

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es

ในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เรื่องยีนบนโครโมโซมเพศ ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศ และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ ใช้เวลา 5 ชั่วโมง นักเรียนควรปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนอ่านคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es ให้เข้าใจ พร้อมทั้งศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ และสาระสำคัญ
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ในเวลา 10 นาที
3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es ชุดที่ 5 เรื่องยีนบนโครโมโซมเพศ ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศ และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) นักเรียนทบทวนความรู้เดิม โดยพิจารณาภาพที่ 1 และเนื้อหาครอบครัวมนุษย์หมาป่าแล้วตอบคำถาม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) นักเรียนศึกษาเนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es โดยศึกษาเนื้อหาในใบความรู้ที่ 1 ยีนบนโครโมโซมเพศและโครโมโซมร่างกาย และใบความรู้ที่ 2 ลักษณะ ที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศ และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ และทำกิจกรรม “ร่วมด้วยช่วยกันคิด” “ทายซิฉันคืออะไร” “ศึกษาฉันหน่อย” ตามลำดับ แล้วทำใบกิจกรรมที่ 1 ยีนบนโครโมโซมเพศ และใบความรู้ที่ 2 ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศ และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศให้เรียบร้อย

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนตรวจคำตอบจากแนวการตอบท้ายชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามประเด็นคำถามที่ครูถาม แล้วสรุปลงในใบบันทึกความรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เรื่องโรคมะเร็งที่เรตินา และหมู่เลือด Rh กับอิทธิพลของโครโมโซมเพศในกิจกรรมที่ 1 และพิจารณาภาพการถ่ายทอดลักษณะหัวล้านแล้วอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ในเวลา 10 นาที เกณฑ์การประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เรื่องยีนบนโครโมโซมเพศ ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศ และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศชุดนี้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ขึ้นไป



**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5Es รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 ชุดที่ 5 เรื่องยีนบนโครโมโซมเพศ ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศ
และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ**

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.1 อธิบาย ยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมของยีนบนโครโมโซมเพศ และออโตโซมได้ (K)
- 1.2 เขียน วิเคราะห์จีโนไทป์ ฟีนোটป์ คำนวณลักษณะทางพันธุกรรมของยีนบนโครโมโซมเพศ และออโตโซมได้ พร้อมทั้งอธิบายคำศัพท์ต่าง ๆ ของลักษณะทางพันธุกรรม (P,K)
- 1.3 เขียนพันธุประวัติ และทำนายลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถเกิดในรุ่นต่าง ๆ ได้ (P,K)
- 1.4 อธิบาย เปรียบเทียบ และเขียนจีโนไทป์ แสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ขึ้นกับอิทธิพลของเพศ และลักษณะทางพันธุกรรมจำกัดเพศได้ (P,K)
- 1.5 สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เรื่องลักษณะที่ถ่ายทอดผ่านโครโมโซมเพศ และออโตโซมได้ (P)
- 1.6 รับผิดชอบ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นการทำงาน และมีจิตสาธารณะ (A)

2. สารการเรียนรู้

- 2.1 ยีนบนโครโมโซมเพศ และออโตโซม
- 2.2 ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศ
- 2.3 ลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

3. สารสำคัญ

ยีนบนโครโมโซมเพศ เป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศ (sex linked gene) หมายถึง ยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ เช่น ยีนตาบอดสี ฮีโมฟีเลีย ยีนเหล่านี้จะอยู่บนโครโมโซม X จึงพบลักษณะเหล่านี้ในเพศชายมากกว่าเพศหญิง เนื่องจากเพศชายมีโครโมโซม X เพียงโครโมโซมเดียว

ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศ (sex influenced traits) คือ ลักษณะบางลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนเด่นบนออโตโซม อาจแสดงออกไม่เท่ากัน เนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศได้

ลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ (sex limited traits) คือ ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะที่ควบคุมโดยยีนบนออโตโซมที่ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมภายในร่างกายของแต่ละเพศ

แบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดที่ 5 เรื่องยีนบนโครโมโซมเพศ ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศ
และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

รายวิชา ว30244 ชีววิทยา 4

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

จำนวน 10 ข้อ

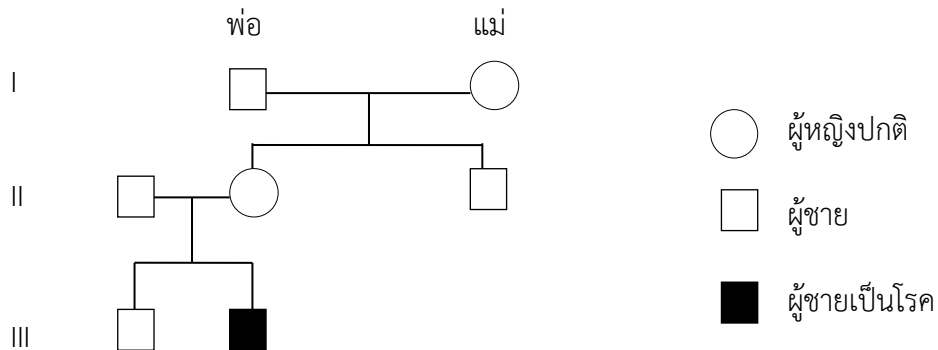
เวลา 10 นาที

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ มีทั้งหมด 10 ข้อ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

1. ยีนที่ใช้ควบคุมลักษณะตาบอดสีเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อยซึ่งอยู่บนโครโมโซม X ถ้าพ่อ และแม่ตาปกติมีลูกชายตาบอดสี ผู้มียืนตาบอดสีแล้วถ่ายทอดมายังลูกชายคือใคร
- ก. พ่อ
 - ข. พ่อ และแม่
 - ค. ปู่ หรือย่า
 - ง. ตา หรือยาย
2. โรค G-6-PD เป็นลักษณะพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับเพศ ถ้าภรรยาเป็นพาหะสำหรับยีนผิดปกตินี้ และสามีเป็นโรค โอกาสที่สามีภรรยาคู่นี้จะมีลูกคนแรก ไม่เป็น โรคนี้คือเท่าใด
- ก. 25 %
 - ข. 50 %
 - ค. 75 %
 - ง. 100 %

3. ถ้าผู้หญิงที่เป็นโรคฮีโมฟีเลียแต่งงานกับผู้ชายปกติ จะได้รุ่นลูกเป็นแบบใด
- ก. ลูกทุกคนปกติ
 - ข. ลูกทุกคนเป็นโรค
 - ค. ลูกสาวทั้งหมดเป็นโรค
 - ง. ลูกชายทั้งหมดเป็นโรค
4. ข้อใดอธิบายความหมายของยีนที่เกี่ยวข้องกับ Y ได้ถูกต้องที่สุด
- ก. ยีนที่แสดงลักษณะเด่น ในเพศใดเพศหนึ่งเท่านั้น
 - ข. ยีนที่ถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกสาว ลูกชาย และเพศชายในรุ่นต่อไป
 - ค. ยีนที่ถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกชาย แล้วต่อไปยังหลานชาย และเพศชายในรุ่นต่อไป
 - ง. ยีนที่ถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกสาว ลูกชายไปยังหลานสาว และเพศชายในรุ่นต่อไป
- อ่านข้อความนี้แล้วตอบคำถามข้อ 5
- 1. ยีนสีตาแมลงหวี่
 - 2. ตาบอดสี
 - 3. โรคกล้ามเนื้อลีบแบนดูเซน
 - 4. โรคทาลัสซีเมีย
 - 5. ยีนที่แสดงลักษณะซุนดกที่หู
5. ข้อใดต่อไปนี้จัดเป็น ยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศบนโครโมโซม X ทั้งหมด
- ก. ข้อ 1, 2 และ 3
 - ข. ข้อ 1, 3 และ 4
 - ค. ข้อ 2, 4 และ 5
 - ง. ข้อ 2, 3 และ 5

ศึกษาสายพันธุ์ประวัติโรคฮีโมฟีเลียของครอบครัวนี้แล้วตอบคำถามข้อ 6



6. จากสายพันธุ์ประวัติของครอบครัวนี้ อยากทราบว่า จีโนไทป์ของพ่อแม่คู่แรกเป็นอย่างไร (ให้ X^h เป็นโครโมโซมที่มีฮีมอฟีเลีย, X เป็นโครโมโซมปกติ)
- XY และ XX
 - X^hY และ XX
 - XY และ XX^h
 - X^hY และ X^hX^h
7. เพราะเหตุใดลักษณะ G-6-PD จึงแสดงลักษณะออกมาในเพศชายได้ง่ายกว่าเพศหญิง
- เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนเด่นซึ่งอยู่บนโครโมโซม X
 - เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนเด่นซึ่งอยู่บนโครโมโซม Y
 - เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย ซึ่งอยู่บนโครโมโซม X ที่ได้มาจากแม่
 - เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย ซึ่งอยู่บนโครโมโซม Y ที่ได้มาจากพ่อ
8. ลักษณะหัวล้านมีโอกาสเกิดได้กับเพศชายมากกว่าเพศหญิง เพราะเป็นลักษณะในข้อใด
- sex limited traits
 - sex influenced traits
 - ยีนที่เกี่ยวข้องกับโครโมโซม Y
 - ยีนที่เกี่ยวข้องกับโครโมโซม X

9. กำหนดให้

1. ลักษณะสีรชะลำน
2. ปริมาณน้ำนมในคน
3. ลักษณะของขนหางไก่
4. ตาบอดสี

ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

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

10. ข้อใดสรุปได้ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับยีนด้อยบนโครโมโซม X

- ก. ชายที่เป็นโรคได้รับยีนมาจากพ่อที่เป็นโรค
- ข. มักพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย เพราะยีนนั้นเป็นยีนด้อยบนโครโมโซม X
- ค. โรค หรือความผิดปกติในเพศชาย ถ่ายทอดผ่านลูกชายที่ปกติ ไปให้หลานชาย การถ่ายทอด จึงมีการเว้นชั่วคนในการพบโรค หรือความผิดปกติ
- ง. ลูกของชายที่เป็นโรค ทั้งลูกหญิง และลูกชายจะปกติ แต่ลูกสาวทุกคนจะเป็นเฮเทอไรซิกัส ซึ่งจะส่งต่อความผิดปกติ หรือโรคไปให้ครึ่งหนึ่งของลูกชายรุ่นต่อไป





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 ให้นักเรียนพิจารณา ภาพที่ 1 ครอบครัวมนุษย์หมาป่า และบทความที่กำหนดให้



ภาพที่ 1 ครอบครัวมนุษย์หมาป่า

ที่มา : <http://www.esanguide.com/news/detail.php?id=4334>

พบพี่น้องหญิงชาวอินเดีย 3 คน มีใบหน้า รวมทั้งร่างกายที่เต็มไปด้วยขนทั่วตัว ซึ่งพบในโลกประมาณ 50 คน โดยความผิดปกตินี้ มาจากฝ่ายพ่อที่เป็นโรคมะนุษย์หมาป่า (Hypertrichosis) แต่มีแม่ ปู่ ยาย และตาปกติ ให้ร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามต่อไปนี้

คำถาม

1. นักเรียนคิดว่าลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงความผิดปกตินี้ถูกควบคุมด้วยสิ่งใด เพราะอะไร

.....

.....

2. ลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงความผิดปกตินี้ มักเกิดขึ้นในเพศใดมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

.....

.....

2. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)

ใบความรู้ที่ 1

ยีนบนโครโมโซมเพศและโครโมโซมร่างกาย

คนปกติมีโครโมโซมทั้งหมด 23 คู่ เป็นโครโมโซมที่ควบคุมลักษณะการเจริญของร่างกายทั่วไป เรียกว่าออโตโซม (autosome) 22 คู่ที่เหมือนกัน และโครโมโซมที่ควบคุมเพศ 1 คู่ ถ้าเหมือนกัน คือ XX เป็นเพศหญิง และถ้าไม่เหมือนกัน คือ XY เป็นเพศชาย เพราะฉะนั้นเราจะพิจารณายีนที่อยู่บนโครโมโซม X และโครโมโซม Y เท่านั้น

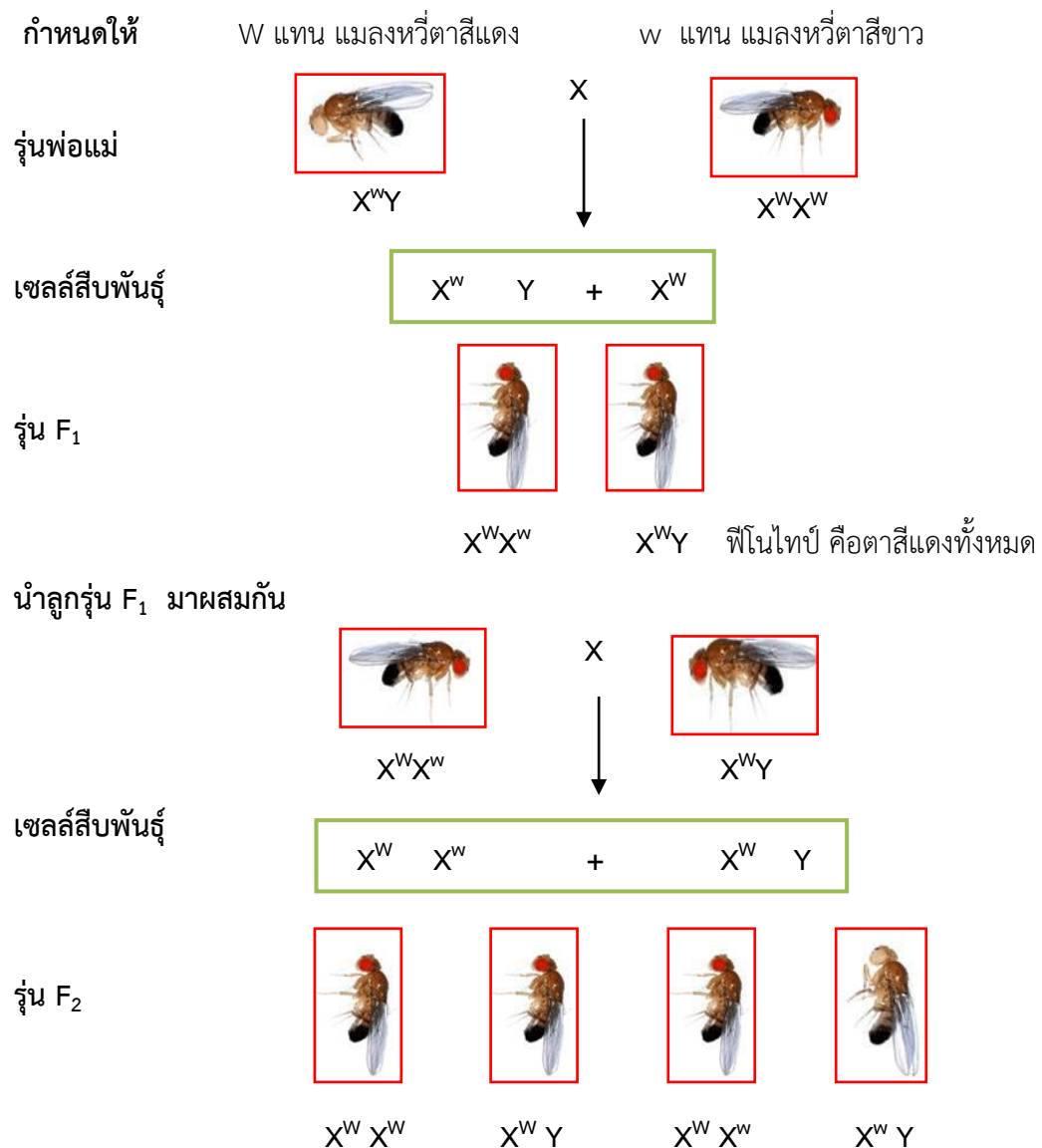
ในปี พ.ศ. 2453 โทมัส ฮัน มอร์แกน (Thomas Hunt Morgan) และคณะ พบลักษณะพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศเป็นครั้งแรก โดยการทดลองเลี้ยงแมลงหวี่ และผสมพันธุ์กันหลายรุ่น จนได้จำนวนมาก โดยปกติแล้วแมลงหวี่ส่วนใหญ่มีตาสีแดง (wild type) และพบว่าแมลงหวี่เพศผู้บางตัวมีตาสีขาว แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แมลงหวี่ตาสีแดง และตาสีขาว

ที่มา : นงนุช เอื้อวงศ์, 2555, หน้า 9

มอร์แกนจึงทำการทดลองผสมพันธุ์แมลงหวี่ตัวผู้ตาสีขาว กับแมลงหวี่ตัวเมียตาสีแดง ลูกที่ได้ในรุ่น F_1 ทุกตัวทั้งสองเพศมีตาสีแดง เมื่อนำลูกรุ่น F_1 ผสมกันเอง ได้แมลงหวี่รุ่น F_2 ที่มีแมลงหวี่ตาสีแดง และตาสีขาวปนอยู่ด้วย ในอัตราส่วน 3 : 1 ซึ่งได้เพศผู้ 2 ตัว ตาสีแดง 1 ตัว ตาสีขาว 1 ตัว และเพศเมีย 2 ตัว ที่ตาสีแดงทั้ง 2 ตัว แสดงดังภาพที่ 3

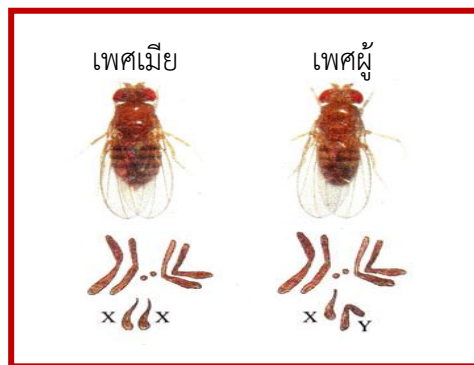


ภาพที่ 3 การทดลองผสมพันธุ์แมลงหวี่ตัวผู้ตาสีขาวกับแมลงหวี่ตัวเมียตาสีแดง

ที่มา : นงนุช เอื้อวงศ์, 2555, หน้า 41

จากการตรวจสอบลักษณะตาสีขาวของแมลงหวี่พบว่าไม่มีเฉพาะตัวผู้เท่านั้น ไม่มีแมลงหวี่ตัวเมียในรุ่น F_2 ที่มีตาสีขาวเลย ดังนั้น มอร์แกนจึงคิดว่าการถ่ายทอดลักษณะตาสีขาวนี้ น่าจะขึ้นอยู่กับเพศ ซึ่งก็ต้องเกี่ยวข้องกับโครโมโซมเพศด้วย จึงสรุปได้ว่า X^W เป็นยีนเด่น X^w เป็นยีนด้อย และโครโมโซม Y จะไม่มียีนที่ควบคุมการแสดงลักษณะตาสีขาว หรือตาสีแดงเลย

จากการศึกษาแมลงหวี่พบว่าโครโมโซมของแมลงหวี่มีทั้งหมด 4 คู่ คือออโตโซม 3 คู่ และมีโครโมโซมเพศอีก 1 คู่ แมลงหวี่ตัวเมียมีโครโมโซมเพศเป็น XX และตัวผู้มีโครโมโซมเพศเป็น XY แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครโมโซมเพศของแมลงหวี่เพศเมีย และเพศผู้

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, หน้า 25.

การถ่ายทอดลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศ เรียกว่า ยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศ บนโครโมโซมเพศ X มียีนอยู่จำนวนมาก ทั้งยีนเด่น และยีนด้อย ซึ่งมีทั้งยีนที่ควบคุมลักษณะทางเพศ และยีนที่ควบคุมลักษณะอื่น ๆ ด้วย ยีนทั้งหมดที่อยู่บนโครโมโซมเพศ X เรียกว่ายีนที่เกี่ยวข้องกับ X (X-linked gene) ไม่ว่ายีนนั้นจะควบคุมลักษณะเพศหรือไม่ก็ตาม และยีนที่อยู่บนโครโมโซม Y เรียกว่ายีนที่เกี่ยวข้องกับ Y (Y-linked gene)

เนื่องจากเพศชาย หรือเพศผู้มีโครโมโซมเพศเป็น XY ดังนั้น ผู้ชาย หรือเพศผู้ที่มียีนเด่น หรือยีนด้อยอยู่เพียงยีนเดียวบนโครโมโซม X หรือโครโมโซม Y ก็แสดงลักษณะนั้นออกมาได้ ยีนด้อยบนโครโมโซมเพศ มีโอกาสแสดงออกในเพศชายได้มากกว่ายีนด้อยบนออโตโซม และลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนด้อยบนโครโมโซม X จะปรากฏออกมาในเพศชายมากกว่าเพศหญิง ส่วนเพศหญิงจะแสดงลักษณะด้อยได้ก็ต่อเมื่อได้รับยีนด้อยบนโครโมโซม X ทั้ง 2 ยีนจากพ่อแม่ฝ่ายละ 1 ยีน และเพศหญิงที่มียีนด้อยเพียงยีนเดียว จะมีลักษณะปกติ เรียกว่าเป็นพาหะ (carrier) ซึ่งจะมีโอกาสถ่ายทอดลักษณะนี้ไปยังลูกชายในรุ่นต่อไป

1. ยีนที่อยู่บนโครโมโซม X (X-linked gene)

นอกจากยีนสีตาแมลงหวี่แล้ว ยังมียีนตาบอดสี (color blindness) โรคเลือดแข็งตัวช้า หรือฮีโมฟีเลีย (hemophilia) ภาวะพร่องเอนไซม์ กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนส (glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency) หรือ (G-6-PD) โรคกล้ามเนื้อลีบแบบดูเชน (duchenne muscular dystrophy)

จากการศึกษาโครงสร้างโครโมโซมโดยกระบวนการ karyotype พบโครงสร้างของสัตว์ ดังนี้

คน และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	เพศผู้ XY	เพศเมีย XX
นก และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก	เพศผู้ ZZ	เพศเมีย ZW
ตั๊กแตน จิ้งหรีด แมลงสาบ	เพศผู้ XO	เพศเมีย XX

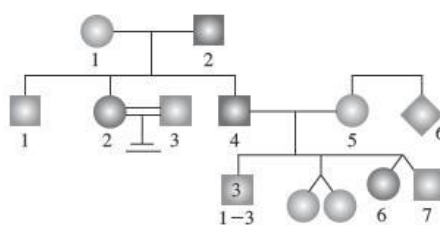
ซึ่ง XO มีโครโมโซมเพศเพียงครึ่งเดียวของเพศเมีย

นักพันธุศาสตร์ที่ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของคน จะใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อแสดงถึงครอบครัวที่ได้ศึกษาลักษณะต่างๆ ตามแผนผังพันธุ์ประวัติ (pedigree) แสดงดังภาพที่ 5

รุ่น พ่อแม่

รุ่น F₁

รุ่น F₂



☐, ♂ - หมายถึง ผู้ชาย

○, ♀ - หมายถึง ผู้หญิง

○—☐ - หมายถึง หญิงชาย 2 คนแต่งงานกัน

○=☐ - หมายถึง การแต่งงานระหว่างญาติ

○—☐—○—☐ - หมายถึง มีการแต่งงานและมีลูก 3 คน
คนแรกเป็นหญิง (ซ้ายสุด) คนที่ 2 เป็นชาย คนที่ 3 เป็นหญิง

○—○ - หมายถึง แผลร่วมไข่

☐—○ - หมายถึง แผลไข่นอกไข่

◇ - หมายถึง คนไม่ทราบเพศ

○—☐ - หมายถึง หญิงหรือชายที่มีความผิดปกติ (ที่กล่าวถึง)

◎ - หมายถึง ผู้หญิงที่เป็นพาหะ

☐₃ - หมายถึง ลูกชาย 3 คน

ภาพที่ 5 ตัวอย่างแผนผังพันธุ์ประวัติ

ที่มา : <http://www.maceducation.com/e-knowledge/2432210100/01.htm>

ตาบอดสี (colour blindness) วิลสัน (Wilson, E. B.) อธิบายว่า ตาบอดสีเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อยซึ่งอยู่บนโครโมโซม X ผู้ชายจึงมีโอกาสตาบอดสีได้มากกว่าผู้หญิง เพราะโครโมโซม X มียีนด้อยเพียงยีนเดียวก็มีโอกาสตาบอดสีได้แล้ว และโครโมโซม X ที่ลูกชายได้ไปนั้น ได้มาจากแม่ไม่ใช่ว่าจากพ่อ ส่วนพ่อจะให้โครโมโซม X ไปยังลูกสาว และแม่อีกให้โครโมโซม X ได้ทั้งลูกชาย และลูกสาว แอลลีลที่เกี่ยวข้องคือ C และ c มีจีโนไทป์ และฟีโนไทป์ ดังนี้

จีโนไทป์		ฟีโนไทป์
ชาย	หญิง	
X^CY	X^CX^C	ตาบอดสี
X^CY	X^CX^C	ตาปกติ
	X^CX^c	ตาปกติ (เป็นพาหะ)

ตัวอย่าง หญิงตาบอดสีแต่งงานกับชายตาปกติ ลูกชายทุกคนตาบอดสีหมด ลูกสาวตาปกติแต่เป็นพาหะ ถ้าลูกสาวที่เป็นพาหะนี้ไปแต่งงานกับชายปกติ ลูกชายที่เกิดมาจะมีโอกาสตาบอดสีได้ ลูกสาวยังคงตาปกติทั้งหมด (แต่มีโอกาส 50 % เป็นพาหะ) กำหนดให้

ผู้หญิงตาปกติ แทนด้วย X^CX^C

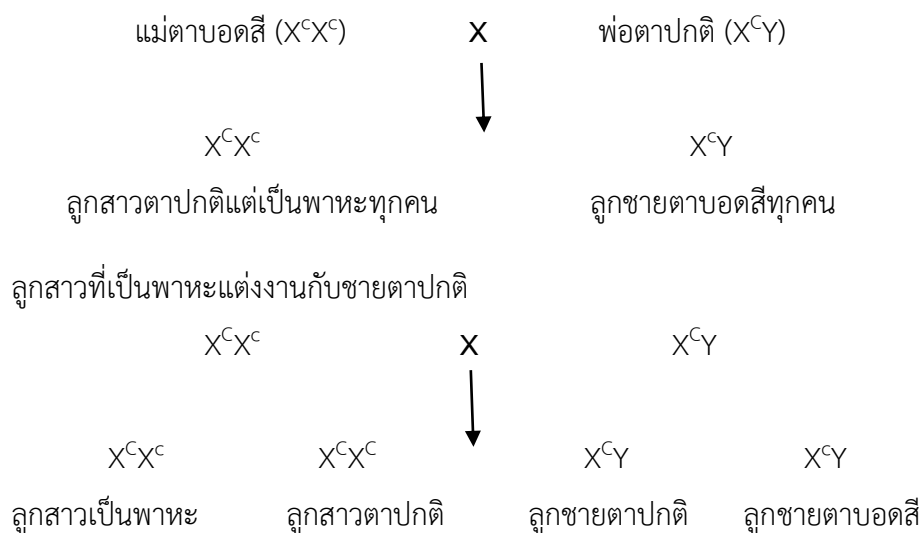
ผู้ชายตาปกติ แทนด้วย X^CY

ผู้หญิงตาบอดสี แทนด้วย X^cX^c

ผู้ชายตาบอดสี แทนด้วย X^cY

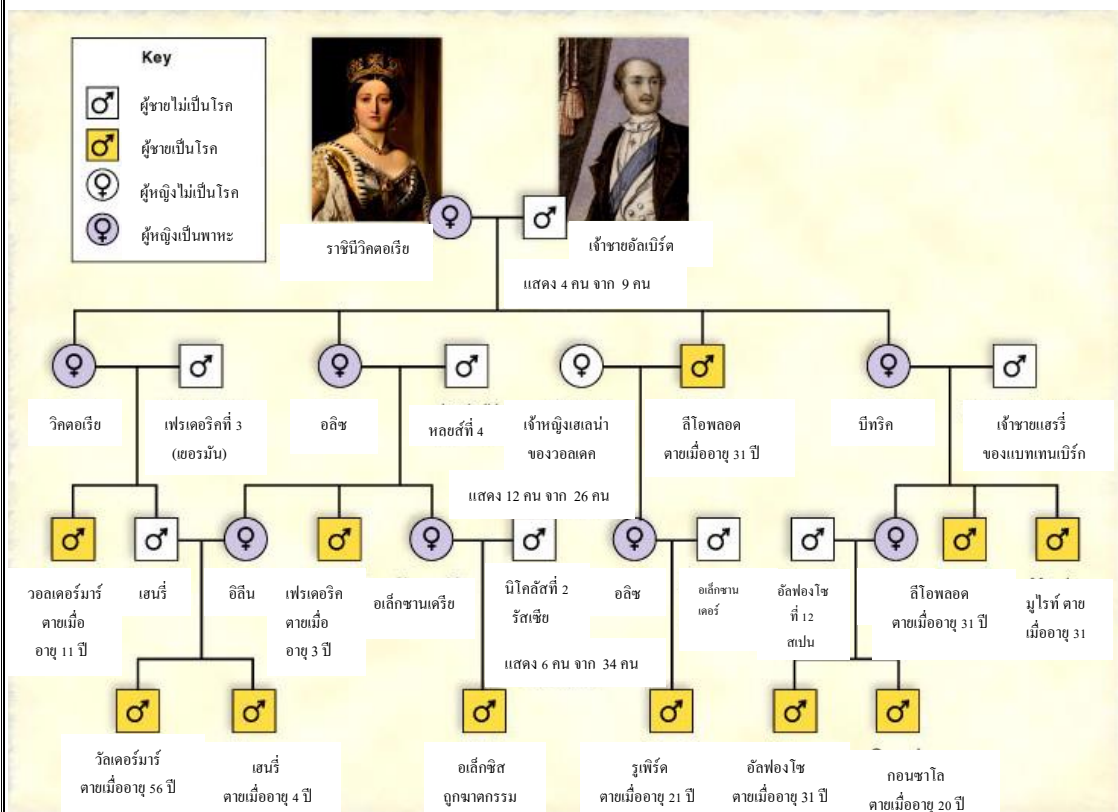
ผู้หญิงตาปกติ (เป็นพาหะตาบอดสี) แทนด้วย X^CX^c

วิธีคิด



ฮีโมฟีเลีย หรือโรคเลือดแข็งตัวช้า (hemophilia) โรคนี้จะถ่ายทอดโดยหญิงปกติที่เป็นพาหะเช่นเดียวกับตาบอดสี อาการของโรคนี้เมื่อเกิดบาดแผล เลือดจะไหลออกมามาก และแข็งตัวช้า เนื่องจากขาดสารที่ช่วยให้เลือดแข็งตัว ทำให้เสียเลือดมาก เลือดกำเดาไหลบ่อย ข้อบวม เกิดแผลฟกช้ำขึ้นเองได้ง่าย อาจเป็นอันตรายถึงเสียชีวิตได้ รักษาโดยการให้สารช่วยให้เลือดแข็งตัวทดแทน

ดังนั้นโรคฮีโมฟีเลีย จึงค่อนข้างหายากกว่าตาบอดสี ที่รู้จักกันดี คือ โรคฮีโมฟีเลียที่เกิดในราชวงศ์อังกฤษ และราชวงศ์ต่าง ๆ ในยุโรปที่แต่งงานกับราชวงศ์อังกฤษ โดยมีพระราชินีวิกทอเรียเป็นพาหะในสมัยคริสต์ศตวรรษที่ 19 และตอนต้นของคริสต์ศตวรรษที่ 20 รายละเอียดของการเป็นโรคนี้แสดงไว้ในพันธุประวัติ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 พันธูประวัติแสดงการถ่ายทอดโรคฮีโมฟีเลียในราชวงศ์อังกฤษ

ที่มา : พจน์ แสงมณี และขวัญสุดา ประวะภูโต, 2552, หน้า 38

โรคฮีโมฟีเลียถูกควบคุมด้วยยีนด้อยบนโครโมโซม X โดยแอลลีลที่เกี่ยวข้องคือ H และ h

จีโนไทป์		ฟีโนไทป์
ชาย	หญิง	
X^hY	X^hX^h	โรคฮีโมฟีเลีย
X^HY	X^HX^H	ปกติ
	X^HX^h	ปกติ (เป็นพาหะ)

ภาวะพร่องเอนไซม์ กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนส (glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency) สาเหตุเกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม X ทำให้เอนไซม์ G6PD ที่คอยปกป้องเม็ดเลือดแดงจากการทำลายของสารอนุมูลอิสระบกพร่อง จนไม่สามารถป้องกันการทำลายสารอนุมูลอิสระที่เป็นพิษต่อเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ ผู้ป่วยจึงมีอาการซีดเป็นครั้งคราว เนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตกอย่างเฉียบพลัน ในเด็กจะมีอาการดีซ่าน ส่วนผู้ใหญ่ มีอาการอ่อนเพลีย ปวดศีรษะ ปวดท้อง คลื่นไส้ ตาเหลือง โลหิตจาง ปัสสาวะมีสีดำ จะถ่ายปัสสาวะน้อยจนเกิดอาการไตวายได้ อาการจะแสดงออกมา เมื่อได้รับสารบางอย่าง เช่น ถั่วปากอ้า รวมถึงการติดเชื้อโรคต่างๆ ทำให้เซลล์เม็ดเลือดขาวหลังสารอนุมูลอิสระมากขึ้น โดยส่วนใหญ่จะพบในเพศชาย เนื่องจากมีโครโมโซม X เพียงโครโมโซมเดียวโดยมีแอลลีลที่เกี่ยวข้องคือ G และ g มีจีโนไทป์ ฟีโนไทป์ ดังนี้

จีโนไทป์		ฟีโนไทป์
ชาย	หญิง	
X^gY	X^gX^g	ภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD
X^GY	X^GX^G	ปกติ
	X^GX^g	ปกติ (เป็นพาหะ)

สรุปได้ว่า

การถ่ายทอดลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนด้อยบนโครโมโซม X

1. มักพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง เพราะยีนนั้นเป็นยีนด้อยบนโครโมโซม X
2. ชายที่มียีนด้อยเพียงยีนเดียวก็แสดงอาการของโรค แต่หญิงต้องมียีนด้อย 2 ยีน

จึงจะแสดงอาการ

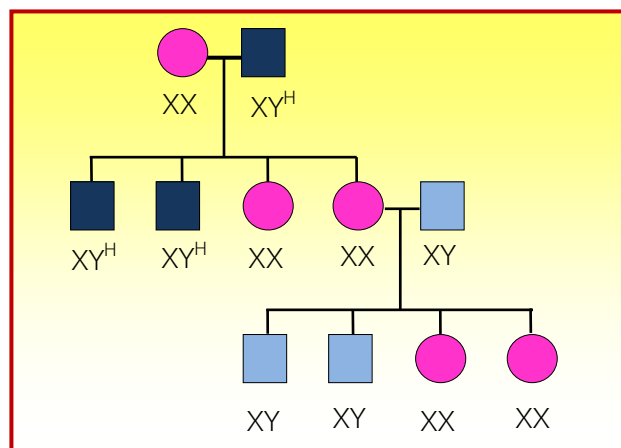
3. ชายที่เป็นโรคได้รับยีนมาจากแม่ที่เป็นพาหะ หรือแม่ที่เป็นโรค
4. หญิงที่เป็นโรค ต้องมีพ่อเป็นโรค และอย่างน้อยมีแม่เป็นพาหะ

5. ลูกของชายที่เป็นโรค ทั้งลูกหญิง และลูกชายจะปกติ แต่ลูกสาวทุกคนจะเป็นพาหะ หรือเฮเทอโรไซกัสยีน ซึ่งจะส่งต่อความผิดปกติ หรือโรคไปให้ครึ่งหนึ่งของลูกชายต่อไป

6. โรค หรือความผิดปกติในชาย ถ่ายทอดผ่านลูกสาวที่ปกติ (เป็นพาหะ) ไปให้หลานชาย การถ่ายทอดจึงมีการเว้นชั่วคน ในการพบโรค หรือความผิดปกติ

2. ยีนที่อยู่บนโครโมโซม Y (Y-linked gene)

พบเฉพาะในเพศชายเท่านั้น จึงถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกชาย และลูกชายไปยังหลานชาย และเพศชายในรุ่นต่อไป ยีนบนโครโมโซม Y จึงเรียกว่า ยีนที่เกี่ยวข้องกับ Y ยีนที่สำคัญบนโครโมโซม Y จึงเป็นยีนที่ควบคุมลักษณะที่เป็นชาย แต่ก็มียีนควบคุมลักษณะอื่น ๆ อยู่บนโครโมโซม Y ด้วยเช่นกัน แต่มียีนจำนวนน้อย เนื่องจากโครโมโซม Y มีขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกับโครโมโซมแท่งอื่น ๆ เช่น ยีนควบคุมการแสดงลักษณะเพศชาย ยีนแอนติเจน H-Y และยีนที่แสดงลักษณะขนดกที่หู เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 7 การมีขนที่หูเป็นยีนที่อยู่บนโครโมโซม Y ใช้สัญลักษณ์ตัว H แทนแอลลีลบนโครโมโซม Y เพื่อบอกว่ามีขนที่หู



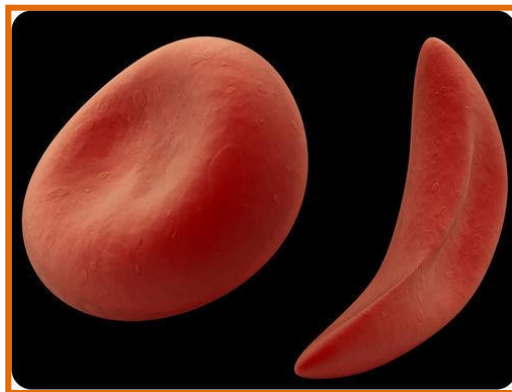
ภาพที่ 7 การมีขนที่หูเป็นยีนที่อยู่บนโครโมโซม Y

ที่มา : อัมพวรรณ เพียรพิจิตร, 2561

3. ยีนบนโครโมโซมร่างกาย (autosomal-link gene)

ลักษณะเผือก (albinism) เกิดจากยีนด้อยที่มีอยู่ในออโตโซมของพ่อ แม่แฝงอยู่ เรียกได้ว่าทั้งพ่อและแม่เป็นพาหะของลักษณะผิดปกตินี้ ทำให้ไม่สามารถสร้างเอนไซม์เมลานินไซโตไทโรซิเนส (melanocyte tyrosinase) ที่จะเปลี่ยนไทโรซีน ซึ่งเป็นโปรตีนสำคัญตัวหนึ่ง ไปเป็นเมลานิน ซึ่งทำให้แสดงลักษณะเผือก คือ มีสีผิวขาว ผมขาว ตาสีขาว ม่านตาสีเทา และโปร่งแสง รูม่านตาสะท้อนแสงออกมาเป็นสีแดง ร่างกายอ่อนแอ ติดเชื้อได้ง่ายกว่าคนทั่วไป

ทาลัสซีเมีย (thalassemia) เป็นโรคเลือดชนิดหนึ่งที่มีความผิดปกติทางพันธุกรรม ทำให้ร่างกายสร้างเม็ดเลือดแดงที่มีลักษณะผิดปกติ แสดงดังภาพที่ 8 จึงมีการแตกสลายเร็วกว่าที่ควร ทำให้มีอาการซีด ตาขาว ตัวเหลือง ตับม้ามโตมาตั้งแต่เกิด ผิวหนังคล้ำดำ กระดูกใบหน้าจะเปลี่ยนรูปมีจมูกแบน เติบโตช้ากว่าคนปกติ ซึ่งเกิดจากยีนด้อยในโครโมโซมคู่ที่ 11 และยีนด้อยคู่ที่ 16 โดยผู้ที่มีอาการแสดงของโรคนี้ จะต้องรับพันธุกรรมที่ผิดปกติมาจากทั้งฝ่ายพ่อ และแม่ แต่ถ้ารับจากฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเพียงฝ่ายเดียวจะไม่มีอาการแสดงออก แต่จะมีพันธุกรรมที่ผิดปกติอยู่ในตัว และสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานต่อไป



ภาพที่ 8 เม็ดเลือดแดงที่มีลักษณะผิดปกติ
ที่มา : พจน งามณี และ ขวัญสุตา ประวะภูโต, 2552, หน้า 105.

หมู่เลือดระบบ Rh (Rh blood groups) เป็นระบบหมู่เลือดที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 1 โดยมีแอลลีลที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 แอลลีล คือ D และ d ทำให้มีจีโนไทป์ และฟีโนไทป์ได้ดังนี้

ฟีโนไทป์	จีโนไทป์
หมู่เลือด Rh ⁺	DD
หมู่เลือด Rh ⁺	Dd
หมู่เลือด Rh ⁻	dd

โรคท้าวแสนปม (neurofibromatosis) เป็นลักษณะเด่น เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่ 22 ทำให้เกิดความผิดปกติของผิวหนัง กระดูก ระบบประสาท และเนื้อเยื่ออ่อน ผู้ป่วยจะมีตุ่ม และด่างเนื้อขึ้นตามร่างกายจำนวนมาก พบว่ามีผู้ป่วยโรคท้าวแสนปม 1 /50,000 คน โรคนี้สร้างปัญหากับมนุษย์ในเรื่องการเข้าสังคม สร้างความลำบากในการใช้ชีวิต ความรุนแรงของโรคขึ้นอยู่กับโรคแทรกซ้อนที่เกิดกับระบบประสาท



ภาพที่ 9 แสดงคนที่เป็นโรคท้าวแสนปม
ที่มา <https://beezab.com/โรคท้าวแสนปม-เนื้องอก/>

โรคเตี้ยแคระ (achondroplasia) จัดเป็นโรคทางพันธุกรรมชนิดหนึ่ง ซึ่งควบคุมโดยยีนเด่น บุคคลที่เป็นโรคนี้นั้นต้องเคยมีพ่อหรือแม่ที่เคยเป็นโรคนี้นมาก่อน และก็จะเกิดการถ่ายทอดไปยังรุ่นสู่รุ่น หรือบุคคลอีกพวกหนึ่ง ซึ่งคนในครอบครัวไม่เคยปรากฏโรคนี้นมาก่อน จะเกิดโดยการผ่าเหล่า (mutation) โดยจะมีลักษณะดังนี้ หัวจะใหญ่กว่าคนปกติทั่วไป โครงร่างกระดูก โดยแขนและขาจะสั้นกว่าคนปกติทั่วไป แต่ศีรษะและความกว้างของลำตัวปกติ ในเด็กทารก ระหว่างนิ้วกลางกับนิ้วนางจะมีช่องว่างมากกว่า ปกติความสูงของคนเป็นโรคนี้นี้ ผู้ชายประมาณ 42 นิ้ว และผู้หญิงประมาณ 40 นิ้ว มีสติปัญญาเท่ากับคนปกติทั่วไป

ใบกิจกรรม “ร่วมด้วยช่วยกันศึกษา”

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ในหัวข้อที่ตัวเองรับผิดชอบ โดยปฏิบัติตามลำดับดังนี้

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4 คน คละเก่ง กลาง อ่อน นับกำกับคนที่ 1 2 3 และ 4 ให้นักเรียนจำลำดับตัวเองไว้ เรียกกลุ่มนี้ว่ากลุ่มบ้าน ตั้งประธาน 1 คน เลขา 1 คน และสมาชิกกลุ่มอีก 2 คน เรียกกลุ่มนี้ว่ากลุ่มบ้าน
2. ให้นักเรียนคนที่ 1 ของแต่ละกลุ่มออกมารวมกันเรียกว่ากลุ่มเชี่ยวชาญ แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน จากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มนี้ศึกษาหัวข้อยีนในโครโมโซม X ตาบอดสี หน้า 13 ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และยีนบนโครโมโซมร่างกาย ลักษณะผิวอก หน้า 16
3. ให้นักเรียนคนที่ 2 ของแต่ละกลุ่มออกมารวมกันเรียกว่ากลุ่มเชี่ยวชาญ แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน จากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มนี้ศึกษาหัวข้อยีนในโครโมโซม X ฮีโมฟีเลีย หรือโรคเลือดแข็งตัวช้า หน้า 14-15 ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และยีนบนโครโมโซมร่างกาย หมู่เลือดระบบ Rh หน้า 17
4. ให้นักเรียนคนที่ 3 ของแต่ละกลุ่มออกมารวมกันเรียกว่ากลุ่มเชี่ยวชาญ แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน จากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มนี้ศึกษาหัวข้อยีนในโครโมโซม X ภาวะพร่องเอนไซม์กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนส หน้า 15 ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และยีนบนโครโมโซมร่างกาย โรคท้าวแสนปม หน้า 18
5. ให้นักเรียนคนที่ 4 ของแต่ละกลุ่มออกมารวมกันเรียกว่ากลุ่มเชี่ยวชาญ แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน จากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มนี้ศึกษาหัวข้อยีนที่อยู่บนโครโมโซม Y หน้า 16 ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และยีนบนโครโมโซมร่างกาย โรคเตี้ยแคระแสนปม หน้า 18
6. เมื่อทุกกลุ่มศึกษาความรู้เสร็จแล้วให้แต่ละคนกลับไปกลุ่มบ้านของตัวเอง แล้วนำความรู้ที่ศึกษาไปร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ในหัวข้อที่ตัวเองรับผิดชอบเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดโรคต่าง ๆ และลักษณะที่ปรากฏ มาเขียนลงในกระดาษเทาขาวขนาด 1x1.5 เมตร โดยใช้ปากกาเคมีที่แจกให้
7. ครูสุ่ม 2 กลุ่มออกมานำเสนอ แล้วให้นักเรียนนำผลงานมาติดบอร์ดนิเทศภายในห้องที่มีอยู่รอบ ๆ ห้อง

ใบกิจกรรม “ทายซิฉันคืออะไร”

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม “ทายซิฉันคืออะไร” โดยปฏิบัติดังนี้

1. ให้เลขาของแต่ละกลุ่มออกไปหยิบของคำถามชวนคิดของกิจกรรม “ทายซิฉันคืออะไร”
2. ให้ประธานของแต่ละกลุ่มอ่านคำถามชวนคิดเกี่ยวกับลักษณะของโรคต่าง ๆ แล้วให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มช่วยกันตอบ เมื่อประธานอ่านแล้วสลับให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มถามบ้างเปลี่ยนคนถามไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะครบทุกข้อ หากเพื่อน ๆ ในกลุ่มตอบถูกให้เลขาบันทึกคะแนนข้อละ 1 คะแนน หากตอบผิดได้ 0 ผลรวมคือคะแนนกลุ่ม ดูเฉลยด้านหลังกระดาษ (มีคำถามทั้งหมด 8 คำถาม)
3. ประธานกลุ่มแจ้งคะแนนรวมของกลุ่มตัวเอง

ตารางบันทึกคะแนนกลุ่ม

ข้อที่1	ข้อที่2	ข้อที่3	ข้อที่4	ข้อที่5	ข้อที่6	ข้อที่7	ข้อที่8	รวม

หมายเหตุ หากตอบถูกเขียน เลข 1 ลงในช่องว่าง ตอบผิดได้ 0 เมื่อครบทุกข้อแล้วรวมคะแนน

ใบกิจกรรม “ศึกษาฉันหน่อย”

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม “ศึกษาฉันหน่อย” โดยปฏิบัติดังนี้

1. ให้แต่ละกลุ่มหยิบกระดาษ A4 กลุ่มละ 2 แผ่นและบอกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันคิดและตอบคำถามในกิจกรรมแล้วเขียนลงในกระดาษ A4 ด้วยปากกาเคมี โดยทุกคนในกลุ่มจะต้องสามารถอธิบายคำตอบได้เพราะครูจะสุ่มนักเรียนบางคนบางกลุ่มมาอธิบายคำตอบหน้าห้อง
2. เมื่อแลกเปลี่ยนความรู้กันในกลุ่มจนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้วถ่ายรูปผลงานด้วยโทรศัพท์มือถือส่งเข้าไลน์ครู umpawan เพื่อครูจะได้ตรวจสอบความถูกต้อง
3. เมื่อทุกกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูสุ่มนักเรียนจาก 3 กลุ่มมานำเสนอ







ใบความรู้ที่ 2

ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศ และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

1. ลักษณะพันธุกรรมที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศ (sex influenced traits)

เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนเด่นบนออโตโซม และอยู่ภายใต้อิทธิพลของฮอร์โมนเพศ ทำให้ลักษณะเด่นนั้นแสดงออกในเพศชายอย่างเดียว ส่วนเพศหญิงนั้น ถึงแม้มียีนเด่นในลักษณะของเด่นพันธุ์ทางก็จะไม่แสดงลักษณะเด่นออกมาเลย แสดงเพียงลักษณะด้อยออกมาแทน ยกเว้นลักษณะเด่นพันธุ์แท้ จึงจะแสดงออกมา ตัวอย่างเช่น ศีรษะล้านในเพศชาย จะแสดงออกมาทั้งหมดไม่ว่าจะเป็น พันธุ์แท้ หรือพันธุ์ทาง แต่ในผู้หญิง ถึงเป็นพันธุ์ทางก็ไม่แสดงออกให้เห็น ยกเว้นเสียแต่จะมีฮอร์โมนเพศชายมากกว่าปกติ แสดงดังภาพที่ 10

ในเพศชายถ้าตัดอัณฑะออก ถึงแม้ว่าจะมียีนศีรษะล้าน ก็จะไม่แสดงลักษณะศีรษะล้าน นอกจากคนแล้ว ในสัตว์อิทธิพลของเพศนี้ก็มีผลเช่นกัน โดยสัตว์ตัวผู้จะมีสีขนสวยงามมากกว่าตัวเมีย รวมถึงพวกกวาง หรือแกะตัวผู้







ฟีโนไทป์ของเพศหญิง	จีโนไทป์	ฟีโนไทป์ของเพศชาย
	nn	
	Nn	
	NN	

รูปที่ 10 แสดงฟีโนไทป์ จีโนไทป์ลักษณะศีรษะล้านในเพศหญิง และเพศชาย
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, หน้า 41.

2. ลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ (sex limited traits)

เป็นลักษณะที่เกิดในเพศใดเพศหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น และลักษณะนั้นถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม ไม่ใช่ยีนบนโครโมโซมเพศ เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทั้งเพศผู้ และเพศเมียต่างก็มีทั้งต่อมน้ำนม และยีนควบคุมการผลิตน้ำนม แต่จะพบเฉพาะเพศเมียเท่านั้นที่จะผลิตน้ำนมได้ เพราะมีฮอร์โมนที่ควบคุมการผลิตน้ำนม นอกจากนี้เพศชายที่มีหนวด และเครายาว ซึ่งไม่พบลักษณะนี้ในเพศหญิง ยกเว้นเพศหญิงที่มีฮอร์โมนเพศไม่สมดุล

บางลักษณะของคน และสัตว์อาจมีฮอร์โมนเพศเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะขนหางไก่ บางพันธุ์ ไก่ตัวผู้มีขนหางยาวโค้งสวยงาม เรียกว่า ขนแบบค็อก (cock feather) แต่ไก่ตัวเมียมีขนหางสั้น เรียกว่า ขนแบบเฮน (hen feather) แสดงดังภาพที่ 11

ฟีโนไทป์ของไก่เพศเมีย	จีโนไทป์	ฟีโนไทป์ของไก่เพศผู้
ขนหางสั้น 	HH	ขนหางสั้น 
ขนหางสั้น 	Hh	ขนหางสั้น 
ขนหางสั้น 	hh	ขนหางยาว 

รูปที่ 11 ลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศของไก่

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, หน้า 36.

จากลักษณะจีโนไทป์ของไก่ทั้งเพศผู้ และเพศเมีย จะเห็นว่าไก่เพศเมียไม่ว่าจะมีจีโนไทป์ HH Hh หรือ hh ก็แสดงฟีโนไทป์เป็นขนหางสั้น หรือขนแบบเฮน ส่วนไก่เพศผู้มีจีโนไทป์ HH หรือ Hh จะแสดงลักษณะขนหางสั้น และ hh จะแสดงขนหางยาวแบบค็อก ดังนั้นขนหางยาวแบบค็อก จะถูกจำกัดให้แสดงออกในไก่เพศผู้เท่านั้น ลักษณะที่ปรากฏนี้ เรียกว่า ลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

ใบกิจกรรม

“แยกแยะลักษณะจำเพาะเพศ”

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม “แยกแยะลักษณะจำเพาะเพศ” โดยปฏิบัติดังนี้

1. ให้เลขาแต่ละกลุ่มรับซองบัตรคำที่ใช้ในกิจกรรม “แยกแยะลักษณะจำเพาะเพศ”
2. ให้แต่ละกลุ่มแยกบัตรคำที่เป็นลักษณะจำเพาะเพศออกจากบัตรคำที่ไม่ใช่ลักษณะที่

ปรากฏจำเพาะเพศ กลุ่มไหนเสร็จก่อนยกมือ ครูตรวจสอบความถูกต้อง กลุ่มใดใช้เวลาน้อยสุดและถูกต้องจะเป็นกลุ่มที่ชนะ

บัตรคำประกอบด้วย

การมีประจำเดือน	การมีขนตามร่างกาย	เขากวางตัวผู้ยาวสวยงาม
ผู้ชายมีเสียงห้าว	การมีจมูกโด่ง	การมีขนหน้าอกมาก
การมีฟันแหลมคม	หน้าอกโต	การมีหนวดเครายาว
การมีนิ้วมียาวเรียว	ไก่ตัวผู้หางยาว	นกยูงตัวผู้หางยาวสวยงาม
การมีใบหนารูปไข่	การมีผิวสีขาว	การมีในตาสีน้ำตาล
การผลิตน้ำนม	การมีติ่งหู	การมีเต้านมของชาย – หญิง



3. ชั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)

ใบกิจกรรมที่ 1

ยีนบนโครโมโซมเพศและโครโมโซมร่างกาย

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบาย ยกตัวอย่างและเขียนจีโนไทป์ของยีนบนโครโมโซมเพศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน รวม 7 คะแนน)

1. ยีนบนโครโมโซมเพศ หมายถึงอะไร

.....

.....

2. จากการทดลองของมอร์แกนในการผสมพันธุ์แมลงหวีเพศเมียตาสีแดง และเพศผู้ตาสีขา นักเรียนสามารถสรุปการทดลองนี้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

3. ยีนที่เกี่ยวข้องกับ X และยีนที่เกี่ยวข้องกับ Y เหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

4. จงยกตัวอย่างยีนที่เกี่ยวข้องกับ X

.....

.....

5. จงยกตัวอย่างยีนที่เกี่ยวข้องกับ Y

.....

.....

6. โรคฮีโมฟีเลียควบคุมด้วยยีนด้อยบนโครโมโซม X หญิงปกติคนหนึ่งแต่งงานกับชายที่เป็นโรคฮีโมฟีเลีย มีลูกสาวคนหนึ่งเป็นฮีโมฟีเลีย จงหา

6.1 จีโนไทป์ของหญิงชายคู่นี้

.....

.....

6.2 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกชาย และลูกสาวทั้งหมด

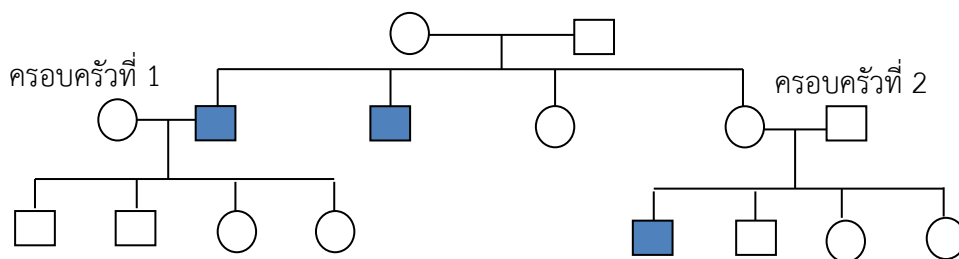
.....

.....

6.3 ลูกสาวที่เป็นโรคฮีโมฟีเลียคิดเป็นร้อยละเท่าใดของลูกสาวทั้งหมด

.....

7. จากพันธุประวัติของครอบครัวหนึ่งที่มีประวัติเกี่ยวกับโรคฮีโมฟีเลีย



7.1 เพราะเหตุใดครอบครัวที่ 1 จึงมีลูกชายที่ไม่เป็นโรคฮีโมฟีเลีย

.....

.....

7.2 เพราะเหตุใดครอบครัวที่ 2 จึงมีลูกชายที่เป็นโรคฮีโมฟีเลีย

.....

.....

ผลการประเมินตนเองของนักเรียนมีคุณภาพระดับ.....

ทำถูกต้อง 6 – 7 ข้อ หมายถึง มีคุณภาพระดับดี

ทำถูกต้อง 4 – 5 ข้อ หมายถึง มีคุณภาพระดับพอใช้

ทำถูกต้อง 0 – 3 ข้อ หมายถึง มีคุณภาพระดับปรับปรุง

ทำได้ 6 ข้อขึ้นไปผ่าน



ใบกิจกรรมที่ 2

ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศและลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายและเปรียบเทียบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ขึ้นกับอิทธิพลของเพศ และลักษณะทางพันธุกรรมจำกัดเพศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน รวม 6 คะแนน)

1. ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศ หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

2. ลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

3. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ขึ้นกับอิทธิพลของเพศ และลักษณะทางพันธุกรรมจำกัดเพศ แตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

4. ถ้าหญิงสีหะล้านแต่งงานกับชายสีหะไม่ล้าน ลูกสาว และลูกชายที่เกิดจากหญิงชายคู่นี้ จะมีลักษณะของสีหะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. ในการผสมพันธุ์ไก่เทศเมียชนแบบเฮนกับไก่เทศผู้ชนแบบค็อก ลูกไก่ทั้งเพศผู้และเพศเมียที่เกิดขึ้นมีลักษณะชนแบบเฮนทุกตัว จงหาจีโนไทป์ของพ่อและแม่ไก่คู่นี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ถ้าพ่อแม่ที่เป็นเฮเทอไรซัสของโรคทาลัสซีเมียมีลูก จะมีโอกาสเป็นโรคนี้กี่เปอร์เซ็นต์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ทำได้ 5 ข้อขึ้นไปผ่าน

ผลการประเมินตนเองของนักเรียนมีคุณภาพระดับ.....

ทำถูกต้อง 5 – 6 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพพระบดี
ทำถูกต้อง 4 - 3 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพพระดีพอใช้
ทำถูกต้อง 0 – 2 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพพระดีปรับปรุง



ใบกิจกรรมที่ 3

แบบทดสอบทบทวนความรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายและให้ความหมายของคำศัพท์ได้ถูกต้อง

คำชี้แจง จงเติมเครื่องหมาย / หน้าข้อความที่ถูก และเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด
(ข้อละ 1 คะแนน รวม 10 คะแนน)

1. การข่มไม่สมบูรณ์ คือ การแสดงออกของยีนทั้งสองแบบผสมกัน เช่น การผสมดอก
ลีนมังกรสีแดง และขาว ได้ดอกสีชมพู
2.การข่มร่วมกัน คือ ยีนทั้งสองที่ควบคุมลักษณะจะไม่ข่มซึ่งกันและกัน แต่แสดง
ความเด่นได้เท่า ๆ กัน เช่น หมูเลือด AB
3.มัลติเปิลยีน คือ ลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป ทำให้มีการแสดงออก
ได้หลายแบบ เรียกลักษณะทางพันธุกรรมนี้ว่า การแปรผันไม่ต่อเนื่อง
4.โรคที่เกิดจากยีนในโครโมโซม Y จะเป็นโรคที่แสดงออกเฉพาะในเพศชายเท่านั้น
จึงถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกชาย และลูกชายไปยังหลานชาย และเพศชายในรุ่นต่อไป
5.หัวล้านเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนด้อยในออโตโซม และอยู่ภายใต้อิทธิพลของ
ฮอร์โมนเพศ แต่ลักษณะนี้จะแสดงออกในเพศเดียว คือ เพศชาย
6. การถ่ายทอดลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนด้อยในโครโมโซม X มักจะพบในเพศหญิง
ที่มียีนด้อยเพียงยีนเดียวก็แสดงอาการของโรค โดยหญิงที่เป็นโรค ต้องมีพ่อเป็นโรค
และมีแม่เป็นพาหะ
7. ลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศจะเกิดในเพศหนึ่งเพศใดโดยเฉพาะเท่านั้น และลักษณะนั้น
ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม ไม่ใช่ยีนบนโครโมโซมเพศ เช่น ลักษณะขนหางของไก่
8. เมนเดลได้เลือกถั่วลันเตามาศึกษา เพราะเป็นพืชที่ผสมตัวเองได้ ง่ายพันธุ์ง่าย ปลูกง่าย

9.การผสมเพื่อทดสอบว่าสิ่งมีชีวิตที่น่าสงสัยเป็นลูกผสมที่มีลักษณะเด่นพันธุ์แท้ หรือ พันธุ์ทาง โดยนำต้นที่สงสัยไปผสมกับต้นที่มีลักษณะด้อย ถ้าเป็นพันธุ์ทาง ลูกที่ได้จะมี 2 ลักษณะ คือลักษณะเด่น : ลักษณะด้อย = 1 : 1 เสมอ
10.ลิงค์ยีน หมายถึง กลุ่มของยีนที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกัน ถ่ายทอดไปพร้อมกัน โดย ไม่แยกตัวไปรวมกลุ่มอย่างอิสระตามกฎข้อที่ 2 ของเมนเดล เช่น ลักษณะสีตาของ แมลงหวี่



ทำได้ 8 ข้อขึ้นไปผ่าน

ผลการประเมินตนเองของนักเรียนมีคุณภาพระดับ.....

ทำถูกต้อง 8 – 10 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพระดับดี
ทำถูกต้อง 5 - 7 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพระดับพอใช้
ทำถูกต้อง 0 – 4 ข้อ	หมายถึง	มีคุณภาพระดับปรับปรุง



เกมส์ GENETICS BINGO

1. ให้นักเรียนจับคู่กันเพื่อเล่นเกม GENETICS BINGO โดยมีวิธีการ ดังนี้
2. ครูกำหนดคำให้นักเรียน 25 คำ คือ Mendel, gene, allele, heterozygous, albino phenotype, genotype, homozygous, backcross, testcross, dominant, recessive, genetics, polygene, hemophilia, pedigree, co-dominance, G-6-PD, multiple allele, continuous variation, discontinuous variation, complete dominance, incomplete dominance, thalassemia, locus
3. แจกตารางที่มี 25 ช่อง แล้วให้นักเรียนทั้งสองคนช่วยกันเขียนคำต่าง ๆ ที่กำหนดให้ในข้อ 1 ใส่ลงในช่องเหล่านั้นตามความพอใจ (แต่ละคู่จะไม่เหมือนกัน)
4. จากนั้นครูอ่านความหมายของคำเหล่านั้นเพื่อให้นักเรียนกากบาทคำที่ตรงกับ ความหมายที่ครูอ่าน ใครได้ครบ 5 คำ ในแนวเส้นตรงทั้งแนวตรง แนวตั้ง และแนวเฉียง ก่อนจะเป็นผู้ชนะ

กิจกรรมค้นหาตัวเอง

1. ครูให้นักเรียนจับสลากชื่อโรคที่เป็นความผิดปกติของโครโมโซมชนิดต่าง ๆ ทั้งหมด 10 โรค 5 ชุด
2. ให้นักเรียนนำมาวาง ณ ตำแหน่งที่ครูจัดแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือ โรคที่เกิดจาก ออโตโซม (อยู่หน้าห้อง) และโรคที่เกิดจากโครโมโซมเพศ (อยู่หลังห้อง)
3. ให้นักเรียนจับสลากใหม่อีก 2 ครั้ง เพื่อทำตามข้อ 2 เพื่อทดสอบความเข้าใจของ นักเรียน



คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบายและสรุปความรู้เรื่องยีนบนโครโมโซมเพศ ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลเพศและลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ (เป็นแผนผัง แผนภาพหรือข้อความสรุปย่อ)

4. ขยายความรู้ (Elaboration)

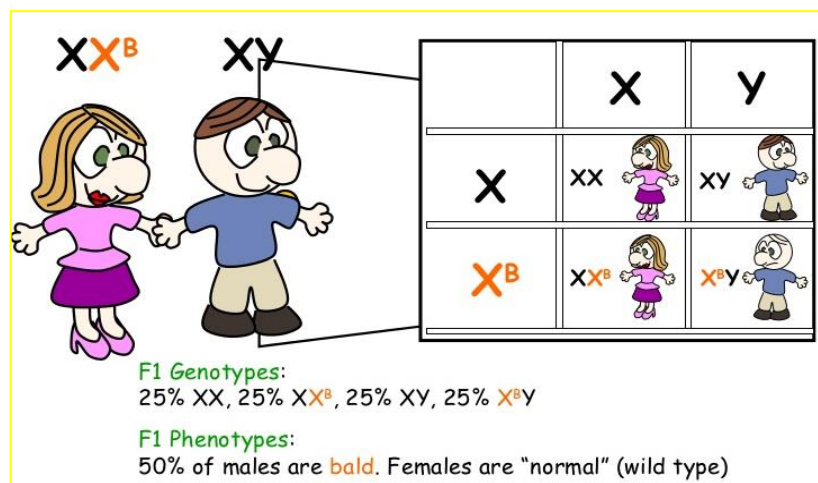
ใบกิจกรรมที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ อย่างละเอียด เรื่องโรคมะเร็งที่เรตินา และหมู่เลือด Rh กับ อิริโธบลาสโตซีส (Erythroblastosis fetalis)

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ใบกิจกรรมที่ 5


คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณารูป ถ้าหากผู้หญิงที่เป็นพันธุ์ทางแต่งงานกับผู้ชายปกติ ในการแสดงลักษณะศีรษะล้าน ซึ่งถูกควบคุมด้วยยีนเด่นบนอโตโซม จากภาพนี้ทำไมลักษณะศีรษะล้านจึงเกิดขึ้นกับลูกผู้ชายเพียงคนเดียว



สรุปผลการอภิปรายร่วมกัน



5. ชั้นประเมินผล (Evaluation)



แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 5 เรื่องยีนบนโครโมโซมเพศ ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศ และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

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. โรค G-6-PD เป็นลักษณะพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเพศ ถ้ากรรยาเป็นพาหะสำหรับยีนผิดปกตินี้ และสามีเป็นโรค โอกาสที่สามีกรรยาคู่นี้จะมีลูกคนแรกไม่เป็นโรคนี้คือเท่าใด
 - ก. 25 %
 - ข. 50 %
 - ค. 75 %
 - ง. 100 %
2. เพราะเหตุใดลักษณะ G-6-PD จึงแสดงลักษณะออกมาในเพศชายได้ง่ายกว่าเพศหญิง
 - ก. เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนเด่นซึ่งอยู่บนโครโมโซม X
 - ข. เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนเด่นซึ่งอยู่บนโครโมโซม Y
 - ค. เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย ซึ่งอยู่บนโครโมโซม X ที่ได้มาจากแม่
 - ง. เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย ซึ่งอยู่บนโครโมโซม Y ที่ได้มาจากพ่อ

3. ยีนที่ใช้ควบคุมลักษณะตาบอดสีเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อยซึ่งอยู่บนโครโมโซม X ถ้าพ่อและแม่ตาปกติ มีลูกชายตาบอดสี ผู้มียืนตาบอดสี และถ่ายทอดมายังลูกชายคือใคร

- ก. พ่อ
- ข. พ่อแม่
- ค. ปู่ หรือย่า
- ง. ตา หรือยาย

อ่านข้อความนี้แล้วตอบคำถามข้อ 4

- 1. ยีนสีตาแมลงหวี่
- 2. ตาบอดสี
- 3. โรคกล้ามเนื้อลีบแบบดูเชน
- 4. โรคทาลัสซีเมีย
- 5. ยีนที่แสดงลักษณะขนดกที่หู

4. ข้อใดต่อไปนี้จะจัดเป็น ยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศบนโครโมโซม X ทั้งหมด

- ก. ข้อ 1 , 2 และ 3
- ข. ข้อ 1 , 3 และ 4
- ค. ข้อ 2 , 4 และ 5
- ง. ข้อ 2 , 3 และ 5

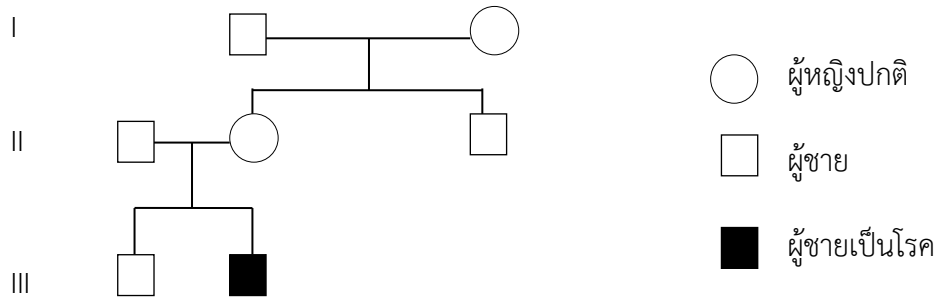
5. ถ้าผู้หญิงที่เป็นโรคฮีโมฟีเลียแต่งงานกับผู้ชายไม่เป็นโรค จะได้รุ่นลูกเป็นแบบใด

- ก. ลูกทุกคนปกติ
- ข. ลูกทุกคนเป็นโรค
- ค. ลูกสาวทั้งหมดเป็นโรค
- ง. ลูกชายทั้งหมดเป็นโรค

6. ข้อใดอธิบายความหมายของยีนที่เกี่ยวข้องกับเพศ Y ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ยีนที่แสดงลักษณะเด่นในเพศใดเพศหนึ่งเท่านั้น
- ข. ยีนที่ถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกสาว ลูกชาย และเพศชายในรุ่นต่อไป
- ค. ยีนที่ถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกชายแล้วต่อไปยังหลานชาย และเพศชายในรุ่นต่อไป
- ง. ยีนที่ถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกสาว ลูกชายไปยังหลานสาว และเพศชายในรุ่นต่อไป

ศึกษาสายพันธุ์ประวัติโรคฮีโมฟีเลียของครอบครัวนี้แล้วตอบคำถามข้อ 7



7. จากสายพันธุ์ประวัติของครอบครัวนี้ อยากทราบว่าจีโนไทป์ของพ่อแม่คู่แรกเป็นอย่างไร (ให้ X^h เป็นโครโมโซมที่มียีนฮีโมฟีเลีย, X เป็นโครโมโซมปกติ)

- ก. XY และ XX
- ข. X^hY และ XX
- ค. XY และ XX^h
- ง. X^hY และ X^hX^h

8. ข้อใดสรุปได้ ถูกต้อง ที่สุดเกี่ยวกับยีนบนโครโมโซม X

- ก. ชายที่เป็นโรคได้รับยีนมาจากแม่ที่เป็นโรค
- ข. มักพบในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย เพราะยีนนั้นเป็นยีนด้อยบนโครโมโซม X
- ค. โรคหรือความผิดปกติในชาย ถ่ายทอดผ่านลูกสาวที่ปกติ ไปให้หลานชาย
การถ่ายทอดจึงมีการเว้นชั่วคนในการพบโรค หรือความผิดปกติ
- ง. ลูกของชายที่เป็นโรค ทั้งลูกหญิง และลูกชายจะปกติ แต่ลูกสาวทุกคนจะเป็น
เฮเทอไรซิกัส ซึ่งจะส่งต่อความผิดปกติหรือโรคไปให้ครึ่งหนึ่งของลูกชายต่อไป

9. ลักษณะหัวล้านมีโอกาสดังเกิดได้กับเพศชายมากกว่าเพศหญิง เพราะเป็นลักษณะในข้อใด

- ก. sex limited traits
- ข. sex influenced traits
- ค. ยีนที่เกี่ยวข้องกับโครโมโซม Y
- ง. ยีนที่เกี่ยวข้องกับโครโมโซม X

กำหนดให้

1. ลักษณะสีรยะล้าน
2. ปริมาณน้ำนมในคน
3. ลักษณะของขนหางไก่
4. ตาบอดสี

10. ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

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

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก <http://www.maceducation.com/e-knowledge/2432210100/01.htm>

นงนุช เอื้อวงศ์. (2555). *แมลงหวี่กับการทดลองทางพันธุศาสตร์*. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พจน์ แสงมณี และขวัญสุตา ประวะภูโต. (2552). *ชีววิทยา ม.6 เล่ม 5* กรุงเทพฯ: แม็ค
โรคท้าวแสนปม ความผิดปกติของโครโมโซม คู่ที่ 22 รักษาอย่างไร. (2559). เข้าถึงได้จาก
<https://beezab.com/โรคท้าวแสนปม-เนื้องอก/>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 5*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 4*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

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

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

อิสานไกด์ ดอมคอม. (2555). *สาวอินเดีย 3 พี่น้อง ป่วยโรคมะเร็งหามาป่า ใบหน้าเต็มไปด้วยขน*. เข้าถึงได้จาก <http://www.esanguide.com/news/detail.php?id=4334>



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

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





คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่ 1 ครอบครัวมนุษย์หมาป่า และบทความที่กำหนดให้



ภาพที่ 1 ครอบครัวมนุษย์หมาป่า

ที่มา : <http://www.esanguide.com/news/detail.php?id=4334>

พบพี่น้องหญิงชาวอินเดีย 3 คน มีใบหน้า รวมทั้งร่างกายที่เต็มไปด้วยขนทั่วตัว ซึ่งพบในโลกประมาณ 50 คน โดยความผิดปกตินี้ มาจากฝ่ายพ่อที่เป็นโรคมะเร็งหมาป่า แต่มีแม่ ปู่ ยายและตาปกติ ให้ร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามต่อไปนี้

คำถาม

1. นักเรียนคิดว่าลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงความผิดปกตินี้ถูกควบคุมด้วยสิ่งใด เพราะอะไร
ควบคุมด้วยโครโมโซม X เพราะเพศหญิงรับโครโมโซม X มาจากพ่อที่เป็นโรคมะเร็งหมาป่า
2. ลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงความผิดปกตินี้ มักเกิดขึ้นในเพศใดมากกว่ากัน เพราะเหตุใด
ผู้หญิงมีโอกาสเกิดได้มากกว่า เพราะถ้าแม่ไม่แสดงความผิดปกติ พ่อมีความผิดปกตินี้ลูกชายจะไม่แสดงความผิดปกติ เพราะลูกชายได้รับโครโมโซม Y มาจากพ่อ ซึ่งไม่มียีนที่แสดงความผิดปกติ แต่ลูกสาวก็จะแสดงความผิดปกติ เพราะเป็นลักษณะเด่นบนโครโมโซม X ซึ่งลูกสาวรับมาจากพ่อ

เฉลยคำถามกิจกรรม

“ทายซิฉันคืออะไร”

1. เกิดจากยีนด้อยบนโครโมโซมคู่ที่ 11 และ 16 (เฉลย โรคทาลัสซีเมีย)
2. มีอาการผอมขาว ตาสีขาว ม่านตาสีเทา โปร่งแสง รูม่านตาสะท้อนแสง (เฉลย ลักษณะเผือก)
3. เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่ 22 (เฉลย โรคท้าวแสนปม)
4. หัวใหญ่ผิดปกติ แขนขาและลำตัวสั้น (เฉลย โรคเตี้ยแคระ)
5. ยีนด้อยบนโครโมโซม X ชายเป็นโรคได้มากกว่าหญิงการมองเห็นสีผิดเพี้ยน (เฉลย โรคตาบอดสี)
6. เลือดออกง่ายหยุดยาก แข็งตัวช้า (เฉลย โรคฮีโมฟีเลีย)
7. เมื่อมีอาการแพ้สิ่งกระตุ้นจะ อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ คลื่นไส้ ตาเหลือง โลหิตจาง ปัสสาวะมีสีดำ (เฉลย ภาวะพร่องเอนไซม์ กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนส)
8. ตับม้ามโต ตัวเหลือง ซีด จมูกแบน (เฉลย โรคทาลัสซีเมีย)

เฉลยบัตรคำของใบกิจกรรม

“แยกแยะลักษณะจำเพาะเพศ”

การมีประจำเดือน	การมีขนตามร่างกาย	เขากวางตัวผู้ยาวสวยงาม
ผู้ชายมีเสียงห้าว	การมีจมูกโด่ง	การมีขนหน้าอกมาก
การมีฟันแหลมคม	หน้าอกโต	การมีหนวดเครายาว
การมีนิ้วมียาวเรียว	ไก่อตัวผู้หางยาว	นกยูงตัวผู้หางยาวสวยงาม
การมีใบหนารูปไข่	การมีผิวสีขาว	การมีในตาสีน้ำตาล
การผลิตน้ำนม	การมีติ่งหู	การมีเต้านมของชาย-หญิง

เฉลยลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ คือ การมีประจำเดือน เขากวางตัวผู้ยาวสวยงาม
 ผู้ชายมีเสียงห้าว การมีขนหน้าอกมาก หน้าอกโต การมีหนวดเครายาว ไก่อตัวผู้หางยาว
 นกยูงตัวผู้หางยาวสวยงาม การผลิตน้ำนม

แนวการตอบใบกิจกรรมที่ 1

ยีนบนโครโมโซมเพศและโครโมโซมร่างกาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน รวม 7 คะแนน)

1. ยีนบนโครโมโซมเพศ หมายถึงอะไร

ยีนที่ควบคุมลักษณะเฉพาะในแต่ละเพศ

2. จากการทดลองของมอร์แกนในการผสมพันธุ์แมลงหวี่เพศเมียตาสีแดงและเพศผู้ตาสีขาว

นักเรียนสามารถสรุปการทดลองนี้ได้อย่างไร

ยีนควบคุมลักษณะสีตาทั้งขาว และแดงของแมลงหวี่มีตำแหน่งอยู่ที่โครโมโซม X โดยแอลลีลที่ควบคุมตาสีแดง (เด่น) จะแสดงลักษณะข้ามต่อแอลลีลที่ควบคุมตาสีขาว (ด้อย) ส่วนโครโมโซม Y นั้นไม่มียีนที่ควบคุมสีตาอยู่ ดังนั้นในแมลงหวี่เพศผู้ที่มียีนด้อยเพียงยีนเดียว บนโครโมโซม X ก็แสดงลักษณะด้อยออกมาได้ง่ายกว่าเพศเมีย ซึ่งถ้าในเพศเมียจะแสดงลักษณะด้อยได้นั้น ก็ต่อเมื่อได้รับยีนด้อยจากพ่อแม่ฝ่ายละ 1 ยีน และถ้าเพศเมียมียีนด้อยเพียงยีนเดียว ก็แสดงลักษณะเด่นออกมา ซึ่งเรียกว่า เป็นพาหะ

3. ยีนที่เกี่ยวข้องกับ X และยีนที่เกี่ยวข้องกับ Y เหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

แตกต่างกันตรงที่ยีนที่เกี่ยวข้องกับ X จะควบคุมลักษณะบนโครโมโซม X และแสดงลักษณะด้อยออกมาได้ง่ายในเพศชาย เพราะมีโครโมโซม x เพียงโครโมโซมเดียว ส่วนในเพศหญิง จะแสดงลักษณะด้อย ก็ต่อเมื่อได้รับยีนด้อยจากพ่อแม่ฝ่ายละ 1 โครโมโซม และถ้าเพศหญิงมียีนด้อยเพียงยีนเดียวก็ยังคงแสดงลักษณะเด่นออกมาเหมือนเดิม ส่วนยีนที่เกี่ยวข้องกับ Y เป็นยีนที่โครโมโซม Y จะมีโอกาสแสดงลักษณะออกมาในเพศชายเท่านั้น

4. จงยกตัวอย่างยีนที่เกี่ยวข้องกับ X

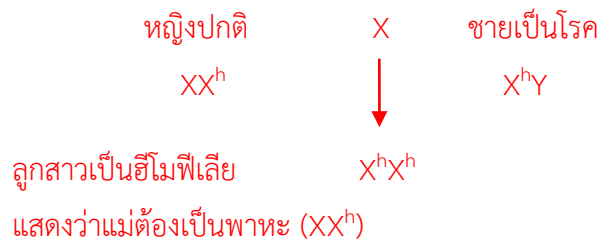
ยีนควบคุมสีตาแมลงหวี่ ยีนตาบอดสี ฮีโมฟีเลีย ภาวะพร่องเอนไซม์ โรคกล้ามเนื้อลีบแบนดูเซน กลูโคส-6-ฟอสเฟตดีไฮโดรจีเนส เป็นต้น

5. จงยกตัวอย่างยีนที่เกี่ยวข้องกับ Y

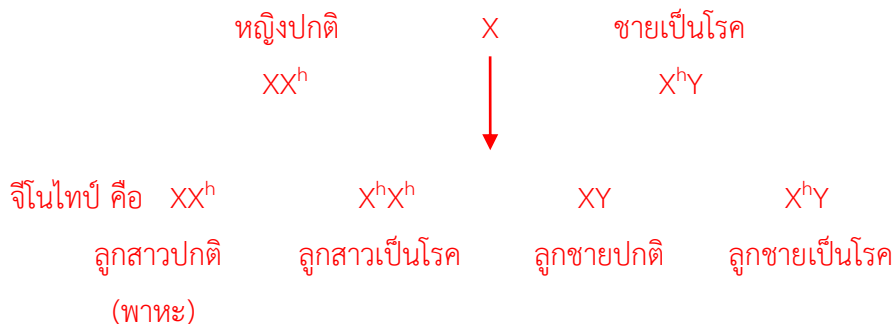
ยีนควบคุมลักษณะเพศชาย ขนดกที่ใบหู ยีนแอนติเจน H-Y

6. โรคฮีโมฟีเลียควบคุมด้วยยีนด้อยบนโครโมโซม X หญิงปกติคนหนึ่งแต่งงานกับชายที่เป็นโรคฮีโมฟีเลีย มีลูกสาวคนหนึ่งเป็นฮีโมฟีเลีย จงหา

6.1 จีโนไทป์ของหญิงชายคู่นี้



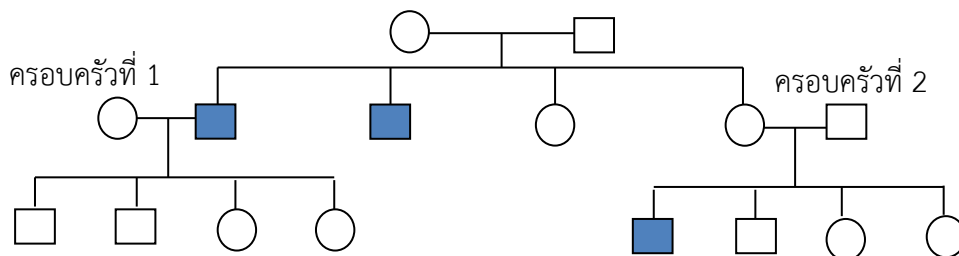
6.2 จีโนไทป์ และฟีโนไทป์ของลูกชาย และลูกสาวทั้งหมด



6.3 ลูกสาวที่เป็นโรคฮีโมฟีเลียคิดเป็นร้อยละเท่าใดของลูกสาวทั้งหมด

50 %

7. จากพันธุ์ประวัติของครอบครัวหนึ่งที่มีประวัติเกี่ยวกับโรคฮีโมฟีเลีย



7.1 เพราะเหตุใดครอบครัวที่ 1 จึงมีลูกชายที่ไม่เป็นโรคฮีโมฟีเลีย

เพราะลูกชายได้รับโครโมโซม X จากแม่ (ปกติ) และรับโครโมโซม Y จากพ่อ

7.2 เพราะเหตุใดครอบครัวที่ 2 จึงมีลูกชายที่เป็นโรคฮีโมฟีเลีย

เพราะลูกชายได้รับโครโมโซม X^h จากแม่ที่เป็นพาหะ เมื่อลูกชายได้รับยีนด้อยเพียงยีนเดียวก็เป็นโรคฮีโมฟีเลียได้เลย

แนวการตอบใบกิจกรรมที่ 2

ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศและลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน รวม 6 คะแนน)

1. ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศ หมายถึงอะไร

ลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนเด่นในออโตโซม และอยู่ภายใต้อิทธิพลของฮอโมนเพศด้วย ซึ่งลักษณะเด่นจะแสดงออกในเพศเดียว เช่น ศีรษะล้านในชาย ไม่ว่าจะพันธุ์แท้ หรือพันธุ์ทาง จะแสดงออกให้เห็น แต่ในหญิงจะไม่แสดงออก ยกเว้นแต่จะมีฮอโมนเพศชายมากกว่าปกติ

2. ลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ หมายถึงอะไร

เป็นลักษณะที่เกิดในเพศใดเพศหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น และลักษณะนั้นถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม ไม่ใช่ยีนบนโครโมโซมเพศ

3. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ขึ้นกับอิทธิพลของเพศ และลักษณะทางพันธุกรรมจำกัดเพศ แตกต่างกันอย่างไร

แตกต่างกันตรงที่ ถ้าอิทธิพลของเพศเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนเด่นในออโตโซม และอยู่ภายใต้อิทธิพลของฮอโมนเพศด้วย ซึ่งเกิดได้ทั้ง 2 เพศ ส่วนลักษณะทางพันธุกรรมจำกัดเพศ จะเป็นลักษณะที่เกิดในเพศใดเพศหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น และลักษณะนั้นถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม ไม่ใช่ยีนบนโครโมโซมเพศ

4. ถ้าหญิงศีรษะล้านแต่งงานกับชายศีรษะไม่ล้าน ลูกสาว และลูกชายที่เกิดจากหญิงชายคู่นี้ จะมีลักษณะของศีรษะเป็นอย่างไร

ลูกชายมีศีรษะล้าน ส่วนลูกสาวศีรษะไม่ล้าน

5. ในการผสมพันธุ์ไก่เทศเมียขนแบบเฮนกับไก่เทศผู้ขนแบบค็อก ลูกไก่ทั้งเพศผู้และเพศเมียที่เกิดขึ้นมีลักษณะขนแบบเฮนทุกตัว จงหาจีโนไทป์ของพ่อแม่คู่นี้

ไก่เทศเมียขนแบบเฮน		X	ไก่เทศผู้ขนแบบค็อก
รุ่นพ่อ แม่	LL	↓	ll
เซลล์สืบพันธุ์	L		l
รุ่นลูก F ₁	LL		

ลูกไก่ทั้งเพศผู้ และเพศเมียที่เกิดขึ้น มีลักษณะขนแบบเฮนทุกตัว แสดงว่าจีโนไทป์ของพ่อไก่ และแม่ไก่คู่นี้ ต้องเป็น ll และ LL เท่านั้น ลูกไก่จึงจะมีลักษณะขนแบบเฮนทุกตัว

6. ถ้าพ่อแม่ที่เป็นเฮเทอโรไซกัสของโรคทาลัสซีเมียมีลูก จะมีโอกาสเป็นโรคนี้กี่เปอร์เซ็นต์

รุ่นพ่อ แม่	Tt		X	Tt	
เซลล์สืบพันธุ์	T	t	↓	T	t
รุ่นลูก F ₁	TT	Tt		Tt	tt

ดังนั้นรุ่นลูกมีโอกาที่จะเป็นโรคทาลัสซีเมีย 25 %

แนวการตอบใบกิจกรรมที่ 3

แบบทดสอบทบทวนความรู้

คำชี้แจง จงเติมเครื่องหมาย / หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเติมเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด

1./..... การข้ามไม่สมบูรณ์ คือ การแสดงออกของยีนทั้งสองแบบผสมกัน เช่น การผสมดอก
ลีนมังกรสีแดงและขาว ได้ดอกสีชมพู
2./.....การข้ามร่วมกัน คือ ยีนทั้งสองที่ควบคุมลักษณะจะไม่ข้ามซึ่งกัน และกัน แต่แสดง
ความเด่นได้เท่า ๆ กัน เช่น หมู่เลือด AB
3.X..... มัลติเปิลยีน คือ ลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป ทำให้มีการแสดงออก
ได้หลายแบบ เรียกลักษณะทางพันธุกรรมนี้ว่า การแปรผันไม่ต่อเนื่อง
4./.....โรคที่เกิดจากยีนในโครโมโซม Y จะเป็นโรคที่แสดงออกเฉพาะในเพศชายเท่านั้น
จึงถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกชาย และลูกชายไปยังหลานชาย และเพศชายในรุ่นต่อไป
5.X..... หัวล้านเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนด้อยในออโตโซม และอยู่ภายใต้อิทธิพลของ
ฮอร์โมนเพศ แต่ลักษณะนี้จะแสดงออกในเพศเดียวคือ เพศชาย
6.X.....การถ่ายทอดลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนด้อยในโครโมโซม X มักจะพบในเพศหญิง ที่มี
ยีนด้อยเพียงยีนเดียวก็แสดงอาการของโรค โดยหญิงที่เป็นโรค ต้องมีพ่อเป็นโรค และ
มีแม่เป็นพาหะ
7./..... ลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศจะเกิดในเพศหนึ่งเพศใดโดยเฉพาะเท่านั้น และลักษณะนั้น
ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม ไม่ใช่ยีนบนโครโมโซมเพศ เช่น ลักษณะขนหางของไก่
8.X..... เมนเดลได้เลือกถั่วลันเตามาศึกษา เพราะเป็นพืชที่ผสมตัวเองได้ กลายพันธุ์ง่าย ปลูกง่าย
9./..... การผสมเพื่อทดสอบว่าสิ่งมีชีวิตที่น่าสงสัยเป็นลูกผสมที่มีลักษณะเด่นพันธุ์แท้ หรือ
พันธุ์ทาง โดยนำต้นที่สงสัยไปผสมกับต้นที่มีลักษณะด้อย ถ้าเป็นพันธุ์ทาง ลูกที่ได้จะมี 2
ลักษณะ คือลักษณะเด่น : ลักษณะด้อย = 1 : 1 เสมอ
10./.....ลิงค์ยีน หมายถึง กลุ่มของยีนที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกันถ่ายทอดไปพร้อมกัน โดย
ไม่แยกตัวไปรวมกลุ่มอย่างอิสระตามกฎข้อที่ 2 ของเมนเดล เช่น ลักษณะสีตาของแมลงหวี่

แนวทางการอธิบาย ขั้นตอนอธิบาย และลงข้อสรุป

คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบาย และสรุปความรู้ เรื่องยีนบนโครโมโซมเพศ ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศและลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ (เป็นแผนผัง แผนภาพหรือข้อความสรุปย่อ)

ยีนบนโครโมโซมเพศ (sex linked gene) หมายถึง ยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ ซึ่งจะอยู่บนโครโมโซม X ยีนนี้มักจะแสดงออกในเพศชายมากกว่าเพศหญิง เพราะเพศชายมีโครโมโซม X เพียงแท่งเดียว ส่วนเพศหญิงจะแสดงลักษณะด้อยได้ก็ต่อเมื่อได้รับยีนด้อยบนโครโมโซม X จากพ่อ และแม่ เพศหญิงที่มียีนด้อยเพียงยีนเดียวก็จะไม่แสดงลักษณะของโรคออกมา เราเรียกว่าเป็นพาหะ (carrier) เช่น โรคตาบอดสี ฮีโมฟีเลีย กล้ามเนื้อแขนขาลีบ เป็นต้น

ยีนบนโครโมโซมเพศ
ลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศ
และลักษณะที่ปรากฏจำเพาะเพศ

พันธุกรรมจำกัดเพศ (sex limited traits) เป็นลักษณะที่เกิดในเพศหนึ่งเพศใดเท่านั้น และลักษณะนี้ถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมร่างกาย เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทั้งเพศผู้ และเพศเมีย มีต่อมน้ำนม และยีนควบคุมการผลิตน้ำนม แต่ในเพศเมียเท่านั้นที่จะผลิตน้ำนม หรือฮอร์โมนเพศได้ เช่น ลักษณะของขนหางไก่ ไก่ตัวผู้มีขนหางยาว ไค้งสวยงาม เรียกขนแบบค็อก แต่ไก่ตัวเมียมีขนหางสั้น เรียกว่า ขนแบบเฮน เป็นต้น

พันธุกรรมที่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของเพศ (sex influenced traits) เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนเด่นในออโตโซม และอยู่ภายใต้อิทธิพลของฮอร์โมนเพศ ลักษณะเด่นนั้น จะแสดงออกในเพศเดียว เช่น ศีรษะล้าน ในเพศชาย จะแสดงออกมาทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นพันธุ์แท้ หรือพันธุ์ทาง แต่ในผู้หญิงถึงเป็นพันธุ์ทางก็ไม่แสดงออกให้เห็น ยกเว้นเสียแต่จะมีฮอร์โมนเพศชายมากกว่าปกติ

แนวทางการอภิปรายชั้นขยายความรู้

ใบกิจกรรมที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ อย่างละเอียด เรื่องโรคมะเร็งที่เรตินาและหมู่เลือด Rh กับ อิริโทรบลาสโตซิส (Erythroblastosis fetalis)

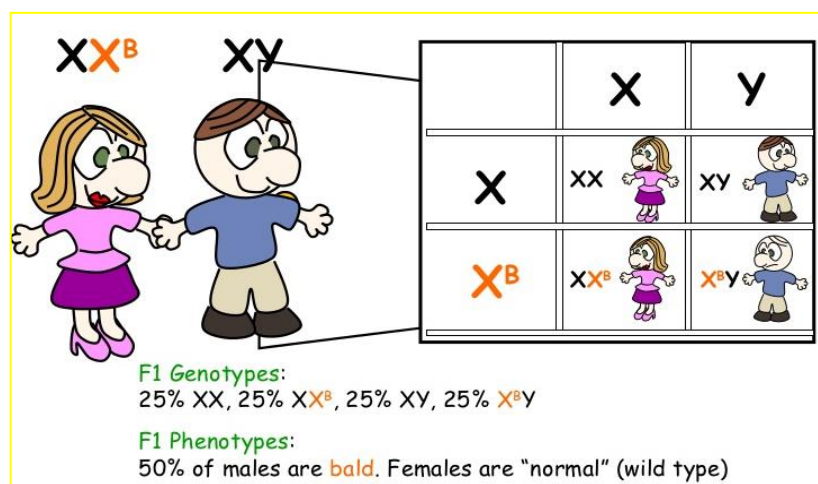
โรคมะเร็งที่เรตินา (retinoblastoma) เกิดจากยีนเด่นบนโครโมโซมคู่ที่ 13 มีแอลลีลที่เกี่ยวข้อง 2 แอลลีล คือ + และ Rb (+ นิยมใช้ในแอลลีลปกติ) มีจีโนไทป์ และฟีโนไทป์ ดังนี้

ฟีโนไทป์	จีโนไทป์
++	ปกติ
Rb+	มะเร็งที่เรตินา
RbRb	มะเร็งที่เรตินา

หมู่เลือด Rh กับ อิริโทรบลาสโตซิส จะเกิดเมื่อแม่มีเลือดหมู่ Rh⁻ แล้วมีลูกที่มีเลือดหมู่ Rh⁺ ทั้งคนที่ 1 และคนที่ 2 เนื่องจากเลือดของลูกคนแรกเข้าไปในตัวแม่ แล้วแอนติเจนของลูกไปกระตุ้นให้เลือดของแม่สร้างแอนติบอดี เมื่อมีลูกคนที่ 2 แม่ก็สร้างแอนติบอดีเพิ่มขึ้นอีก ทำให้แอนติบอดีของแม่เข้าไปทำปฏิกิริยากับแอนติเจนของลูก เกิดการตกตะกอนของเลือดลูก ทำให้ลูกคนที่ 2 เสียชีวิตได้

ใบกิจกรรมที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณารูป ถ้าหากผู้หญิงที่เป็นพันธุ์ทางแต่งงานกับผู้ชายปกติ ในการแสดงลักษณะสีรชะล้าน ซึ่งถูกควบคุมด้วยยีนเด่นบนออโตโซม จากภาพนี้ทำไม ลักษณะสีรชะล้านจึงเกิดขึ้นกับลูกผู้ชายเพียงคนเดียว



สรุปผลการอภิปรายร่วมกัน

ลักษณะสีรชะล้านเป็นลักษณะที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของเพศถูกควบคุมโดยยีนเด่นในออโตโซม และอยู่ภายใต้อิทธิพลของฮอร์โมนเพศด้วย ซึ่งลักษณะเด่นจะแสดงออกในเพศเดียว เช่น สีรชะล้านในเพศชาย ไม่ว่าจะพันธุ์แท้ หรือพันธุ์ทาง จะแสดงออกให้เห็น แต่ในเพศหญิงจะแสดงออกเฉพาะพันธุ์แท้ ส่วนพันธุ์ทางไม่แสดงออก ยกเว้นแต่จะมีฮอร์โมนเพศชายมากกว่าปกติ จึงจะแสดงลักษณะสีรชะล้านออกมา

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

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

