

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es

ในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และกฎของความน่าจะเป็น
ใช้เวลา 2 ชั่วโมง นักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. นักเรียนอ่านคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es ให้เข้าใจ พร้อมทั้งศึกษา
จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ และสาระสำคัญ
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ในเวลา 5 นาที
3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es ชุดที่ 1 การศึกษาพันธุศาสตร์
ของเมนเดล และกฎของความน่าจะเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูให้นักเรียนใช้โปรแกรม Kahoot
และนำกระแสมาสารวจตัวเองว่ามีลักษณะอย่างไร ถ้าสิ่งที่ครูพูดไปแล้วตรงกับลักษณะของนักเรียน
ให้ออกมาหน้าชั้นเรียน เช่น ผมหยิก มีลักยิ้ม มีติ่งหู มีผิวขาว จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาภาพที่ 1
ตัวอย่างครอบครัวหนึ่ง แล้วร่วมกัน อภิปราย และตอบคำถาม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) นักเรียนศึกษาเนื้อหาในชุดกิจกรรม
การเรียนรู้ 5Es โดยศึกษาเนื้อหาในใบความรู้ที่ 1 การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และกฎของ
ความน่าจะเป็น และทำกิจกรรมค้นหาความลับ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนร่วมกันอภิปราย
ตามประเด็นคำถามที่ครูถาม แล้วทำใบกิจกรรมที่ 1 การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และ
กฎของความน่าจะเป็น เสร็จแล้วตรวจคำตอบจากแนวการตอบท้ายชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es
จากนั้นให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ลงในใบบันทึกความรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ให้นักเรียนทำกิจกรรมโยนเหรียญแล้ว
ร่วมกันอภิปรายในประเด็นเรื่องความน่าจะเป็น

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

เกณฑ์การประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 ชุดที่ 1 การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และกฎของความน่าจะเป็น ชุดนี้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ
75 ขึ้นไป



**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล
และกฎของความน่าจะเป็น**

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.1 อธิบายลักษณะทางพันธุกรรม การทดลอง และผลการทดลองของเมนเดลได้ (K,P)
- 1.2 วิเคราะห์ เขียนจีโนไทป์ ฟีนোটป์ และคำนวณลักษณะทางพันธุกรรมตามกฎความน่าจะเป็นได้ (K,P)
- 1.3 อธิบาย อภิปรายความหมาย และยกตัวอย่างของคำ ได้แก่ ยีนเด่น ยีนด้อย แอลลีล ฟีนোটป์ จีโนไทป์ ฮอมอไซกัสรีโนไทป์ เฮเทอโรไซกัสรีโนไทป์ โดมิแนนท์ และรีเซสซีฟได้ (K,P)
- 1.4 รับผิดชอบ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นการทำงาน และมีจิตสาธารณะ (A)

2. สารการเรียนรู้

- 2.1 การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล
- 2.2 กฎของความน่าจะเป็น

3. สารสำคัญ

ในปี พ.ศ. 2365 เกรเกอร์ โยฮัน เมนเดล (Gregor Johann Mendel) ได้ทำการทดลองรวบรวมต้นถั่วลันเตา (*Pisum sativum*) หลาย ๆ พันธุ์ นำมาผสมกัน โดยทำการทดลองหลาย ๆ รุ่น ในการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา และสังเกตลักษณะของถั่ว แล้วพบว่าบางลักษณะในรุ่นพ่อแม่จะปรากฏออกมาในรุ่นลูกเสมอ จนทำให้พบหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งในการทดลองดังกล่าว เมนเดลได้นำมาใช้ 7 ลักษณะด้วยกัน คือ ความสูงของลำต้น รูปร่างของฝัก ตำแหน่งของดอก รูปร่างของเมล็ด สีของเมล็ด สีของดอก และฝัก ซึ่งนำไปสู่การค้นพบกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แล้วต่อมาจึงมีการสรุปเป็นกฎแห่งการแยก และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ

ยีน (gene) เป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม มีทั้งยีนเด่น (dominant gene) และยีนด้อย (recessive gene) แต่ละลักษณะจะมียีนควบคุมเป็นคู่ที่เหมือนกัน เรียกว่า ฮอมอไซกัสจีโนไทป์ (homozygous genotype) ส่วนยีนที่ต่างกันเข้าคู่กัน เรียกว่า เฮเทอโรไซกัสจีโนไทป์ (heterozygous genotype) จีโนไทป์ (genotype) ที่เป็นลักษณะเด่น สามารถตรวจสอบว่ามีสภาพเป็นฮอมอไซกัส หรือเฮเทอโรไซกัส โดยการผสมเพื่อทดสอบ (test cross)

กฎของเมนเดลสามารถอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้อย่างกว้างขวาง แต่การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะ ไม่เป็นไปตามกฎของเมนเดล เช่น การข้ามไม่สมบูรณ์ (incomplete dominance) กลุ่มลิงค์เกจ (linkage group) พอลิยีน (polygene) การข้ามร่วมกัน (codominance) มัลติเปิลแอลลีล (multiple alleles) การแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variation) ยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศ (sex linked inheritance) ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศ (sex influenced traits) และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ (sex limited traits) เป็นต้น



ชุดที่ 1 การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และกฎของความน่าจะเป็น

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. ลักษณะของถั่วลันเตาในข้อใดที่เมนเดลนำมาศึกษา

1. สีของเมล็ด
2. รูปร่างของใบ
3. ความสูงของลำต้น
4. รูปร่างของเมล็ด
5. ตำแหน่งของดอก

ก. 1 , 2 , 3

ข. 2 , 3 , 4

ค. 1 , 3 , 4 , 5

ง. 1 , 2 , 3 , 4 , 5

2. ข้อใดอธิบายความหมายของ “ฟีโนไทป์” ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ลักษณะที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่มาสู่ลูก
- ข. ยีนที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- ค. หน่วยที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- ง. ลักษณะทางพันธุกรรมที่ปรากฏออกมาภายนอกของสิ่งมีชีวิต

3. ข้อใดอธิบายความหมายของ “แอลลีล” ได้ถูกต้องที่สุด
- ก. ยีนเหมือนกัน ควบคุมพันธุกรรมเดียวกัน
 - ข. หน่วยพันธุกรรมที่อยู่เป็นคู่กันบนฮอมอโลกัสโครโมโซม
 - ค. รูปแบบของยีนที่อยู่คู่กัน อาจมีแบบเดียวหรือหลายแบบ
 - ง. ยีนที่เป็นฮอมอไซกัสกันบนตำแหน่งเดียวกันของฮอมอโลกัสโครโมโซม
4. ข้อใด **ไม่ใช่** เหตุผลที่เมนเดลเลือกศึกษาลักษณะของถั่วลันเตาในการทดลอง
- ก. ปลุกง่าย วงจรชีวิตยาวและให้เมล็ดมาก
 - ข. มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันชัดเจน
 - ค. อายุสั้น เจริญเติบโตได้เร็ว มีหลากหลายพันธุ์
 - ง. เป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย ไม่ต้องบำรุงรักษามากและให้เมล็ดมาก
- อ่านข้อความเหล่านี้แล้วตอบคำถามข้อ 5
- 1. Ss
 - 2. SS
 - 3. เมล็ดกลม
 - 4. เมล็ดขรุขระ
5. ข้อใดต่อไปนี้จัดเป็น heterozygous genotype ได้
- ก. ข้อ 1 และ 3
 - ข. ข้อ 1 และ 4
 - ค. ข้อ 2 และ 3
 - ง. ข้อ 2 และ 4
6. ในการทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาพันธุ์แท้ฝักสีเขียวลักษณะเด่นและฝักสีเหลืองลักษณะด้อย จะได้ลูกในรุ่น F_1 มีฟีโนไทป์อย่างไร
- ก. ฝักสีเหลืองทั้งหมด
 - ข. ฝักสีเขียวทั้งหมด
 - ค. ฝักสีเขียวอมเหลืองทั้งหมด
 - ง. ฝักสีเขียว : ฝักสีเหลือง = 1 : 1

7. หากนำถั่วลันเตาพันธุ์ทางดอกสีม่วงผสมกัน จะได้ลูกที่มีลักษณะอย่างไร

- ก. ดอกสีม่วงทั้งหมด
- ข. ดอกสีม่วงและสีขาว ในอัตราส่วน 1 : 1
- ค. ดอกสีม่วงและสีขาว ในอัตราส่วน 1 : 3
- ง. ดอกสีม่วงและสีขาว ในอัตราส่วน 3 : 1

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 8

- 1. ยีน
- 2. หน่วยที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- 3. ลักษณะที่ปรากฏออกมาในรุ่นลูกหรือรุ่นต่อ ๆ ไปเสมอ
- 4. เซลล์ที่บรรจุสารพันธุกรรมที่จะถ่ายทอดไปยังรุ่นลูก

8. ข้อใดให้ความหมายเกี่ยวกับคำว่า “แฟกเตอร์” ที่เมนเดลกล่าวถึงในการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 2 และ 3
- ค. ข้อ 2 และ 4
- ง. ข้อ 3 และ 4

9. homozygous และ heterozygous มีความหมายเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

- ก. เหมือนกัน หมายถึง คู่ของแอลลีลที่ต่างกัน เช่น Aa
- ข. เหมือนกัน หมายถึง คู่ของแอลลีลที่เหมือนกัน เช่น AA aa
- ค. ต่างกัน เพราะ homozygous หมายถึง คู่ของแอลลีลที่เหมือนกัน เช่น AA aa แต่ heterozygous หมายถึง คู่ของแอลลีลที่ต่างกัน เช่น Aa
- ง. ต่างกัน เพราะ homozygous หมายถึง คู่ของแอลลีลที่ต่างกัน เช่น Aa แต่ heterozygous หมายถึง คู่ของแอลลีลที่เหมือนกัน เช่น AA aa

10. นำถั่วลิ้นเตารุ่นพ่อแม่ homozygous dominant และ recessive ผสมพันธุ์กัน จะทำให้มีโอกาสได้รุ่น F_2 ที่มีจีโนไทป์แตกต่างกันกี่แบบ

ก. 4 แบบ

ข. 3 แบบ

ค. 2 แบบ

ง. 1 แบบ





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

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

สรุปคะแนนก่อนกิจกรรมการเรียนรู้

10

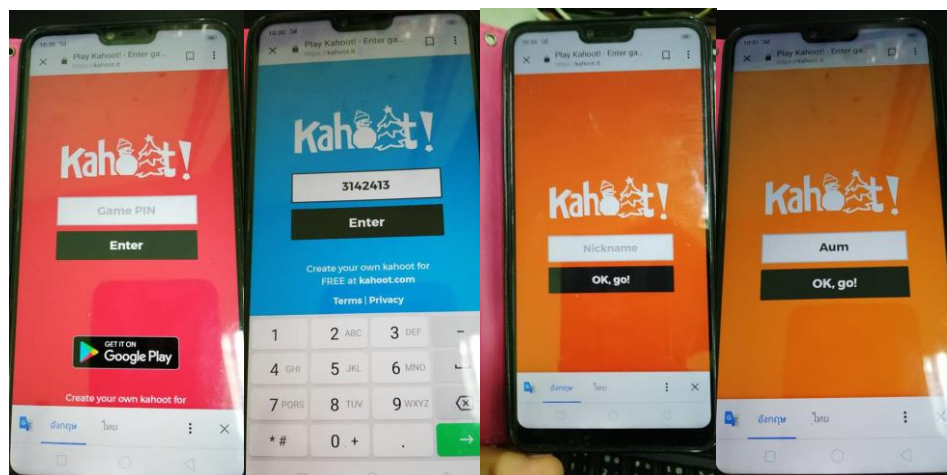
1.ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Kahoot เพื่อทดสอบความเข้าใจเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็นที่ได้เรียนผ่านมาแล้วจากวิชาคณิตศาสตร์โดยปฏิบัติ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ครูเปิดโปรแกรม Kahoot ที่ครูได้สร้างไว้ ให้ได้หน้าต่าง ดังนี้



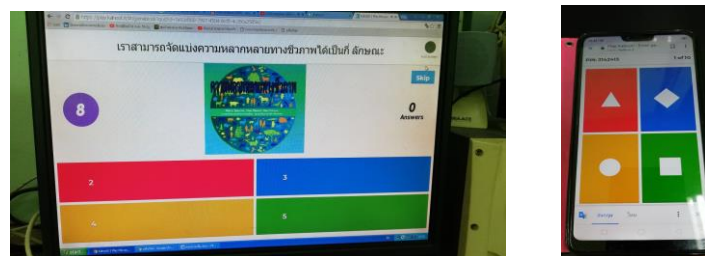
2. ให้นักเรียนทุกคนใช้โทรศัพท์มือถือเข้าโปรแกรม Kahoot จะพบหน้าต่าง ดังภาพด้านล่าง จากนั้นพิมพ์รหัสที่ครูเปิดให้เข้าร่วมในข้อ 1. ลงในช่อง Game PIN แล้วกดปุ่ม Enter จะพบหน้าต่าง ดังภาพด้านล่าง นักเรียนใส่ Nickname แล้วกด OK.go!



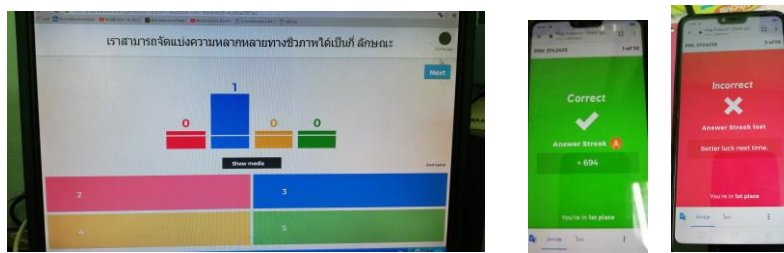
3. ชื่อของนักเรียนจะไปขึ้นที่หน้าต่าง ของครูที่เปิดไว้จนครบ ดังภาพด้านล่าง



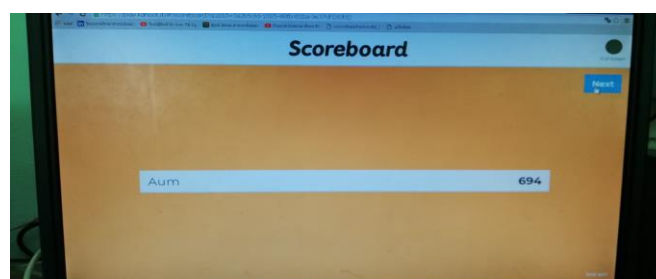
4. เมื่อครูกดปุ่ม Start หน้าต่างของครูจะปรากฏคำถาม และตัวเลือก ดังภาพด้านล่าง ส่วนหน้าต่างของนักเรียนทุกคนจะเป็นสีตามตัวเลือกในหน้าต่างของครู ดังภาพด้านล่าง



5. ให้นักเรียนเลือกคำตอบตามสีที่เป็นหน้าต่างในตัวเลือกที่ครูแสดงบนจอ เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะเฉลยคำตอบที่หน้าต่างของครู ดังภาพด้านล่าง โดยหน้าต่างของนักเรียนจะปรากฏได้ 2 แบบ คือ ผิด หรือถูก ดังภาพด้านล่าง



6. เมื่อครูกดปุ่ม next ตรงมุมบนขวา หน้าจอครูจะแสดงลำดับการตอบคำถาม เรียงจากที่ตอบถูกและเร็วจะได้คะแนนสูงสุด 5 ลำดับ ดังภาพ นักเรียนจะรู้สึกสนุกที่ได้แข่งขันกัน



หลังจากทดสอบ Kahoot แล้วครูบอกให้นักเรียนนำกระเจงมาสำรวจตัวเองว่ามีลักษณะอย่างไร

- ถ้าสิ่งที่ครูพูดไปแล้วตรงกับลักษณะของนักเรียน ให้ออกมาหน้าชั้นเรียน เช่น
 - ผมหยิก - มีลักยิ้ม
 - มีติ่งหู - มีผิวขาว
- ถามนักเรียนว่าลักษณะที่ครูพูดไปแล้ว คือ อะไร (ลักษณะทางพันธุกรรม)
- นักเรียนแต่ละคนมีลักษณะทางพันธุกรรมที่ได้รับมาจากใครบ้าง (บิดา มารดา ปู่ ย่า ตา ยาย) จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาภาพที่ 1 ตัวอย่างครอบครัวหนึ่งแล้วร่วมกัน อภิปราย และตอบคำถาม



ภาพที่ 1 ตัวอย่างครอบครัวหนึ่ง

ที่มา : http://vrudhi.org/blog/wp-content/uploads/2013/10/successful_parenting.jpg

คำถาม

1. นักเรียนคิดว่าพ่อแม่ลูกในภาพที่ 1 มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมใดไปสู่ลูกบ้าง

.....

2. สารใดเป็นสารที่ใช้ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม

.....

3. กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเป็นอย่างไร

.....

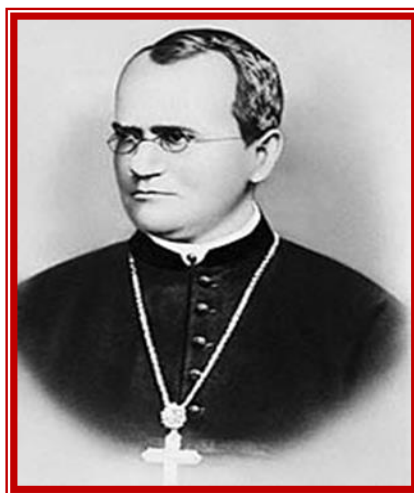
2. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)

ใบความรู้ที่ 1

การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และกฎของความน่าจะเป็น

1. การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล (Mendelian genetics)

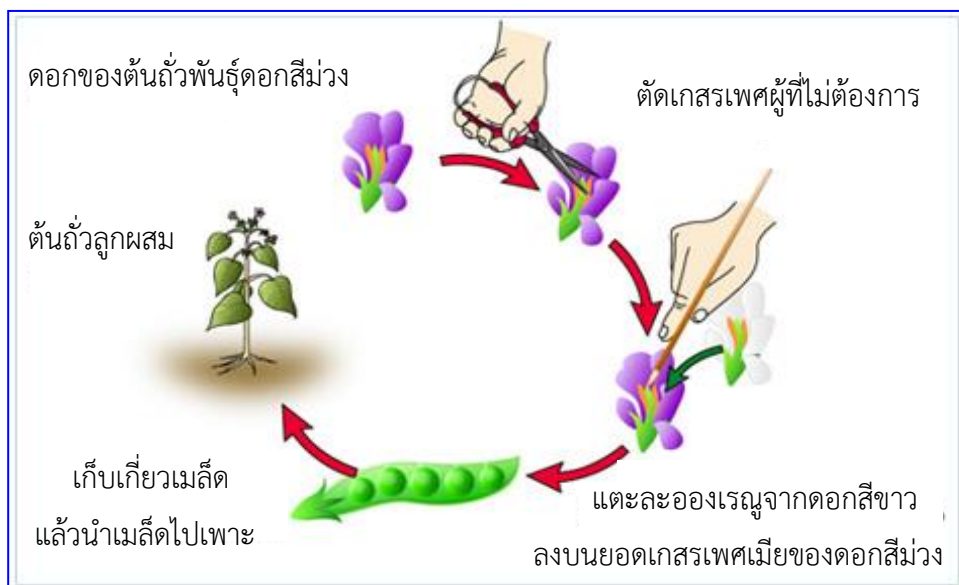
เมนเดลเกิดในปี พ.ศ. 2365 เป็นชาวออสเตรีย ในวัยเด็กอยากเรียนหนังสือมาก จึงไปเรียนที่โบสถ์แห่งหนึ่งในกรุงบรุนน์ (Brunn) ปัจจุบันคือ เมืองเบรอน (Brno) ในสาธารณรัฐเชค ภายหลังได้บวช และศึกษาต่อที่มหาวิทยาลัยเวียนนา ทางด้านเคมี คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เมื่อศึกษาจบก็กลับมาสอนวิทยาศาสตร์ ด้วยความรักธรรมชาติ เมนเดลเริ่มศึกษาพันธุศาสตร์โดยการ ทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตา และสังเกตลักษณะของถั่วแล้วพบว่าบางลักษณะในรุ่นพ่อแม่จะปรากฏ ออกมาในรุ่นลูกเสมอ จากการทดลองหลาย ๆ รุ่น ทำให้เมนเดลพบกฎเกณฑ์ที่สำคัญทางพันธุศาสตร์ สามารถนำมาอธิบายพื้นฐานการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต จึงได้รับการยกย่องว่า เป็น“บิดาแห่งพันธุศาสตร์”



ภาพที่ 2 เกรเกอร์ โยฮัน เมนเดล

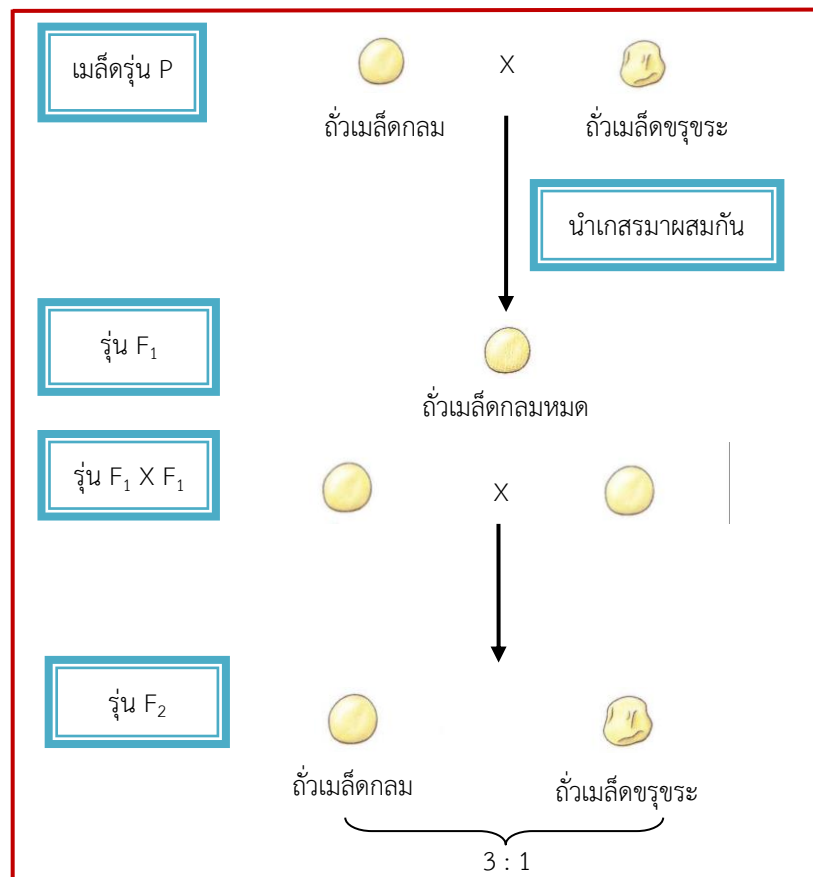
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 2.

เมนเดลเลือกถั่วลันเตาเป็นพืชทดลอง เพราะมีลักษณะที่เหมาะสมในการศึกษาด้านพันธุศาสตร์หลายประการ คือ เป็นพืชที่ปกติจะผสมตัวเอง (self-pollination) เพราะเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ที่กลีบดอกปิดมิดชิด จึงสามารถสร้างพันธุ์แท้ (pure line) ได้ง่าย จะผสมข้ามพันธุ์ (cross-pollination) เพื่อสร้างลูกผสมก็ทำได้ง่าย โดยใช้มือช่วย (hand pollination) แสดงดังภาพที่ 3 เป็นพืชที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว ไม่ต้องบำรุงรักษามากนัก และยังให้เมล็ดในปริมาณที่มากด้วย มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันชัดเจนหลายลักษณะ ซึ่งในการทดลองดังกล่าว เมนเดลได้นำมาศึกษา 7 ลักษณะด้วยกัน คือ ความสูงของลำต้น รูปร่างของฝัก สีของเมล็ด รูปร่างของเมล็ด ตำแหน่งของดอก สีของดอกและฝัก



ภาพที่ 3 การผสมพันธุ์ถั่วลันเตาระหว่างดอกสีม่วงกับสีขาว
ที่มา : พจน์ แสงมณี และ ขวัญสุตา ประวะภูโต, 2552, หน้า 2.















เมื่อเมนเดลทำการผสมพันธุ์ภายในดอกเดียวกันหลาย ๆ รุ่น จนแน่ใจว่าทุกลักษณะเป็นพันธุ์แท้เสร็จแล้ว จึงคัดเลือกต้นพ่อ และแม่ที่มีลักษณะต่างกัน นำมาผสมกัน แล้วพิจารณาทีละลักษณะ เช่น ลักษณะเมล็ดของถั่วลันเตา โดยเมนเดลได้ถ่ายละอองเรณูต้นที่มีเมล็ดกลมไปผสมกับต้นที่มีเมล็ดขรุขระ ถั่วลันเตาที่นำมาผสมกันนี้ เรียกว่ารุ่นพ่อแม่ (parental generation) หรือรุ่น P จากการผสมพันธุ์ จะได้ต้นใหม่จำนวนมากเป็นรุ่นลูก (first filial generation) หรือรุ่น F_1 ออกมามีลักษณะเมล็ดกลมเพียงอย่างเดียว ตัวอย่างการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาแบบ monohybrid cross แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาแบบ monohybrid cross และผลการทดลองที่เกิดขึ้น
 ที่มา : ศุภณัฐ ไพโรหกุล, 2560, หน้า 319.

สิ่งที่น่าสงสัย คือ เพราะเหตุใดถั่วลันเตาลักษณะเมล็ดขรุขระ จึงไม่ปรากฏในรุ่น F₁ ต่อมาเมนเดลได้นำเมล็ดที่เกิดขึ้นไปผสมพันธุ์ภายในดอกเดียวกันของรุ่น F₁ เมื่อนำไปปลูกได้รุ่น F₂ (second filial generation) แล้วนำมาหาอัตราส่วนระหว่างต้นที่เมล็ดกลม : เมล็ดขรุขระ ในรุ่น F₂ เป็น 2.82 : 1 จึงได้ทำการศึกษาแบบนี้กับถั่วลันเตาอีก 6 ลักษณะ บันทึกผลที่ได้ทั้ง 7 ลักษณะ แล้วนำผลการผสมพันธุ์มาเปรียบเทียบกัน พบว่า เมื่อได้ทดลองสลับลักษณะของต้นพ่อ และแม่ แล้วลักษณะของรุ่น F₁ รวมถึงอัตราส่วนของรุ่น F₂ ก็ยังคงเป็นเช่นเดิม แสดงดังตารางที่ 1

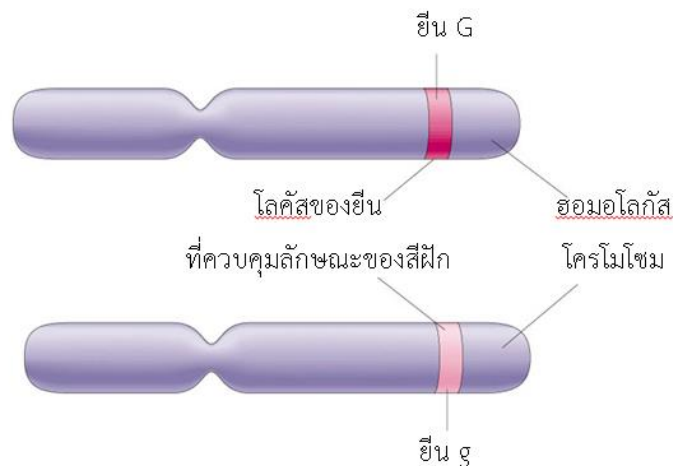
ตารางที่ 1 แสดงผลการผสมถั่วลิสงเตาพันธุ์แท้ ที่รุ่นพ่อแม่มีลักษณะแตกต่างกัน

ลักษณะ	รุ่นพ่อแม่ (P)		ลักษณะของรุ่น F ₁	ลักษณะ และจำนวนของรุ่น F ₂		อัตราส่วนของลักษณะในแต่ละคู่ในรุ่น F ₂
ความสูงของลำต้น	สูง 	เตี้ย 	สูงทั้งหมด	สูง 787	เตี้ย 277	2.84 : 1
รูปร่างของฝัก	อวบ 	แฟบ 	อวบทั้งหมด	อวบ 882	แฟบ 299	2.95 : 1
รูปร่างของเมล็ด	กลม 	ขรุขระ 	กลมทั้งหมด	กลม 5,474	ขรุขระ 1,850	2.96 : 1
สีของเมล็ด	เหลือง 	เขียว 	เหลืองทั้งหมด	เหลือง 6,022	เขียว 2,001	3.01 : 1
ตำแหน่งของดอก	ดอกที่กึ่ง 	ดอกที่ยอด 	ดอกที่กึ่งทั้งหมด	ดอกที่กึ่ง 651	ดอกที่ยอด 207	3.14 : 1
สีของดอก	ม่วง 	ขาว 	ม่วงทั้งหมด	ม่วง 705	ขาว 224	3.15 : 1
สีของฝัก	เขียว 	เหลือง 	เขียวทั้งหมด	เขียว 428	เหลือง 152	2.82 : 1

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 5.

การผสมพันธุ์รุ่นพ่อแม่ที่มีลักษณะต่างกัน ฟิโนไทป์ (phenotype) ที่ปรากฏในรุ่น F_1 จะมีเพียงลักษณะเดียวเท่านั้น เมื่อนำรุ่น F_1 ผสมพันธุ์กันจะได้ฟิโนไทป์ในรุ่น F_2 อัตราส่วน 3 : 1 จากผลการทดลอง เมนเดลได้สรุปว่าลักษณะต่าง ๆ ของถั่วลันเตาจะต้องมีหน่วยควบคุม จึงเรียกหน่วยควบคุมลักษณะเหล่านี้ว่า แฟกเตอร์ (factor) ต่อมานักวิทยาศาสตร์เปลี่ยนเป็นคำว่า ยีน ซึ่งปกติจะอยู่เป็นคู่ และถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูก ยีนที่ควบคุมลักษณะเมล็ดกลมเป็นยีนเด่น ส่วนยีนที่ควบคุมลักษณะเมล็ดขรุขระเป็นยีนด้อย และยีนด้อยจะไม่สามารถแสดงออกมาได้เมื่อเข้าคู่กับยีนเด่น นิยมใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ และเอน แทนยีนเด่น ส่วนตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก และเอน แทนยีนด้อย

ในต้นถั่วลันเตา การควบคุมลักษณะใดลักษณะหนึ่ง มักมียีนควบคุมอยู่เป็นคู่ ซึ่งมีรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น GG Gg gg ยีนที่เข้าคู่กันจะอยู่บนฮอมอโลกส์โครโมโซมตำแหน่งเดียวกัน เรียกยีนนั้นว่าเป็นแอลลีล (allele) กัน ซึ่งตำแหน่งของยีนที่อยู่บนโครโมโซม (chromosome) เรียกว่า โลคัส (locus) โดยยีนที่เป็นแอลลีลกันจะอยู่ที่โลคัสเดียวกัน แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 โลคัสของยีน G กับ ยีน g ที่เป็นแอลลีลกันบนฮอมอโลกัสโครโมโซม

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 7.

ยีนที่อยู่ด้วยกันเป็นคู่ จะนิยมเขียนสัญลักษณ์แทนด้วยตัวอักษร เรียกว่า จีโนไทป์ ส่วนลักษณะที่ปรากฏซึ่งเป็นการแสดงออกของยีน เรียกว่า ฟิโนไทป์ (phenotype) โดยจีโนไทป์ที่มียีน 2 ยีนเหมือนกัน เช่น GG หรือ gg สภาพนี้ เรียกว่าฮอมอไซกัสจีโนไทป์ หรือพันธุ์แท้ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ จีโนไทป์ที่มียีนเด่นทั้งหมด เรียกว่า ฮอมอไซกัสโดมิแนนท์ เช่น GG และจีโนไทป์ที่มียีนด้อยทั้งหมด เรียกว่า ฮอมอไซกัสรีเซสซีฟ เช่น gg ส่วนจีโนไทป์ที่มียีน 2 แอลลีลที่ต่างกันมาเข้าคู่กัน เช่น Gg เรียกว่า เฮเทอโรไซกัสจีโนไทป์

จีโนไทป์ (genotype) สามารถแสดงออกได้ 3 แบบ

1. แบบบวกสะสม (additive effect) ยีนมีการแสดงออกแบบเพิ่มสะสม เช่น พืชชนิดหนึ่ง ควบคุมด้วยยีน 3 คู่ คือ L,l M,m และ N,n ยีนเด่น L,M,N จะทำให้พืชมีความสูงเพิ่ม 2 นิ้ว เช่น

จีโนไทป์ aabbcc มีความสูง 20 นิ้ว

จีโนไทป์ Aabbcc มีความสูง 22 นิ้ว

จีโนไทป์ AAbbcc มีความสูง 24 นิ้ว

จีโนไทป์ AABbcc มีความสูง 26 นิ้ว

จีโนไทป์ AABBcc มีความสูง 28 นิ้ว

จีโนไทป์ AABBCc มีความสูง 30 นิ้ว

จีโนไทป์ AABBCC มีความสูง 32 นิ้ว

2. แบบโดมิแนนท์ (dominant effect) เป็นการข่มของยีนในตำแหน่งเดียวกัน เช่น

2.1 ข่มแบบสมบูรณ์ (complete dominance) เช่น ดอกถั่วลันเตา ลักษณะโฮโมไซกัส โดมิแนนท์ และเฮเทอโรไซกัสจีโนไทป์ แสดงออกเหมือนกัน

กำหนดให้ V = ดอกสีม่วง v = ดอกสีขาว

จีโนไทป์ VV และ Vv มีลักษณะดอกสีม่วงเหมือนกัน เพราะยีนเด่นข่มยีนด้อยได้สมบูรณ์

2.2 ข่มแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete dominance) เช่น ลักษณะสีของดอกลิ้นมังกร โฮโมไซกัสโดมิแนนท์ และเฮเทอโรไซกัสจีโนไทป์ แสดงลักษณะต่างกัน

กำหนดให้ R = ดอกสีแดง W = ดอกสีขาว ยีน R ข่ม W ได้ไม่สมบูรณ์

ทำให้จีโนไทป์ RR มีดอกสีแดง ส่วนจีโนไทป์ RW มีดอกสีชมพู

2.3 ข่มเกิน (over dominance) กรณีนี้จะทำให้เฮเทอโรไซกัสจีโนไทป์ แสดงลักษณะเหนือไปกว่าโฮโมไซกัสจีโนไทป์ เช่น พืชชนิดหนึ่ง เมื่อนำ

พ่อ (TT) สูง 20 นิ้ว X แม่ (tt) สูง 10 นิ้ว

ได้ลูกผสม Tt สูง 30 นิ้ว

2.4 ข่มร่วมกัน (codominance) ลักษณะยีนที่ควบคุมจะไม่แสดงการข่มซึ่งกันและกัน แต่แสดงความเด่นได้เท่ากัน เช่น หมู่เลือด MN ที่ควบคุมด้วยยีน L^M และ L^N จะแสดงลักษณะเด่นเหมือนกัน

3. อีพิสตาสิส (epistasis) หรือยีนที่ส่งอิทธิพลข่มยีนอื่น คือ ปรากฏการณ์ที่ยีนมากกว่าหนึ่งยีนมีอิทธิพลต่อกัน ในการถ่ายทอดลักษณะ โดยที่ยีนในตำแหน่งหนึ่งมีผลข่มการแสดงออกของยีนที่อยู่บนอีกตำแหน่งหนึ่ง

ตัวอย่าง ยีนที่ควบคุมลักษณะสีขนของหนู

ยีนคู่ที่ 1 ควบคุมลักษณะการสร้างเม็ดสี

C เป็นยีนเด่นที่ควบคุมให้มีการสร้างเม็ดสี (สีดำหรือสีน้ำตาล)

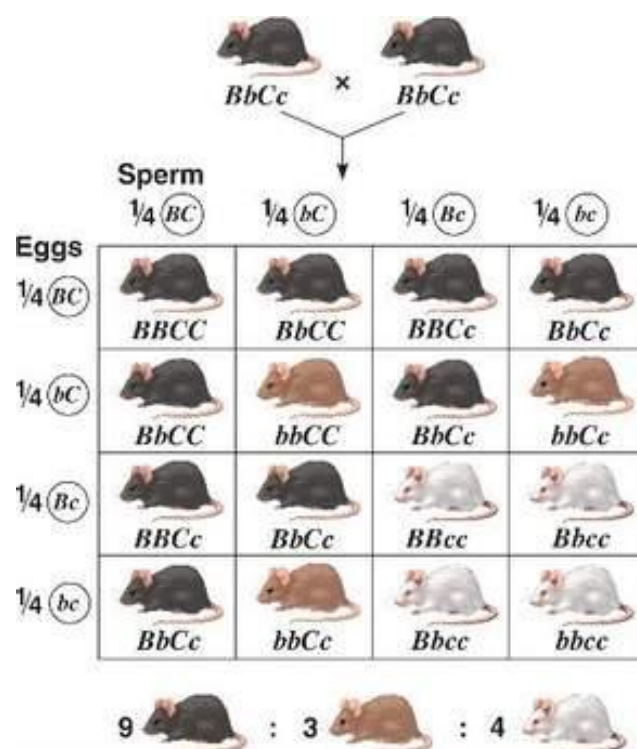
c เป็นยีนด้อยที่ทำให้ไม่มีการสร้างเม็ดสี (สีขาว)

ยีนคู่ที่ 2 ควบคุมลักษณะสีขน

B เป็นยีนเด่นที่ควบคุมลักษณะขนสีดำ

b เป็นยีนด้อยที่ควบคุมลักษณะขนสีน้ำตาล

นำหนูสีดำ (AaBb) มาผสมกัน จะทำให้ได้หนูรุ่นต่อไป ดังภาพที่ 6



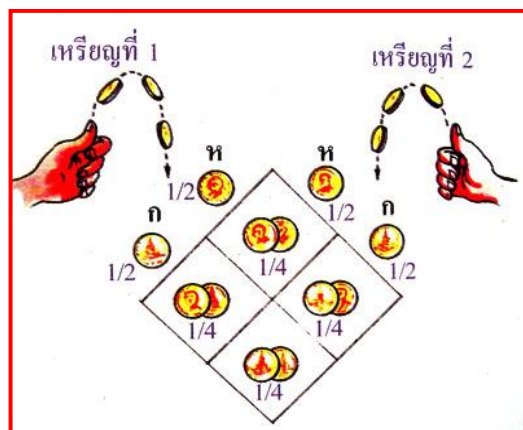
ภาพที่ 6 แสดงการผสมของหนูที่แสดงผลแบบอีพิสตาซิส

ที่มา : Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A.,

Minorsky, P. V., & Jackson, R. B., 2009, p. 274.

2. กฎของความน่าจะเป็น (probability)

เมนเดลเป็นนักคณิตศาสตร์ และสถิติ จึงนำกฎของความน่าจะเป็น มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลอง เพื่ออธิบายอัตราส่วนของลักษณะเด่น และด้อยในรุ่น F_2 เปรียบเทียบด้วยการโยนเหรียญ แสดงดังภาพที่ 7 โดยโอกาสที่จะเป็นไปได้มี 3 แบบ คือ แบบที่ 1 ออกหัวทั้ง 2 เหรียญ แบบที่ 2 ออกหัว และก้อย อย่างละเหรียญ และแบบที่ 3 ออกก้อยทั้ง 2 เหรียญ โดยมีอัตราส่วน 1 : 2 : 1



ภาพที่ 7 โอกาสของการออกหัว (ท) และก้อย (ก) จากการโยนเหรียญ 2 เหรียญ

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 8.

ในกรณีของการผสมพันธุ์ถั่วลันเตารุ่น F_1 ซึ่งมีฟีโนไทป์เป็นเมล็ดกลม และมีจีโนไทป์เป็น Gg จึงนำมาเปรียบกับการโยนเหรียญซึ่งหน้าหนึ่งเป็น G อีกหน้าหนึ่งเป็น g การผสมระหว่างรุ่น F_1 กับ F_1 จึงเท่ากับการโยนเหรียญขึ้นไปในอากาศพร้อม ๆ กัน 2 เหรียญ โอกาสที่ยีนในรุ่น F_2 จะเข้าคู่กันได้ 3 แบบ คือ GG Gg และ gg โดยมีอัตราส่วนเท่ากับ 1 : 2 : 1 และมีฟีโนไทป์ 2 แบบ คือ เมล็ดกลม และเมล็ดขรุขระ ในอัตราส่วน 3 : 1 ดังนั้นกฎของความน่าจะเป็นนี้ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เมนเดลประสบความสำเร็จในการทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาลักษณะต่าง ๆ

กิจกรรมเสริม

ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Kahoot ที่ได้อธิบายวิธีใช้ไว้แล้ว ในชั้นสร้างความสนใจ เพื่อต้องการทดสอบความเข้าใจเนื้อหา เรื่องการศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดลที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว

กิจกรรมค้นหาความลับ

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4 คนเพื่อทำกิจกรรมค้นหาความลับ โดยให้นักเรียนสังเกตเพื่อนในกลุ่ม เพื่อหาลักษณะทางพันธุกรรมของแต่ละคน แล้วเขียนหรือทำเครื่องหมาย / ลงในตารางช่องที่ตรงกับลักษณะนั้น ๆ จากนั้นครู และนักเรียนร่วมกันอภิปราย พร้อมสรุปลักษณะทางพันธุกรรมทั้งหมด ว่าแต่ละคนได้รับลักษณะทางพันธุกรรมเหล่านั้นมาจากใครในครอบครัว

ตัวอย่างตารางบันทึกลักษณะทางพันธุกรรม

คนที่	ผมหยิก/ตรง/หยักศก	มี/ไม่มีติ่งหู	ลักยิ้ม	สีผิว	การห่อลิ้น	นิ้วโป้งงอน
1						
2						
3						
4						



3. ชั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)

ใบกิจกรรมที่ 1

การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และกฎของความน่าจะเป็น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบาย ลักษณะทางพันธุกรรม การทดลอง และผลการทดลองของเมนเดลได้
2. วิเคราะห์ เขียนจีโนไทป์ ฟีนไทป์ และคำนวณลักษณะทางพันธุกรรมตามกฎความน่าจะเป็นของลักษณะทางพันธุกรรมได้
3. อธิบาย อภิปราย ความหมายและยกตัวอย่างของคำ ได้แก่ ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย แอลลีล ฟีนไทป์ จีโนไทป์ ฮอมอไซกัสจีโนไทป์ เฮเทอโรไซกัสจีโนไทป์ โดมิแนนท์และรีเซสซีฟได้
4. รับผิดชอบ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นการทำงาน และมีจิตสาธารณะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน รวม 5 คะแนน)

1. เมนเดลมีวิธีอย่างไรจึงทำให้เขาค้นพบหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลักษณะของถั่วลันเตาที่เมนเดลเลือกมาศึกษามีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. เมนเดลมีวิธีการศึกษาการผสมถั่วลันเตาอย่างไร

.....

.....

4. ถ้านำถั่วลันเตาพันธุ์แท้ฝักสีเขียวซึ่งเป็นลักษณะเด่น กับฝักสีเหลืองซึ่งเป็นลักษณะด้อย
ในรุ่นพ่อแม่มาผสมพันธุ์กันจะได้รุ่น F_1 ที่มีฟีโนไทป์แบบใด และถ้านำรุ่น F_1 มาผสมกันเองจะได้
รุ่น F_2 ที่มีจีโนไทป์ และฟีโนไทป์แบบใดบ้าง ในอัตราส่วนเท่าใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จงบอกความหมายของคำศัพท์ต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

5.1 จีโนไทป์คืออะไร.....

5.2 ฟีโนไทป์คืออะไร.....

5.3 ฮอมอไซกัสโดมิแนนท์คืออะไร.....

5.4 ฮอมอไซกัสรีเซสซีฟคืออะไร.....

5.5 เฮเทอโรไซกัสจีโนไทป์คืออะไร.....

.....

ทำได้ 4 ข้อขึ้นไปผ่าน

ผลการประเมินตนเองของนักเรียนมีคุณภาพระดับ.....

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





คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบาย และสรุปความรู้เรื่องการศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และกฎของความน่าจะเป็น (เป็นแผนผัง แผนภาพ หรือข้อความสรุปย่อ)



4. ขยายความรู้ (Elaboration)

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมเรื่องความน่าจะเป็น โดยโยนเหรียญครั้งละ 2 เหรียญ
ทำการทดลองแบบเดิม 40 ครั้ง และบันทึกผลในแต่ละครั้งแล้วร่วมกันอภิปรายประเด็น
คำถามที่กำหนดให้

ตารางบันทึกผล

ครั้งที่	ผลการโยน	ครั้งที่	ผลการโยน	ครั้งที่	ผลการโยน	ครั้งที่	ผลการโยน
1		11		21		31	
2		12		22		32	
3		13		23		33	
4		14		24		34	
5		15		25		35	
6		16		26		36	
7		17		27		37	
8		18		28		38	
9		19		29		39	
10		20		30		40	

คำถาม

1. โอกาสที่เหรียญจะตกลงมามีกี่แบบ อะไรบ้าง และแต่ละแบบมีความน่าจะเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

5. ชั้นประเมินผล (Evaluation)

แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 1 การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดลและกฎของความน่าจะเป็น

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. ข้อใดอธิบายความหมายของ “แอลลีล” ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. ยีนเหมือนกันควบคุมพันธุกรรมเดียวกัน
 - ข. หน่วยพันธุกรรมที่อยู่เป็นคู่กันบนฮอมอโลกัสโครโมโซม
 - ค. รูปแบบของยีนที่อยู่คู่กัน อาจมีแบบเดียวหรือหลายแบบ
 - ง. ยีนที่เป็นฮอมอไซกัสกันบนตำแหน่งเดียวกันของฮอมอโลกัสโครโมโซม
2. homozygous และ heterozygous มีความหมายเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร
 - ก. เหมือนกัน หมายถึง คู่ของแอลลีลที่ต่างกัน เช่น Aa
 - ข. เหมือนกัน หมายถึง คู่ของแอลลีลที่เหมือนกัน เช่น AA aa
 - ค. ต่างกัน เพราะ homozygous หมายถึง คู่ของแอลลีลที่เหมือนกัน เช่น AA aa แต่ heterozygous หมายถึง คู่ของแอลลีลที่ต่างกัน เช่น Aa
 - ง. ต่างกัน เพราะ homozygous หมายถึง คู่ของแอลลีลที่ต่างกัน เช่น Aa แต่ heterozygous หมายถึง คู่ของแอลลีลที่เหมือนกัน เช่น AA aa

3. ข้อใดอธิบายความหมายของ “ฟีโนไทป์” ได้ถูกต้องที่สุด
- ก. ลักษณะที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่มาสู่ลูก
 - ข. ยีนที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
 - ค. หน่วยที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
 - ง. ลักษณะทางพันธุกรรมที่ปรากฏออกมาภายนอกของสิ่งมีชีวิต
4. ลักษณะของถั่วลิ้นเตาในข้อใดที่เมนเดลนำมาศึกษา
- 1. สีของเมล็ด
 - 2. รูปร่างของใบ
 - 3. ความสูงของต้น
 - 4. รูปร่างของเมล็ด
 - 5. ตำแหน่งของดอก
- ก. 1 , 2 , 3
- ข. 2 , 3 , 4
- ค. 1 , 3 , 4 , 5
- ง. 1 , 2 , 3 , 4 , 5
5. ในการทดลองผสมพันธุ์ถั่วลิ้นเตาพันธุ์แท้ฝักสีเขียวที่เป็นลักษณะเด่นและฝักสีเหลืองที่เป็นลักษณะด้อย จะได้ลูกในรุ่น F_1 มีฟีโนไทป์อย่างไร
- ก. ฝักสีเหลืองทั้งหมด
 - ข. ฝักสีเขียวทั้งหมด
 - ค. ฝักสีเขียวอมเหลืองทั้งหมด
 - ง. ฝักสีเขียว : ฝักสีเหลือง = 1 : 1
6. หากนำถั่วลิ้นเตาพันธุ์ทางดอกสีม่วงผสมกันจะได้ลูกที่มีลักษณะอย่างไร
- ก. ดอกสีม่วงทั้งหมด
 - ข. ดอกสีม่วงและดอกสีขาว ในอัตราส่วน 1 : 1
 - ค. ดอกสีม่วงและดอกสีขาว ในอัตราส่วน 1 : 3
 - ง. ดอกสีม่วงและดอกสีขาว ในอัตราส่วน 3 : 1

7. ข้อใด **ไม่ใช่** เหตุผลที่เมนเดลเลือกศึกษาลักษณะของถั่วลันเตาในการทดลอง

- ก. ปลุกง่าย วงจรชีวิตยาวและให้เมล็ดมาก
- ข. มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันชัดเจน
- ค. อายุสั้น เจริญเติบโตได้เร็ว มีหลากหลายพันธุ์
- ง. เป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย ไม่ต้องบำรุงรักษามากและให้เมล็ดมาก

อ่านข้อความเหล่านี้แล้วตอบคำถามข้อ 8

- 1. Ss
- 2. SS
- 3. เมล็ดกลม
- 4. เมล็ดขรุขระ

8. ข้อใดต่อไปนี้จัดเป็น heterozygous genotype

- ก. ข้อ 1 และ 3
- ข. ข้อ 1 และ 4
- ค. ข้อ 2 และ 3
- ง. ข้อ 2 และ 4

9. นำถั่วลันเตารุ่นพ่อแม่ homozygous dominant และ recessive มาผสมพันธุ์กัน จะทำให้มีโอกาสได้รุ่น F_2 ที่มีจีโนไทป์แตกต่างกันกี่แบบ

- ก. 4 แบบ
- ข. 3 แบบ
- ค. 2 แบบ
- ง. 1 แบบ

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 10

1. ยีน
2. หน่วยที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
3. ลักษณะที่ปรากฏออกมาในรุ่นลูก หรือรุ่นต่อ ๆ ไปเสมอ
4. หน่วยบรรจุสารพันธุกรรมที่จะถ่ายทอดไปยังรุ่นลูก

10. ข้อใดให้ความหมายของคำว่า “แฟกเตอร์” ที่เมนเดลกล่าวถึงในการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 2 และ 3
- ค. ข้อ 2 และ 4
- ง. ข้อ 3 และ 4





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

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

สรุปคะแนนหลังกิจกรรมการเรียนรู้

10

บรรณานุกรม

ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ, สุรินทร์ ปิยะโชคคณากุล และสมศักดิ์ อภิสิทธิ์วานิช. (2551). *ชีววิทยา 3* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มูลนิธิ สอวน.

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

เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์. (2550) *ปฏิบัติการพันธุศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). ชลบุรี: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์. (2560). *วิชา 306103 ชีววิทยาสำหรับแพทยศาสตร์ (เฉพาะเรื่องพันธุกรรม)*.

ชลบุรี: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

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

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

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2557). *ความรุนแรงในเด็ก แก่ที่ความคาดหวัง และพ่อแม่*. เข้าถึงได้จาก http://vrudhi.org/blog/wp-content/uploads/2013/10/successful_parenting.jpg

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.





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



แนวการตอบขึ้นสร้างความสนใจ

คำชี้แจง - ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Kahoot เพื่อทดสอบความเข้าใจเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็นที่ได้เรียนผ่านมาแล้วจากวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีคำถาม และคำตอบ ดังนี้

The screenshot shows the Kahoot! quiz interface. The top navigation bar includes 'Discover', 'Kahoots', and 'Reports'. The main area displays 'Questions (5)' and a 'Show answers' button. The first question (Q1) is: 'โยนลูกเต๋า 1 ลูก 1 ครั้ง จงหาความน่าจะเป็นที่ได้แต้มที่หารด้วย 3 ลงตัว'. The options are: 1/2, 1/3, 1/4, and 1/8. The correct answer is 1/3, indicated by a green checkmark. The interface also shows a 'Play' button and a 'Challenge' button. The user 'umpawan93' is listed as the creator.

The screenshot shows the Kahoot! quiz interface for the second and third questions. The second question (Q2) is: 'ลานจอดรถมีรถเก๋ง 60 คันรถกระบะ 30 คันรถตู้ 10 คัน จงหาความน่าจะเป็นที่รถคันแรกที่จะเป็นรถตู้'. The options are: 1/5, 1/6, 1/10, and 1/20. The correct answer is 1/10, indicated by a green checkmark. The third question (Q3) is: 'ค่ายหายวันเกิดเพื่อน โดยเพื่อนบอกไปไว้ว่าเกิดเดือนมิถุนายน จงหาความน่าจะเป็นที่ค่ายจะหายถูก'. The options are: 1/5, 1/6, 1/10, and 1/20. The correct answer is 1/10, indicated by a green checkmark. The interface also shows a 'Play' button and a 'Challenge' button. The user 'umpawan93' is listed as the creator.

The image displays two screenshots of the Kahoot! game interface, showing a quiz in progress. The browser window shows the URL: <https://create.kahoot.it/details/e3efcc79-6848-4b83-8cd7-19eb25214fa0>.

Top Screenshot (Q3):

Q3: ค่ายหายวันเกิดเพื่อน โดยเพื่อนบอกใบ้ให้ว่าเกิดเดือนมีนาคม จงหาความน่าจะเป็นที่ค่ายจะหายถูก

Options and Progress:

- 1/10 (Red triangle) - Incorrect (X)
- 1/15 (Blue diamond) - Incorrect (X)
- 1/25 (Yellow circle) - Incorrect (X)
- 1/30 (Green square) - Correct (✓)

Time: 20 sec

Bottom Screenshot (Q4):

Q4: มีบัตรเลข 1,2,3,4,5 ถ้าหยิบบัตรพร้อมกัน 3 ใบ จงหาความน่าจะเป็นที่ผลรวมของแต้มบนบัตรมากกว่า 10

Options and Progress:

- 1/5 (Red triangle) - Correct (✓)
- 1/8 (Blue diamond) - Incorrect (X)
- 1/3 (Yellow circle) - Incorrect (X)
- 1/2 (Green square) - Incorrect (X)

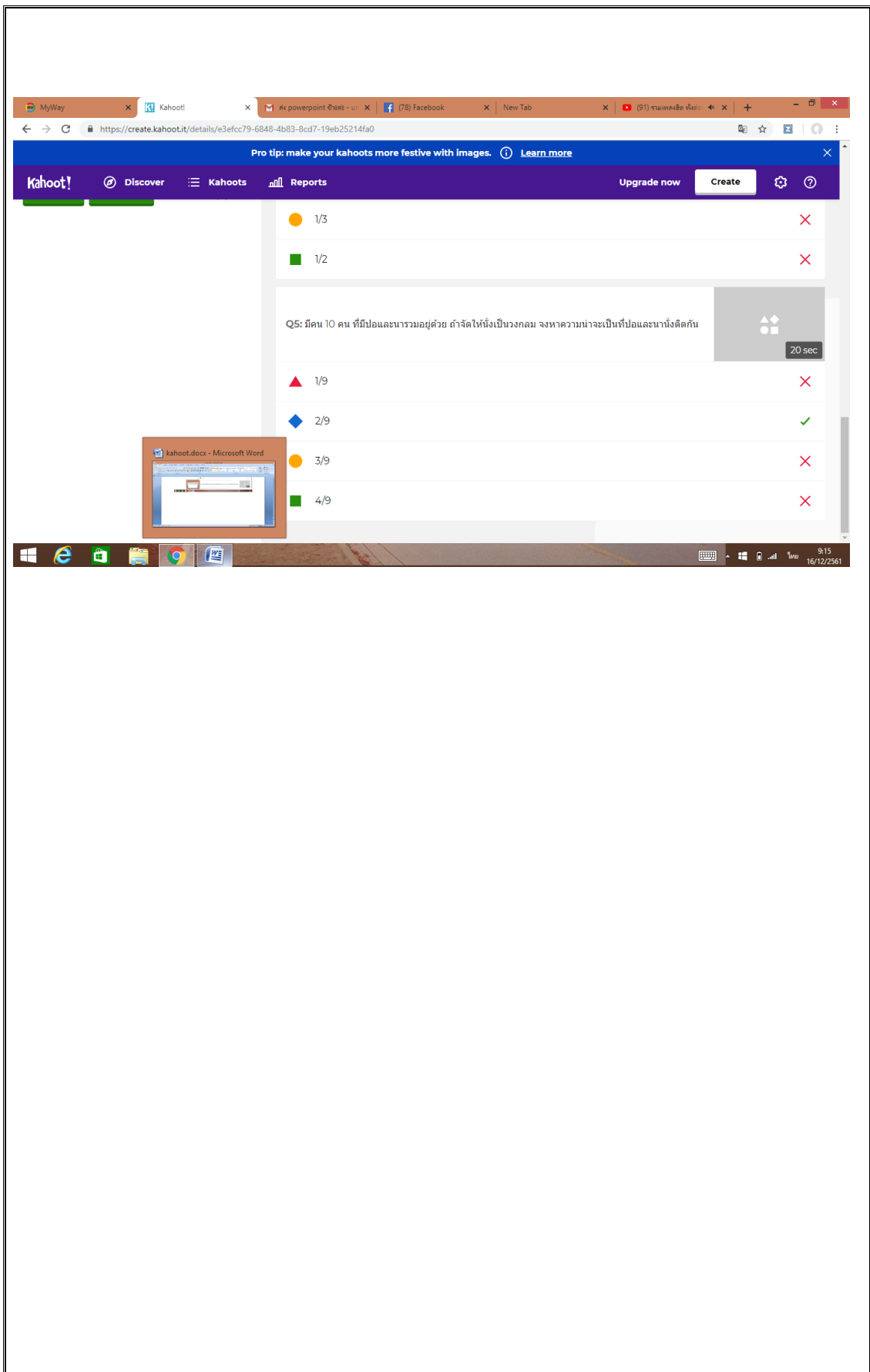
Time: 30 sec

Bottom Screenshot (Q5):

Q5: มีคน 10 คน ที่มีปอและนามอยู่ด้วย ถ้าจัดให้เป็นวงกลม จงหาความน่าจะเป็นที่ปอและนามนั่งติดกัน

Time: 20 sec

A small window titled "kahoot.docx - Microsoft Word" is visible in the bottom screenshot.



- ให้นักเรียนพิจารณา ภาพที่ 1 ตัวอย่างครอบครัวหนึ่งแล้วร่วมกันอภิปรายตอบคำถาม




ภาพที่ 1 ตัวอย่างครอบครัวหนึ่ง

ที่มา : http://vrudhi.org/blog/wp-content/uploads/2013/10/successful_parenting.jpg

คำถาม

1. นักเรียนคิดว่าพ่อแม่ลูกในภาพที่ 1 มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมใดไปสู่ลูกบ้าง
ลักษณะผมหงอก - หยักศก - หยิก สีผม สีผิว ฯลฯ
2. สารใดเป็นสารที่ใช้ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
คือ กรดนิวคลีอิกที่บางครั้งก็แทนด้วยยีน
3. กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเป็นอย่างไร
เป็นการถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งผ่านทางยีน หรือสารพันธุกรรม



เฉลยการตอบขั้นสำรวจ และค้นหา

คำชี้แจง - ให้นักเรียนใช้โปรแกรม Kahoot เพื่อทดสอบความเข้าใจเนื้อหาเรื่องการศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดลและกฎของความน่าจะเป็นที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว โดยมีคำถาม และคำตอบดังนี้

MyWay x Kahoot! x #4 powerpoint-ชีส - umpawan x +

← → ↻ https://create.kahoot.it/details/45fc51f9-0452-468f-b70e-3826b83e2bbc

Pro tip: make your kahoots more festive with images. [Learn more](#)

Kahoot! Discover Kahoots Reports Upgrade now Create

การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล

[Play](#) [Challenge](#) ☆

A public quiz for schools

เมนเดลศึกษาข้าวสาลีและถั่วผ่านปฏิกิริยาศรีพันธุศาสตร์ จนได้ผลการทดลองเป็นนิยามแห่งพันธุศาสตร์

0 favorites 0 plays 0 players

umpawan93
(javascript:void(0))

Copy and share this playable link
<https://play.kahoot.it/#/k/45fc51f9-0452-468f-b70e-3826b83e2bbc>

Questions (8) [Show answers](#)

Q1: การทดลองของเมนเดลไม่เกี่ยวข้องกับข้อใด

20 sec

- ▲ แอลลีล ✗
- ◆ ความน่าจะเป็น ✗
- มัลติเปิลแอลลีล ✓
- การแปรผันไม่ต่อเนื่อง ✗

Q2: ข้อใดให้ความหมายของเฮเทอไรโกสได้ถูกต้อง

20 sec

- ▲ หนึ่งโลคัส มีสองแอลลีลที่ต่างกัน ✓
- ◆ สองโลคัส มีสองแอลลีลที่ต่างกัน ✗
- หนึ่งโลคัสมีสองแอลลีลที่เหมือนกัน ✗
- สองโลคัส มีสองแอลลีลที่เหมือนกัน ✗

Q3: ข้อใดคือฮอมอไซโกสโดมิแนนท์(homozygous dominant)

20 sec

The image displays two sequential screenshots of a Kahoot! quiz session. The browser tabs at the top include MyWay, Kahoot!, powerpoint, and Facebook. The URL bar shows the Kahoot! quiz details page.

Top Screenshot:

- Question Q3:** ข้อใดคือฮอมอไซกัสโดมิแนนท์(homozygous dominant)
- Options:**
 - AA (Correct, marked with a green checkmark)
 - Aa (Incorrect, marked with a red X)
 - aa (Incorrect, marked with a red X)
 - ก และ ค ถูก (Incorrect, marked with a red X)
- Question Q4:** อัตราส่วนระหว่างลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยในรุ่น F₂จากการทดลองของเมนเดลคือข้อใด

Bottom Screenshot:

- Question Q4:** อัตราส่วนระหว่างลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยในรุ่น F₂จากการทดลองของเมนเดลคือข้อใด
- Options:**
 - 1:1 (Incorrect, marked with a red X)
 - 2:1 (Incorrect, marked with a red X)
 - 3:1 (Correct, marked with a green checkmark)
 - 4:1 (Incorrect, marked with a red X)
- Question Q5:** นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่ได้รับยกย่องให้เป็นบิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์

The image displays two screenshots of a Kahoot! quiz interface, showing questions related to genetics.

Top Screenshot (Q5):

Q5: นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่ได้รับการยกย่องให้เป็นบิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์

Options:

- ▲ ลีวโก เดอ ฟรีส์ (Incorrect)
- ◆ เกรเกอร์ โยฮัน เมนเดล (Correct)
- คาร์ล เอริช คอร์เลนส (Incorrect)
- เอริช แชร์มาร์ค ฟอน ไชเซนเกลส์ (Incorrect)

Bottom Screenshot (Q6):

Q6: นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดเมนเดลจึงเลือกถั่ว สันดาเป็นพืชทดลอง

Options:

- ▲ เพราะปลูกง่าย (Incorrect)
- ◆ มี cross-pollination (Incorrect)
- มี self-pollination (Correct)
- เพราะหาพันธุ์ได้ง่าย (Incorrect)

Q7: การผสมพันธุ์พืชเพื่อศึกษาลักษณะเด่นและด้อย ในรุ่น F₂ เราจะพบลักษณะด้อยในกรณีใด

The image displays two screenshots of a Kahoot! quiz interface, likely from a computer screen. The browser address bar shows the URL: <https://create.kahoot.it/details/45fc51f9-0452-468f-b70e-3826b83e2bbc>. The Kahoot! logo and navigation buttons (Discover, Kahoots, Reports) are visible at the top. The quiz content is displayed in the center, with a timer indicating 20 seconds for Q7 and 30 seconds for Q8.

Q7: การผสมพันธุ์พืชเพื่อศึกษาลักษณะเด่นและด้อย ในรุ่น F_2 เราจะพบลักษณะด้อยในกรณีใด

- ▶ พ่อ เป็นลักษณะด้อยพันธุ์แม่เป็นพันธุ์ทาง ✓
- ▶ พ่อ เป็นพันธุ์ทาง แม่เป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้ ✗
- ▶ พ่อ เป็นลักษณะเด่นพันธุ์แม่เป็นพันธุ์ทาง ✗
- ▶ พ่อ เป็นลักษณะด้อยพันธุ์แม่เป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้ ✗

Q8: ถ้า R แทนลักษณะเด่น และ r แทนลักษณะด้อย พ่อ แม่ที่มีจีโนไทป์ Rr และ rr จะได้ลูกมีลักษณะอย่างไร

- ▶ พ่อ เป็นลักษณะเด่นพันธุ์แม่เป็นพันธุ์ทาง ✗
- ▶ พ่อ เป็นลักษณะด้อยพันธุ์แม่เป็นลักษณะเด่นพันธุ์แท้ ✗
- ▶ เด่นทั้งหมด ✗
- ▶ ด้อยทั้งหมด ✗
- ▶ เด่น 25% ด้อย 25% ✗
- ▶ ด้อย 50% เด่น 50% ✓

แนวการตอบใบกิจกรรมที่ 1

การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดลและกฎของความน่าจะเป็น

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน รวม 5 คะแนน)

1. เมนเดลมีวิธีอย่างไรจึงทำให้เขาค้นพบหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

1.1 การเลือกพืชที่มีความเหมาะสมมาใช้ในการทดลองผสมพันธุ์คือ ถั่วลันเตา

1.2 การเลือกลักษณะของถั่วลันเตาที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนมาผสมพันธุ์กัน โดยเลือกมา

7 ลักษณะ เช่น ลักษณะความสูงของถั่ว มีถั่วต้นสูงและต้นเตี้ย เป็นต้น

1.3 การเลือกวิธีการผสมพันธุ์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาลักษณะของต้นพ่อแม่ที่เป็นพันธุ์แท้ให้ผสมกันทีละลักษณะ เพื่อจะได้วิเคราะห์ผลการทดลองได้ง่าย

2. ลักษณะของถั่วลันเตาที่เมนเดลเลือกมาศึกษามีอะไรบ้าง

ลักษณะที่เมนเดลนำมาศึกษามี 7 ลักษณะ

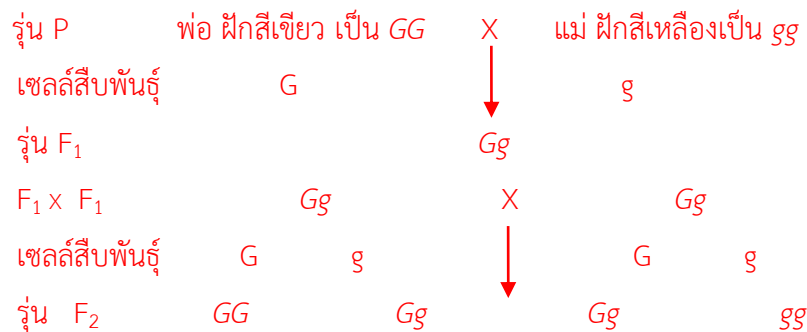
เมล็ด		ดอก	รูปร่างของถั่วที่แก่เต็มที		ลำต้น	
รูปร่างของเมล็ด	สีของเนื้อของเมล็ด	สีของดอก	รูปร่าง และสีของฝักถั่ว		ตำแหน่งของดอก	ความสูงของลำต้น
กลม	เหลือง	ขาว	อวบ	เหลือง	ที่กิ่ง	สูง
ขรุขระ	เขียว	ม่วง	แฟบ	เขียว	ที่ยอด	เตี้ย

3. เมนเดลมีวิธีการศึกษาการผสมถั่วลันเตาอย่างไร

การเลือกวิธีการผสมพันธุ์โดยการพิจารณาลักษณะของถั่วลันเตาต้นพ่อแม่และแม่ที่เป็นพันธุ์แท้ แล้วนำมาผสมกันทีละลักษณะเพื่อจะได้วิเคราะห์ผลการทดลองได้ง่าย

4. ถ้านำถั่วลิ้นเต่าพันธุ์แท้ฝักสีเขียวซึ่งเป็นลักษณะเด่นกับฝักสีเหลืองซึ่งเป็นลักษณะด้อยรุ่นพ่อแม่มาผสมพันธุ์กันจะได้รุ่น F_1 มีฟีโนไทป์แบบใด และถ้านำรุ่น F_1 มาผสมกันเองจะได้รุ่น F_2 ที่มีจีโนไทป์และฟีโนไทป์แบบใดบ้าง ในอัตราส่วนเท่าใด จงอธิบาย

กำหนดให้



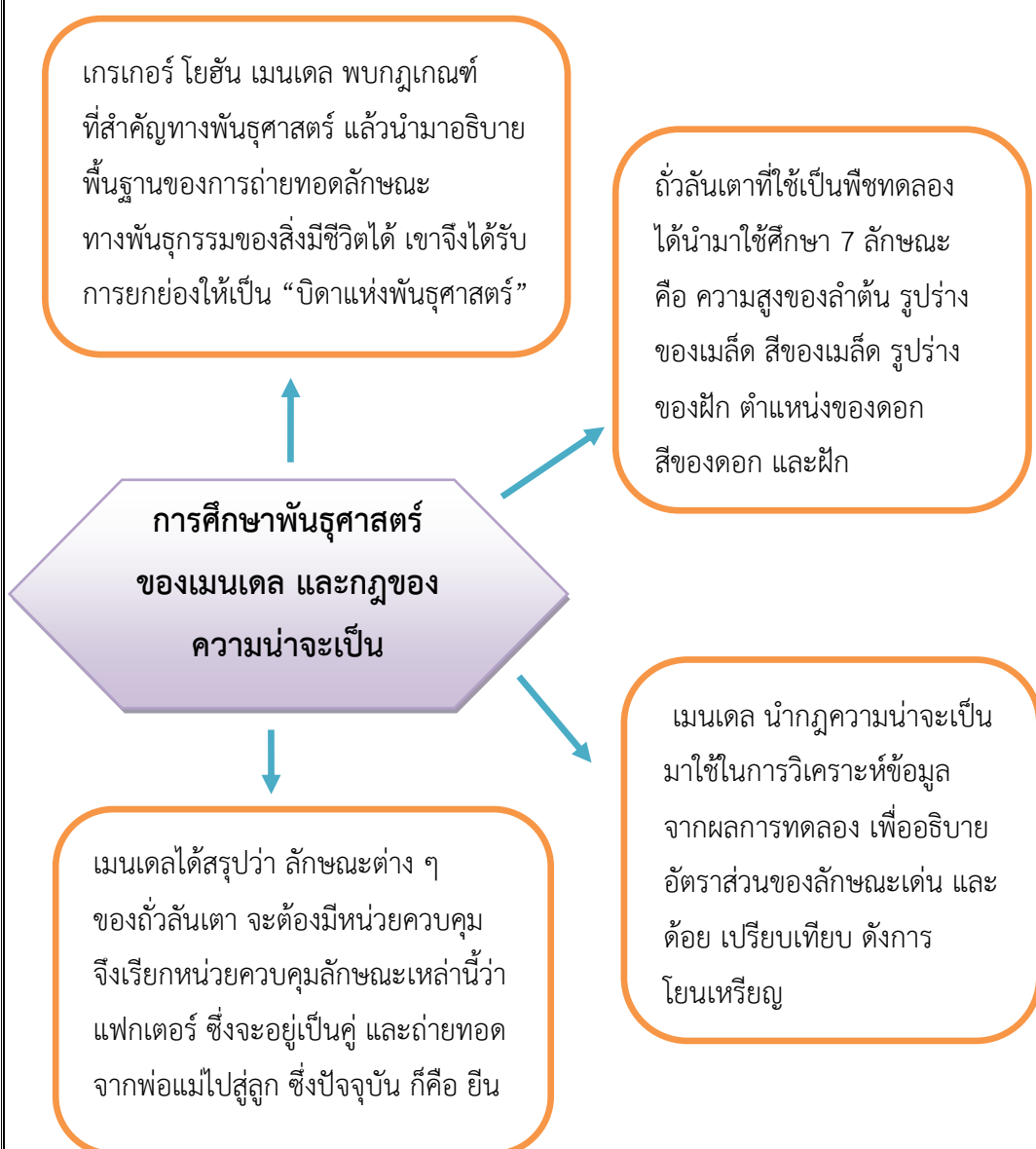
ในการผสมพันธุ์ถั่วลิ้นเต่าในรุ่นพ่อแม่ จะได้รุ่น F_1 มีฟีโนไทป์เป็นฝักสีเขียวทั้งหมด และเมื่อนำรุ่น F_1 มาผสมพันธุ์กัน เพื่อให้ได้รุ่น F_2 ที่มีจีโนไทป์ 3 แบบ คือ $1/4$ GG $1/2$ Gg $1/4$ gg และฟีโนไทป์ทั้ง 2 ลักษณะตามแบบรุ่นของพ่อแม่ คือ ฝักสีเขียวและฝักสีเหลือง ในอัตราส่วน 3 : 1

5. จงบอกความหมายของคำศัพท์ต่อไปนี้ ให้ถูกต้องสมบูรณ์

- 5.1 จีโนไทป์ คือ ยีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- 5.2 ฟีโนไทป์ คือ ลักษณะทางพันธุกรรมที่ปรากฏออกมาภายนอกของสิ่งมีชีวิต
- 5.3 ฮอโมไซกัสโดมิแนนท์ คือ จีโนไทป์ที่มียีนเด่นทั้งหมด เช่น GG
- 5.4 ฮอโมไซกัสรีเซสซีฟ คือ จีโนไทป์ที่มียีนด้อยทั้งหมด เช่น gg
- 5.5 เฮเทอโรไซกัสจีโนไทป์ คือ จีโนไทป์ที่มียีน 2 แอลลีลที่ต่างกันมาเข้าคู่กัน เช่น Gg

แนวทางการอภิปรายชั้นอธิบาย และลงข้อสรุป

คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบายและสรุปความรู้ เรื่องการศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล และกฎความน่าจะเป็น (ในรูปแบบแผนผัง แผนภาพ หรือข้อความสรุปย่อ)



แนวทางการอภิปรายชั้นขยายความรู้

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่องความน่าจะเป็น โดยโยนเหรียญ 2 เหรียญ ทำการทดลอง 50 ครั้ง และบันทึกผลในแต่ละครั้ง แล้วร่วมกันอภิปรายประเด็นคำถามที่กำหนดให้

ตารางบันทึกผล

ครั้งที่	ผลการโยน	ครั้งที่	ผลการโยน	ครั้งที่	ผลการโยน	ครั้งที่	ผลการโยน
1		11		21		31	
2		12		22		32	
3		13		23		33	
4		14		24		34	
5		15		25		35	
6		16		26		36	
7		17		27		37	
8		18		28		38	
9		19		29		39	
10		20		30		40	

การทดลองขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล

คำถาม

1. โอกาสที่เหรียญจะตกลงมามีกี่แบบ อะไรบ้าง แต่ละแบบมีความน่าจะเป็นเท่าใด

มี 3 แบบ คือ หัวกับหัว หัวกับก้อย และก้อยกับก้อย แต่ละแบบมีความน่าจะเป็นเท่ากับ $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ และ $\frac{1}{4}$ ตามลำดับ

2. สามารถนำความน่าจะเป็นจากการโยนเหรียญนี้ มาใช้ในการศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดลอย่างไร

นำหลักความน่าจะเป็นมาเทียบการหาอัตราส่วนของการผสมพันธุ์ถั่วลันเตา

ในรุ่น F_1 คือ ฟีนไทป์ของถั่วลันเตาเป็นฝักสีเขียว มีจีโนไทป์เป็น Gg เปรียบด้านหนึ่งของเหรียญเป็น G และอีกด้านเป็น g ซึ่งในการผสมระหว่างรุ่น F_1 กับรุ่น F_1 โอกาสที่ยีนในรุ่น F_2 จะเข้าคู่กันได้ 3 แบบ คือ GG Gg และ gg โดยมีอัตราส่วน 1 : 2 : 1 และมีฟีนไทป์ 2 แบบ คือ ฝักสีเขียวกับฝักสีเหลือง ในอัตราส่วน 3 : 1 เสมอ ซึ่งก็เหมือนกับการโยนเหรียญทั้ง 2 เหรียญนั่นเอง



สรุปผลการอภิปรายร่วมกัน

สรุปได้ว่า ในการโยนเหรียญขึ้นไปในอากาศพร้อม ๆ กันทั้ง 2 เหรียญ โอกาสที่เหรียญจะตกลงมา แล้วออกหัว หรือก้อยได้เท่ากัน คือ มีโอกาสที่จะเป็นไปได้ 3 แบบ ดังนี้ แบบที่ 1 ออกหัวทั้ง 2 เหรียญ แบบที่ 2 ออกหัว 1 เหรียญ และก้อย 1 เหรียญ แบบที่ 3 ออกก้อยทั้ง 2 เหรียญ โดยมีอัตราส่วน 1 : 2 : 1

เราสามารถนำหลักความน่าจะเป็นมาเปรียบได้กับการผสมถั่วลันเตาในรุ่น F_1 ซึ่งมีฟีนไทป์เป็นฝักสีเขียว และมีจีโนไทป์เป็น Gg คือ ด้านหนึ่งของเหรียญเป็น G และอีกด้านเป็น g ซึ่งในการผสมระหว่างรุ่น F_1 กับรุ่น F_1 โอกาสที่ยีนในรุ่น F_2 จะเข้าคู่กันได้ 3 แบบ เช่นกัน คือ GG Gg และ gg โดยมีอัตราส่วน 1 : 2 : 1 และมีฟีนไทป์ 2 แบบ คือ ฝักสีเขียวกับฝักสีเหลือง ในอัตราส่วน 3 : 1 เสมอ

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

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

