที่สงสัยเป็นลูกผสมลักษณะเด่น พันธุ์แท้ หรือเด่นพันทาง โดยนำต้นที่สงสัย ไปผสมกับต้นที่มีลักษณะด้อย แสดงดังภาพที่ 4

- ถ้าเป็นพันธุ์แท้ ลูกที่ได้ จะแสดงลักษณะเด่นทั้งหมด
- ถ้าเป็นพันทางลูกที่ได้จะมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะเด่น : ลักษณะด้อย = 1 : 1 เสมอ

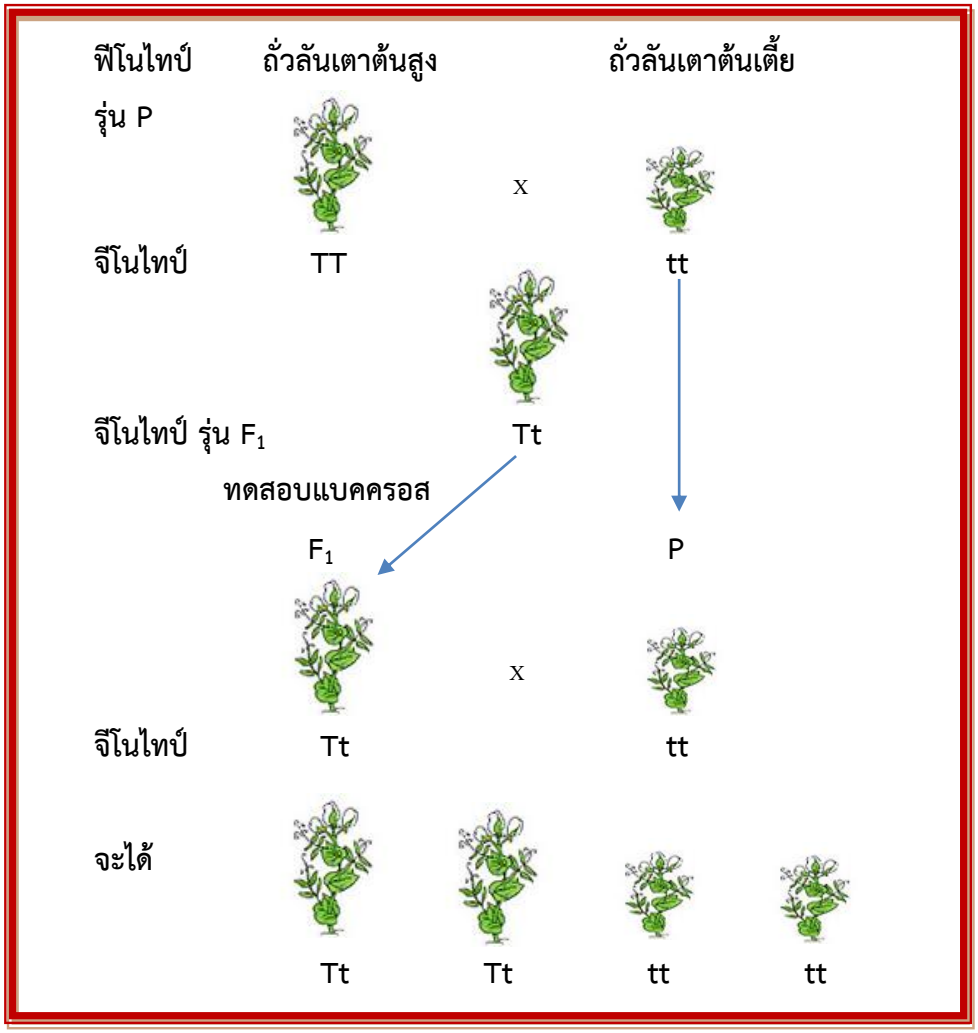


ภาพที่ 5 การผสมพันธุ์ถั่วลันเตาดอกสีม่วง และสีขาวเพื่อทดสอบ

ที่มา : Campbell, Neil A. & Reece, Jane B., 2009, p.267 .

จากภาพที่ 4 ถ้าดอกสีม่วงเป็นพันธุ์แท้ ลูกที่ได้จะเป็นสีม่วงทั้งหมด แต่ถ้าเป็นพันทางจะได้ลูกที่เป็นดอกสีม่วง : สีขาว ในอัตราส่วน 1 : 1 ดังนั้นการทำเทสต์ครอสนี้ เพื่อทดสอบต้นที่แสดงฟีโนไทป์เป็นลักษณะเด่น แต่ไม่รู้จีโนไทป์ว่าเป็นแบบใด

การผสมกลับ (back cross) คือ การผสมระหว่างลูกผสม (hybrid) กับรุ่นพ่อ หรือแม่ต้น หรือตัวใดที่เป็นลักษณะด้อย โดยส่วนมากเป็นการผสมระหว่างรุ่น F_1 กับพ่อ หรือแม่ที่เป็นลักษณะด้อยพันธุ์แท้ แสดงดังภาพที่ 5 การผสมกลับมีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืช หรือสัตว์ เพื่อให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะดีตามต้องการ ตัวอย่างการผสมกลับโดยนำรุ่น F1 ผสมกับถั่วลันเตาต้นเตี้ยรุ่นพ่อแม่ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การผสมกลับโดยนำรุ่น F1 ผสมกับถั่วลันเตาต้นเตี้ยรุ่นพ่อแม่

ที่มา : อัมพวรรณ์ เพียรพิจิตร, 2561

ปฏิบัติการ เรื่องหลักการถ่ายทอดทางพันธุกรรมตามหลักของเมนเดล

วัตถุประสงค์ 1. เพื่อให้เข้าใจหลักการถ่ายทอดทางพันธุกรรมตามหลักของเมนเดล

1.1 กฎข้อที่ 1 การแยกตัวของยีน

1.2 กฎข้อที่ 2 การรวมกลุ่มอย่างอิสระของยีน

2. เพื่อให้เข้าใจวิธีการประเมินจีโนไทป์ ฟีโนไทป์ ตลอดจนอัตราส่วนของพันธุกรรมแบบ single gene และ two gene

วัสดุอุปกรณ์ 1. หลอดพลาสติก 2 ขนาด ๆ ละ 2 สี อย่างละ 30 อัน

2. กระดาษสีแทนแอลลิล กรรไกร และกาว

วิธีปฏิบัติการ 1. ศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมลักษณะเดียวที่ถูกควบคุมด้วยยีน 1 คู่ (single gene inheritance หรือ monohybrid cross) โดยใช้หลอดแทนแอลลิล

1.1 หลอดสีเขียวขนาดยาว แทนแอลลิล G ซึ่งควบคุมลักษณะฝักถั่วสีเขียว

1.2 หลอดสีเขียวขนาดสั้น แทนแอลลิล g ซึ่งควบคุมลักษณะฝักถั่วสีเหลือง

1.3 ติดหลอดแสดงแผนผังการผสมระหว่างต้นพ่อฝักถั่วสีเขียวพันธุ์แท้กับต้นแม่ฝักถั่วสีเหลืองพันธุ์แท้ โดยแสดงชนิดของจีโนไทป์ ฟีโนไทป์ เซลล์สืบพันธุ์ของพ่อ แม่ และลูกทั้ง F_1 และ F_2 ลงในกระดาษรายงานส่ง พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการแยกตัวของแอลลิล (กฎข้อที่ 1 ของเมนเดล)

2. ศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมสองลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่เป็นอิสระต่อกัน 2 คู่ (two gene inheritance หรือ dihybrid cross) โดยใช้หลอดแทนแอลลิล

1.1 หลอดสีเหลืองขนาดยาว แทนแอลลิล S ซึ่งควบคุมลักษณะถั่วเมล็ดเรียบ

1.2 หลอดสีเหลืองขนาดสั้น แทนแอลลิล s ซึ่งควบคุมลักษณะถั่วเมล็ดย่น

1.3 ติดหลอดแสดงแผนผังการผสมระหว่างต้นพ่อฝักถั่วสีเขียวเมล็ดเรียบพันธุ์แท้กับต้นแม่ฝักถั่วสีเหลืองเมล็ดย่นพันธุ์แท้ โดยแสดงชนิดของจีโนไทป์ ฟีโนไทป์ เซลล์สืบพันธุ์ของพ่อ แม่ และลูกทั้ง F_1 และ F_2 ลงในกระดาษรายงานส่ง พร้อมทั้งอธิบายสัมพันธ์ระหว่างการแยกและรวมตัวของแต่ละแอลลิลเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์กับกฎข้อที่ 2 ของเมนเดล

ผลการปฏิบัติการ

ผลจากการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมลักษณะเดียว เขียนเป็นไดอะแกรม ดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปและอภิปราย

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)

กิจกรรมร่วมด้วยช่วยกันคิด

ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน เพื่อช่วยกันเล่นเกมส์ปริศนาอักษรไขว้ทั้งแนวนอน แนวตั้ง และแนวทแยง ในตารางต่อไปนี้ ให้ได้คำมากที่สุด

A	E	N	E	L	N	S	O	A	U	S	G	H	I	F	M	K
S	G	H	Y	I	P	D	K	D	C	S	A	L	N	B	H	H
D	F	N	C	S	K	O	M	V	R	O	M	G	S	A	K	O
R	A	Y	N	Q	E	M	T	N	E	R	E	D	J	U	L	M
O	C	O	W	N	S	I	G	E	C	C	T	B	A	W	E	O
H	T	R	E	K	O	N	E	B	E	K	E	Z	X	L	K	Z
M	O	G	T	U	M	A	N	O	S	C	S	R	E	Y	S	Y
O	R	D	N	E	R	N	O	N	S	A	G	L	D	I	S	G
L	L	I	N	S	O	T	T	D	I	B	L	S	A	H	O	O
I	K	D	K	I	G	F	Y	I	V	A	G	S	C	Y	R	U
K	E	H	I	L	I	E	P	W	E	N	K	N	B	B	C	S
L	M	A	O	K	H	K	E	S	D	G	L	I	A	R	T	Y
Z	O	C	R	N	A	O	D	A	O	L	M	Z	H	I	S	D
T	U	I	O	P	H	E	N	O	T	Y	P	E	U	D	E	A
S	X	K	M	J	O	R	I	V	P	K	S	I	S	K	T	N
M	K	L	H	E	T	E	R	O	Z	Y	G	O	U	S	M	O
B	A	C	K	C	R	O	S	S	O	N	A	L	T	I	B	S

ใบกิจกรรมที่ 1
กฎแห่งการแยก และการรวมกลุ่มอย่างอิสระ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบาย กฎแห่งการแยก และการรวมกลุ่มอย่างอิสระของเมลเดลได้
2. วิเคราะห์ แล้วนำกฎแห่งการแยก และการรวมกลุ่มอย่างอิสระมาใช้ทำนาย พร้อมทั้งคำนวณอัตราส่วนของจีโนไทป์ ฟีโนไทป์ในแต่ละรุ่นได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน รวม 6 คะแนน)

1. กฎแห่งการแยก คือ อะไร.....
.....

2. กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ คือ อะไร.....
.....

3. ถ้านำถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่ (P) ที่ออกดอกที่กิ่ง และยอดพันธุ์แท้มาผสมกันจะได้รุ่น F_1 ที่มีจีโนไทป์และฟีโนไทป์อย่างไร จากนั้นปล่อยให้รุ่น F_1 ผสมกันเองจะได้รุ่น F_2 ที่มีจีโนไทป์อย่างไรในอัตราส่วนเท่าใด (แสดงวิธีทำ)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. จงหาจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์ต่อไปนี้

4.1 AaBbCc = ... แบบ

4.2 AABBCc = ... แบบ

4.3 AABbCCDdEEFf = ... แบบ

4.4 AaBbCcDdEeFfGg = ... แบบ

4.5 AABBCCDDEEFFGGHh = ... แบบ

5. ถ้าผสมพันธุ์ถั่วลันเตาระหว่างพ่อแม่ที่มีลักษณะตรงข้ามกันสองลักษณะ ซึ่งแสดงลักษณะเด่นอย่างสมบูรณ์ ในรุ่น F_2 จะมีสัดส่วนของฟีโนไทป์เป็นอย่างไร

.....

.....

6. ผสมถั่วลันเตาที่มีฝักอวบสีเขียวลักษณะเด่นพันธุ์แท้ กับถั่วลันเตาฝักแฟบสีเหลืองที่เป็นลักษณะด้อย จะได้ลูกรุ่น F_1 แล้วถ้านำรุ่น F_1 ผสมกันเอง จีโนไทป์ และฟีโนไทป์ ในรุ่น F_2 จะมีลักษณะอย่างไร และมีอัตราส่วนเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการประเมินตนเองของนักเรียนมีคุณภาพระดับ.....

ทำถูกต้อง	5 – 6 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพระดับดี
ทำถูกต้อง	3 – 4 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพระดับพอใช้
ทำถูกต้อง	0 – 2 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพระดับปรับปรุง

ใบกิจกรรมที่ 2
การผสมเพื่อทดสอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายเหตุผล และวิธีการผสมเพื่อทดสอบได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ1 คะแนน รวม 5 คะแนน)

1. เทสต์ครอส หมายถึง อะไร

.....

.....

2. แบคครอส หมายถึง อะไร

.....

.....

3. เทสต์ครอส และแบคครอส ต่างกันอย่างไร

.....

.....

4. แมลงหวี่ปีกยาว (L) ตาสีแดง (R) เป็นลักษณะเด่น ส่วนปีกสั้น (l) ตาสีขาว (r) เป็นลักษณะด้อย ในการผสมพันธุ์แมลงหวี่ปีกยาว ตาสีแดง กับแมลงหวี่ปีกสั้น ตาสีขาว จงหาจีโนไทป์ของพ่อแม่ในกรณีต่อไปนี้

4.1 ลูกมีอัตราส่วนของฟีโนไทป์เท่ากับ 1 : 1 : 1 : 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 ลูกมีอัตราส่วนของฟีโนไทป์เท่ากับ 3 : 3 : 1 : 1

.....

.....

.....

.....

.....

5. ในคนที่มีลักษณะนิ้วมือสั้น เชิงผมที่หน้าผากแหลมเป็นลักษณะเด่นและลักษณะนิ้วมือยาว เชิงผมที่หน้าผากไม่แหลมเป็นลักษณะด้อย หากพบคู่พ่อแม่มีจีโนไทป์เป็นเฮเทอโรไซกัส ของทั้ง 2 ลักษณะนี้ จงหาอัตราส่วนของลูกที่มีฟีโนไทป์เหมือนพ่อแม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ทำได้ 4 ข้อขึ้นไปผ่าน

ผลการประเมินตนเองของนักเรียนมีคุณภาพระดับ.....

ทำถูกต้อง	4 – 5 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพระดับดี
ทำถูกต้อง	3 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพระดับพอใช้
ทำถูกต้อง	1 – 2 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพระดับปรับปรุง

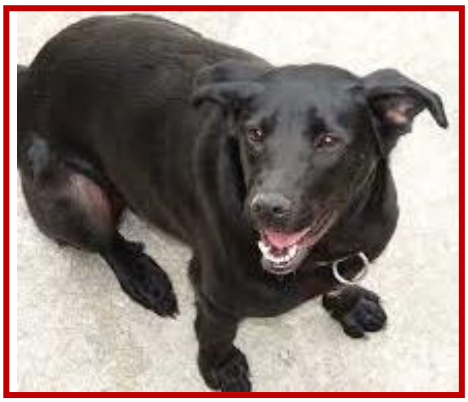
ใบบันทึกความรู้เรื่องกฎแห่งการแยก การรวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบาย สรุปความรู้ กฎแห่งการแยก การรวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ (เป็นแผนผัง แผนภาพ หรือข้อความสรุปย่อ)

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ใบกิจกรรมที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่ 6 สุนัขสีดำ แล้วร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามที่ตั้งให้ กำหนดให้สีของสุนัข B = ลักษณะเด่น สีดำ b = ลักษณะด้อย สีน้ำตาล

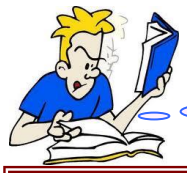


ภาพที่ 7 สุนัขสีดำ

ที่มา: อัมพวรรณ์ เพียรพิจิตร, 2561

คำถาม

ถ้านักเรียนสงสัยว่าสุนัขตัวนี้เป็นสุนัขพันธุ์แท้หรือพันทาง นักเรียนมีแนวคิดที่จะทดสอบอย่างไร อธิบายมาพอเข้าใจ



สรุปผลการอภิปรายร่วมกัน

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียน ฝึกทำ Trihybridcross จากโจทย์ต่อไปนี้

ในการผสมพันธุ์พืชชนิดหนึ่งที่มีจีโนไทป์ดังนี้ UuVvWw x UuVvWw จะทำให้ได้ลูกที่มีจีโนไทป์กี่ชนิด และแบบใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 2 กฎแห่งการแยก การรวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ

รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คะแนนเต็ม 10 คะแนน จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที

==========

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ มีทั้งหมด 10 ข้อ

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

==========

อ่านข้อความนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1

1. เซลล์อสุจิกับเซลล์ไข่
2. เซลล์ที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
3. ยีนทั้งคู่แยกตัวออกจากกันในเซลล์สืบพันธุ์
4. เป็นการตรวจสอบจีโนไทป์ว่าเป็นพันธุ์แท้หรือพันธุ์ทาง

1. “กฎแห่งการแยก” เกี่ยวข้องกับข้อใด

ก. ข้อ 1 , 2 , 3

ข. ข้อ 2 , 3 , 4

ค. ข้อ 1 , 3 , 4

ง. ข้อ 1 , 2 , 3 , 4

2. ในการผสมถั่วลันเตาต้นสูงฝักสีเขียว ซึ่งเป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้ กับต้นเตี้ยฝักสีเหลืองพันธุ์แท้ จะได้รุ่น F_1 ที่มีลักษณะจีโนไทป์อย่างไร

ก. RRYY

ข. RrYy

ค. RRYy

ง. rrYY

3. สิ่งมีชีวิตที่จีโนไทป์ AaBB จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์แบบใดได้บ้าง และมีอัตราส่วนเท่าไร

ก. AB : aB = 1 : 1

ข. Aa : BB = 1 : 1

ค. A : aB : b = 1 : 1 : 1 : 1

ง. Aa : AB : aB : BB = 1 : 1 : 1 : 1

4. ธนาได้ถั่วลันเตาเมล็ดอวบมาจำนวนหนึ่ง ถ้าเขาต้องการทราบว่าถั่วลันเตาเมล็ดอวบเป็นพันธุ์แท้หรือไม่ ควรทำอย่างไร

ก. นำเมล็ดไปปลูกแล้วสังเกตลูกที่เกิดขึ้น

ข. นำเมล็ดไปศึกษาดูโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์

ค. นำเมล็ดไปปลูกซ้ำ ๆ แล้วสังเกตลูกในแต่ละช่วงอายุ

ง. นำเมล็ดไปปลูกแล้วทำการผสมกับถั่วลันเตาเมล็ดแฟบ แล้วดูลูกที่เกิดมา

5. พืช 2 ต้นมีการออกดอกบริเวณที่กิ่งเหมือนกัน ถ้าอยากทราบว่าต้นไม้ทั้งสองต้นนี้เป็นโฮโมไซกัสกันหรือไม่ ต้องนำไปผสมกับพืชที่มีลักษณะใด

ก. AA

ข. Aa

ค. aa

ง. ใช้ได้ทั้งข้อ ก และ ค

6. ในการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาระหว่างพ่อแม่ที่มีลักษณะเด่น และด้อยพันธุ์แท้ ซึ่งเป็นลักษณะข่มสมบูรณ์ สองลักษณะพร้อมกัน ในรุ่น F_2 จะแสดงอัตราส่วนของฟีโนไทป์เป็นเท่าใด

ก. อัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ 9 : 3 : 2 : 1

ข. อัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ 9 : 3 : 3 : 1

ค. อัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ 9 : 1 : 4 : 1

ง. อัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ 8 : 3 : 3 : 1

7. ข้อใดแสดงให้เห็นว่ามีการรวมกลุ่มอย่างอิสระ

ก. AA x aa

ข. Bb x Bb

ค. BB x BB

ง. AAbb x aaBB

8. กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระของเมนเดลจะเกิดขึ้นจริงได้เมื่อใด

ก. ยีนต่าง ๆ อยู่คนละโครโมโซม

ข. เซลล์อสุจิมีการผสมกับเซลล์ไข่

ค. ยีนต่าง ๆ อยู่บนโครโมโซมเดียวกัน

ง. เซลล์เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

9. ถ้าผสมถั่วลันเตาเมล็ดเรียบสีเหลืองที่เป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้กับเมล็ดขรุขระสีเขียวที่เป็นลักษณะด้อยพันธุ์แท้ได้รุ่น F_1 หากนำรุ่น F_1 มาผสมกันเอง จะได้จีโนไทป์ทั้งหมดกี่ชนิด

ก. 6 ชนิด

ข. 7 ชนิด

ค. 8 ชนิด

ง. 9 ชนิด

10. ถ้าสิ่งมีชีวิตหนึ่งมีจีโนไทป์ AaBbCCDdEe สิ่งมีชีวิตนี้จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่แตกต่างกันได้กี่แบบ

ก. 4 แบบ

ข. 8 แบบ

ค. 16 แบบ

ง. 24 แบบ

กระดาษคำตอบ

ชื่อ.....ชื่อสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปคะแนนหลังกิจกรรมการเรียนรู้

10

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2556, 22 ธันวาคม). *การเจริญระยะต้นของเอ็มบริโอ (Early embryonic development)*. เข้าถึงได้จาก https://www.youtube.com/watch?v=O_u5B4mBAtY&t=184s

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การค้นพบพันธุศาสตร์. (ม.ป.ป.) เข้าถึงได้จาก http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?id=75579

ปรีชา สุวรรณพินิจ และนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2548). *ชีววิทยา 2* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พจน์ แสงมณี และขวัญสุดา ประวะภูโต. (2552). *ชีววิทยา ม.6 เล่ม 5* กรุงเทพฯ: แม็ค

แมดเดอร์, ซิลเวียร์ เอส. (2556). *หลักชีววิทยา 1* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แมคกรอฮิล.

ศุภณัฐ ไพโรหกุล (2560). *BIOLOGY* (พิมพ์ครั้งที่ 5). นนทบุรี: บริษัทแอคทีฟ พริ้น จำกัด.

เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์.

เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์. (2560). *วิชา 306103 ชีววิทยาสำหรับแพทยศาสตร์ (เฉพาะเรื่องพันธุกรรม)*. ชลบุรี: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือครูรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม* 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2556). *หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม* 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2009). *Biology* (8thed). San Francisco : Benjamin Cummings.

ภาคผนวก

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	เฉลย
1	ก
2	ก
3	ง
4	ง
5	ข
6	ก
7	ค
8	ข
9	ค
10	ง

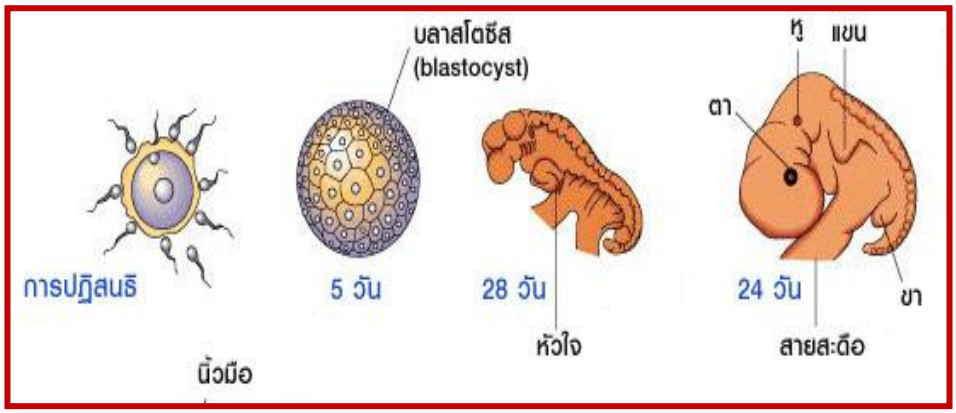
แนวการตอบขั้นสร้างความสนใจ

คำชี้แจง ให้นักเรียนดูคลิปวีดีโอจาก you tube เรื่อง การเจริญระยะต้นของเอมบริโอ (early embryonic develope) โดยดูจากช่วงเวลา 0.30-2.20 นาที

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v =O_u5B4 mBAtY&t=184s

ภาพที่ 1 คลิปวีดีโอการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ

และภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ แล้วตอบคำถาม



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของเอ็มบริโอ

ที่มา: http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=37903

คำถาม

1. เซลล์สืบพันธุ์ คืออสุจิ และสเปิร์มมีจำนวนชุดของโครโมโซมเท่าใด

   แฮพลอยด์ (n)

2. เอ็มบริโอมีจำนวนชุดของโครโมโซมเท่าใด

   ดิพลอยด์ (2n)

3. จากคลิป และภาพที่นักเรียนดูจะสามารถอธิบายเกี่ยวกับกฎความน่าจะเป็นที่เมนเดลนำมาใช้ในการศึกษาลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของถั่วลันเตาได้อย่างไร

   กฎความน่าจะเป็นที่เมนเดลนำมาใช้ ในการศึกษาลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรมถั่วลันเตา คือ การทำนายโอกาสการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วลันเตาแบบต่าง ๆ ในรุ่นต่อ ๆ มาของการผสมพันธุ์แบบอาศัยเพศ

ตัวอย่างผลการปฏิบัติการ

1. ผลจากการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมลักษณะเดียว เขียนเป็นไดอะแกรม ดังนี้

Parental phenotypes : ฝักสีเขียว ฝักสีเหลือง

Parental genotypes : GG X gg

Gametes : G g

F_1 : Gg X Gg

Gametes : G g G g

F_2 : GG Gg gG gg

F_2 phenotypes : ฝักสีเขียว (3) : ฝักสีเหลือง (1)

2. ผลจากการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแบบสองลักษณะ เขียนเป็นไดอะแกรม ดังนี้

Parental phenotypes : ฝักสีเขียว เมล็ดเรียบ ฝักสีเหลือง เมล็ดย่น

Parental genotypes : GGSS X ggss

Gametes : GS gs

F_1 : GgSs X GgSs

Gametes : GS Gs gS gs GS Gs gS gs

F_2 :

Gametes	GS	Gs	gS	gs
GS	GGSS	GGSs	GgSS	GgSs
Gs	GGSs	GGss	GgSs	Ggss
gS	GgSS	GgSs	ggSS	ggSs
gs	GgSs	Ggss	ggSs	ggss

ตัวอย่างสรุปและอภิปรายผล

1. จากผลการศึกษาในข้อ 1. สรุปเป็นกฎข้อที่ 1 การแยกตัวของยีน (law of segregation) ได้ว่า ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่เป็นคู่ จะแยกตัวออกจากกันเมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์
2. จากผลการศึกษาในข้อ 2. สรุปเป็นกฎข้อที่ 2 การรวมตัวอย่างอิสระ (law of independent assortment) ได้ว่า ยีนที่อยู่บนโครโมโซมต่างกันตามกฎข้อ 1 นั้น จะมารวมกันอีกครั้ง ในขณะที่มีการปฏิสนธิ และการรวมตัวกันใหม่นี้จะเป็นไปอย่างอิสระ โดยไปรวมกับยีนใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องกลับไปรวมกับคู่เดิมและจะต้องเป็นยีนที่อยู่บนคนละโครโมโซม

เฉลยกิจกรรมร่วมด้วยช่วยกันคิด

ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน เพื่อช่วยกันเล่นเกมส์ปริศนาอักษรไขว้ทั้งแนวนอน แนวตั้ง และแนวทแยง ในตารางต่อไปนี้ ให้ได้คำมากที่สุด (มีทั้งหมด 15 คำ)

A	E	N	E	L	N	S	O	A	U	S	G	H	I	F	M	K
S	G	H	Y	I	P	D	K	D	C	S	A	L	N	B	H	H
D	F	N	C	S	K	O	M	V	R	O	M	G	S	A	K	O
R	A	Y	N	Q	E	M	T	N	E	R	E	D	J	U	L	M
O	C	O	W	N	S	I	G	E	C	C	T	B	A	W	E	O
H	T	R	E	K	O	N	E	B	E	K	E	Z	X	L	K	Z
M	O	G	T	U	M	A	N	O	S	C	S	R	E	Y	S	Y
O	R	D	N	E	R	N	O	N	S	A	G	L	D	I	S	G
L	L	I	N	S	O	T	T	D	I	B	L	S	A	H	O	O
I	K	D	K	I	G	F	Y	I	V	A	G	S	C	Y	R	U
K	E	H	I	L	I	E	P	W	E	N	K	N	B	B	C	S
L	M	A	O	K	H	K	E	S	D	G	L	I	A	R	T	Y
Z	O	C	R	N	A	O	D	A	O	L	M	Z	H	I	S	D
T	U	I	O	P	H	E	N	O	T	Y	P	E	U	D	E	A
S	X	K	M	J	O	R	l	V	P	K	S	I	S	K	T	N
M	K	L	H	E	T	E	R	O	Z	Y	G	O	U	S	M	O
B	A	C	K	C	R	O	S	S	O	N	A	L	T	I	B	S

แนวการตอบใบกิจกรรมที่ 1
กฎแห่งการแยกและการรวมกลุ่มอย่างอิสระ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน รวม 6 คะแนน)

1. กฎแห่งการแยก คือ ยีนที่อยู่คู่กันจะแยกตัวออกจากกันไปอยู่ในแต่ละเซลล์สืบพันธุ์ ก่อนที่จะมารวมตัวกันใหม่เมื่อมีการปฏิสนธิ ซึ่งกฎข้อนี้จะผสมโดยพิจารณายีนคู่เดียวที่มีลักษณะตรงข้ามกันอย่างชัดเจน (ลักษณะเด่นกับลักษณะด้อย)

2. กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ คือ ยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ที่แยกออกจากกัน แล้วจะกลับมารวมกลุ่มกันใหม่อย่างอิสระกับยีนที่ควบคุมลักษณะอื่น ๆ

3. ถ้านำถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่ (P) ที่ออกดอกที่กิ่ง และยอดพันธุ์แท้มาผสมกันจะได้รุ่น F_1 ที่มีจีโนไทป์และฟีโนไทป์อย่างไร แล้วปล่อยให้รุ่น F_1 ผสมกันเองได้รุ่น F_2 ที่มีจีโนไทป์ ฟีโนไทป์อย่างไร มีอัตราส่วนเท่าใด (แสดงวิธีทำ)

วิธีทำ กำหนดให้ ลักษณะของดอก ที่กิ่ง = P ที่ยอด = p

รุ่น P PP x pp

↓

รุ่น F_1 Pp

F_1 X F_1 Pp x Pp

รุ่น F_2 PP Pp pP pp

ดังนั้น ในรุ่น F_1 มีจีโนไทป์ ฟีโนไทป์ 1 แบบ คือ Pp ลักษณะของดอกอยู่ที่กิ่งทั้งหมด รุ่น F_2 มีจีโนไทป์ 3 แบบ คือ PP Pp pp ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 และฟีโนไทป์ 2 แบบ คือ ลักษณะของดอกอยู่ที่กิ่งและยอด ในอัตราส่วน 3 : 1

4. จงหาจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ต่อไปนี้

4.1 AaBbCC	=	4	แบบ
4.2 AABBCc	=	2	แบบ
4.3 AABbCCDdEEFf	=	8	แบบ
4.4 AaBbCcDdEeFfGg	=	128	แบบ
4.5 AABBCCDDEEFFGGHH	=	1	แบบ

5. ถ้าผสมพันธุ์ถั่วลันเตาระหว่างพ่อแม่ที่มีลักษณะตรงข้ามกันอยู่สองลักษณะ ซึ่งแสดงลักษณะเด่นสมบูรณ์ ในรุ่น F_2 จะมีอัตราส่วนของฟีโนไทป์เป็นอย่างไร

จะมีอัตราส่วนของฟีโนไทป์เป็น 9 : 3 : 3 : 1 เสมอ

6. ผสมถั่วลันเตาที่มีฝักอวบสีเขียวเป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้ กับถั่วลันเตาที่มีฝักแฟบสีเหลืองที่เป็นลักษณะด้อย จะได้ลูกรุ่น F_1 แล้วถ้านำรุ่น F_1 ผสมกันเอง จีโนไทป์ และฟีโนไทป์ในรุ่น F_2 จะมีลักษณะอย่างไร ในอัตราส่วนเท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้ ลักษณะของต้น สูง = T เตี้ย = t

ลักษณะเมล็ดเรียบ เมล็ดเรียบ = S เมล็ดขรุขระ = s

รุ่น P TTSS x ttss

↓

รุ่น F_1 TtSs

ถั่วลันเตาที่มีต้นสูงเมล็ดเรียบทั้งหมด

รุ่น F_2

เซลล์สืบพันธุ์	TS	Ts	tS	ts
TS	TTSS	TTSs	TTSs	TtSs
Ts	TTSs	TTss	TtSs	Ttss
tS	TTSs	TtSs	ttSS	ttSs
ts	TtSs	Ttss	ttss	ttss

ได้จีโนไทป์แตกต่างกัน 9 ลักษณะคือ

1/16 SSYY, 1/16 ssYY, 2/16 SsYY,

2/16 SsYY,1/16 SSyy, 1/16 ssyy,

2/16 SSYy, 2/16 ssYy, 4/16 SsYy

ได้ฟีโนไทป์แตกต่างกัน 4 ลักษณะ คือ

- ถั่วลันเตาต้นสูง เมล็ดเรียบ : 9
- ถั่วลันเตาต้นสูง เมล็ดขรุขระ : 3
- ถั่วลันเตาต้นเตี้ย เมล็ดเรียบ : 3
- ถั่วลันเตาต้นเตี้ยเมล็ดขรุขระ : 1

แนวการตอบกิจกรรมที่ 2
การผสมเพื่อทดสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน รวม 5 คะแนน)

1. เทสต์ครอสหมายถึงอะไร

การผสมระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ไม่ทราบจีโนไทป์ กับตัวทดสอบที่เป็นลักษณะด้อย เพื่อตรวจสอบจีโนไทป์ว่าเป็นพันธุ์แท้หรือพันทาง

2. แบคครอสหมายถึงอะไร

การผสมระหว่างลูกรุ่น F_1 กับรุ่นพ่อแม่ที่เป็นลักษณะด้อย

3. เทสต์ครอสและแบคครอสต่างกันอย่างไร

เทสต์ครอส เป็นการผสมระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ไม่ทราบจีโนไทป์ กับตัวทดสอบที่เป็นลักษณะด้อย เพื่อตรวจสอบจีโนไทป์ว่าเป็นพันธุ์แท้ หรือพันทาง ส่วนแบคครอส จะเป็นการผสมระหว่างลูกรุ่น F_1 กับรุ่นพ่อ หรือแม่ ที่เป็นลักษณะด้อย

4. แมลงหวี่ปีกยาว (L) ตาสีแดง (R) เป็นลักษณะเด่น ส่วนปีกสั้น (l) ตาสีขาว (r) เป็นลักษณะด้อย ในการผสมพันธุ์แมลงหวี่ปีกยาว ตาสีแดง กับแมลงหวี่ปีกสั้น ตาสีขาว จงหาจีโนไทป์ของพ่อแม่ในกรณีต่อไปนี้

4.1 ลูกมีอัตราส่วนของฟีโนไทป์เท่ากับ 1 : 1 : 1 : 1

วิธีทำ

รุ่น P ปีกยาวตาสีแดง ปีกสั้นตาสีขาว

LlRr x llrr

เซลล์สืบพันธุ์ LR Lr lR lr lr

รุ่น F_1 LlRr Llrr llRr llrr

ฟีโนไทป์ ปีกยาวตาแดง(1) : ปีกยาวตาขาว(1) : ปีกสั้นตาแดง(1) : ปีกสั้นตาขาว (1)

4.2 ลูกมีอัตราส่วนของฟีโนไทป์เท่ากับ 3 : 3 : 1 : 1

วิธีทำ

รุ่น P ปีกยาวตาสีแดง ปีกยาวตาสีขาว

LlRr x Llrr

เซลล์สืบพันธุ์ LR Lr lR lr Lr lr

รุ่น F_1

เซลล์สืบพันธุ์	LR	Lr	lR	lr
Lr	LLRr	LLrr	LlRr	Llrr
lr	LlRr	Llrr	llRr	llrr

ฟีโนไทป์ ปีกยาวตาแดง (3) : ปีกยาวตาขาว (3) : ปีกสั้นตาแดง (1) : ปีกสั้นตาขาว (1)

5. ในคนที่มีลักษณะนิ้วมือสั้น เชิงผมที่หน้าผากแหลม เป็นลักษณะเด่นและลักษณะนิ้วมือยาว เชิงผมที่หน้าผากไม่แหลม เป็นลักษณะด้อย หากพบคู่พ่อแม่มีจีโนไทป์เป็นเฮเทอโรไซกัสของทั้ง 2 ลักษณะนี้ จงหาอัตราส่วนของลูกที่มีฟีโนไทป์เหมือนพ่อแม่

วิธีทำ

กำหนดให้ ลักษณะนิ้วมือ A = นิ้วมือสั้น a = นิ้วมือยาว

เชิงผมที่หน้าผาก B = แหลม b = ไม่แหลม

รุ่น P AaBb x AaBb

จะหาจีโนไทป์ของลูก โดยนำยีนแต่ละคู่ของจีโนไทป์มาผสมกัน

นิ้วมือ หน้าผาก

Aa x Aa Bb x Bb

AA Aa Aa aa BB Bb Bb bb

จีโนไทป์ : ¼ AA : ½ Aa : ¼ aa จีโนไทป์ : ¼ BB : ½ Bb : ¼ bb

ฟีโนไทป์ : ¾ นิ้วมือสั้น : ¼ นิ้วมือยาว ฟีโนไทป์ : ¾ หน้าผากแหลม : ¼ หน้าผากไม่แหลม

ดังนั้น รุ่น F_1 ที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่

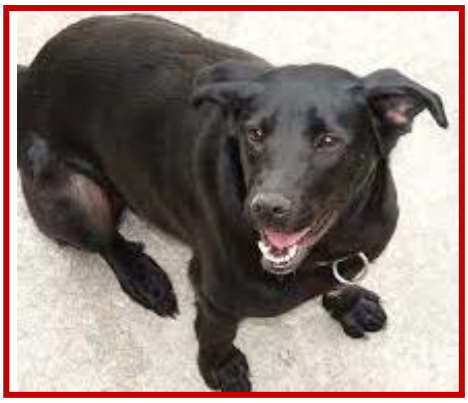
คือ ลูกมีนิ้วมือสั้น และเชิงผมที่หน้าผากแหลม เหมือนพ่อแม่

= 3/4 นิ้วมือสั้น × 3/4 เชิงผมที่หน้าผากแหลม

= 9/16 นิ้วมือสั้น และเชิงผมที่หน้าผากแหลม

แนวทางการอภิปรายใบกิจกรรมที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่ 6 สุนัขสีดำ แล้วร่วมกันอภิปรายในประเด็นคำถามที่ตั้งให้ กำหนดให้สีของสุนัข B = ลักษณะเด่น สีดำ b = ลักษณะด้อย สีน้ำตาล

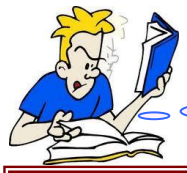


ภาพที่ 7 สุนัขสีดำ

ที่มา: อัมพวรรณ์ เพียรพิจิตร, 2561

คำถาม

ถ้านักเรียนสงสัยว่าสุนัขตัวนี้เป็นสุนัขพันธุ์แท้หรือพันทาง นักเรียนมีแนวคิดที่จะทดสอบอย่างไร อธิบายมาพอเข้าใจ



สรุปผลการอภิปรายร่วมกัน

ทดสอบด้วยวิธีเทสต์ครอส โดยการผสมระหว่างสุนัขสีดำตัวนี้ กับสุนัขสีน้ำตาลที่เป็นลักษณะด้อย เพื่อตรวจสอบจีโนไทป์ว่าเป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้ หรือพันทาง แล้วสังเกตอัตราส่วนของลูกที่ได้ ถ้าเป็นโฮโมไซกัส (พันธุ์แท้) จะได้ลูกที่เป็นสีดำทั้งหมด แต่ถ้าเป็นเฮเทอโรไซกัส (พันทาง) จะได้ลูกที่เป็น สีดำ และสีน้ำตาล ในอัตราส่วน 1 : 1

แนวการตอบกิจกรรมที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียน ทำ Trihybridcross จากโจทย์ต่อไปนี้

ในการผสมพันธุ์พืชชนิดหนึ่งที่มีจีโนไทป์ ดังนี้ UuVvWw x UuVvWw จะทำให้ได้ลูกที่มีจีโนไทป์กี่ชนิด และแบบใดบ้าง

รุ่น P UuVvWw x UuVvWw

จะได้

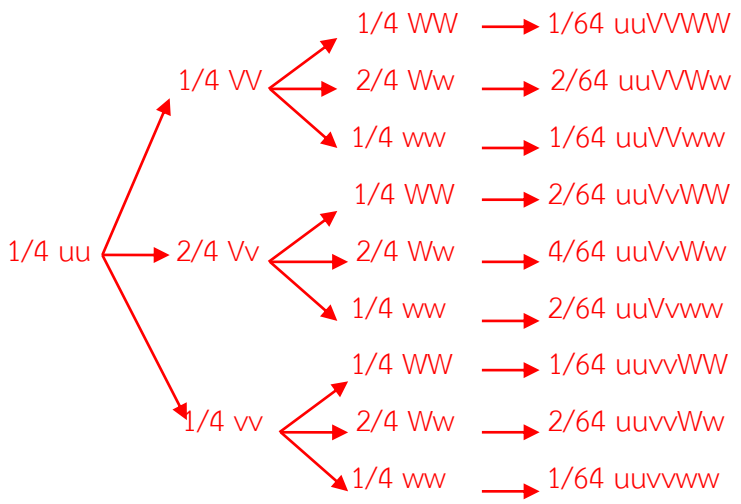
Uu x Uu Vv x Vv Ww x Ww

↓ ↓ ↓

1/4 UU 2/4 Uu 1/4 uu 1/4 VV 2/4 Vv 1/4 vv 1/4 WW 2/4 Ww 1/4 ww

จะได้

1/4 UU → 1/4 VV → 1/4 WW → 1/64 UUVVWW
1/4 UU → 1/4 VV → 2/4 Ww → 2/64 UUVVWw
1/4 UU → 1/4 VV → 1/4 ww → 1/64 UUVVww
1/4 UU → 2/4 Vv → 1/4 WW → 2/64 UUVvWW
1/4 UU → 2/4 Vv → 2/4 Ww → 4/64 UUVvWw
1/4 UU → 2/4 Vv → 1/4 ww → 2/64 UUVvww
1/4 UU → 1/4 vv → 1/4 WW → 1/64 UUvvWW
1/4 UU → 1/4 vv → 2/4 Ww → 2/64 UUvvWw
1/4 UU → 1/4 vv → 1/4 ww → 1/64 UUvvww
2/4 Uu → 1/4 VV → 1/4 WW → 2/64 UuVVWW
2/4 Uu → 1/4 VV → 2/4 Ww → 4/64 UuVVWw
2/4 Uu → 1/4 VV → 1/4 ww → 2/64 UuVVww
2/4 Uu → 2/4 Vv → 1/4 WW → 4/64 UuVvWW
2/4 Uu → 2/4 Vv → 2/4 Ww → 8/64 UuVvWw
2/4 Uu → 2/4 Vv → 1/4 ww → 4/64 UuVvww
2/4 Uu → 1/4 vv → 1/4 WW → 2/64 UuvvWW
2/4 Uu → 1/4 vv → 2/4 Ww → 4/64 UuvvWw
2/4 Uu → 1/4 vv → 1/4 ww → 2/64 Uuvvww



ดังนั้น จะได้จีโนไทป์ 27 ชนิด คือ 1/64 UUVVWW , 2/64 UUVVWw , 1/64 UUVVww , 2/64 UUVvWW , 4/64 UUVvWw , 2/64 UUVvww , 1/64 UUvvWW , 2/64 UUvvWw , 1/64 UUvvww , 2/64 UuVVWW , 4/64 UuVVWw , 2/64 UuVVww , 4/64 UuVvWW , 8/64 UuVvWw , 4/64 UuVvww , 2/64 UuvvWW , 6/64 UuvvWw , 2/64 Uuvvww , 1/64 uuVVWW , 2/64 uuVVWw , 1/64 uuVVww , 2/64 uuVvWW , 4/64 uuVvWw , 2/64 uuVvww , 1/64 uuvvWW , 2/64 uuvvWw , 1/64 uuvvww

แนวทางการอภิปรายขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป

คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบาย และสรุปความรู้เรื่องกฎแห่งการแยก กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ (เป็นแผนผัง แผนภาพหรือข้อความสรุปย่อ)

กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แบ่งเป็น กฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ

กฎข้อที่ 1 กฎแห่งการแยก คือ ยีนที่อยู่คู่กัน จะแยกตัวออกจากกันไปอยู่ในแต่ละเซลล์สืบพันธุ์ ก่อนที่จะมารวมกันใหม่ เมื่อมีการปฏิสนธิหรือการผสม โดยพิจารณายีนเพียงคู่เดียว (monohybrid cross) ที่มีลักษณะตรงข้ามกันเด่นชัด

กฎข้อที่ 2 กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ คือ ยีนที่เป็นคู่กัน เมื่อแยกออกจากกันแล้ว แต่ละยีนจะไปรวมกับยีนอื่นได้อย่างอิสระ คือ เซลล์สืบพันธุ์จะมีการรวมกลุ่มของหน่วยพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ โดยการรวมกลุ่มที่เป็นไปอย่างอิสระ

การผสมโดยพิจารณาพร้อมกันสองลักษณะ (dihybrid cross) เราสามารถใช้สูตรหาเซลล์สืบพันธุ์และฟีโนไทป์ คือ 2^n ส่วนหาจีโนไทป์ คือ 3^n (โดย n คือ เฮเทอโรไซกัสยีน)

กฎแห่งการแยก รวมกลุ่มอย่างอิสระ และการผสมเพื่อทดสอบ

เทสต์ครอส เป็นการผสมระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ไม่ทราบจีโนไทป์ กับตัวทดสอบที่เป็นลักษณะด้อย เพื่อตรวจสอบจีโนไทป์ว่าเป็นพันธุ์แท้ หรือพันทาง

แบคครอส หมายถึงการผสมระหว่างลูกรุ่น F_1 กับรุ่นพ่อแม่ที่เป็นลักษณะด้อย

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ	เฉลย
1	ก
2	ข
3	ก
4	ง
5	ค
6	ข
7	ง
8	ก
9	ง
10	ค