โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ภาคเรียนที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ภาคเรียนที่ 1 รายวิชาวิทยาศาสตร์
หน่วยที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำนำ

ตามที่ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงมีพระราชดำริ เมื่อวันที่ ๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๓ ให้จัดทำสื่อการเรียนเป็นชุดการเรียนรู้สมบูรณ์แบบ (Comprehensive Learning Package) สำหรับโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดกองบัญชาการตำรวจตระเวนชายแดน โรงเรียนพระปริยัติธรรม สังกัดสำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ และโรงเรียนเอกชน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเน้นการใช้บริบทชีวิตจริงของผู้เรียนและชุมชนเป็นฐานในการเรียน ทำการบูรณาการสาระตามหลักสูตรให้เชื่อมโยงกับการดำรงชีวิตทั้งปัจจุบันและอนาคต ตามแนวพระราชดำริ ที่ทรงแนะนำให้ใช้โครงการศึกษาทัศน์ของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร มาเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงได้จัดทำชุดการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) ให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่อิงมาตรฐานและเชื่อมโยงไปสู่สมรรถนะ เน้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมผู้เรียนรอบด้าน ทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าต่อเนื่องในลักษณะการเรียนรู้ตามความสนใจได้ และเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ จึงจัดแยกเป็นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ และแยกเป็นภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒ ทั้ง ๕ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒
- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒
- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒
- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒
- ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ – ๓ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒

การนำชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ ครูผู้สอนต้องศึกษาเอกสาร คู่มือการใช้ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาคำชี้แจงในเอกสารชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) เพื่อให้ทราบถึงแนวคิดการจัดกระบวนการเรียนรู้ การเตรียมตัวของครู สื่อการจัดการเรียนรู้ ลักษณะชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แนวทางการวัดและประเมินผลของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

หวังว่าชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) และชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน) นี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน อันจะส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่อไป

ขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ ครู อาจารย์ นักวิชาการ และทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดทำเอกสารมา ณ โอกาสนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

การจัดทำชุดการจัดการเรียนรู้ตามโครงการจัดทำสื่อ 65 พรรษาเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำสื่อที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็กที่ประสบปัญหาครูไม่เพียงพอ หรือครูใหม่ที่มีประสบการณ์ในการสอนน้อย ทั้งนี้เพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยชุดการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้พัฒนาชุดการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยได้ออกแบบให้มีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะเป็นสำคัญ และเพื่อให้สะดวกต่อการนำสื่อชุดนี้ไปใช้ จึงได้จัดแยกเป็นรายชั้นปี (มัธยมศึกษาปีที่ 1-3) และแต่ละระดับชั้นแยกเป็นหน่วยการเรียนรู้

ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 นี้ ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แสง และโลก ดวงดาว และอวกาศ ซึ่งแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลกได้ คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครูผู้สอน) ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 1 นี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

สารบัญ

	หน้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1
ผังมโนทัศน์	3
เส้นทางการจัดการเรียนรู้	4
โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้	6
ภาพรวมหน่วยการเรียนรู้	7
เรื่องที่ 1 โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	
• แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	19
• ใบกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร	32
• เฉลยใบงานที่ 1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร	33
• ใบความรู้ที่ 1 โครงสร้างของโครโมโซม	35
• ใบกิจกรรมที่ 2 หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันส่งผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต	37
• เฉลยใบงานที่ 2 หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันส่งผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต	42
• ใบความรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	44
เรื่องที่ 2 การค้นพบของเมนเดล	
• แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	45
• ใบความรู้ที่ 1 การทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดล	60
• เฉลยใบงานที่ 1 ผลการทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดล	64
• ใบความรู้ที่ 2 ยีนและแอลลีล	66
• ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	68
เรื่องที่ 3 โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก	
• แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	69
• ใบกิจกรรมที่ 1 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด	82
• เฉลยใบงานที่ 1 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด	83
• ใบความรู้ที่ 1 การคำนวณหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์โดยใช้แผนภาพ	85
• ใบกิจกรรมที่ 2 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร	87
• เฉลยใบงานที่ 2 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร	89
• ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	94

หน้า

เรื่องที่ 4 โครโมโซมและการแบ่งเซลล์

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 96
- ใบกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร 110
- เฉลยใบงานที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร 114
- ใบความรู้ที่ 1 จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต 115
- ใบความรู้ที่ 2 โครโมโซมมนุษย์ 116
- ใบกิจกรรมที่ 2 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร 117
- เฉลยใบงานที่ 2 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร 119
- ใบความรู้ที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส 121
- เฉลยใบงานที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร 124

เรื่องที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 125
- ใบกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่ 134
- เฉลยใบงานที่ 1 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่ 136
- ใบความรู้ที่ 1 สาเหตุการเกิดและลักษณะของกลุ่มอาการดาวน์ 137
- ใบความรู้ที่ 2 สาเหตุการเกิดและลักษณะของโรคธาลัสซีเมีย 139
- เฉลยใบงานที่ 2 ความผิดปกติของยีนทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรมได้อย่างไร 141
- ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 142

เรื่องที่ 6 การลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 143
- ใบกิจกรรมที่ 1 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม 147
- เฉลยใบงานที่ 1 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม 148
- เฉลยใบงานที่ 2 นักเรียนจะช่วยลดปัญหาการเกิดโรคธาลัสซีเมียได้อย่างไร 151

เรื่องที่ 7 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 152
- ใบความรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม 164
- ใบกิจกรรมที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม คืออะไร 166
- เฉลยใบงานที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม คืออะไร 167
- ใบกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร 168
- เฉลยใบงานที่ 2 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร 174

หน้า

- ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 179

เรื่องที่ 8 จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 181
- ใบกิจกรรมที่ 1 จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร 185
- เฉลยใบงานที่ 1 จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร 187

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วย 191

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.3

เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.3 ม.3/1 : อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน ดีเอ็นเอ และ โครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง

ว 1.3 ม.3/2 : อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวที่แอลลีล เด่นข่มแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์

ว 1.3 ม.3/3 : อธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกและคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์

ว 1.3 ม.3/4 : อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

ว 1.3 ม.3/5 : บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมอาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม

ว 1.3 ม.3/6 : ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่าก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรคทางพันธุกรรม

1.3 ม.3/7 : อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

ว 1.3 ม.3/8 : ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมโดยการเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน

หัวข้อในสาระการเรียนรู้แกนกลาง

-ความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม

-การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวที่แอลลีลเด่นข่มแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์

-การคำนวณหาอัตราส่วนจีโนไทป์และฟีโนไทป์ในรุ่นลูก

-การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

-โรคทางพันธุกรรมและการนำความรู้เกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์

-ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกต
2. การลงความเห็นจากข้อมูล
3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
4. การใช้จำนวน
5. การพยากรณ์

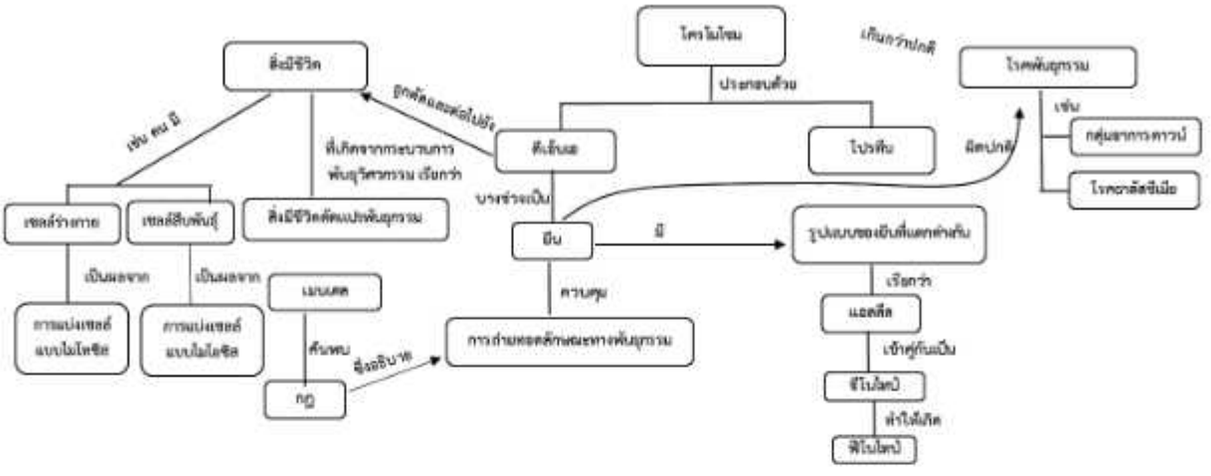
จิตวิทยาศาสตร์

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความซื่อสัตย์
3. ความรอบคอบ
4. การใช้วิจารณญาณ
5. การยอมรับความเห็นต่าง

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1. การจัดการตนเอง
2. การสื่อสาร
3. การรวมพลังทำงานเป็นทีม
4. การคิดขั้นสูง
5. การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง
6. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
7. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

ผังมโนทัศน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม



เส้นทางการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

สังเกตลักษณะของโครโมโซม อธิบายส่วนประกอบของโครโมโซม แปลรหัสหน่วยพันธุกรรมของสุนัขเพื่ออธิบายหน้าที่ของยีน อธิบายความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

วิเคราะห์ผลการทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวของเมนเดล เพื่ออธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

คำนวณและอธิบายโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลจากการสุ่มหยิบลูกปัด ระบุจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดจากการโยนเหรียญ แล้วนำมาคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกสัตว์ประหลาดจากการเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์

จับคู่และจัดเรียงของมนุษย์เพศและเพศหญิง เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโครโมโซมของมนุษย์เพศและเพศหญิง

คาดคะเนและวาดภาพจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส เพื่อสรุปความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์ทั้งสองแบบ

สังเกตจำนวนโครโมโซมของทารกที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์เปรียบเทียบกับโครโมโซมของคนปกติ เพื่อสรุปสาเหตุว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม

เขียนแผนภาพการผสมจีโนไทป์ของชายและหญิงแต่ละคู่ เพื่อคำนวณหาอัตราส่วนและร้อยละของลูกที่เป็นปกติ เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย หรือเป็นโรคธาลัสซีเมียของชายหญิงแต่ละคู่ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชน์ในการวางแผนก่อนแต่งงานและมีบุตร รวมถึงเสนอวิธีแก้ปัญหาการเพิ่มจำนวนประชากรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย

อภิปรายประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมต่าง ๆ ตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โต้ความคิดระหว่างฝ่ายที่ตัดสินใจยอมรับและไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

อ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจเลือกวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม และคำนึงถึงจริยธรรมด้านพันธุศาสตร์จากสถานการณ์

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่ 1 **การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม** **รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1** **เวลา 20 ชั่วโมง**

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
1-3 (แผน 1)	ว 1.3 ม.3/1	1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	โครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอและโปรตีนชนิดอยู่ในนิวเคลียส ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซมมีความสัมพันธ์กัน โดยบางส่วนของดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต	สังเกตลักษณะโครโมโซมของเซลล์ปลายรากหอมจากสไลด์ถาวร โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ แปลรหัสภาพของหน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ ของสุนัข เพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับหน้าที่ของหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	-.การบันทึกผลการสังเกตเซลล์ปลายรากหอม -การวาดภาพสุนัขที่ได้จากการสุ่มและแปลรหัสภาพ - การตอบคำถามท้ายกิจกรรม	1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากบันทึกผลการทำกิจกรรมและการตอบคำถามท้ายกิจกรรมโดยสามารถแปลความหมายข้อมูลจากรหัสภาพเป็นลักษณะของสุนัขเพื่อลงข้อสรุปหน้าที่ของหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
				สังเกตแผนภาพ และอ่านใบความรู้เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน		
4-5 (แผน 2)	ว 1.3 ม.3/2	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	• เมนเดลได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของต้นถั่วชนิดหนึ่ง และนำมาสู่หลักการพื้นฐานของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต • สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซม 2 ชุด โครโมโซมที่เป็นคู่กันมีการเรียงลำดับของยีนบนโครโมโซมเหมือนกัน เรียกว่า ฮอมอโลกัสโครโมโซม ยีน	วิเคราะห์ผลการทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดลเพื่ออธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต อ่านใบความรู้เพื่อร่วมกันอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างยีนและแอลลีล	-	1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอภิปรายและตอบคำถามในชั้นเรียนโดยนำความรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวที่แอลลีลเด่นข่มแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์มาอธิบายลักษณะที่ปรากฏของสิ่งมีชีวิต

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
			หนึ่งที่อยู่บนคู่ฮอมอโลกัสโครโมโซมอาจมีรูปแบบแตกต่างกัน เรียกแต่ละรูปแบบของยีนที่ต่างกันนี้ว่าแอลลีล ซึ่งการเข้าคู่กันของแอลลีลต่าง ๆ อาจส่งผลให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แตกต่างกันได้ • สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมเป็น 2 ชุด ยีนแต่ละตำแหน่งบนฮอมอโลกัสโครโมโซมมี 2 แอลลีลโดยแอลลีลหนึ่งมาจากพ่อ และอีกแอลลีลมาจากแม่ ซึ่งอาจมีรูปแบบเดียวกัน หรือแตกต่างกัน แอลลีลที่แตกต่างกันนี้			2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สังเกตจากการอภิปรายและตีความหมายข้อมูลจากผลการทดลองของเมนเดล และนำมาอธิบายสมมติฐานการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้อย่างสมเหตุสมผล

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
			แอลลีลหนึ่งอาจมีการแสดงออกข่มอีกแอลลีลหนึ่งได้ เรียกแอลลีลนั้นว่าเป็นแอลลีลเด่น ส่วนแอลลีลที่ถูกข่มอย่างสมบูรณ์เรียกว่าเป็นแอลลีลด้อย			
6-10 (แผน 3)	ว 1.3 ม.3/3	1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม 2. การสื่อสาร 3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	• เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์แอลลีลที่เป็นคู่กันในแต่ละฮอมอโลกัสโครโมโซมจะแยกจากกันไปสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ โดยแต่ละเซลล์สืบพันธุ์จะได้รับเพียง 1 แอลลีล และจะมาเข้าคู่กับแอลลีลที่ตำแหน่งเดียวกันของอีกเซลล์สืบพันธุ์หนึ่งเมื่อเกิดการปฏิสนธิ จน	สังเกตการเข้าคู่กันของลูกปัดแต่ละสีซึ่งเป็นแบบจำลองแทนแอลลีล โดยสุ่มหยิบลูกปัดครั้งละ 1 เม็ดในกล่องพลาสติกแต่ละใบพร้อมกัน แล้วนำมาเข้าคู่กัน เพื่ออธิบายโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีล	-การสุ่มหยิบและคำนวณโอกาสการเข้าคู่กันของลูกปัดที่ใช้แทนแอลลีล -ภาพวาดสัตว์ประหลาดจากการหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์โดยการโยนเหรียญ -การเขียนแผนภาพเพื่อคำนวณหาอัตราส่วนของ	1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการวางแผนและแบ่งหน้าที่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่มและใช้การตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ 2. การสื่อสาร สังเกตจากการนำเสนอและอภิปรายผล

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
			เกิดเป็นจีโนไทป์และแสดงฟีโนไทป์ในรุ่นลูก	อ่านสถานการณ์และวิธีการดำเนินกิจกรรมเพื่อระบุจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดจากการโยนเหรียญ และนำผลที่ได้ไปคำนวณหาอัตราส่วนจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกสัตว์ประหลาดจากการเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์	จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก -การนำเสนอผลการทำกิจกรรม - การตอบคำถามท้ายกิจกรรม	ให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้สื่อ วิธีการ และกลยุทธ์ในการสื่อสาร 3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากบันทึกผลการทำกิจกรรมและตอบคำถามท้ายกิจกรรม เรื่องโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีล และกิจกรรมการหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด
11-13 (แผน 4)	ว 1.3 ม.3/1 ว 1.3 ม.3/4	1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม	• สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมคงที่ มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 23 คู่ เป็นออโตโซม 22 คู่ และ	สังเกต จับคู่ และเรียงลำดับโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิง จากนั้นสังเกต	- แผนภาพการจัดเรียงโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิง	1.การรวมพลังทำงานเป็นทีมจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการวางแผนและแบ่งหน้าที่ทำงานใน

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
		2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	โครโมโซมเพศ 1 คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY • กระบวนการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมี 2 แบบ คือ ไมโทซิส และไมโอซิส • ไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้น • ไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่	และเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโครโมโซมของมนุษย์เพศและเพศหญิง สังเกตแผนภาพการแบ่งเซลล์แบบที่ 1 และแบบที่ 2 แล้วคาดคะเนและวาดภาพจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการรวมกันของเซลล์ 2 เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบที่ 1 และแบบที่ 2	- การเขียนแผนภาพเวนน์เปรียบเทียบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส	กิจกรรมที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร ตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม และใช้การตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ 2. การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จากการตอบคำถามโดยนำความรู้เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสมาอธิบายจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนเท่ากันในทุกรุ่น

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
			เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น เมื่อเกิดการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ ลูกจะได้รับการถ่ายทอดโครโมโซมชุดหนึ่งจากพ่อและอีกชุดหนึ่งจากแม่ จึงเป็นผลให้รุ่นลูกมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่และจะคงที่ในทุก ๆ รุ่น			
14-15 (แผน 5)	ว 1.3 ม.3/5	การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์	• การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เช่น โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน	อ่านสถานการณ์การปรึกษาแพทย์เพื่อตรวจโครโมโซมของหญิงตั้งครรภ์ สังเกตแผนภาพโครโมโซมของเซลล์ใน	- การบันทึกผลการสังเกตจำนวนโครโมโซม - การตอบคำถามท้ายกิจกรรม	การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จากการบันทึกผลการทำกิจกรรมและการตอบคำถามเกี่ยวกับความผิดปกติของจำนวนโครโมโซม และยีนมาอธิบายการเกิด

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
			กลุ่มอาการดาวน์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม	น้ำคร่ำของหญิงดังกล่าวและเปรียบเทียบกับโครโมโซมของคนปกติ		กลุ่มอาการดาวน์และโรคธาลัสซีเมียได้
16 (แผน 6)	ว 1.3 ม.3/6	1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม 2. การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง 3. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	• โรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้ ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกันโดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม	พิจารณาและเขียนแผนภาพจีโนไทป์ของชายและหญิง 5 คู่ วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดโรคธาลัสซีเมียในรุ่นลูก และอภิปรายเกี่ยวกับการวางแผนก่อนแต่งงานและมีบุตรของชายและหญิง ระดมสมองเพื่อแก้ปัญหาการเพิ่มจำนวนประชากรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย	- การเขียนแผนภาพการผสมจีโนไทป์ของชายและหญิง และคำนวณโอกาสเกิดโรคพันธุกรรมในรุ่นลูก - การระดมสมองเพื่อแก้ปัญหาการเพิ่มจำนวนประชากรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย	1.การรวมพลังทำงานเป็นทีมจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการวางแผนและแบ่งหน้าที่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่มและใช้การตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ 2.การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็งสังเกตจากความกระตือรือร้นและการมีส่วนร่วมในการระดมสมองเพื่อแก้ปัญหาการเพิ่มจำนวนประชากรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
						3. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการอธิบายแผนภาพการผสมจีโนไทป์ของชายหญิงแต่ละคู่ และสามารถนำข้อมูลจากแผนภาพมาวางแผนป้องกันการเกิดโรคธาลัสซีเมียในลูก
17-19 (แผน 7)	ว 1.3 ม.3/7 ว 1.3 ม.3/8	1. การจัดการตนเอง 2. การสื่อสาร 3. การคิดขั้นสูง 4. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	• มนุษย์เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตนี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม • ในปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็น	อ่านและอภิปรายความหมายและกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมจากใบความรู้ และสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมโดยวาดภาพตามจินตนาการ	- การออกแบบและวาดภาพสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม - การรวบรวมข้อมูลประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	1. การจัดการตนเอง จากการสังเกตการวางแผนของกลุ่ม การลงมือทำกิจกรรมตามแผนที่วางไว้ เพื่อบรรลุเป้าหมายในการตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ข้าวโพดพันธุ์	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
			จำนวนมาก เช่น การผลิตอาหาร การผลิตยารักษาโรค การเกษตร อย่างไรก็ดีสังคมยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังขาดการศึกษาผลกระทบดังกล่าว	อ่านและสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมต่าง ๆ อภิปรายประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ตัดสินใจยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยความคิดระหว่างฝ่ายที่ตัดสินใจยอมรับและไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	- การเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ ป้ายนิเทศ	2. การสื่อสาร จากการอภิปราย การโต้ความคิดโดยใช้คำ ท่าทางที่เหมาะสมกับผู้ฟัง และเนื้อความที่ต้องการสื่อสาร 3. การคิดขั้นสูง -จากการอภิปรายและอธิบายสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของตนเอง -จากการรวบรวมและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลและใช้ความคิดเพื่อตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จาก

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
						สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอย่างสมเหตุสมผล 4. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากการอภิปรายโดยนำความรู้ที่เรียนมาอธิบายเหตุผลในการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
20 (แผน 8)	ว 1.3 ม.3/7 ว 1.3 ม.3/8	1. การคิดขั้นสูง 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	• มนุษย์เปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตนี้ว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม • ในปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปร	อ่านสถานการณ์เกี่ยวกับจริยธรรมทางพันธุศาสตร์ อภิปรายและตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติโดยพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม และจริยธรรมในการตัดสินใจเลือกวิธีการสำหรับแต่ละสถานการณ์		1. การคิดขั้นสูง จากการอภิปราย การตอบคำถามโดยใช้ข้อมูลสารสนเทศ ความรู้และประสบการณ์ด้านพันธุศาสตร์มาช่วยตัดสินใจเลือกวิธีการจากสถานการณ์ที่กำหนด

ชั่วโมงที่	ตัวชี้วัด	สมรรถนะ	สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด	สถานการณ์เพื่อการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน / ภาระงาน	พฤติกรรมบ่งชี้เพื่อการวัดและประเมินผล
			พันธุกรรมเป็นจำนวนมาก เช่น การผลิตอาหาร การผลิตยารักษาโรค การเกษตร อย่างไรก็ดีสังคมยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังทำการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว			2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และตัดสินใจเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยคำนึงถึงความถูกต้อง เหมาะสม ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นและไม่ผิดจริยธรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน** **เวลา 3 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

ขอบเขตเนื้อหา

ในนิวเคลียสของเซลล์มีโครโมโซมซึ่งประกอบด้วยสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอพันอยู่รอบโปรตีนที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม บางช่วงของดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดหรือควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน และมีความสัมพันธ์กัน โครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอ บางช่วงของดีเอ็นเอเป็นยีน ยีนมีอยู่เป็นจำนวนมากบนสายดีเอ็นเอ

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

1. ครูนำเข้าหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง **การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม** โดยสุ่มนักเรียนจำนวน 5 คน มายืนหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนที่เหลือสังเกตลักษณะของเพื่อนที่ยืนอยู่และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- จากการสังเกตเพื่อนที่อยู่หน้าชั้นเรียน นักเรียนคิดว่าแต่ละคนมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร (ลักษณะแต่ละคนไม่เหมือนกัน เช่น รูปร่างของจมูก รูปร่างของปาก รูปร่างของหู สีผิว สีตา สีผม ความสูง ฯลฯ)

ครูเขียนคำตอบไว้บนกระดานดำ ให้นักเรียนที่ยืนอยู่หน้าชั้นเรียนเข้ามานั่งประจำที่ตามเดิม จากนั้นครูถามต่อว่า

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร
2. ใบกิจกรรมที่ 2 หน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันส่งผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต
3. ใบงานที่ 1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร
4. ใบงานที่ 2 หน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันส่งผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต
5. ใบความรู้ที่ 1 โครงสร้างของโครโมโซม
6. ใบความรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เวลา 3 ชั่วโมง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3		
	• เพราะเหตุใดนักเรียนแต่ละคนจึงมีลักษณะแตกต่างกัน (เพราะแต่ละคนมีพ่อแม่ต่างกัน และได้รับการถ่ายทอดลักษณะมาจากพ่อแม่ต่างกัน) • ลักษณะที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากพ่อแม่หรือบรรพบุรุษเรียกว่าอะไร (ลักษณะทางพันธุกรรม) • การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเกี่ยวข้องกับโครงสร้างใดภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต (นิวเคลียส) ครูสุ่มนักเรียนออกมาอธิบายลักษณะของนิวเคลียสและวาดภาพนิวเคลียสของเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์บนกระดานดำ 2. ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร ดังนี้ • จากที่นักเรียนเคยเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของนิวเคลียสและรู้ว่ามีสารพันธุกรรมซึ่งทำหน้าที่ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สารพันธุกรรมอยู่	7. วีดิทัศน์การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส รากหอม https://www.youtube.com/watch?v=8bg1yQkJRbQ (สื่อเสริม) 8. สื่อภาพเคลื่อนไหว ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน จาก https://www.scimath.org/video-biology/item/10571-2019-08-29-04-30-58 (สื่อเสริม) **ภาระงาน/ชิ้นงาน** 1. การบันทึกผลการสังเกตเซลล์ปลายรากหอม 2. การวาดภาพสุนัขที่ได้จากการสุ่มและแปลรหัสภาพ 3. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เวลา 3 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์การเรียนรู้ **ด้านความรู้** 1. บรรยายลักษณะของโครโมโซมภายในเซลล์ของปลายรากหอม 2. อธิบายหน้าที่ของหน่วยที่กำหนดลักษณะพันธุกรรมหรือยีน 3. อธิบายความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	ภายในโครงสร้างใดของนิวเคลียส (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ โดยครูไม่เฉลยคำตอบ) ครูชักชวนให้นักเรียนหาคำตอบจากการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีลักษณะอย่างไร **ขั้นสอน** 3. ให้นักเรียนอ่านขั้นตอนการทำกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 1 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้ ● กิจกรรมนี้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม) ● กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและบรรยายลักษณะของโครโมโซมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์) ● วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร (สังเกตลักษณะของโครงสร้างภายในเซลล์ของปลายรากหอมจากสไลด์ถาวรโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง วาดภาพ	**การวัดและประเมินผล** **ด้านความรู้** โดยประเมินจาก 1. การบันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรมเกี่ยวกับลักษณะของโครโมโซมในใบงานที่ 1 2. การบันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรมเกี่ยวกับความเกี่ยวข้องของหน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตในใบงานที่ 2 3. การอภิปรายและตอบคำถามในชั้นเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกต โดยสังเกตลักษณะของโครโมโซมผ่านกล้องจุลทรรศน์
2. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยนำข้อมูลรหัสภาพที่แทนแบบจำลองของหน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมที่สุ่มได้มาเปรียบเทียบกับตารางแปลรหัสภาพและสรุปลักษณะของสุนัข

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความมุ่งมั่นอดทน ไม่ย่อท้อในการตรวจหาโครโมโซมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์
2. ความอยากรู้อยากเห็น มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเพื่อศึกษาหน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมที่ส่งผลต่อลักษณะของสิ่งมีชีวิต

หรือถ่ายภาพเซลล์ และระบุโครงสร้างที่เห็นภายในเซลล์ของปลายรากหอม)

4. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน แบ่งหน้าที่รับผิดชอบในกลุ่มตามที่ได้รับมอบหมาย และลงมือทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร
5. ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
6. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม และบันทึกคำตอบลงในใบงานที่ 1
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรมว่า ภายในเซลล์ของปลายรากหอมที่สังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ บางเซลล์จะเห็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นท่อน ๆ คือ โครโมโซม ซึ่งจะเห็นชัดเจนอยู่ในเซลล์บางเซลล์เท่านั้น แต่บางเซลล์เห็นเฉพาะนิวเคลียสที่ติดสี

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โดยประเมิน

1. การสังเกต จากภาพวาดหรือภาพถ่ายที่สังเกตจริงภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และบรรยายรายละเอียดลักษณะโครโมโซมที่เห็นตามความเป็นจริงโดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัว
2. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจากภาพวาดของสุนัขที่ได้จากการแปลรหัสภาพที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ โดยประเมิน

1. ความมุ่งมั่นอดทน จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทำกิจกรรมโดยมุ่งมั่นและไม่ย่อท้อในการตรวจหาและระบุตำแหน่งของโครโมโซมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน 1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแปลความข้อมูลจากรหัสภาพเป็นลักษณะของสุนัขเพื่อสรุปหน้าที่ของหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	8. ครูเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องโครงสร้างของโครโมโซมโดยกระตุ้นนักเรียนว่าสนใจอยากรู้อะไรเกี่ยวกับโครโมโซมให้ช่วยกันตั้งคำถาม หรือครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอยากรู้ว่า • โครโมโซมประกอบด้วยอะไรบ้าง • โครโมโซมกับดีเอ็นเอมีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ โดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ) ครูชักชวนให้นักเรียนหาคำตอบจากใบความรู้ที่ 1 โครงสร้างของโครโมโซม 9. ให้นักเรียนอ่านจับประเด็นสำคัญจากใบความรู้ที่ 1 โครงสร้างของโครโมโซม แล้วร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้ • เพราะเหตุใดเราจึงใช้ปลายรากหอมซึ่งเป็นบริเวณที่เซลล์กำลังอยู่ในช่วงแบ่งเซลล์ระยะต่าง ๆ ในการสังเกตโครโมโซม (เพราะจะสามารถมองเห็นโครโมโซมได้ชัดเจน)	2. ความอยากรู้อยากเห็น จากการสังเกตความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมและตั้งคำถามระหว่างการทำกิจกรรมเพื่อศึกษาหน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมที่ส่งผลต่อลักษณะของสิ่งมีชีวิต **สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากบันทึกผลการทำกิจกรรมและการตอบคำถามท้ายกิจกรรมโดยสามารถแปลความหมายข้อมูลจากรหัสภาพเป็นลักษณะของสุนัขเพื่อลงข้อสรุปหน้าที่ของหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

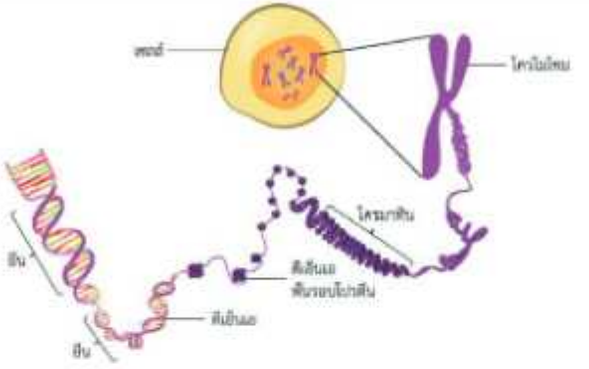
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• โครโมโซมกับโครมาทินเกี่ยวข้องกันอย่างไร (โครโมโซมเป็นโครมาทินที่ขดตัวสั้น แต่ถ้านำโครโมโซมมายืดออกให้เห็นเป็นเส้นยาว จะเรียกว่า โครมาทิน) • โครมาทิด คืออะไร (เป็นชื่อเรียกโครโมโซมแต่ละข้างที่อยู่ติดกัน โดยโครโมโซม 1 แท่งจะมี 2 โครมาทิด • โครโมโซม มีสารใดเป็นส่วนประกอบ (โครโมโซม ประกอบด้วยกรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic acid) หรือดีเอ็นเอ และโปรตีนที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม โดยดีเอ็นเอจะพันอยู่รอบโปรตีน) • ดีเอ็นเอมีลักษณะอย่างไร (ดีเอ็นเอมีลักษณะเป็นสาย 2 สายจับคู่และบิดเป็นเกลียว แต่ละสายประกอบด้วยหน่วยย่อย ๆ เรียงตัวกันโดยหน่วยย่อยแต่ละหน่วยประกอบด้วยน้ำตาล หมู่ฟอสเฟต และเบส) 10. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าดีเอ็นเอเป็นส่วนประกอบของโครโมโซม และเป็นสารพันธุกรรมที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	ขั้นสรุป 11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า - โครโมโซมอยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ประกอบด้วยดีเอ็นเอพันอยู่รอบโปรตีนที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม สามารถมองเห็นโครโมโซมขณะที่เซลล์มีการแบ่งเซลล์ - ดีเอ็นเอ หรือกรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิกประกอบด้วยหน่วยย่อย ๆ เรียงตัวต่อกันเป็นสาย 2 สายจับคู่กันและบิดเป็นเกลียว ดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต **กิจกรรมการเรียนรู้** **ชั่วโมงที่ 3** **ขั้นนำ** 12. ครูทบทวนความรู้จากชั่วโมงที่ผ่านมาและเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมที่ 2 โดยใช้คำถาม ดังนี้ ● โครงสร้างใดที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในช่วงที่เซลล์กำลังแบ่งเซลล์ และมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต (โครโมโซม)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	● ลักษณะทางพันธุกรรมถูกกำหนดโดยหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งอยู่บนโครโมโซม ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมทำงานได้อย่างไร และหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันจะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ) ครูชักชวนให้นักเรียนหาคำตอบจากกิจกรรมที่ 2 เรื่อง หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันส่งผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต **ขั้นสอน** 13. ให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจขั้นตอนการทำกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 2 และร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้ ● กิจกรรมนี้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (เพื่ออธิบายความเกี่ยวข้องของหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตโดยใช้แบบจำลอง) • วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร (หยิบชิ้นกระดาษที่มีรหัสภาพในซองกระดาษหรือแก้วพลาสติกลักษณะละ 1 ชิ้น รวม 5 ชิ้น แล้วนำไปเทียบกับตารางแปลลักษณะของสุนัข จากนั้นวาดรูปสุนัขจากลักษณะที่หยิบได้) 14. ให้แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดในใบกิจกรรมที่ 2 และบันทึกผลลงในใบงานที่ 2 ตอนที่ 1 15. ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 16. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม และบันทึกคำตอบลงในใบงาน 17. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมว่า	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมา การที่สิ่งมีชีวิตมีหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกัน มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะแตกต่างกัน 18. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ยีน ทำหน้าที่กำหนดหรือควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต 19. ครูใช้คำถามว่า ยีน สัมพันธ์กับโครโมโซมและดีเอ็นเออย่างไร ให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบโดยให้แต่ละกลุ่มสังเกตภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนในใบความรู้ที่ 2 แล้วสุ่มให้นักเรียนอธิบายตามความเข้าใจก่อน จากนั้นใช้คำถามดังนี้	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	 • จากภาพนักเรียนคิดว่า โครโมโซม ดีเอ็นเอ และ ยีน สัมพันธ์กันอย่างไร (โครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอซึ่งพันรอบโปรตีน ส่วนยีนคือช่วงของดีเอ็นเอ) • ดีเอ็นเอตลอดทั้งสายเป็นยีนทั้งหมดหรือไม่ (ไม่ทั้งหมด ยีนอยู่เป็นช่วง ๆ บนสายดีเอ็นเอ) • โครโมโซมแท่งหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยดีเอ็นเอที่ยาวมาก นักเรียนคิดว่าโครโมโซมแต่ละแท่งจะมีจำนวนยีนเป็นอย่างไร (มียีนเป็นจำนวนมาก)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	**เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน**	**เวลา 3 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**
	20. ให้นักเรียนอ่านรายละเอียดในใบความรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน หรือศึกษาเพิ่มเติมจากภาพเคลื่อนไหว เพื่อเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจให้มากขึ้น **ขั้นสรุป** 21. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมหรือยีนทำหน้าที่กำหนดลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนมีความสัมพันธ์กัน โครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอ บางช่วงของดีเอ็นเอเป็นยีน ดีเอ็นประกอบด้วยยีนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นโครโมโซมจึงมียีนอยู่เป็นจำนวนมาก	

ข้อเสนอแนะ

การทำสไลด์ถาวรเซลล์ปลายรากหอม

ครูอาจเตรียมสไลด์ของเซลล์ปลายรากหอมเอง ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1) เพาะหอมแดงหรือหอมใหญ่ โดยตัดรากเก่า ๆ ของหัวหอมทิ้ง นำไปวางบนขวดปากกว้างหรือบีกเกอร์ที่มีน้ำสะอาดอยู่เต็ม และควรเปลี่ยนน้ำทุก ๆ 1-2 วันหรือเพาะในกระบะทรายและรดน้ำอย่างสม่ำเสมอ ระวังอย่าให้ทรายแห้ง ทิ้งไว้จนรากงอกยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร

2) ตัดปลายรากยาวประมาณ 1 เซนติเมตรจากปลายราก แช่ในสารละลายตรึงสภาพ (fixative) ซึ่งเตรียมโดยผสมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% 3 ส่วน กับกรดแอซิติกเข้มข้น 100% (glacial acetic acid) 1 ส่วน ควรเตรียมใหม่ทุกครั้งก่อนใช้ แช่รากไว้ในสารละลายตรึงสภาพ 1 คืนในตู้เย็น
3) ถ้าต้องการเก็บปลายรากไว้ใช้ครั้งต่อไปให้เก็บปลายรากไว้ในสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 70%
4) ใช้ปากคีบคีบรากจากข้อ 3) วางบนสไลด์ ตัดส่วนปลายรากที่มีสีขาวขุ่นยาวประมาณ 2-3 มิลลิเมตรมาใช้ ส่วนที่เหลือด้านบนให้ทิ้งไป ล้างส่วนปลายรากด้วยน้ำกลั่น โดยหยดน้ำกลั่นให้ท่วมราก ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วซับน้ำด้วยกระดาษเยื่อ หยดกรดไฮดรอคลอริกเข้มข้น 1 N (Normality) ประมาณ 1-2 หยดให้พอท่วม เพื่อให้ผนังเซลล์อ่อนตัว ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีระวังอย่าให้กรดแห้ง จากนั้นซับกรดออกด้วยกระดาษเยื่อ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 1-2 ครั้ง เพื่อล้างกรดออกให้หมด
5) หยดสีอะซิโทคาร์มีน (acetocarmine) บนปลายรากหอมเพื่อย้อมสีโครโมโซม แล้วผ่านสไลด์บนเปลวไฟ ระวังอย่าให้สีเดือดและแห้ง ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
6) ใช้ปลายแท่งแก้วหรือปลายดินสอด้านที่มียางลบกดเบา ๆ บนกระจกปิดสไลด์เพื่อให้ปลายรากหอมแตกออกและให้เซลล์กระจาย จากนั้นใช้กระดาษเยื่อซับสีส่วนเกินบริเวณข้าง ๆ กระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

ทั้งนี้ครูสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากวีดิทัศน์ เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสรากหอม https://www.youtube.com/watch?v=8bg1yQkJRbQ สสวท.

ใบกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

สังเกตและบรรยายลักษณะของโครโมโซมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง

วัสดุและอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง	1	กล้อง
2. สไลด์ถาวรเซลล์ปลายรากหอม	1	แผ่น

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สังเกตโครงสร้างภายในของเซลล์ปลายรากหอมจากสไลด์ถาวรด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุดแล้วเลือกบริเวณที่เห็นเซลล์แต่ละเซลล์ชัดเจน
2. ขยายภาพโดยเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงขึ้น ปรับภาพจนเห็นภาพชัดเจน บันทึกผลโดยวาดภาพหรือถ่ายภาพลงในใบงานที่ 1 และระบุตำแหน่งโครโมโซมที่เห็นภายในเซลล์โดยเปรียบเทียบกับภาพตัวอย่างโครงสร้างภายในเซลล์ปลายรากหอม

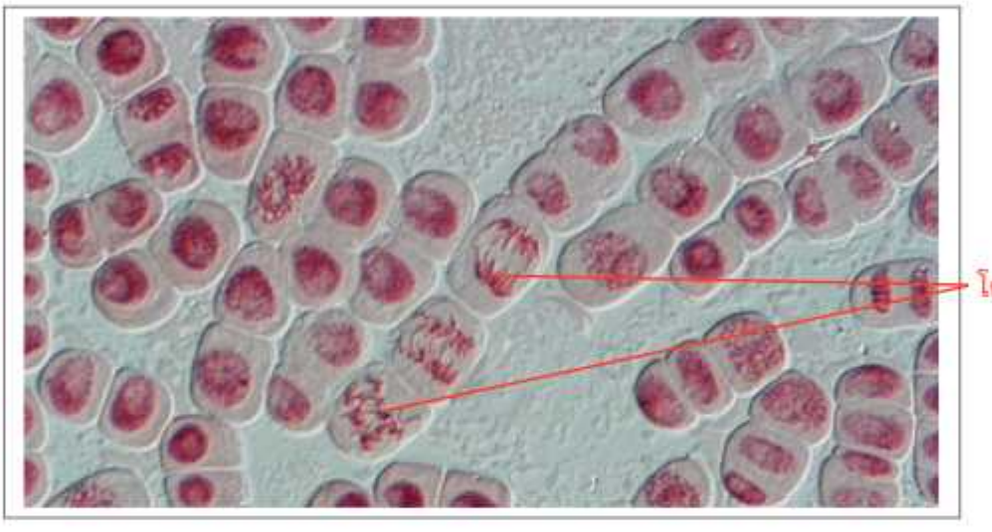
เฉลยใบงานที่ 1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีลักษณะอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

การสังเกตลักษณะของโครโมโซมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง

1.1 ภาพวาดหรือภาพถ่ายโครงสร้างที่เห็นภายในเซลล์ของปลายรากหอม



1.2 ระบุส่วนที่เป็นโครโมโซมในภาพข้อ 1.1 และบรรยายลักษณะของโครโมโซม

มีลักษณะเป็นท่อนสั้นหลายท่อนเรียงตัวอยู่ในแนวเดียวกันตรงกลางเซลล์ และบางเซลล์เห็นท่อนสั้นแยกออกเป็น 2 กลุ่มอยู่ภายในเซลล์

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สิ่งที่เห็นภายในเซลล์ปลายรากหอมแต่ละเซลล์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

   สิ่งที่เห็นเหมือนกันในบางเซลล์คือนิวเคลียสและเห็นภายในเป็นจุดสี ซึ่งแตกต่างจากบางเซลล์ที่ไม่เห็นนิวเคลียส แต่พบโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นท่อนสั้นหลายท่อนเรียงตัวอยู่ในแนวเดียวกันตรงกลางเซลล์ และบางเซลล์เห็นท่อนสั้นแยกออกเป็น 2 กลุ่มอยู่ภายในเซลล์

2. ลักษณะของโครโมโซมที่สังเกตได้จากกล้องจุลทรรศน์ มีลักษณะอย่างไร

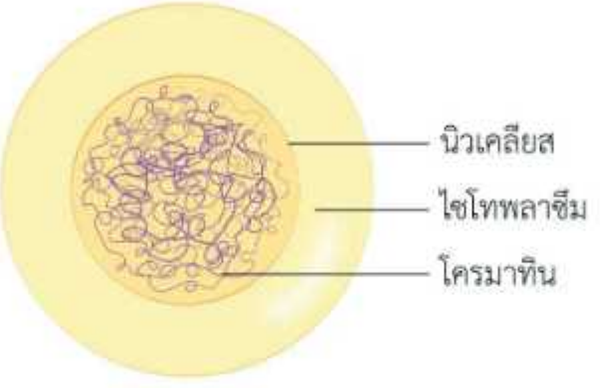
   มีลักษณะเป็นท่อนอยู่ภายในเซลล์

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

ภายในเซลล์ของปลายรากหอมที่สังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ บางเซลล์จะเห็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นท่อน ๆ คือ โครโมโซม ซึ่งจะเห็นชัดเจนอยู่ในเซลล์บางเซลล์เท่านั้น แต่บางเซลล์เห็นเฉพาะนิวเคลียสที่ติดสี

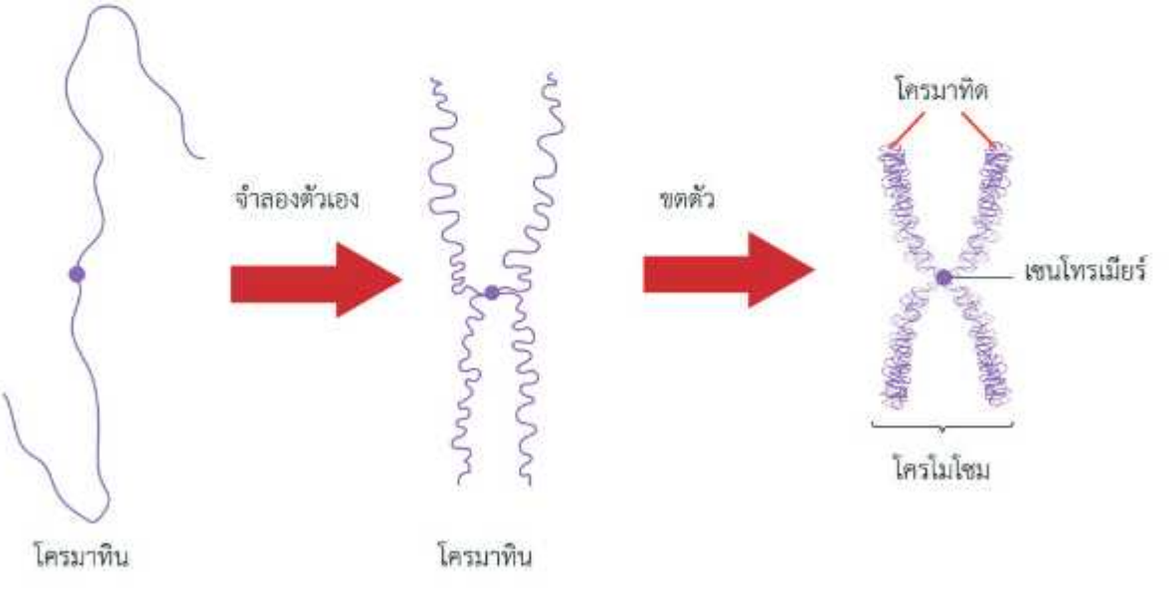
ใบความรู้ที่ 1 โครงสร้างของโครโมโซม

ในเซลล์ที่ยังไม่มีการแบ่งเซลล์ โครโมโซมจะอยู่ในสภาพคลายตัวออกเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ยาวพันกันอยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ เรียกว่า **โครมาทิน (chromatin)** ซึ่งจะไม่สามารถมองเห็นเป็นเส้น หรือแท่งอย่างชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง ดังภาพที่ 1



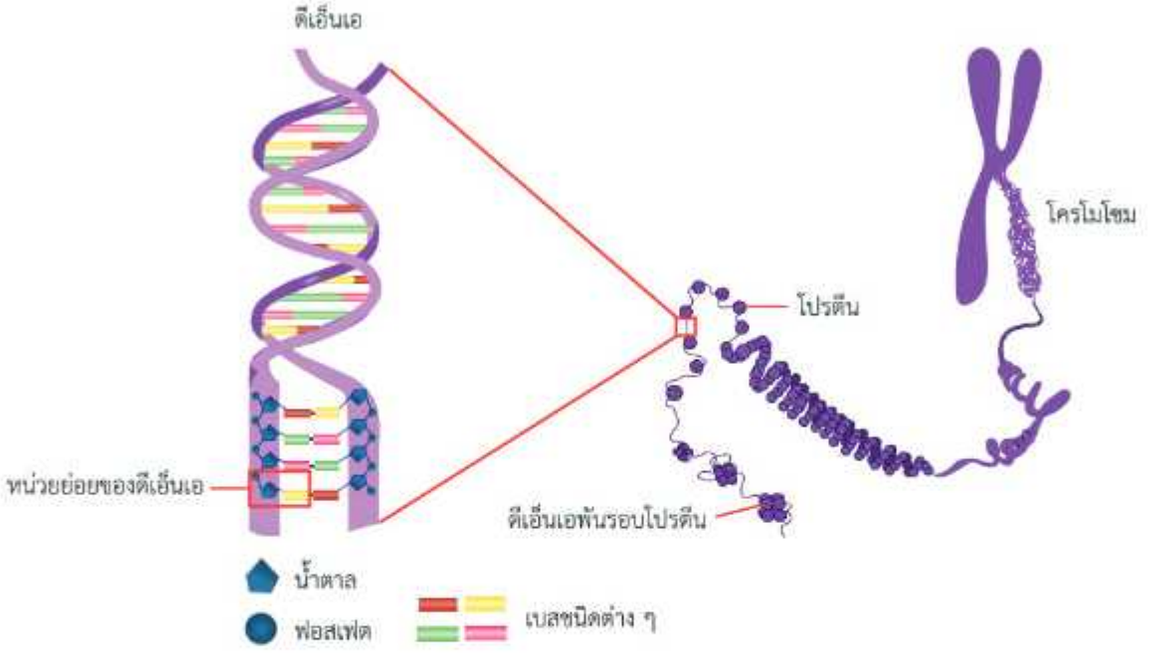
ภาพที่ 1 โครมาทินในนิวเคลียสของเซลล์

ในเซลล์ที่จะมีการแบ่งเซลล์ โครมาทินจะจำลองตัวเองเป็น 2 เส้น และขดตัวสั้นลงเป็นโครโมโซม โดยจะเห็นเป็นสองแท่งที่เชื่อมติดกันอยู่ ซึ่งแต่ละแท่งเรียกว่า**โครมาทิด (chromatid)** ดังนั้นหนึ่งโครโมโซมจึงประกอบด้วย 2 โครมาทิด โครมาทิดทั้งสองมีส่วนที่ติดกันอยู่ตรงบริเวณที่เรียกว่า **เซนโทรเมียร์ (centromere)** ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจำลองและขดตัวของโครมาทิน และส่วนต่าง ๆ ของโครโมโซม

นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาและพบว่าโครโมโซมประกอบด้วย**กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก** หรือ **ดีเอ็นเอ** (deoxyribonucleic acid : DNA) และโปรตีน ดีเอ็นเอเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ประกอบด้วยหน่วยย่อยเรียงตัวกันเป็นสายจำนวน 2 สาย ซึ่งจะจับคู่และบิดเป็นเกลียว ในหน่วยย่อยแต่ละหน่วยประกอบด้วยน้ำตาล หมู่ฟอสเฟต และเบส ดีเอ็นเอที่เป็นสายคู่นี้พันอยู่รอบโปรตีนที่มีลักษณะเป็นก้อนกลมดูเหมือนสายลูกปัด ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างของดีเอ็นเอ

ใบกิจกรรมที่ 2 หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันส่งผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

วิเคราะห์และอธิบายความเกี่ยวข้องของหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมกับลักษณะของสิ่งมีชีวิต โดยใช้แบบจำลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1.	แถบกระดาษรหัสภาพกำหนดลักษณะทางพันธุกรรม ของสุนัข 5 ลักษณะ แต่ละลักษณะมีรหัสภาพที่แตกต่างกัน 4 แบบ	20 ชิ้น
2.	ซองกระดาษหรือแก้วพลาสติกทึบ	4 ซอง หรือ 4 ใบ
3.	กรรไกร	1 เล่ม
4.	กระดาษบรู๊ฟ (สร้างแบบ) หรือกระดาษ A 4	1 แผ่น

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. กำหนดให้รหัสภาพแทนแบบจำลองของหน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสุนัข 5 ลักษณะ ได้แก่ ลำตัว หัว ใบหู ขาและหาง แต่ละลักษณะมี 4 แบบ ดังภาพ

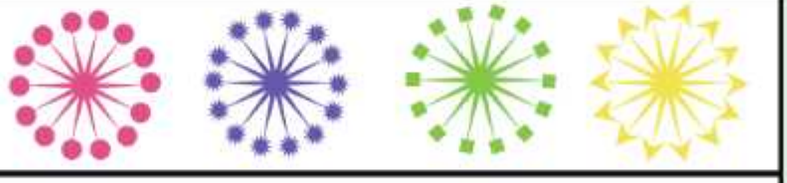
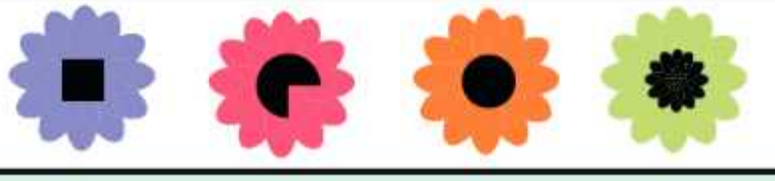
ลักษณะของลำตัว

แบบที่ 1	
แบบที่ 2	
แบบที่ 3	
แบบที่ 4	

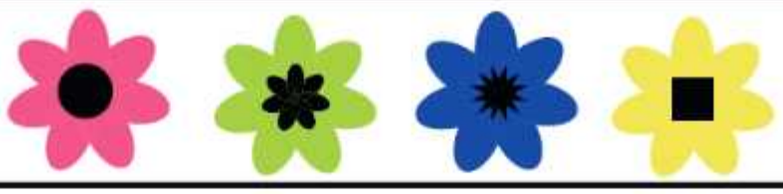
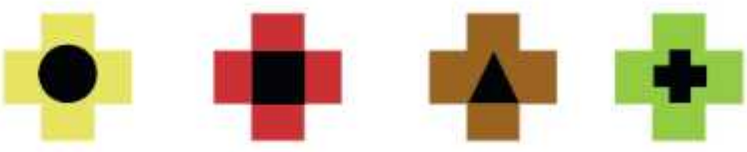
ลักษณะของหัว

แบบที่ 1	
แบบที่ 2	
แบบที่ 3	
แบบที่ 4	

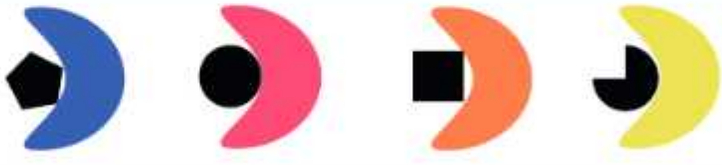
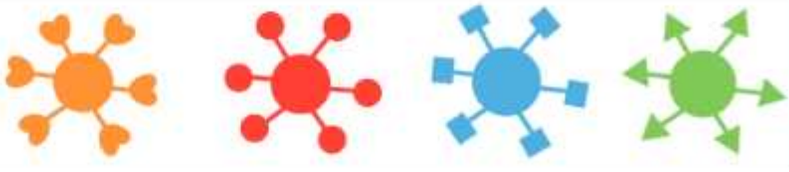
ลักษณะของใบหู

แบบที่ 1	
แบบที่ 2	
แบบที่ 3	
แบบที่ 4	

ลักษณะของขา

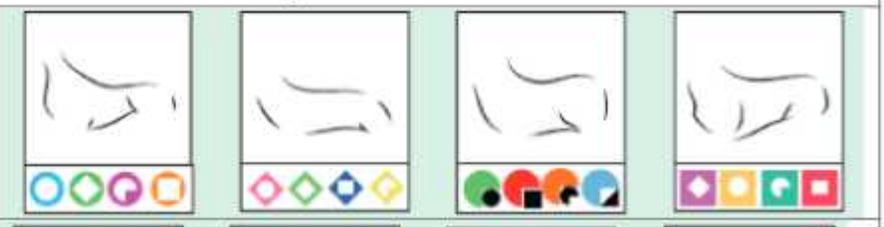
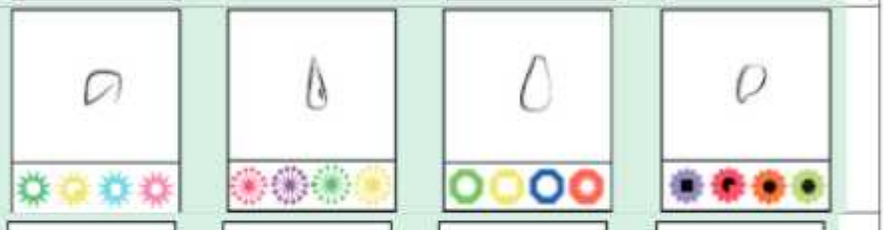
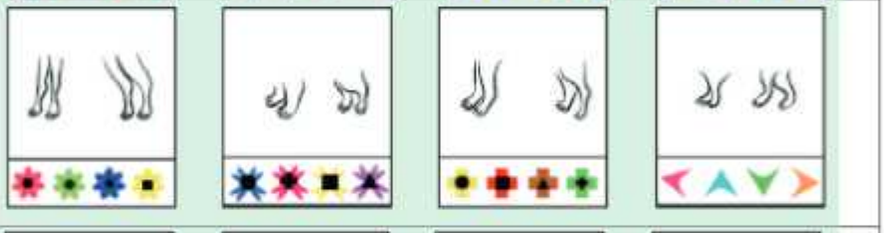
แบบที่ 1	
แบบที่ 2	
แบบที่ 3	
แบบที่ 4	

ลักษณะของหาง

แบบที่ 1	
แบบที่ 2	
แบบที่ 3	
แบบที่ 4	

2. ตัดกระดาษที่มีรหัสภาพกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสุนัขแต่ละลักษณะตามแนวยาวออกเป็น 4 ชิ้น ชิ้นละ 1 แบบ รวม 4 ชิ้น ต่อ 1 ลักษณะ ใส่ลงในซองกระดาษ ลักษณะละ 1 ซอง
3. ให้สมาชิกกลุ่มแต่ละคน สุ่มหยิบกระดาษ 1 ชิ้นจากแต่ละซอง บันทึกผลในใบงานที่ 2 ข้อ 1
4. นำลักษณะที่ได้จากข้อ 3 เทียบกับตารางแปลรหัสภาพลักษณะต่าง ๆ ของสุนัขที่กำหนดให้ แล้วนำข้อมูลมาประกอบการวาดเป็นภาพสุนัขลงในใบงานที่ 2 ข้อ 2
5. ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
6. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

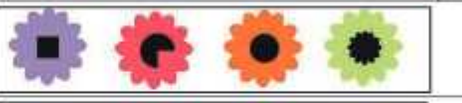
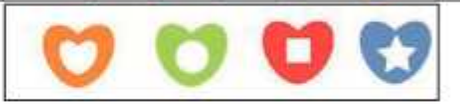
ตารางแปลรหัสภาพลักษณะของสุนัข

ลักษณะ	รูปแบบของแต่ละลักษณะ
ลำตัว	
หัว	
ใบหู	
ขา	
หาง	

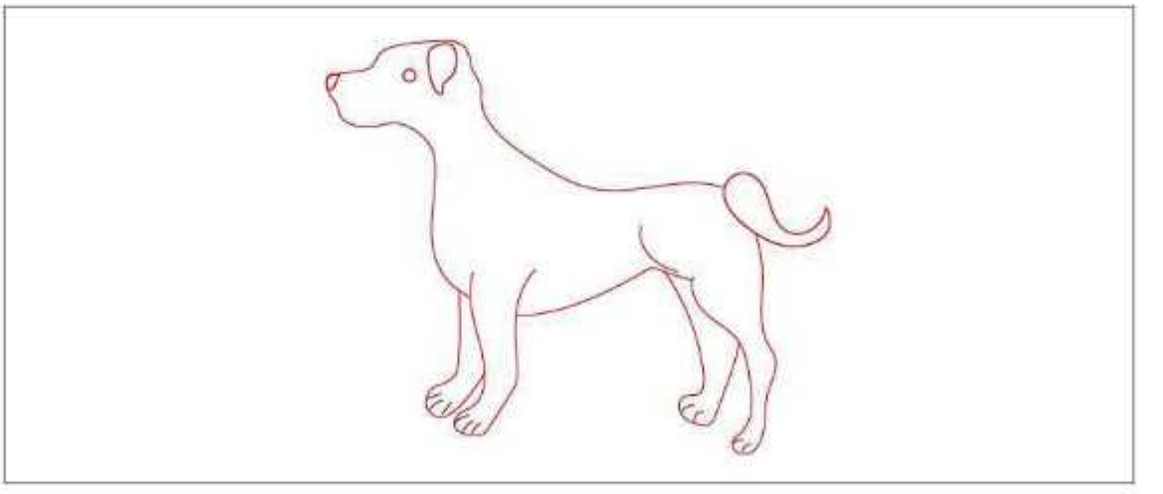
เฉลยใบงานที่ 2 หน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันส่งผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1. การสุ่มรหัสภาพแทนแบบจำลองของหน่วยกำหนดลักษณะลักษณะต่าง ๆ ของสุนัข

ส่วนประกอบของสุนัข	รหัสภาพที่สุ่มได้
ลักษณะของลำตัว	แบบที่ 1
ลักษณะของหัว	แบบที่ 3
ลักษณะของใบหู	แบบที่ 4 
ลักษณะของขา	แบบที่ 4
ลักษณะของหาง	แบบที่ 2 

2. ภาพสุนัขได้จากการนำรหัสภาพแต่ละลักษณะเทียบกับตารางแปลรหัส



คำถามท้ายกิจกรรม

1. แบบจำลองรหัสภาพนี้ใช้แทนหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตชนิดใด

   สุนัข

2. รหัสภาพแบบต่าง ๆ ที่หยิบโดยการสุ่มแต่ละครั้งแทนลักษณะใดของสิ่งมีชีวิต

   ลักษณะลำตัว หัว ใบหู ขา และหาง

3. ภาพสิ่งมีชีวิตของนักเรียนแต่ละกลุ่มเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

   อาจเหมือนกันหรือแตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่น่าจะมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ลักษณะหางของสุนัข บางกลุ่มมีปลายหางม้วนเข้าหาลำตัว บางกลุ่มมีขนฟูอยู่ที่ปลายหาง บางตัวหางชี้ขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลที่ได้จากการสุ่มหยิบชิ้นกระดาษที่มีรหัสภาพของแต่ละกลุ่ม

4. สิ่งใดเป็นตัวกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสุนัข

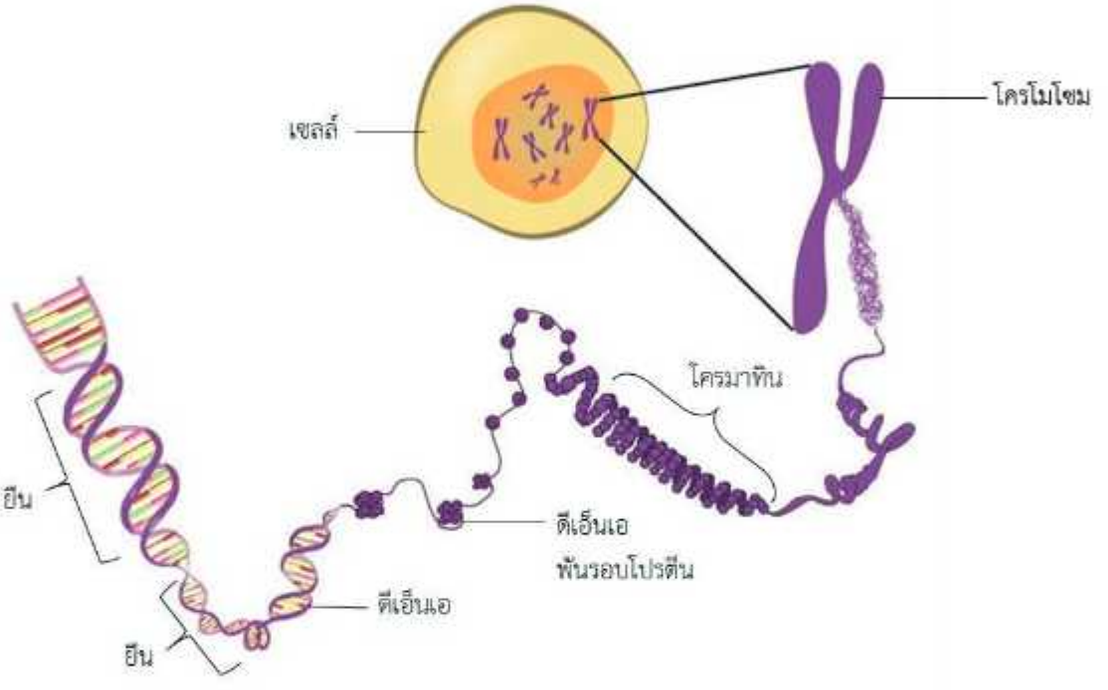
   รหัสภาพบนชิ้นกระดาษเป็นตัวกำหนดลักษณะของสุนัข

5. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

   รหัสภาพบนชิ้นกระดาษเป็นตัวกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต หน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมา การที่สิ่งมีชีวิตมีหน่วยที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกัน มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะแตกต่างกัน

ใบความรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ภายในนิวเคลียสของเซลล์มีโครโมโซมซึ่งประกอบด้วยดีเอ็นเอและโปรตีน ดีเอ็นเอบางช่วงทำหน้าที่เป็นยีนซึ่งควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม และบางช่วงไม่เป็นยีนจึงไม่ได้ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม เนื่องจากดีเอ็นเอในแต่ละโครโมโซมมีความยาวมาก โครโมโซมจึงมียีนเป็นจำนวนมาก ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เป็นดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง การค้นพบของเมนเดล** **เวลา 2 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

ขอบเขตเนื้อหา

เมนเดลค้นพบการถ่ายทอดทางพันธุกรรมในถั่วลันเตา ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ลักษณะของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซม ซึ่งประกอบด้วย 2 แอลลีลซึ่งอาจมีรูปแบบเหมือนกันหรือต่างกันก็ได้ ยีนที่มีแอลลีลที่ต่างกันนี้แอลลีลหนึ่งอาจข่มอีกแอลลีลหนึ่งไม่ให้แสดงลักษณะออกมา เรียกแอลลีลนี้ว่า แอลลีลเด่น ส่วนแอลลีลที่ถูกข่มและไม่สามารถแสดงลักษณะออกมาได้ เรียกว่า แอลลีลด้อย การข่มลักษณะนี้เรียกว่า การข่มอย่างสมบูรณ์

สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมเป็นคู่ แต่ละคู่จะมีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน ความยาวเท่ากัน

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

1. ครูทบทวนความรู้ เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมโดยให้นักเรียนยกตัวอย่างลักษณะของตนเองที่เหมือนพ่อหรือแม่ประมาณ 4-5 ลักษณะ โดยใช้คำถามว่า
   - นักเรียนมีลักษณะใดบ้างที่เหมือนพ่อหรือเหมือนแม่ หรือเหมือนทั้งพ่อและแม่
     (ตอบตามที่นักเรียนสังเกตลักษณะของตัวเองกับพ่อและแม่ เช่น ลักษณะสันจมูก (สันจมูก โด่ง/แบน) โครงร่างของใบหน้า (สี่เหลี่ยม รูปไข่ กลม) ความสูง (สูง/เตี้ย) สีผิว (ดำ ขาว) ติ่งหู (มี/ไม่มีติ่งหู)
   - ลักษณะที่สามารถถ่ายทอดมาจากพ่อแม่ไปยังลูกได้นั้น เรียกว่าอะไร (ลักษณะทางพันธุกรรม)

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1 ผลการทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดล
2. ใบความรู้ที่ 1 การทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดล
3. ใบความรู้ที่ 2 ยีนและแอลลีล
4. ภาพหรือต้นถั่วลันเตาที่มีทั้งดอกและฝัก
5. ภาพฮอมอโลกัสโครโมโซม
6. วีดิทัศน์ เรื่อง How Mendel's pea plants helped us understand genetics จาก https://www.youtube.com/watch?v=Mehz7tCxjSE (สื่อเสริม)
7. สื่อแอนิเมชัน เรื่อง ยีนและแอลลีลจาก https://www.scimath.org/video-

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	**เรื่อง การค้นพบของเมนเดล**	**เวลา 2 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

และมียีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกันอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซมที่เป็นคู่กัน เรียกโครโมโซมที่เป็นคู่กันนี้ว่า ฮอมอโลกัสโครโมโซม แอลลีลที่อยู่เป็นคู่กันบนฮอมอโลกัสโครโมโซมจะแยกจากกันไปสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ในระหว่างที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยแต่ละเซลล์สืบพันธุ์จะได้รับเพียง 1 แอลลีลที่อยู่บนฮอมอโลกัสโครโมโซม 1 แท่ง เมื่อมีการปฏิสนธิแอลลีลบนฮอมอโลกัสโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์จะมาเข้าคู่กันในรุ่นลูกเช่นเดิมอีก	• สิ่งใดเป็นตัวกำหนดการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (ยีน) 2. ครูนำภาพหรือต้นถั่วลันเตามาให้นักเรียนดู (หรือครูอาจให้นักเรียนอาจดูภาพนี้ได้จากเอกสารของนักเรียน) จากนั้นใช้คำถามว่า • พืชในภาพคือพืชชนิดใด (ตอบตามประสบการณ์เดิม ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่าคือต้นถั่วลันเตา) • นักเรียนสนใจศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วลันเตาลักษณะใดบ้าง และนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการศึกษา	biology/item/10572-2019-08-29-04-48-54 (สื่อเสริม) **ภาระงาน/ชิ้นงาน** -

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง การค้นพบของเมนเดล** **เวลา 2 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวที่แอลลีลเด่นข่มแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์
2. อธิบายสมมติฐานของเมนเดล ความสัมพันธ์ของยีนและแอลลีล

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปโดยวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองของเมนเดลและลงข้อสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

(นักเรียนตอบตามความสนใจ เช่น สีของดอก ลักษณะของฝัก วิธีการศึกษาโดยนำต้นที่มีลักษณะแตกต่างกันมาผสมพันธุ์กัน แล้วสังเกตลูกที่เกิดขึ้น)

3. ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่การทดลองของเมนเดล ดังนี้
   - นักเรียนเคยมาก่อนหรือไม่ว่า ใครเป็นผู้ค้นพบความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และการค้นพบนั้นมีวิธีการอย่างไร
   - ถั่วลันเตาเกี่ยวข้องกับการค้นพบความรู้นั้นอย่างไร นักเรียนตอบตอบความเข้าใจ โดยครูไม่เฉลยคำตอบ แต่ชักชวนให้นักเรียนค้นหาคำตอบได้จากใบความรู้ที่ 1 การทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดล

ขั้นสอน

4. ครูให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 การทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดล ย่อหน้าที่ 1-4 จากนั้นร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามว่า

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. การตอบคำถามเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วลันเตาจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวและในใบงานที่ 1
2. การอภิปรายและตอบคำถามเกี่ยวกับสมมติฐานของเมนเดล ความสัมพันธ์ของยีนและแอลลีล

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โดยประเมิน

1. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จากการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองของเมนเดลและลงข้อสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **กลุ่มสาระการเรียนรู้** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**เรื่อง** การค้นพบของเมนเดล **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**เวลา** 2 ชั่วโมง **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3
ด้านจิตวิทยาศาสตร์ 1. ความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นในการตั้งคำถาม และหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองและการค้นพบของเมนเดล **สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวที่แอลลีลเด่นข่มแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์มาอธิบายลักษณะที่ปรากฏของสิ่งมีชีวิต 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ตีความหมายข้อมูลจากผลการทดลอง	• ลักษณะของถั่วลันเตาที่เมนเดลศึกษามีกี่ลักษณะอะไรบ้าง เหมือนหรือแตกต่างจากที่นักเรียนสนใจหรือไม่ อย่างไร (เมนเดลศึกษาถั่วลันเตา 7 ลักษณะ ได้แก่ รูปร่างของเมล็ด สีของเมล็ด สีของดอก รูปร่างของฝัก สีของฝัก ตำแหน่งของดอก และความสูงของลำต้น ลักษณะที่เมนเดลศึกษาอาจเหมือนหรือไม่เหมือนกับลักษณะที่นักเรียนสนใจ) • ลักษณะทางพันธุกรรมภายนอกของถั่วลันเตามีเป็นจำนวนมาก นักเรียนคิดว่าเมนเดลเลือกศึกษาถั่วลันเตาเพียง 7 ลักษณะด้วยเหตุผลอะไร (เพราะลักษณะที่เลือกศึกษานั้นเป็นลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น ต้นสูง และต้นเตี้ย เมล็ดกลม เมล็ดขรุขระ ดอกสีม่วง ดอกสีขาว) • เพราะเหตุใดเมนเดลจึงต้องใช้ถั่วลันเตาพันธุ์แท้ในการทดลอง (เพื่อให้แน่ใจว่าถั่วลันเตาที่นำมาใช้มีลักษณะที่ต้องการศึกษาเพียงแบบเดียวเท่านั้น)	**ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมิน 1. ความอยากรู้อยากเห็น จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการศึกษาการทดลองและการค้นพบของเมนเดล **สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการอภิปรายและตอบคำถามในชั้นเรียนโดยนำความรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากการผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียวที่แอลลีลเด่นข่มแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์มาอธิบายลักษณะที่ปรากฏของสิ่งมีชีวิต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

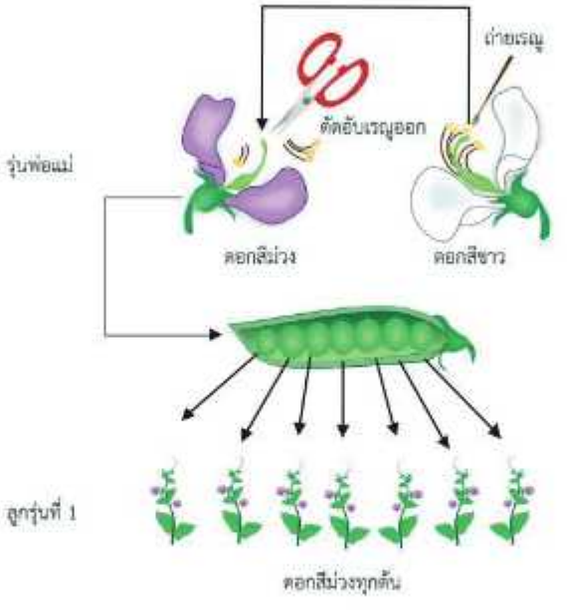
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง การค้นพบของเมนเดล เวลา 2 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

ของเมนเดลและนำมาอธิบายสมบัติฐาน การถ่ายทอดทางพันธุกรรม	● การผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียว คืออะไร (การผสมพันธุ์ใดศึกษาลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเพียง 1 ลักษณะ ตัวอย่าง เช่น ผสมพันธุ์ถั่วรุ่นพ่อดอกสีม่วงพันธุ์แท้กับถั่วรุ่นแม่ดอกสีขาวพันธุ์แท้แล้วพิจารณาเฉพาะสีดอกของถั่วรุ่นลูกที่เกิดขึ้นโดยไม่พิจารณาลักษณะอื่น) 5. ครูให้นักเรียนสังเกตภาพที่ 4 การผสมพันธุ์ต้นถั่วดอกสีม่วงพันธุ์แท้กับดอกสีขาวพันธุ์แท้จากใบความรู้ที่ 1	2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สังเกตจากการอภิปรายและตีความหมายข้อมูลจากผลการทดลองของเมนเดล และนำมาอธิบายสมบัติฐานการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้อย่างสมเหตุสมผล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง การค้นพบของเมนเดล	เวลา 2 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

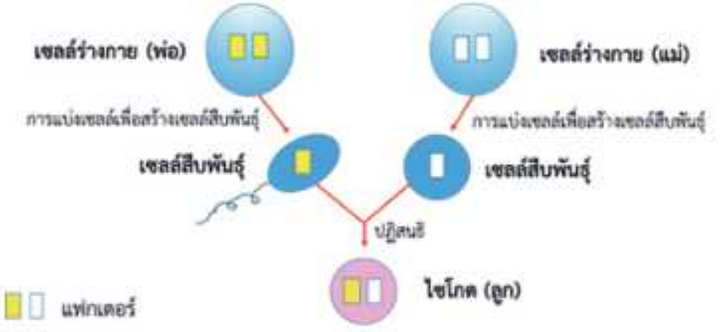


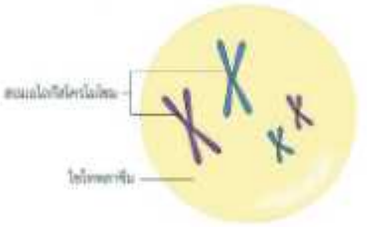
จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามในภาพ โดยใช้คำถามดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง การค้นพบของเมนเดล รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• เมนเดลมีวิธีการอย่างไรในการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาดอกสีม่วงพันธุ์แท้กับดอกสีขาวพันธุ์แท้ (ตัดอับเรณูของเกสรเพศผู้ของดอกสีม่วงออกจากนั้นใช้พู่กันเขี่ยเรณูของดอกสีขาวลงบนยอดเกสรเพศเมีย เมื่อต้นดอกสีม่วงออกผลหรือฝักจึงนำเมล็ดภายในผลไปปลูก จนกระทั่งต้นถั่วเจริญเติบโต สังเกตสีดอกของต้นลูกที่เกิดขึ้น) • เหตุใดเมนเดลจึงต้องตัดอับเรณูของเกสรเพศผู้ของดอกสีม่วงออกแล้วใช้พู่กันเขี่ยเรณูของดอกสีขาวลงบนยอดเกสรเพศเมียของดอกสีม่วง (เพื่อป้องกันการผสมพันธุ์ระหว่างเรณูและเซลล์ไข่ที่อยู่ภายในดอกเดียวกัน (หรือเรียกว่าการผสมตัวเอง) ของถั่วดอกสีม่วง ซึ่งถ้ามีการผสมกันจะได้ผลการทดลองที่ไม่ต้องการศึกษา เนื่องจากการทดลองนี้ต้องการศึกษาลักษณะของลูกที่เกิดขึ้นจากการผสมพันธุ์ข้ามต้นระหว่างต้นถั่วดอกสีม่วงและดอกสีขาวเท่านั้น) • ต้นถั่วที่เกิดขึ้นจากการผสมพันธุ์ระหว่างดอกสีม่วงกับดอกสีขาวหรือเรียกว่าลูกผสมนั้น มีลักษณะอย่างไร (มีดอกสีม่วงทุกต้น)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง การค้นพบของเมนเดล รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	6. ครูอธิบายวิธีการทดลองของเมนเดลต่อไปว่า เมื่อได้ถั่วต้นดอกสีม่วงที่เป็นลูกผสมแล้ว เมนเดลปล่อยให้มีการผสมพันธุ์ภายในดอกเดียวกัน เมื่อต้นถั่วออกฝัก จึงนำเมล็ดจากฝักไปเพาะ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยใช้คำถามดังนี้ ● นักเรียนคิดว่าลูกรุ่นที่ 2 ที่เกิดจากการผสมภายในดอกเดียวกันของต้นดอกสีม่วง จะมีดอกสีอะไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ) ● เมนเดลได้ทำการทดลองในลักษณะนี้กับถั่วลันเตาลักษณะอื่น ๆ ด้วย นักเรียนคิดว่าจะได้ผลการทดลองเหมือนกับลักษณะดอกสีม่วงและดอกสีขาวหรือไม่ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ) ครูไม่เฉลยคำตอบ แต่ชักชวนให้นักเรียนหาคำตอบจากตารางในใบความรู้ที่ 1 และใบงานที่ 1 7. ครูให้นักเรียนพิจารณาตาราง แสดงผลการทดลองการผสมถั่วลันเตา 7 ลักษณะของเมนเดล ในใบงานที่ 1 แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม และบันทึกคำตอบลงในใบงานที่ 1 จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบที่ถูกต้องอีกครั้ง	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง การค้นพบของเมนเดล	เวลา 2 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	8. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐาน และสุ่มให้บางกลุ่มเสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายผลการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาจากการทดลองของเมนเดล ดังนี้ ● ลักษณะด้อยในลูกรุ่นที่ 1 หายไปไหน ● เพราะเหตุใด ลักษณะด้อยจึงไม่ปรากฏในลูกรุ่นที่ 1 แต่กลับมาปรากฏอีกครั้งในลูกรุ่นที่ 2 (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ) ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้คำตอบตามสมมติฐานของเมนเดลว่า ลักษณะด้อยในลูกรุ่นที่ 1 ไม่ได้หายไปไหน แต่แฝงอยู่ในลูกรุ่นที่ 1 เพียงแต่ไม่สามารถแสดงออกมาได้ แสดงว่าจะต้องมีสิ่งที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมนั้น และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้ เมนเดลเรียกสิ่งที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมนั้นว่า แฟกเตอร์	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง การค้นพบของเมนเดล	เวลา 2 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	9. ครูอธิบายสมมติฐานของเมนเดลเพิ่มเติมโดยใช้แผนภาพในใบความรู้ที่ 1 ดังนี้  ลักษณะของพืชถูกควบคุมด้วยแฟกเตอร์ที่มีอยู่เป็นคู่ในเซลล์ของร่างกาย โดยแฟกเตอร์หนึ่งมาจากพ่อและอีกแฟกเตอร์หนึ่งมาจากแม่ เมื่อถึงเวลาสร้างเซลล์สืบพันธุ์แฟกเตอร์ที่อยู่เป็นคู่จะแยกกันอยู่เป็นแฟกเตอร์เดี่ยวในเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ เมื่อเซลล์สืบพันธุ์มาปฏิสนธิกันจะทำให้ได้ไซโกตซึ่งเป็นรุ่นลูกที่มีแฟกเตอร์อยู่เป็นคู่เช่นเดิมอีก สมมติฐานของเมนเดล ปัจจุบันเรียกว่า กฎการแยกส่วนแฟกเตอร์ในเวลาต่อมา เรียกแฟกเตอร์ว่า ยีน	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง การค้นพบของเมนเดล	เวลา 2 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	10. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ต่อมานักวิทยาศาสตร์ใช้กล้องจุลทรรศน์ในการศึกษาเซลล์ และสังเกตเห็นโครโมโซมภายในนิวเคลียสขณะที่มีการแบ่งเซลล์ และพบว่าโครโมโซมจะอยู่เป็นคู่ในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิต โดยโครโมโซมแต่ละคู่ซึ่งมาจากพ่อและแม่จะมีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน ความยาวเท่ากันและมียีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกันอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซมที่เป็นคู่กัน โครโมโซมที่เป็นคู่กันนี้ เรียกว่า ฮอมอโลกัสโครโมโซม (homologous chromosome) ดังภาพ (ครูอาจให้นักเรียนดูภาพนี้ได้จากเอกสารของนักเรียน)  11. ครูใช้คำถามว่า แฟกเตอร์หรือยีนที่อยู่เป็นคู่ซึ่งควบคุมลักษณะเดียวกันบนฮอมอโลกัสโครโมโซมในเซลล์ร่างกายจะมีรูปแบบ	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง การค้นพบของเมนเดล รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	เหมือนกันหรือไม่ ครูให้นักเรียนหาคำตอบจากการอ่านใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ยีนและแอลลีล 12. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านใบความรู้ที่ 2 ยีนและแอลลีล และเขียนสิ่งที่กลุ่มเรียนรู้จากการอ่าน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างกลุ่ม จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการอ่านอีกครั้ง ดังนี้ • ยีนและแอลลีลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร (ยีนเป็นหน่วยที่กำหนดหรือควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งจะอยู่กันเป็นคู่ในเซลล์ร่างกาย ยีนที่อยู่เป็นคู่นี้อาจมีรูปแบบเหมือนกันหรือแตกต่างกันก็ได้ รูปแบบที่แตกต่างกันของยีนเรียกว่า แอลลีล (allele) เช่น ยีนกำหนดลักษณะสีดอกถั่วลันเตาถูกควบคุมด้วยแอลลีล 2 รูปแบบ ได้แก่ แอลลีลเด่นควบคุมลักษณะดอกสีม่วง และแอลลีลด้อยควบคุมลักษณะดอกสีขาว) • ยีนที่ควบคุมลักษณะใดของถั่วที่มีแอลลีลเหมือนกันและยีนที่ควบคุมลักษณะใดที่มีแอลลีลต่างกัน	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง การค้นพบของเมนเดล รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	(ยีนที่ควบคุมตำแหน่งของดอกมีแอลลีลที่เหมือนกัน คือ แอลลีลควบคุมตำแหน่งของดอกเกิดที่ลำต้น ส่วนยีนที่ควบคุมลักษณะของฝัก และยีนที่ควบคุมความสูงของลำต้นมีแอลลีลต่างกัน คือ ยีนที่ควบคุมลักษณะของฝักมีแอลลีลควบคุมลักษณะฝักแฟบและแอลลีลควบคุมลักษณะฝักอวบ ยีนที่ควบคุมความสูงของลำต้นมีแอลลีลควบคุมลักษณะต้นเตี้ยและแอลลีลควบคุมลักษณะต้นสูง) • แอลลีลเด่น และแอลลีลด้อย คืออะไร (แอลลีลเด่น คือ แอลลีลที่ทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงลักษณะเด่นนั้นออกมาได้แม้ว่าจะมีแอลลีลเด่นเพียงแอลลีลเดียว ส่วนแอลลีลด้อย คือ แอลลีลที่ถูกแอลลีลเด่นข่มไว้ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตจะแสดงลักษณะด้อยออกมาได้จะต้องมีแอลลีลด้อยทั้งสองแอลลีล) • เมื่อแอลลีลของถั่วลันเตาที่ควบคุมลักษณะต้นสูงมาเข้าคู่กับแอลลีลที่ควบคุมลักษณะต้นเตี้ย ถั่วลันเตาจะแสดงลักษณะต้นสูงออกมา อยากทราบว่าแอลลีลใดเป็นแอลลีลเด่น (แอลลีลควบคุมลักษณะต้นสูง)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง การค้นพบของเมนเดล รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• ต้นถั่วลันเตาจะแสดงลักษณะต้นเตี้ยออกมาได้นั้นจะต้องมีแอลลีลเป็นอย่างไร (มีแอลลีลที่ควบคุมลักษณะต้นเตี้ยทั้งสองแอลลีล) • การข่มอย่างสมบูรณ์คืออะไร (การที่แอลลีลเด่นข่มแอลลีลด้อยไม่ให้ปรากฏลักษณะด้อยออกมาให้เห็น สิ่งมีชีวิตจึงแสดงลักษณะเด่นออกมาเพียงลักษณะเดียวเท่านั้น) **ขั้นสรุป** 13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า - การศึกษาของเมนเดลทำให้พบว่าลักษณะของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมด้วยยีน ยีนจะอยู่เป็นคู่ในเซลล์ร่างกาย ยีนที่อยู่เป็นคู่นี้อาจมีรูปแบบเหมือนกันหรือแตกต่างกันก็ได้ รูปแบบที่แตกต่างกันของยีน เรียกว่า แอลลีล (allele) เมื่อแอลลีลเด่นและแอลลีลด้อยมาเข้าคู่กัน แอลลีลเด่นจะข่มแอลลีลด้อยไม่ให้ปรากฏลักษณะด้อยออกมาให้เห็น สิ่งมีชีวิตจึงแสดงลักษณะเด่นออกมา เรียกการข่มนี้ว่าการข่มอย่างสมบูรณ์ ส่วนแอลลีลด้อยเป็นแอลลีลที่ถูกแอลลีลเด่นข่มไว้ไม่ให้แสดงออก สิ่งมีชีวิตจะแสดงลักษณะด้อยออกมาได้จะต้องมีแอลลีลด้อยทั้งสองแอลลีล	

ข้อเสนอแนะ นักเรียนอาจดูวีดิทัศน์เพื่อเพิ่มเติมความเข้าใจ ดังนี้

1. การทดลองของเมนเดลจากวีดิทัศน์ เรื่อง How Mendel's pea plants helped us understand genetics จาก https://www.youtube.com/watch?v=Mehz7tCxjSE
2. ยีนและแอลลีล จากสื่อแอนิเมชัน ใน https://www.scimath.org/video-biology/item/10572-2019-08-29-04-48-54

ใบความรู้ที่ 1 การทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดล

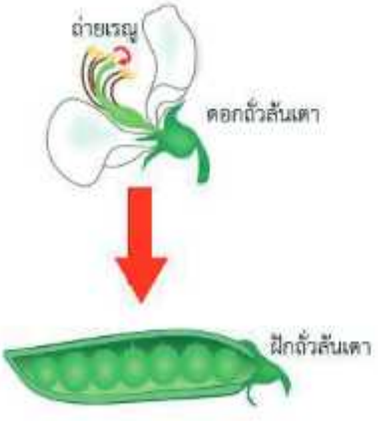
ปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 มีบาทหลวงชาวออสเตรียชื่อว่า**เกรกอร์ โยฮันน์ เมนเดล** (Gregor Johann Mendel) มีความสนใจ ในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการปรับปรุงพันธุ์พืช เขาทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาเพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และได้สรุปเป็นกฎของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมขึ้น

ภาพที่ 1 เกรกอร์ โยฮันน์ เมนเดล

เมนเดลใช้ถั่วลันเตาในการทดลองเพราะเป็นพืชที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และให้ผลในระยะเวลาสั้น เมนเดลได้ผสมพันธุ์ถั่วลันเตาที่มีลักษณะต่าง ๆ โดยเลือกศึกษาเพียง 7 ลักษณะ ได้แก่ รูปร่างของเมล็ด สีของเมล็ด สีของดอก รูปร่างของฝัก สีของฝัก ตำแหน่งของดอก และความสูงของลำต้น โดยแต่ละลักษณะของถั่วลันเตาที่นำมาผสมพันธุ์กันนั้นมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น ลำต้นสูงและลำต้นเตี้ย ฝักสีเขียวและฝักสีเหลือง

ภาพที่ 2 ต้นถั่วลันเตา

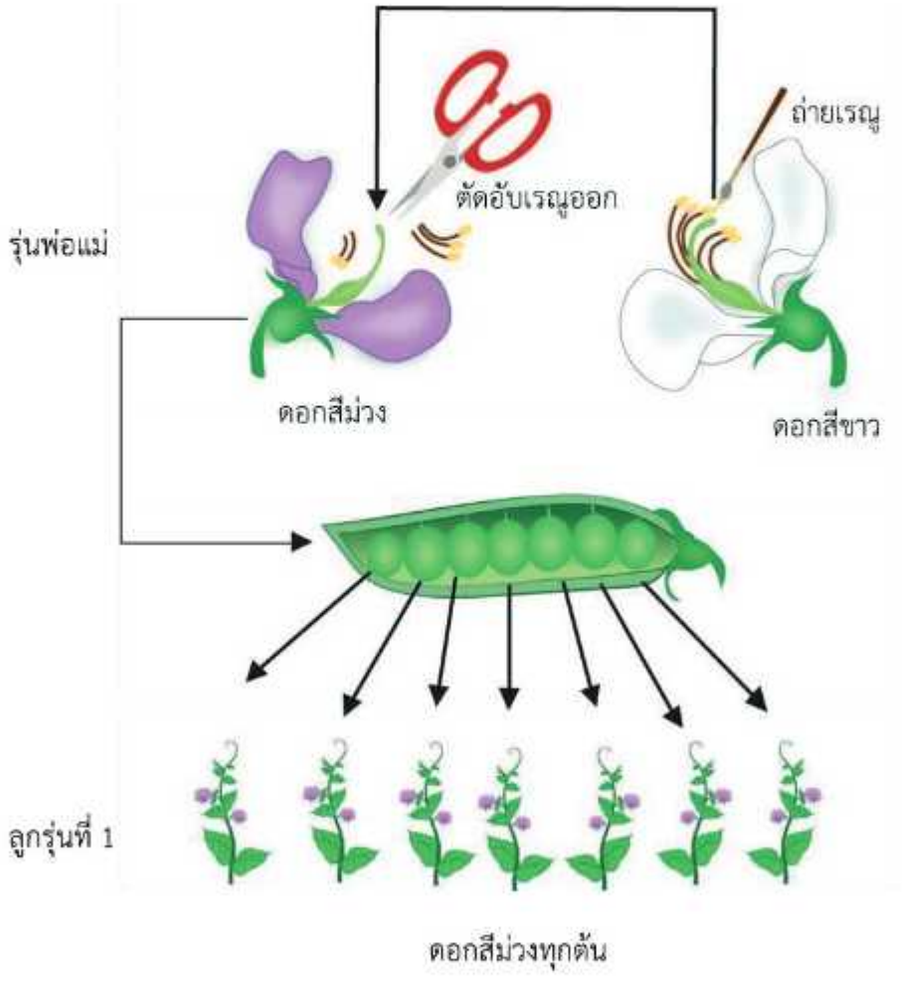
ต้นถั่วลันเตาที่เมนเดลนำมาใช้เป็นพันธุ์แท้ ได้จากการเลือกต้นถั่วซึ่งมีลักษณะที่ต้องการแล้วปล่อยให้ผสมพันธุ์ภายในดอกเดียวกัน ดังภาพที่ 3 และเมื่อถั่วออกผล เมนเดลก็จะนำเมล็ดแก่ไปปลูกจนกระทั่งต้นถั่วเจริญเติบโต จึงคัดเลือกต้นที่มีลักษณะเดิมที่ต้องการแล้วปล่อยให้ผสมภายในดอกเดียวกันจนได้ผลและเมล็ด แล้วนำเมล็ดไปปลูก ทำเช่นนี้อีกหลาย ๆ รุ่น จนได้เป็นต้นถั่วพันธุ์แท้ที่มีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ เช่น ถั่วดอกสีขาวพันธุ์แท้เกิดจากการผสมภายในดอกเดียวกันหลายรุ่น ๆ จนได้ต้นถั่วที่มีลักษณะดอกสีขาวทั้งหมดในทุกรุ่นที่ผสม



ภาพที่ 3 การผสมพันธุ์ภายในดอกเดียวกันของถั่วลันเตา

เมนเดลทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาพันธุ์แท้โดยศึกษา เฉพาะลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเพียง 1 ลักษณะ เช่น ในการศึกษาลักษณะสีของดอกถั่ว เมนเดลจะผสมพันธุ์ข้ามต้น โดยผสมถั่วรุ่นพ่อแม่ดอกสีม่วงพันธุ์แท้กับดอกสีขาวพันธุ์แท้ แล้วพิจารณาสีดอกของถั่วรุ่นลูกที่เกิดขึ้นโดยไม่พิจารณาลักษณะอื่น เรียกการผสมลักษณะนี้ว่า**การผสมโดยพิจารณาลักษณะเดียว** (monohybrid cross)

ตัวอย่างการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดลดอกสีม่วงพันธุ์แท้กับดอกสีขาวพันธุ์แท้ เริ่มจากการตัดอับเรณูของ ดอกถั่วสีม่วงทิ้งไปในขณะที่ดอกยังตูมอยู่ แล้วใช้ถุงคลุมดอกตูมนั้นไว้เพื่อไม่ให้มีเรณูใดเข้าไปผสม เมื่อดอกเจริญเต็มที่ จึงเขี่ยเรณูจากดอกถั่วพันธุ์สีขาวมาแตะที่ยอดเกสรเพศเมียของดอกสีม่วงที่คลุมไว้ และใช้ถุงคลุมดอกไว้ดังเดิม รอจนกว่าจะติดผลซึ่งมีเมล็ดอยู่ภายใน เมื่อเมล็ดแก่จึงนำเมล็ดแก่ไปเพาะ สังเกตลักษณะสีดอกของต้นลูกที่เกิดขึ้น ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การผสมพันธุ์ต้นถั่วดอกสีม่วงพันธุ์แท้กับดอกสีขาวพันธุ์แท้

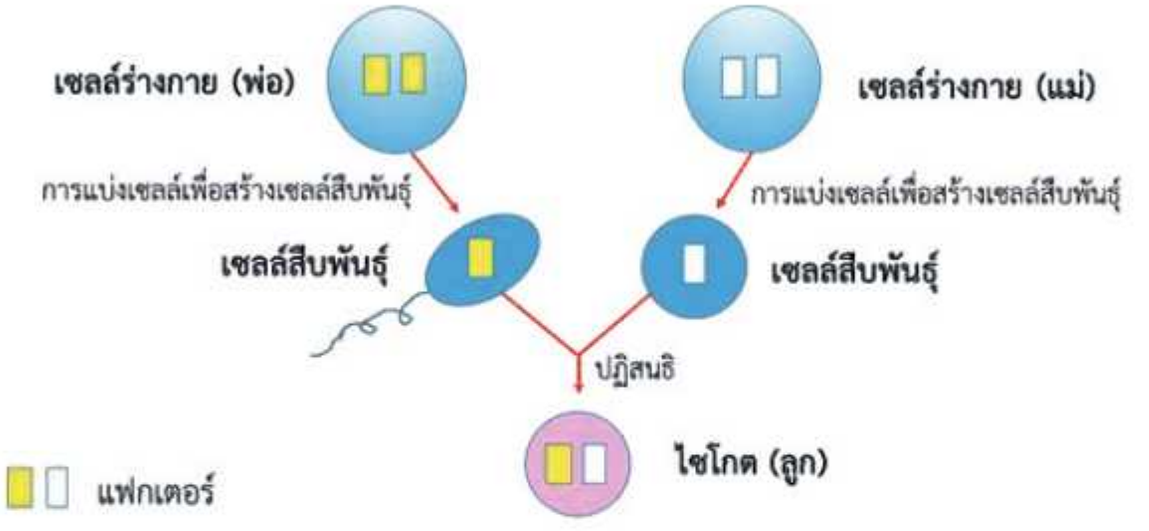
เมนเดลได้ทำการทดลองแบบเดียวกันนี้ในการศึกษาลักษณะอื่น ๆ ของถั่วลันเตาอีก 6 ลักษณะ แล้วบันทึกลักษณะของต้นถั่วลูกผสมที่เกิดขึ้น จากนั้นให้ลูกผสมรุ่นที่ 1 ผสมพันธุ์ภายในดอกเดียวกัน ทำให้เกิดลูกผสมในรุ่นที่ 2 แล้วสังเกต และบันทึกลักษณะของลูกผสมในรุ่นนี้ การผสมพันธุ์ถั่วลันเตาโดยพิจารณาทีละลักษณะทั้ง 7 ลักษณะ ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการผสมถั่วลันเตา 7 ลักษณะของเมนเดล

ลักษณะพันธุกรรม	ลักษณะของพ่อแม่ที่ใช้ผสมพันธุ์	ลักษณะที่ปรากฏ		อัตราส่วนรุ่นที่ 2
		ลูกรุ่นที่ 1	ลูกรุ่นที่ 2	
รูปร่างของเมล็ด	กลม × ขรุขระ	กลมทุกต้น	กลม 5,474 เมล็ด ขรุขระ 1,850 เมล็ด	2.96:1
สีของเมล็ด	เหลือง × เขียว	เหลืองทุกต้น	เหลือง 6,022 เมล็ด เขียว 2,001 เมล็ด	3.01:1
รูปร่างของฝัก	อวบ × แฟบ	อวบทุกต้น	อวบ 882 ต้น แฟบ 229 ต้น	2.95:1
สีของฝัก	เขียว × เหลือง	เขียวทุกต้น	เขียว 428 ต้น เหลือง 152 ต้น	2.82:1
ตำแหน่งของดอก	ที่ลำต้น × ที่ยอด	ที่ลำต้นทุกต้น	ที่ลำต้น 651 ต้น ที่ยอด 207 ต้น	3.14:1
สีของดอก	ม่วง × ขาว	ม่วงทุกต้น	ม่วง 705 ต้น ขาว 224 ต้น	3.15:1
ความสูงของลำต้น	สูง × เตี้ย	สูงทุกต้น	ต้นสูง 787 ต้น ต้นเตี้ย 277 ต้น	2.84:1

ผลจากการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาพบว่าลูกรุ่นที่ 1 มีลักษณะของรุ่นพ่อแม่ปรากฏเพียงลักษณะเดียว และลูกในรุ่นที่ 2 มีลักษณะของรุ่นพ่อแม่ปรากฏทั้งสองลักษณะในอัตราส่วนที่ไม่เท่ากัน เมนเดลเรียกลักษณะที่ปรากฏในลูกรุ่นที่ 1 ว่า **ลักษณะเด่น (dominant trait)** และลักษณะที่ไม่ปรากฏในรุ่นที่ 1 แต่กลับมาปรากฏในรุ่นที่ 2 ว่า **ลักษณะด้อย (recessive trait)**

เมนเดลสังเกตว่าลักษณะด้อยจะไม่ปรากฏให้เห็นในลูกรุ่นที่ 1 แต่กลับมาปรากฏในรุ่นที่ 2 และเมื่อนับจำนวนลูกในรุ่นที่ 2 พบว่ามีอัตราส่วนระหว่างลักษณะเด่นและลักษณะด้อยมีค่าประมาณ 3 ต่อ 1 เมนเดลตั้งสมมติฐานโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายผลการทดลองว่าลักษณะแต่ละลักษณะของพืชถูกควบคุมด้วยหน่วยควบคุมลักษณะซึ่งเมนเดล เรียกว่า**แฟกเตอร์** (factor) ที่มีอยู่เป็นคู่ในเซลล์ของร่างกาย โดยแฟกเตอร์หนึ่งมาจากพ่อและอีกแฟกเตอร์หนึ่งมาจากแม่ เมื่อถึงเวลาที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แฟกเตอร์ที่อยู่เป็นคู่จะแยกจากกันอยู่เป็นแฟกเตอร์เดี่ยวในเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ สมมติฐานของเมนเดลปัจจุบันรู้จักกันในชื่อว่า **กฎการแยก** (law of segregation) และเมื่อเซลล์สืบพันธุ์มาปฏิสนธิ จะทำให้ได้ไซโกตซึ่งเป็นรุ่นลูกมีแฟกเตอร์ที่อยู่เป็นคู่เช่นเดิมอีก ดังภาพที่ 5 ต่อมาเรียกแฟกเตอร์นี้ว่า ยีน

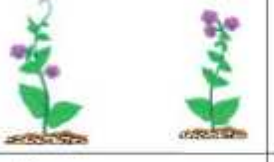


ภาพที่ 5 แผนภาพการอธิบายสมมติฐานของเมนเดล

เฉลยใบงานที่ 1 ผลการทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดล

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตารางแสดงผลการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาของเมนเดลแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ตาราง ผลการทดลองการผสมถั่วลันเตา 7 ลักษณะของเมนเดล

ลักษณะพันธุกรรม	ลักษณะของพ่อแม่ที่ใช้ผสมพันธุ์	ลักษณะที่ปรากฏ		อัตราส่วนรุ่นที่ 2
		ลูกรุ่นที่ 1	ลูกรุ่นที่ 2	
รูปร่างของเมล็ด	กลม × ขรุขระ	กลมทุกต้น	กลม 5,474 เมล็ด ขรุขระ 1,850 เมล็ด	2.96:1
สีของเมล็ด	เหลือง × เขียว	เหลืองทุกต้น	เหลือง 6,022 เมล็ด เขียว 2,001 เมล็ด	3.01:1
รูปร่างของฝัก	อวบ × แฟบ	อวบทุกต้น	อวบ 882 ต้น แฟบ 229 ต้น	2.95:1
สีของฝัก	เขียว × เหลือง	เขียวทุกต้น	เขียว 428 ต้น เหลือง 152 ต้น	2.82:1
ตำแหน่งของดอก	ที่ลำต้น × ที่ยอด 	ที่ลำต้นทุกต้น	ที่ลำต้น 651 ต้น ที่ยอด 207 ต้น	3.14:1
สีของดอก	ม่วง × ขาว	ม่วงทุกต้น	ม่วง 705 ต้น ขาว 224 ต้น	3.15:1
ความสูงของลำต้น	สูง × เตี้ย	สูงทุกต้น	ต้นสูง 787 ต้น ต้นเตี้ย 277 ต้น	2.84:1

คำถาม

1. ลักษณะที่ปรากฏในลูกรุ่นที่ 1 แตกต่างจากลักษณะปรากฏในลูกรุ่นที่ 2 อย่างไร
   ลูกรุ่นที่ 1 มีลักษณะที่ปรากฏเพียงแบบเดียว ซึ่งต่างจากลักษณะที่ปรากฏในลูกรุ่นที่ 2 ซึ่งมี 2 แบบ เช่น ลักษณะรูปร่างของเมล็ด ลูกรุ่นที่ 1 มีรูปร่างเมล็ดกลม ส่วนลูกรุ่นที่ 2 มีทั้งเมล็ดกลม และเมล็ดขรุขระ

2. เมื่อผสมพันธุ์ถั่วลันเตาในแต่ละลักษณะ ลักษณะใดที่ไม่ปรากฏในลูกรุ่นที่ 1 แต่มาปรากฏในลูกรุ่นที่ 2
   ลักษณะที่ไม่ปรากฏในรุ่นที่ 1 แต่มาปรากฏในรุ่นที่ 2 ได้แก่ เมล็ดขรุขระ เมล็ดสีเขียว ฝักแฟบฝักสีเหลือง ดอกเกิดที่ยอด ดอกสีขาว และต้นเตี้ย

3. ลูกรุ่นที่ 2 มีอัตราส่วนระหว่างลักษณะที่ปรากฏของแต่ละแบบเป็นอย่างไร
   ลักษณะที่ปรากฏในลูกรุ่นที่ 2 มีอัตราส่วนใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 3:1

4. เหตุใดเมนเดลจึงทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาเป็นจำนวนมาก
   เพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณมาก ซึ่งจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความแม่นยำและเชื่อถือได้

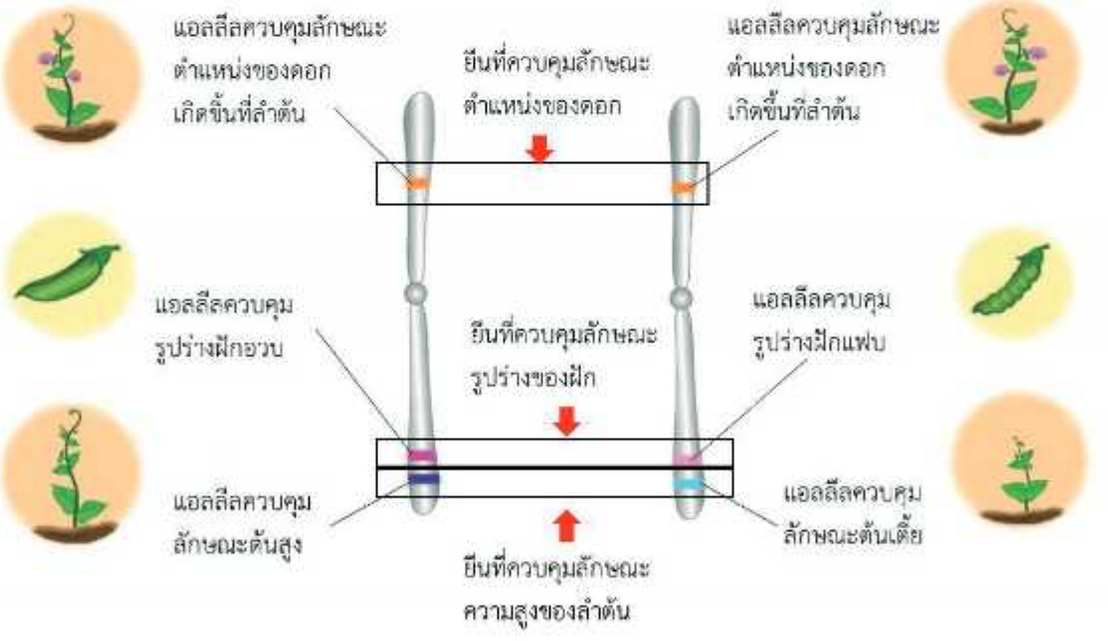
5. เมนเดล เรียก ลักษณะที่พบลูกรุ่นที่ 1 และ ลูกรุ่นที่ 2 เรียกว่า ลักษณะเด่น ส่วนลักษณะที่ไม่ปรากฏในลูกรุ่นที่ 1 แต่กลับมาปรากฏในลูกรุ่นที่ 2 ว่าลักษณะด้อย ลักษณะใดของต้นถั่วลันเตาที่เป็นลักษณะเด่นและลักษณะใดเป็นลักษณะด้อย
   ลักษณะเด่น ได้แก่ เมล็ดกลม เมล็ดสีเหลือง ฝักอวบ ฝักสีเขียว ดอกเกิดที่ลำต้น ดอกสีม่วง และต้นสูง ส่วนลักษณะด้อย ได้แก่ เมล็ดขรุขระ เมล็ดสีเขียว ฝักแฟบ ฝักสีเหลือง ดอกเกิดที่ยอด ดอกสีขาวและต้นเตี้ย

ใบความรู้ที่ 2 ยีนและแอลลีล

สิ่งมีชีวิตมียีนเป็นหน่วยกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งจะอยู่กันเป็นคู่ในเซลล์ร่างกาย ยีนที่ควบคุมแต่ละลักษณะจะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน จึงปรากฏเป็นลักษณะที่ต่างกัน เรียกรูปแบบที่แตกต่างกันของยีนว่า **แอลลีล (allele)**

ยีนจะอยู่บนโครโมโซมซึ่งมีลักษณะเป็นคู่ยกเว้นในเซลล์สืบพันธุ์ โดยโครโมโซมแต่ละคู่ซึ่งมาจากพ่อและแม่จะมีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน ความยาวเท่ากันและมียีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกันอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซมที่เป็นคู่กัน เรียกโครโมโซมคู่นี้ว่า **ฮอมอโลกัสโครโมโซม (homologous chromosome)**

ฮอมอโลกัสโครโมโซมในเซลล์ของต้นถั่วจะมียีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ เช่น ยีนที่ควบคุมตำแหน่งของดอก ยีนที่ควบคุมลักษณะของฝัก และยีนที่ควบคุมความสูงของลำต้น ซึ่งแต่ละยีนจะมีรูปแบบของยีนอยู่ 2 รูปแบบหรือ 2 แอลลีล เช่น ยีนที่ควบคุมความสูงของลำต้นมีแอลลีลควบคุมลักษณะต้นสูงและแอลลีลควบคุมลักษณะต้นเตี้ย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แอลลีลที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของต้นถั่วในแต่ละตำแหน่งบนฮอมอโลกัสโครโมโซม

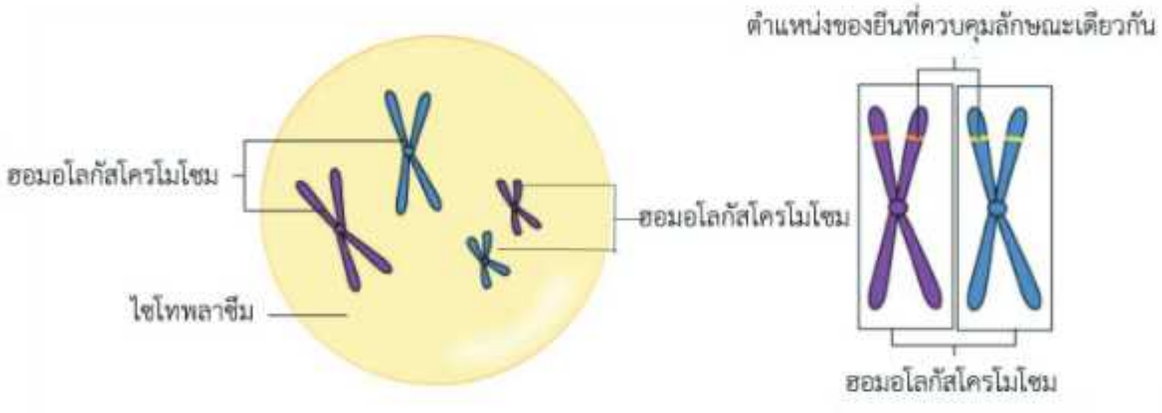
ยีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกันในต้นถั่วอาจมีแอลลีลที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับแอลลีลที่ได้รับมาจากพ่อและแม่ เช่น ถ้าพ่อและแม่มีแอลลีลที่เหมือนกัน ลูกจะมีแอลลีลที่อยู่บนฮอมอโลกัสโครโมโซมเหมือนกัน แต่ถ้าพ่อและแม่มีแอลลีลต่างกัน ลูกก็จะมีแอลลีลบนฮอมอโลกัสโครโมโซมต่างกัน

แอลลีลที่ควบคุมลักษณะเด่น เรียกว่า **แอลลีลเด่น** (dominant allele) ส่วนแอลลีลที่ควบคุมลักษณะด้อย เรียกว่า **แอลลีลด้อย** (recessive allele) เมื่อมาเข้าคู่กัน แอลลีลเด่นจะสามารถข่มแอลลีลด้อยไม่ให้ปรากฏลักษณะด้อยออกมา เรียกแอลลีลเด่นที่ข่มแอลลีลด้อยแบบนี้ว่า**การข่มอย่างสมบูรณ์** (complete dominant) ดังนั้นแม้มีแอลลีลเด่นเพียงแอลลีลเดียว สิ่งมีชีวิตก็จะแสดงลักษณะเด่นออกมาได้ ส่วนสิ่งมีชีวิตที่แสดงลักษณะด้อยจะต้องมีแอลลีลด้อยทั้งสองแอลลีล

นักพันธุศาสตร์นิยมใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ตัวเอียงแทนแอลลีลเด่น และอักษรตัวพิมพ์เล็กตัวเอียงแทนแอลลีลด้อย เช่น ใช้ตัวอักษร *T* แทนแอลลีลเด่นที่ควบคุมลักษณะต้นสูง และ *t* แทนแอลลีลด้อยที่ควบคุมลักษณะต้นเตี้ย

ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ภาพต้นถั่วลันเตา



ภาพฮอมอโลกัสโครโมโซม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก** **เวลา 5 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

ขอบเขตเนื้อหา

เมื่อมีการปฏิสนธิ แอลลีลบนฮอมอโลกัสโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่จะมาเข้าคู่กัน รูปแบบของคู่แอลลีลนี้เรียกว่า จีโนไทป์ จีโนไทป์จะกำหนดลักษณะที่สิ่งมีชีวิตแสดงออกหรือปรากฏออกมาให้เห็น ลักษณะที่ปรากฏหรือลักษณะที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า ฟีโนไทป์

การเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกสามารถใช้วิธีการเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์ แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-3

ขั้นนำ

1. ครูตรวจสอบความรู้เดิม เรื่อง ยีนและแอลลีล โดยสังเกตจากภาพวาดโครโมโซม ดังภาพ (นักเรียนสังเกตภาพนี้ได้จากเอกสารของนักเรียน) แล้วใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้)

ภาพ ก

ภาพ ข

ภาพ ค

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลและลักษณะที่ปรากฏเป็นเท่าใด
2. ใบกิจกรรมที่ 2 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร
3. ใบงานที่ 1 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลและลักษณะที่ปรากฏเป็นเท่าใด
4. ใบงานที่ 2 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร
5. ใบความรู้ที่ 1 การคำนวณหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์โดยใช้แผนภาพ

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การสุ่มหยิบและคำนวณโอกาสการเข้าคู่กันของลูกปัดที่ใช้แทนแอลลีล
2. ภาพวาดสัตว์ประหลาดจากการหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์โดยการโยนเหรียญ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก** **เวลา 5 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. คำนวณอัตราส่วนโอกาสการเข้าคู่กันของแอลลีลและลักษณะปรากฏของรุ่นลูก
2. เขียนแผนภาพ และอธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การใช้จำนวน การคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูก
2. การตีความหมายและลงข้อสรุป นำข้อมูลรูปแบบของสีลูกปัดที่หยิบได้มาสรุปเป็นลักษณะที่ปรากฏในรุ่นลูก และนำข้อมูลจากการโยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อม ๆ กันมาเขียนจีโนไทป์และสรุปเป็นฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด

- ถ้าถั่วลันเตามีโครโมโซมที่มียีนควบคุมลักษณะความสูงของลำต้น ดังภาพ ก ข และ ค ถั่วลันเตาจะแสดงลักษณะใดออกมา (ภาพ ก ต้นสูง ภาพ ข ต้นสูง และภาพ ค ต้นเตี้ย)
- เพราะเหตุใดถั่วลันเตาในภาพ ก จึงแสดงลักษณะต้นสูง (ในภาพ ก ถั่วลันเตาแสดงลักษณะต้นสูง เพราะแอลลีลที่ควบคุมลักษณะต้นสูงเป็นแอลลีลเด่นข่มแอลลีลที่ควบคุมลักษณะต้นเตี้ยซึ่งเป็นแอลลีลด้อยไม่ให้ปรากฏให้เห็น ต้นถั่วจึงแสดงลักษณะต้นสูง)

2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่ารูปแบบคู่ของแอลลีลบนฮอมอโลกัสโครโมโซม เรียกว่า จีโนไทป์ ซึ่งนักพันธุศาสตร์นิยมใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ ตัวเอียง แทนแอลลีลเด่น และอักษรตัวพิมพ์เล็ก ตัวเอียงแทนแอลลีลด้อย เช่น ใช้ตัวอักษร *T* แทนแอลลีลเด่นที่ควบคุมลักษณะต้นสูง และ *t* แทนแอลลีลด้อยที่ควบคุมลักษณะต้นเตี้ย ครูให้นักเรียนออกมาเขียนจีโนไทป์ของถั่วลันเตาในภาพ ก. ข และ ค บนกระดานดำ
(จีโนไทป์ในภาพ ก คือ *Tt* ภาพ ข คือ *TT* ภาพ ค. คือ *tt*)

3. การเขียนแผนภาพเพื่อคำนวณหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก
4. การนำเสนอผลการทำกิจกรรม
5. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. บันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรมและการอภิปรายเกี่ยวกับโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลและลักษณะที่ปรากฏในรุ่นลูกจากการผสมพันธุ์ของพ่อแม่
2. บันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรมและการอภิปรายเกี่ยวกับการคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก **เวลา** 5 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

ด้านจิตวิทยาศาสตร์		**ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**
1. ความซื่อสัตย์ ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสุ่มหยิบลูกปัดตามความเป็นจริงถึงแม้ว่าผลที่หยิบได้จะไม่ตรงตามทฤษฎี	3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมอีกว่าลักษณะที่สิ่งมีชีวิตปรากฏออกมาให้เห็นหรือแสดงออกมา เรียกว่า ฟีโนไทป์ เช่น ลำต้นสูง ลำต้นเตี้ย ดอกสีม่วง ดอกสีขาว ฝักอวบ ฝักแฟบ จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างฟีโนไทป์ โดยใช้คำถามว่า ● ให้นักเรียนยกตัวอย่างฟีโนไทป์ของคนมา 5 ตัวอย่าง (ตัวอย่างฟีโนไทป์ของคน เช่น ตาสีน้ำตาล หนังตาชั้นเดียว มีติ่งหู ลิ้นม้วนได้ มีลักยิ้ม) 4. ครูเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมเรื่อง โอกาสการเข้าคู่กันของแอลลีลเป็นเท่าใด โดยใช้คำถามว่า ● เมนเดลนำถั่วรุ่นที่ 1 ที่เป็นลูกผสม โดยปล่อยให้ถั่วผสมตัวเองได้ลูกรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยในอัตราส่วนใกล้เคียง 3 : 1 นักเรียนคิดว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ) ครูไม่เฉลยคำตอบ แต่ชักชวนให้นักเรียนทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด	โดยประเมิน 1. ทักษะการใช้จำนวน จากบันทึกผลการทำกิจกรรมโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีล และบันทึกผลการทำกิจกรรมเพื่อหาอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ในรุ่นลูกสัตว์ประหลาด 2. การตีความหมายและลงข้อสรุป จากบันทึกผลการทำกิจกรรม และการตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 1 โดยนำข้อมูลรูปแบบของสีลูกปัดที่หยิบได้มาสรุปเป็นลักษณะที่ปรากฏในรุ่นลูก และนำข้อมูลจากการโยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อม ๆ กันมาเขียนจีโนไทป์และสรุปเป็นฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก **เวลา** 5 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม โดยร่วมกันวางแผนแบ่งหน้าที่ทำงานในกลุ่ม และใช้การตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ
2. การสื่อสาร โดยการนำเสนอผลและอภิปรายผลการทำกิจกรรม
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถแปลความหมายข้อมูลจากรูปแบบของสีลูกปัดที่หยิบได้จากกิจกรรมมาเป็นข้อสรุปเกี่ยวกับโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลในรุ่นลูก และแปลความหมายข้อมูลจากการโยนเหรียญเพื่อใช้หาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด

ขั้นสอน

5. ให้นักเรียนอ่านขั้นตอนการทำกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 1 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด และร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้
   - กิจกรรมนี้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไร
     (การเข้าคู่ของแอลลีลโดยใช้ลูกปัดเป็นแบบจำลอง)
   - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร
     (เพื่อคำนวณและอธิบายโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีล)
   - วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร
     (ใส่ลูกปัดสีแดงและสีขาวอย่างละ 5 เม็ดลงในกล่องพลาสติก 2 ใบคนให้ทั่ว จากนั้นหยิบลูกปัดจากกล่องทั้ง 2 ใบ ใบละ 1 เม็ดพร้อมกัน บันทึกรูปแบบของสีลูกปัดที่หยิบได้ในแต่ละครั้ง จากนั้นให้ใส่ลูกปัดกลับคืนลงในกล่อง ทำให้ครบ 100 ครั้ง คำนวณอัตราส่วนจำนวนครั้งของรูปแบบของสีลูกปัดที่หยิบได้ทั้ง 3 แบบ นำผลการทดลองของทุกกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย คำนวณอัตราส่วนของจำนวนครั้งของรูปแบบของสีลูกปัดที่หยิบได้ของทั้งห้อง)

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

โดยประเมิน

1. ความซื่อสัตย์ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรม การบันทึกผลการทำกิจกรรมเรื่องโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีล

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

โดยประเมิน

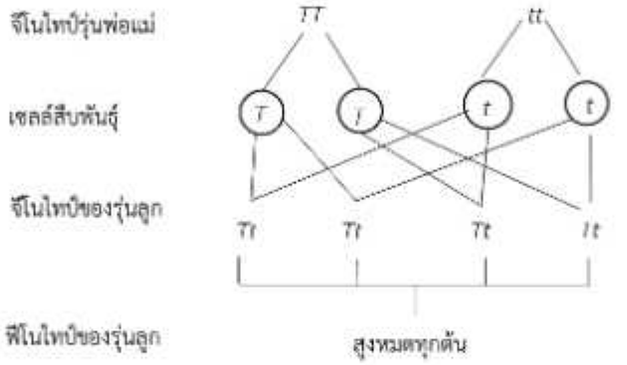
1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการวางแผนและแบ่งหน้าที่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่มและใช้การตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ
2. การสื่อสาร สังเกตจากการนำเสนอและอภิปรายผลให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้สื่อ วิธีการและกลยุทธ์ในการสื่อสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก เวลา 5 ชั่วโมง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3		
	6. ครูชี้แจงและเน้นย้ำนักเรียนก่อนทำกิจกรรมดังนี้ -ลูกปัดแต่ละเม็ดแทนแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์โดยการหยิบแต่ละครั้งเปรียบได้กับการเข้าคู่กันของแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์ -ให้นักเรียนเขย่าหรือใช้มือคนลูกปัดให้ทั่ว เพื่อให้ลูกปัดแต่ละเม็ดมีโอกาสถูกหยิบเท่า ๆ กัน -ขณะหยิบลูกปัดแต่ละครั้งไม่ควรแอบมอง และเมื่อหยิบขึ้นมาแล้วต้องนำลูกปัดใส่คืนในกล่องทุกครั้ง 7. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนในการสรุปผล 8. ให้แต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด บันทึกผลลงในตารางที่ 1 ของใบงานที่ 1 9. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม 10. ครูเขียนตารางบันทึกผลการทดลองบนกระดานดำ จากนั้นให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำจำนวนครั้งของสีของลูกปัดที่หยิบได้ มาบันทึกลงในตารางบนกระดานดำ แล้วให้นักเรียนหาผลรวมทั้งหมด	3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากบันทึกผลการทำกิจกรรมและตอบคำถามท้ายกิจกรรม เรื่องโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีล และกิจกรรมการหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 5 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	และคำนวณหาอัตราส่วนอย่างต่ำ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตารางที่ 2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงาน 11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรมว่า การสุ่มหยิบลูกปัดแต่ละครั้งเปรียบเหมือนการเข้าคู่กันของแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์ เมื่อมีการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย ซึ่งมีโอกาสการเข้าคู่กันหรือมีจีโนไทป์ 3 แบบ คือ สีแดง-แดง (*TT*) : แดง-ขาว (*Tt*) : ขาว-ขาว (*tt*) ในอัตราส่วนประมาณ 1 : 2 : 1 ต้นถั่วที่เกิดจากการผสมพันธุ์จึงมีฟีโนไทป์ในอัตราส่วนระหว่างต้นสูงต่อต้นเตี้ยประมาณ 3 : 1 12. ครูกล่าวว่า นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์อย่างง่าย ๆ ได้โดยใช้แผนภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถศึกษาจากใบความรู้ที่ 1 การใช้แผนภาพการผสมพันธุ์เพื่อคำนวณหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ จากนั้นให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 1 13. ครูเขียนแผนภาพแสดงจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อและแม่บนกระดานดำ และให้ร่วมกันอภิปรายแผนภาพ โดยใช้คำถามดังนี้	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก	เวลา 5 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3



- นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงจีโนไทป์และฟีโนไทป์อย่างไร (เขียนจีโนไทป์ของรุ่นพ่อและแม่ในแถวแรก เช่น พ่อมีจีโนไทป์ *TT* และแม่มีจีโนไทป์ *tt* จากนั้นจะเขียนเส้นแยกแอลลีลออกมาอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ ในแถวที่ 2 โดยวงกลมล้อมรอบตัวอักษรแทนแอลลีลไว้ เมื่อเซลล์สืบพันธุ์มาปฏิสนธิกันก็จะเขียนเส้นโยงแสดงการเข้าคู่กันของแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ได้เป็นจีโนไทป์ของลูกในแถวที่ 3 และเมื่อได้จีโนไทป์ของลูก ก็จะสามารถทำนายฟีโนไทป์ของลูกได้ ซึ่งตัวอย่างนี้คือ ต้นสูงทุกต้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 5 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	14. ครูตรวจสอบความเข้าใจการอ่านในใบความรู้ที่ 1 โดยใช้คำถามต่อไปนี้ ● ถ้าพ่อมีลักษณะเด่นพันธุ์แท้ และแม่มีลักษณะด้อยพันธุ์แท้ นักเรียนจะใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษเขียนแทนจีโนไทป์อย่างไร (พ่อมีลักษณะเด่นพันธุ์แท้ ใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ตัวเอียง 2 ตัว ส่วนแม่มีลักษณะด้อยพันธุ์แท้ใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กตัวเอียง 2 ตัว) ● จากภาพที่ 1 ลูกรุ่นที่ 1 มีจีโนไทป์และฟีโนไทป์เป็นอย่างไร เพราะเหตุใด (ลูกรุ่นที่ 1 ทุกต้นมีจีโนไทป์เป็น *Tt* เนื่องจากได้รับแอลลีลเด่น *T* จากพ่อและแอลลีล *t* จากแม่ ส่วนฟีโนไทป์ของลูกทุกต้นแสดงลักษณะต้นสูงเนื่องจากแอลลีล *T* ซึ่งเป็นแอลลีลเด่นที่ควบคุมลักษณะต้นสูงจะข่มแอลลีล *t* ซึ่งเป็นแอลลีลด้อยที่ควบคุมลักษณะต้นเตี้ยไม่ให้ปรากฏออกมาให้เห็น ฟีโนไทป์จึงแสดงลักษณะเด่นคือต้นสูง)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก	เวลา 5 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

	• ลูกรุ่นที่ 2 มีอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์เป็นอย่างไร (ลูกรุ่นที่ 2 มีอัตราส่วนจีโนไทป์ *TT* : *Tt* : *tt* เป็น 1 : 2 : 1 และมีอัตราส่วนของฟีโนไทป์ 2 แบบ คือ ต้นสูง : ต้นเตี้ย เป็น 3 : 1) • ลูกรุ่นที่ 2 มีจีโนไทป์ที่เป็นฮอมอไซกัสและเฮเทอโรไซกัสอะไรบ้าง (จีโนไทป์ที่เป็นฮอมอไซกัส คือ *TT* และ *tt* และจีโนไทป์ที่เป็นเฮเทอโรไซกัส คือ *Tt*) **ขั้นสรุป** 15. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า - จีโนไทป์ คือ รูปแบบคู่ของแอลลีลที่มีอยู่ในเซลล์ ซึ่งเขียนแทนโดยใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษ เช่น *TT Tt* และ *tt* ส่วนฟีโนไทป์ คือ ลักษณะที่แต่ละจีโนไทป์แสดงออกมา เช่น ความสูงของลำต้นมีฟีโนไทป์ 2 แบบ คือ ลำต้นสูงและลำต้นเตี้ย - การหยิบลูกปัดจากกล่องพลาสติกครั้งละหนึ่งเม็ดแล้วนำมาเข้าคู่กัน เปรียบได้กับการเข้าคู่ของแอลลีลในการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ และเมื่อหยิบซ้ำหลาย ๆ ครั้งจะพบว่าอัตราส่วนของ	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก	เวลา 5 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

	จีโนไทป์ *TT* : *Tt* : *tt* ใกล้เคียงกับ 1 : 2 : 1 และอัตราส่วนของลักษณะต้นสูง : ต้นเตี้ย ใกล้เคียงกับ 3 : 1 เช่นเดียวกับผลการทดลองผสมพันธุ์ต้นถั่วของเมนเดล - ในการหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์เราสามารถใช้แผนภาพเพื่อใช้คำนวณหาได้ **กิจกรรมการเรียนรู้** **ชั่วโมงที่ 4-5** **ขั้นนำ** 16. ครูนำภาพสิ่งมีชีวิต เช่น ไก่ มาให้นักเรียนสังเกต (ครูอาจให้นักเรียนดูภาพไก่จากเอกสารของนักเรียน) แล้วให้นักเรียนบอกฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ ครูเขียนฟีโนไทป์บนกระดานดำ เช่น ขนสีดำ หงอนสีแดง ปากแหลม จากนั้นร่วมกันทบทวความหมายของฟีโนไทป์ว่าเป็นลักษณะที่สิ่งมีชีวิตแสดงออกมาซึ่งเป็นผลจากจีโนไทป์	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก	เวลา 5 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	17. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้ ● สิ่งมีชีวิตที่มีฟีโนไทป์เหมือนกันจะมีจีโนไทป์เหมือนกันหรือไม่ ● จีโนไทป์ของพ่อแม่ส่งผลต่อฟีโนไทป์ของลูกอย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ) ครูไม่เฉลยคำตอบแต่ชักชวนให้นักเรียนหาคำตอบจากกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 2 **ขั้นสอน** 18. นักเรียนอ่านขั้นตอนการทำกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 2 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร และร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้ ● กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด) ● กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (หาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด วาดภาพ	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก	เวลา 5 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	ลักษณะของสัตว์ประหลาด คำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกสัตว์ประหลาด) ● วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร (โยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อม ๆ กันเพื่อหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ในแต่ละลักษณะของสัตว์ประหลาด แล้วนำฟีโนไทป์ทั้งหมดมาวาดเป็นภาพสัตว์ประหลาด จากนั้นนำจีโนไทป์จากการทำกิจกรรมโดยกำหนดให้เป็นพ่อมาผสมพันธุ์กับแม่ที่มีลักษณะเดียวกันตามที่โจทย์กำหนดให้ แล้วเขียนแผนภาพเพื่อหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูก) 19. ให้แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดในใบกิจกรรมและบันทึกผลลงในใบงาน 20. ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมโดยใช้สื่อและวิธีการที่เหมาะสมเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน 21. ครูใช้คำถามให้แต่ละกลุ่มร่วมกันคิดว่า ถ้าแต่ละกลุ่มโยนเหรียญแล้วได้ผลต่างกันจะส่งผลอย่างไรต่อจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด (ส่งผลให้สัตว์ประหลาดมีจีโนไทป์และฟีโนไทป์แตกต่างกัน)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โอกาสเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 5 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	22. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม และบันทึกคำตอบในใบงานที่ 2 **ขั้นสรุป** 23. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันอภิปรายคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรมว่า การโยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อมกันเปรียบเหมือนโอกาสการเข้าคู่กันของแอลลีลทำให้เกิดจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ที่กำหนดลักษณะที่แสดงออกหรือฟีโนไทป์ที่แตกต่างกัน เป็นผลให้สัตว์ประหลาดมีลักษณะแตกต่างกัน การเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์จะทำให้คำนวณหาอัตราส่วนจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกสัตว์ประหลาดได้	

ข้อเสนอแนะสำหรับครู ในกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1.1 ในโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด ครูอาจใช้วัสดุอื่น ๆ ที่หาได้ง่าย มีรูปร่างและขนาดเท่ากันแต่มีสีต่างกันมาใช้แทนลูกปัด เช่นลูกปิงปอง ฝาขวดน้ำ ลูกอม

ใบกิจกรรมที่ 1 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด

จุดประสงค์การเรียนรู้

คำนวณและอธิบายโอกาสการเข้าคู่ของแอลลีล

วัสดุและอุปกรณ์

1.	ลูกปัดสีแดงและสีขาวรูปร่างเหมือนกันและขนาดเท่ากัน	สีละ 10 เม็ด
2.	กล่องหรือถ้วยพลาสติกทึบ	2 ใบ

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. กำหนดให้ลูกปัดสีแดงแทนแอลลีล *T* ซึ่งเป็นแอลลีลเด่นควบคุมลักษณะต้นสูง และลูกปัดสีขาวแทนแอลลีล *t* ซึ่งเป็นแอลลีลด้อยควบคุมลักษณะต้นเตี้ย
2. นำลูกปัดสีแดงและสีขาวอย่างละ 5 เม็ด บรรจุลงในกล่องพลาสติกใบที่ 1 และ 2 ดังภาพ
3. ใช้มือคนลูกปัดในกล่องพลาสติกทั้ง 2 ใบให้ทั่ว และหยิบลูกปัดจากกล่องทั้ง 2 ใบขึ้นพร้อมกันใบละ 1 เม็ด โดยไม่มอง บันทึกสีลูกปัดแล้วใส่กลับคืนกล่องพลาสติกตามเดิม

ภาพการจัดอุปกรณ์ในกิจกรรม

4. ทำข้อ 3 ซ้ำโดยหยิบลูกปัดอีก 99 ครั้ง รวมจำนวนครั้งในการหยิบ 100 ครั้ง นับจำนวนครั้งที่หยิบลูกปัดแล้วได้สีแดงทั้งคู่ สีแดงกับสีขาว และสีขาวทั้งคู่ จากนั้นคำนวณอัตราส่วนอย่างต่ำของการหยิบลูกปัดทั้ง 3 แบบ โดยนำตัวเลขที่เป็นจำนวนครั้งที่ได้จากการหยิบที่มีค่าน้อยที่สุดไปหารตัวเลขทุกตัว บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตารางที่ 1
5. นำผลการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่มมารวมกัน แล้วคำนวณหาอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนครั้งในการหยิบลูกปัดทั้ง 3 แบบ โดยใช้วิธีเดียวกันกับข้อ 4 บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตารางที่ 2

เฉลยใบงานที่ 1 โอกาสการเข้าคู่ของแอลลีลเป็นเท่าใด

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตารางที่ 1 จำนวนครั้งและอัตราส่วนอย่างต่ำของสีลูกปัดที่หยิบได้ 3 แบบของกลุ่มที่ .....

จำนวนครั้งของสีลูกปัดที่หยิบได้			อัตราส่วนอย่างต่ำ
แดง-แดง (*TT*)	แดง-ขาว (*Tt*)	ขาว-ขาว (*tt*)	
23	52	25	1 : 2.26 : 1.09

ตารางที่ 2 จำนวนครั้งและอัตราส่วนอย่างต่ำของสีลูกปัดที่หยิบได้ 3 แบบของทุกกลุ่มในห้อง

กลุ่ม	จำนวนครั้งของสีลูกปัดที่หยิบได้			อัตราส่วนอย่างต่ำ
	แดง-แดง (*TT*)	แดง-ขาว (*Tt*)	ขาว-ขาว (*tt*)	
1	23	52	25	1 : 2.26 : 1.09
2	22	51	27	1 : 2.32 : 1.23
3	20	50	30	1 : 2.50 : 1.50
4	24	54	22	1.09 : 2.45 : 1
รวม	89	207	104	1 : 2.33 : 1.17

คำถามท้ายกิจกรรม

1. อัตราส่วนอย่างต่ำของลูกปัดที่หยิบได้ทั้ง 3 แบบของกลุ่มเป็นเท่าใด

   ตอบตามที่คำนวณได้จากผลการทดลอง ซึ่งอัตราส่วนของคู่สีแดง-แดง : แดง-ขาว : ขาว-ขาว อาจแตกต่างกัน แต่ควรได้ในอัตราส่วนประมาณ 1 : 2 : 1

2. เมื่อนำผลรวมของการหยิบลูกปัดของทุกกลุ่มรวมกัน อัตราส่วนอย่างต่ำของลูกปัดที่หยิบได้เป็นเท่าใด เหมือนหรือแตกต่างจากผลการคำนวณของแต่ละกลุ่มอย่างไร

   ตอบตามที่คำนวณได้จากผลการทดลองที่เป็นผลรวมของทั้งห้อง ซึ่งเมื่อมีจำนวนข้อมูลมากขึ้น คู่ลูกปัดสีแดง-แดง สีแดง-ขาว สีขาว-ขาว จะมีค่าใกล้เคียงกับ 1 : 2 : 1 มากขึ้น

3. เหตุใดจึงต้องนำผลของการหยิบลูกปัดในแต่ละกลุ่มมารวมกันแล้วคำนวณหาอัตราส่วนอย่างต่ำ

การนำผลของการหยิบลูกปัดในแต่ละกลุ่มมารวมกันเพื่อจะได้ข้อมูลปริมาณมากพอที่จะลดความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

4. ถ้าการหยิบลูกปัดจากกล่องพลาสติกพร้อมกันแล้วนำลูกปัดมาเข้าคู่กันเปรียบเสมือนการเข้าคู่ของแอลลีลในการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ ต้นถั่วที่เกิดจากการผสมในกิจกรรมนี้จะมีลักษณะเช่นใดบ้าง และมีอัตราส่วนอย่างต่ำของฟีโนไทป์เป็นเท่าใด

ต้นถั่วที่เกิดจากการผสมพันธุ์ตามกิจกรรมมีทั้งต้นสูงและต้นเตี้ย เช่น เป็นต้นสูง 75 ต้น (23+52) และต้นเตี้ย 25 ต้น ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างต้นสูง : ต้นเตี้ย เท่ากับ 3 : 1

5. จากกิจกรรมสรุปได้ว่าอย่างไร

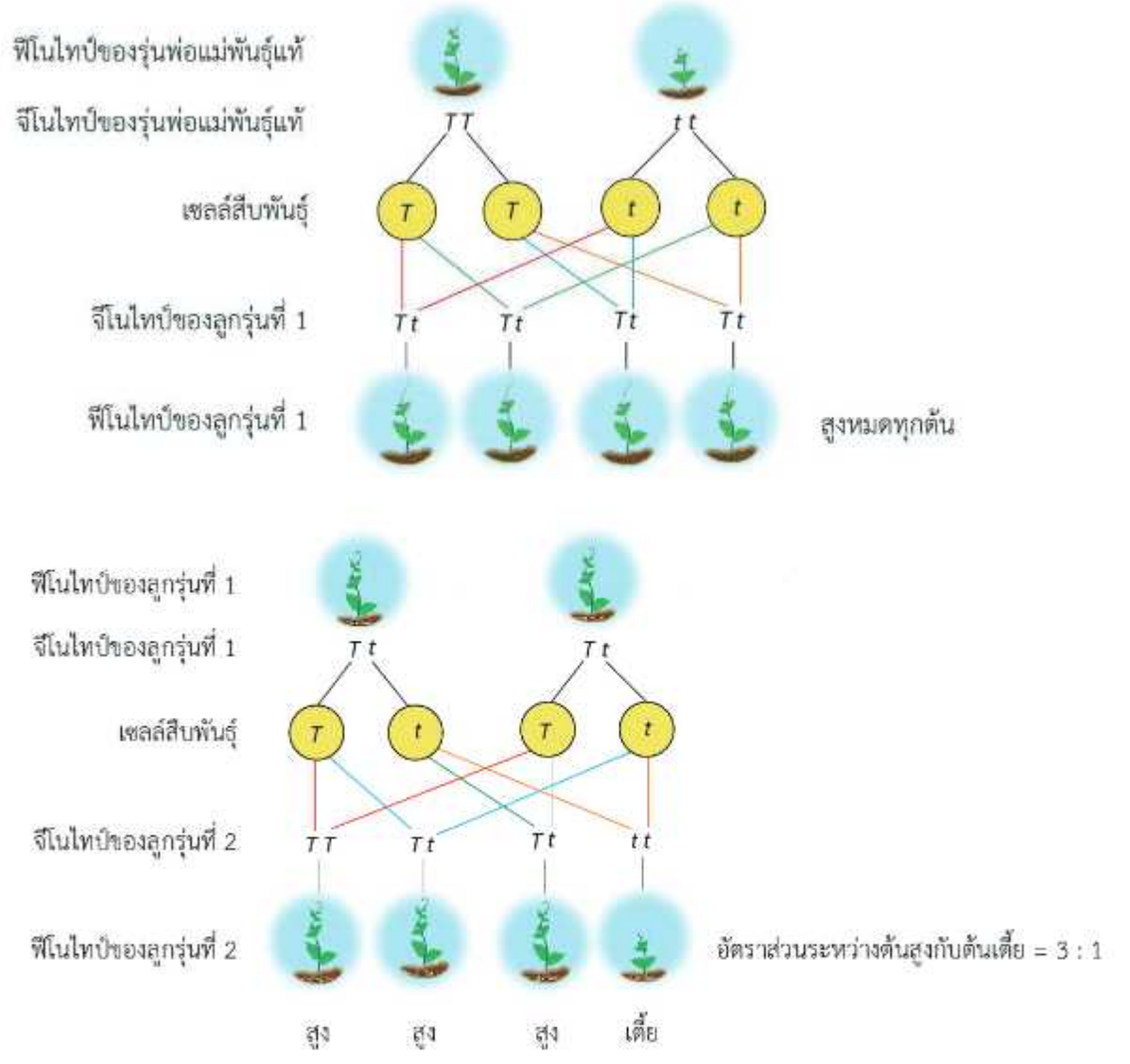
การสุ่มหยิบลูกปัดแต่ละครั้งเปรียบเหมือนการเข้าคู่กันของแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์เมื่อมีการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย ซึ่งมีโอกาสการเข้าคู่กันหรือมีจีโนไทป์ 3 แบบ คือ

สีแดง-แดง (*TT*) : แดง-ขาว (*Tt*) : ขาว-ขาว (*tt*) ในอัตราส่วนประมาณ 1 : 2 : 1

ต้นถั่วที่เกิดจากการผสมพันธุ์จึงมีฟีโนไทป์ในอัตราส่วนระหว่างต้นสูงต่อต้นเตี้ยประมาณ 3 : 1

ใบความรู้ที่ 1 การคำนวณหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์โดยใช้แผนภาพ

ในการผสมพันธุ์ระหว่างถั่วต้นสูงกับถั่วต้นเตี้ยในรุ่นพ่อแม่ และการผสมพันธุ์ระหว่างลูกรุ่นที่ 1 อาจแสดงได้โดยใช้แผนภาพ โดยเขียนอักษรภาษาอังกฤษแทนแอลลีลของถั่วได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การผสมพันธุ์ระหว่างถั่วรุ่นพ่อแม่ และการผสมพันธุ์ระหว่างลูกรุ่นที่ 1

เมื่อนำถั่วรุ่นพ่อแม่ซึ่งเป็นถั่วต้นสูงพันธุ์แท้ที่มีจีโนไทป์ *TT* ผสมพันธุ์กับถั่วต้นเตี้ยพันธุ์แท้ที่มีจีโนไทป์ *tt* เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แอลลีล *T* กับ *T* และ แอลลีล *t* กับ *t* จะแยกออกจากกันไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์มีแอลลีลเดียว และเมื่อเซลล์สืบพันธุ์มาปฏิสนธิกันทำให้ได้ไซโกต ซึ่งจะเจริญเป็นลูกรุ่นที่ 1 ที่มีแอลลีลมารวมกันเป็นคู่ใหม่ ผลจากการเข้าคู่กันของแอลลีล *T* ที่เป็นแอลลีลเด่นซึ่งควบคุมลักษณะต้นสูงกับแอลลีล *t* ที่เป็นแอลลีลด้อย ซึ่งควบคุมลักษณะต้นเตี้ย ทำให้ลูกรุ่นที่ 1 ทุกต้นมีจีโนไทป์เป็น *Tt* และมีลักษณะที่ปรากฏหรือลักษณะที่แสดงออกที่เรียกว่า **ฟีโนไทป์ (phenotype)** เป็นต้นสูงทุกต้น

ลูกรุ่นที่ 2 เกิดจากการผสมพันธุ์กันระหว่างลูกรุ่นที่ 1 ที่มีจีโนไทป์ *Tt* เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และมีการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์จะมีการเข้าคู่กันของแอลลีลได้ 3 รูปแบบ คือ *TT Tt* และ *tt* ดังที่นักเรียนได้ศึกษาในกิจกรรม 2.3 โดยต้นถั่วรุ่นที่ 2 ที่มีจีโนไทป์เป็น *TT* หรือ *Tt* จะมีฟีโนไทป์ที่มีลักษณะต้นสูง ส่วนต้นถั่วที่มีจีโนไทป์ *tt* จะมีลักษณะต้นเตี้ย เราเรียกจีโนไทป์ที่ประกอบด้วยคู่ของแอลลีลที่เหมือนกัน เช่น *TT* หรือ *tt* ว่า **ฮอมอไซกัส (homozygous)** และแอลลีลที่แตกต่างกัน เช่น *Tt* ว่า **เฮเทอโรไซกัส (heterozygous)**

ใบกิจกรรมที่ 2 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาด
2. วาดภาพลักษณะของสัตว์ประหลาด
3. คำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูกสัตว์ประหลาด

วัสดุและอุปกรณ์

1.	เหรียญบาท	2	เหรียญ
2.	กระดาษปรู๊ฟหรือกระดาษวาดเขียน	1	แผ่น

สถานการณ์

สัตว์ประหลาดมีลักษณะภายนอกที่แตกต่างกัน 7 ลักษณะ แต่ละลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนที่มี 2 แอลลีล และแอลลีลเด่นสามารถข่มแอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์ ลักษณะต่าง ๆ ของสัตว์ประหลาดมีดังนี้

1. รูปร่างของหัว
2. จำนวนตา
3. การมีรูจมูก
4. จำนวนเขา
5. จำนวนขา
6. จำนวนแขน
7. การมีฟัน

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. กำหนดให้ด้านหัวของเหรียญแทนแอลลีลเด่นและด้านก้อยแทนแอลลีลด้อย โดยใช้สัญลักษณ์ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ให้ไว้ในตารางแทนแอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย บันทึกผล

ตาราง แสดงแอลลีลเด่นและแอลลีลด้อยของลักษณะต่างๆ ของสัตว์ประหลาด

ลักษณะ	ลักษณะที่ควบคุมโดยแอลลีลเด่น/ สัญลักษณ์	ลักษณะที่ควบคุมโดยแอลลีลด้อย/ สัญลักษณ์
รูปร่างของหัว	หัวกลม /*A*	หัวสี่เหลี่ยม /*a*
จำนวนตา	2 ตา / *B*	1 ตา / *b*
การมีรูจมูก	มีรูจมูก / *C*	ไม่มีรูจมูก / *c*
จำนวนเขา	2 เขา / *D*	ไม่มีเขา /*d*
จำนวนขา	3 ขา / *E*	2 ขา / *e*
จำนวนแขน	4 แขน / *F*	2 แขน / *f*
การมีฟัน	มีฟัน / *G*	ไม่มีฟัน / *g*

2. โยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อม ๆ กันเพื่อหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ในแต่ละลักษณะของสัตว์ประหลาด บันทึกลงในใบงานที่ 2 ข้อ 1 แล้วนำฟีโนไทป์ทั้งหมดที่ได้มาวาดเป็นภาพสัตว์ประหลาดในกระดาษปรู๊ฟหรือกระดาษวาดเขียน
3. กำหนดให้สัตว์ประหลาดที่ได้ในข้อ 2 เป็นพ่อ และกำหนดให้สัตว์ประหลาดอีกตัวหนึ่งเป็นแม่ โดยมีลักษณะดังนี้

   3.1 หัวกลม ที่มีจีโนไทป์แป็นฮอมอไซกัส

   3.2 ตา 2 ตา ที่มีจีโนไทป์แป็นเฮเทอโรไซกัส

   3.3 ไม่มีรูจมูก

   3.4 เขา 2 เขา ที่มีจีโนไทป์เป็นฮอมอไซกัส

   3.5 ขา 2 ขา

   3.6 แขน 4 แขน ที่มีจีโนไทป์เป็นเฮเทอโรไซกัส

   3.7 ไม่มีฟัน

   เขียนจีโนไทป์ของแม่ทุกลักษณะ บันทึกผลในใบงานที่ 2 ข้อ 2
4. นำแต่ละลักษณะของพ่อมาผสมพันธุ์กับแม่ จากนั้นเขียนแผนภาพเพื่อหาอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลักษณะดังกล่าวในลูกที่เกิดขึ้น บันทึกผลในใบงานที่ 2 ข้อ 3

เฉลยใบงานที่ 2 จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดเป็นอย่างไร

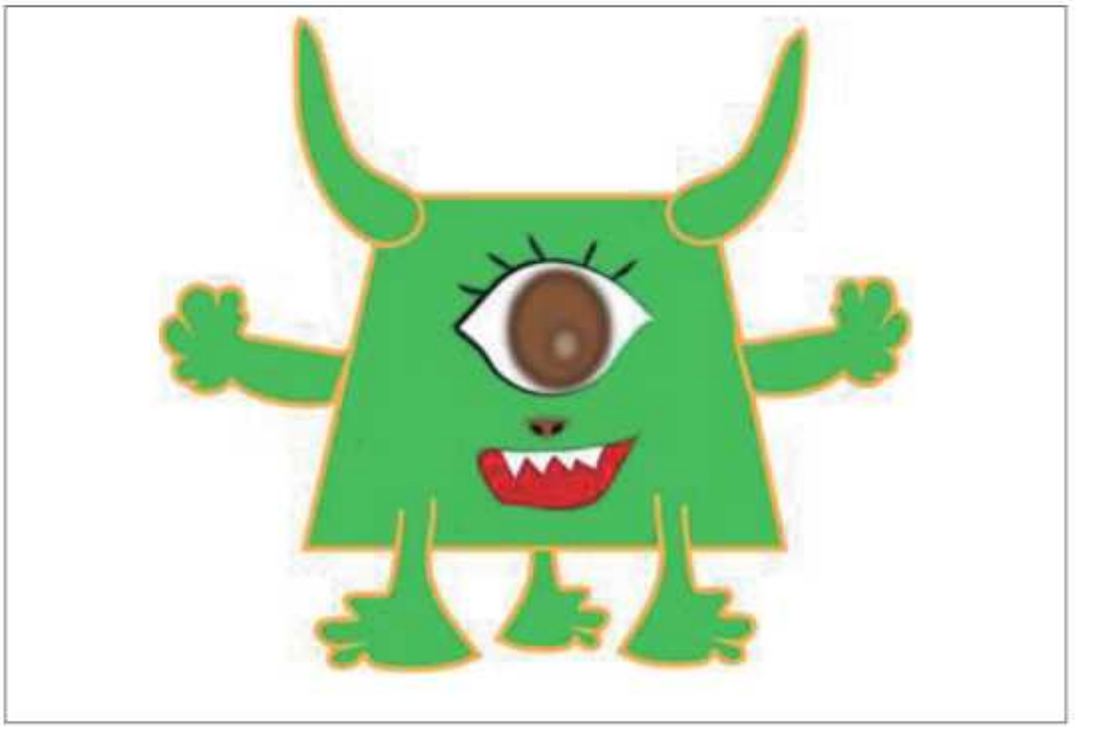
คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลในตารางข้อ 1 และข้อ 2 และเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์ในแต่ละลักษณะของพ่อและแม่ในข้อ 3

บันทึกผลการทำกิจกรรม

1. การโยนเหรียญเพื่อหาจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของพ่อสัตว์ประหลาด

ลักษณะ	ด้านของเหรียญที่ได้จากการโยน	จีโนไทป์	ฟีโนไทป์
รูปร่างของหัว	ก้อย-ก้อย	aa	หัวสี่เหลี่ยม
จำนวนตา	ก้อย-ก้อย	bb	1 ตา
การมีรูจมูก	หัว-ก้อย	Cc	มีรูจมูก
จำนวนเขา	หัว-หัว	DD	2 เขา
จำนวนขา	หัว-ก้อย	Ee	3 ขา
จำนวนแขน	ก้อย-ก้อย	ff	2 แขน
การมีฟัน	หัว-หัว	GG	มีฟัน

ตัวอย่างภาพวาดสัตว์ประหลาด



2. **การหาจีโนไทป์ของแม่สัตว์ประหลาด**

ลักษณะ	ลักษณะที่กำหนดให้	จีโนไทป์
รูปร่างของหัว	หัวกลม ที่มีจีโนไทป์เป็นฮอมอไซกัส	*AA*
จำนวนตา	ตา 2 ตา ที่มีจีโนไทป์เป็นเฮเทอโรไซกัส	*Bb*
การมีรูจมูก	ไม่มีรูจมูก	*cc*
จำนวนเขา	เขา 2 เขา ที่มีจีโนไทป์เป็นฮอมอไซกัส	*DD*
จำนวนขา	ขา 2 ขา	*ee*
จำนวนแขน	แขน 4 แขน ที่มีจีโนไทป์เป็นเฮเทอโรไซกัส	*Ff*
การมีฟัน	ไม่มีฟัน	*gg*

3. **การหาจีโนไทป์ของลูกสัตว์ประหลาดโดยการเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์ในแต่ละลักษณะ**

รูปร่างของหัว

จำนวนตา

การมีรูจมูก

จำนวนเขา

จำนวนขา

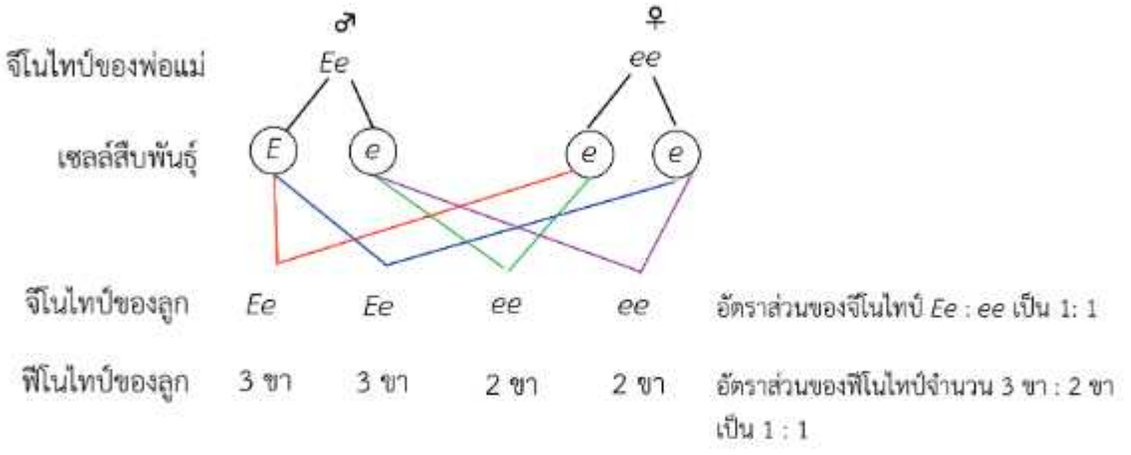
จำนวนแขน

การมีฟัน

ตัวอย่างการเขียนแผนภาพ

สมมติว่าจีโนไทป์ลักษณะจำนวนขาของพ่อสัตว์ประหลาดจากการโยนเหรียญ คือ มีขา 3 ขา ซึ่งจะมีจีโนไทป์เป็น *Ee* จีโนไทป์ของแม่สัตว์ประหลาดต้องมีลักษณะจำนวนขาซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับพ่อ ดังนั้นแม่จะมีฟีโนไทป์ มีขา 2 ขา จีโนไทป์ *ee*

แผนภาพการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกสัตว์ประหลาดจากการผสมพันธุ์ของพ่อแม่



จีโนไทป์ของลูกคือ *Ee* และ *ee* ในอัตราส่วนเท่ากับ 1 : 1 และฟีโนไทป์ของลูก คือ มีขา 3 ขากับมีขา 2 ขาในอัตราส่วน 1 : 1

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จีโนไทป์และฟีโนไทป์ของแต่ละลักษณะเป็นอย่างไร

ตอบตามผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม ซึ่งขึ้นอยู่กับการโยนเหรียญบาททั้งสองเหรียญว่าจะออกด้านใด เช่น ลักษณะของหัว ถ้าโยนได้เหรียญด้านหัว-หัว หรือด้านหัว-ก้อย จะมีจีโนไทป์ *AA* หรือ *Aa* ตามลำดับ ซึ่งจะมีฟีโนไทป์เป็นหัวกลม แต่ถ้าโยนได้เหรียญด้านก้อย-ก้อยก็จะมีจีโนไทป์เป็น *aa* ซึ่งจะมีฟีโนไทป์เป็นหัวสี่เหลี่ยม

2. สิ่งใดกำหนดฟีโนไทป์ของสัตว์ประหลาดในแต่ละลักษณะ

จีโนไทป์ของแต่ละลักษณะ

3. เมื่อนำพ่อมาผสมพันธุ์กับแม่ ลูกที่เกิดขึ้นมีอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์เป็นอย่างไร

คำตอบขึ้นอยู่กับจีโนไทป์ของพ่อและแม่ที่เลือกมาผสมพันธุ์ เช่น ถ้าพ่อมีจีโนไทป์ *Ee* และแม่มีจีโนไทป์ *ee* จีโนไทป์ของลูก คือ *Ee* และ *ee* ในอัตราส่วน 1 : 1 และมีฟีโนไทป์คือมีขา 3 ขากับมีขา 2 ขาในอัตราส่วนระหว่างมีขา 3 ขากับมีขา 2 ขาเท่ากับ 1 : 1

4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

การเข้าคู่กันของแอลลีลทำให้เกิดจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ที่กำหนดลักษณะที่แสดงออกหรือฟีโนไทป์ที่แตกต่างกัน เป็นผลให้สัตว์ประหลาดมีลักษณะแตกต่างกัน การเขียนแผนภาพการผสมพันธุ์จะทำให้สามารถหาอัตราส่วนจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกได้

ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ภาพ ก

ภาพ ข

ภาพ ค

ภาพโดย Pexels จาก Pixabay

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์** **เวลา 3 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

ขอบเขตเนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อและแหล่งเรียนรู้
โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีจำนวนโครโมโซมต่างกัน แต่สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันและคงที่เสมอ มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 23 คู่ เป็นออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศ 1 คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ ได้แก่ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส ไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้น ส่วนไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น ดังนั้นในการ	**ชั่วโมงที่ 1-2** **ขั้นนำ** 1. ครูสุ่มนักเรียนให้อธิบายโครงสร้างของโครโมโซมตามคำถามดังนี้ • ลักษณะสำคัญอะไรที่บ่งบอกได้ว่าเป็นโครโมโซม (มีลักษณะเป็นท่อนหรือแท่ง และจะสังเกตเห็นได้ในระยะที่มีการแบ่งเซลล์) • โครงสร้างใดของเซลล์ที่พบโครโมโซม (นิวเคลียส) • โครโมโซมมีความสำคัญอย่างไร (เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยยีนที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต) 2. ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตดังนี้ • นักเรียนคิดว่าจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนเท่าไร	1. ใบกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร 2. ใบกิจกรรมที่ 2 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร 3. ใบงานที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร 4. ใบงานที่ 2 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร 5. ใบงานที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร 6. ใบความรู้ที่ 1 จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต 7. ใบความรู้ที่ 2 โครโมโซมมนุษย์ 8. ใบความรู้ที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์** **เวลา 3 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

ปฏิสนธิระหว่างอสุจิและเซลล์ไข่ที่มีโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย ลูกจะได้รับการถ่ายทอดโครโมโซมชุดหนึ่งจากพ่อและอีกชุดหนึ่งจากแม่ จึงเป็นผลให้รุ่นลูกมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่และจะคงที่ในทุก ๆ รุ่น **จุดประสงค์การเรียนรู้** **ด้านความรู้** 1. อธิบายเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันและสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน 2. เปรียบเทียบลักษณะโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิง 3. อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส	(นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง และครูไม่เฉลยคำตอบ) ● สิ่งมีชีวิตชนิดใดจะมีจำนวนโครโมโซมมากกว่ากันระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง และครูไม่เฉลยคำตอบ) ครูชักชวนให้นักเรียนหาคำตอบจากตารางที่ 1 จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตในใบความรู้ที่ 1 จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต **ขั้นสอน** 3. ครูให้นักเรียนพิจารณาจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตในตารางที่ 1 ในใบความรู้ที่ 1 4. ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้	**ภาระงาน/ชิ้นงาน** 1. แผนภาพการจัดเรียงโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิง 2. การเขียนแผนภาพเวนน์เปรียบเทียบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส **การวัดและประเมินผล** **ด้านความรู้** โดยประเมินจาก 1. การอภิปรายเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ 2. การตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 1 3. การบันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 2 4. การเขียนแผนภาพเวนน์เปรียบเทียบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

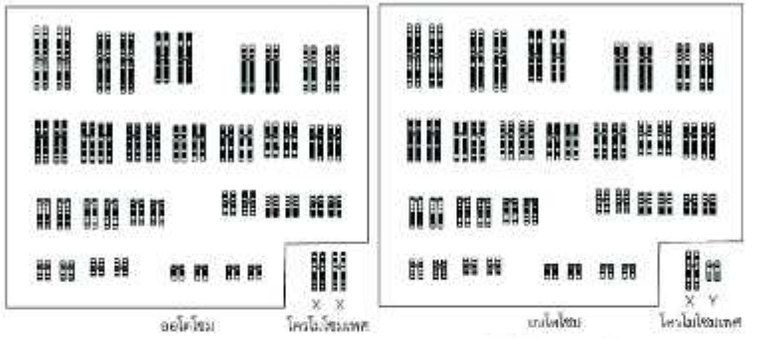
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** โครโมโซมและการแบ่งเซลล์ **เวลา** 3 ชั่วโมง **กลุ่มสาระการเรียนรู้** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3		
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต โดยสังเกตลักษณะโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของเพศหญิงและเพศชาย 2. การลงความเห็นจากข้อมูล โดยเชื่อมโยงข้อมูลในแผนภาพแสดงจำนวนโครโมโซมในเซลล์ใหม่ในกิจกรรมที่ 2 ไปสู่การวิเคราะห์แบบของการแบ่งเซลล์ที่ใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพื่อสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ **ด้านจิตวิทยาศาสตร์** 1. ความอยากรู้อยากเห็น มีความสนใจและกระตือรือร้นในการหาคำตอบเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างลักษณะโครโมโซมของเพศชายและเพศหญิง	• สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายต่างกันหรือไม่ อย่างไร (ส่วนใหญ่ต่างกัน แต่อาจมีจำนวนเท่ากันบ้าง เช่น ยีสต์และหอมหัวใหญ่) • จำนวนโครโมโซมมีความสัมพันธ์กับขนาดของสิ่งมีชีวิตหรือไม่ (ไม่สัมพันธ์กัน สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอาจมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ เช่น มนุษย์มีโครโมโซม 46 แท่ง ส่วนปลาตุกด้านมีโครโมโซม 104 แท่ง) 5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน จำนวนของโครโมโซมไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีโครโมโซมเท่ากัน และมีจำนวนคงที่ในทุก ๆ รุ่น จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 ดังนี้ • นักเรียนมีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายกี่แท่ง (46 แท่ง) • เพศชายและเพศหญิงมีโครโมโซมเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ โดยครูไม่เฉลยคำตอบ)	**ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** โดยประเมิน 1. การสังเกต จากแผนภาพการจับคู่และจัดเรียงโครโมโซมของโครโมโซมเพศหญิงและเพศชาย 2. การลงความเห็นจากข้อมูล จากบันทึกผลการทำกิจกรรมและตอบคำถามในใบงานที่ 2 โดยเชื่อมโยงข้อมูลในแผนภาพแสดงจำนวนโครโมโซมในเซลล์ใหม่ ไปสู่การวิเคราะห์แบบของการแบ่งเซลล์ที่ใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพื่อสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ **ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมิน 1. ความอยากรู้อยากเห็น จากการสังเกตความสนใจและกระตือรือร้นของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์** **เวลา 3 ชั่วโมง** **กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**		
สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน 1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม ร่วมกันวางแผนและแบ่งหน้าที่ทำงานในกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร และใช้การตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ 2. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสมาอธิบายจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนเท่ากันในทุกรุ่น	ครูชักชวนให้นักเรียนหาคำตอบจากกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร 6. ให้นักเรียนอ่านวิธีการดำเนินกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร และร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้ • กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (ลักษณะของโครโมโซมมนุษย์) • กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและเปรียบเทียบลักษณะโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิง) • วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร (สังเกตและจับคู่โครโมโซมที่เหมือนกันของเพศชายโดยเขียนหมายเลขเดียวกันกำกับไว้ในแต่ละคู่ ตัดคู่ของโครโมโซมออก แล้วนำมาเรียงลำดับจากใหญ่ไปหาเล็ก จากนั้นจึงตัดและจัดเรียงลำดับโครโมโซมของมนุษย์เพศหญิง โดยใช้วิธีการเดียวกันกับเพศชาย เปรียบเทียบลักษณะของโครโมโซมเพศชายและหญิง แยกคู่โครโมโซมที่แตกต่างกันของเพศชายและหญิงมาวางเป็นคู่สุดท้าย)	เพื่อหาความแตกต่างระหว่างลักษณะโครโมโซมะของเพศชายและเพศหญิง **ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการวางแผนและแบ่งหน้าที่ทำงานในกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร ตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม และใช้การตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ 2. การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จากการตอบคำถามโดยนำความรู้เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสมาอธิบายจำนวน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	7. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน และแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม เพื่อให้กิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด 8. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอน 9. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม และเปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมกับกลุ่มอื่น ๆ จากนั้นตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 1 10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลของกิจกรรมว่า มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 46 แท่ง หรือ 23 คู่ โครโมโซม 22 คู่ เหมือนกันทั้งเพศหญิงและชาย ส่วนโครโมโซมอีก 1 คู่มีลักษณะแตกต่างกัน 11. ครูให้นักเรียนสังเกตภาพโครโมโซมของมนุษย์เพศหญิง และเพศชายจากใบความรู้ที่ 2 โครโมโซมมนุษย์	โครโมโซมของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนเท่ากันในทุกรุ่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3



ก. โครโมโซมของมนุษย์เพศหญิง ข. โครโมโซมของมนุษย์เพศชาย

12. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากภาพดังนี้

- โครโมโซม 22 คู่แรกและโครโมโซมคู่สุดท้ายของโครโมโซมของมนุษย์เพศหญิงและเพศชายเรียกว่าอะไร
  (โครโมโซม 22 คู่แรก เรียกว่า ออโตโซม ส่วนโครโมโซมคู่สุดท้ายเรียกว่า โครโมโซมเพศ)

  ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าออโตโซมเป็นโครโมโซมที่ไม่ใช่โครโมโซมเพศ เป็นโครโมโซมที่พบเหมือนกันทั้งในเพศหญิงและเพศชาย ส่วนโครโมโซมเพศเป็นโครโมโซมที่กำหนดเพศ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์ รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• โครโมโซมเพศของเพศหญิงและเพศชายมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (โครโมโซมเพศของเพศหญิงและชายประกอบด้วยโครโมโซมที่มีขนาดใหญ่ที่เรียกว่า โครโมโซม X เหมือนกัน โดยเพศหญิงมีโครโมโซม X จำนวน 2 แท่งส่วนเพศชายมีโครโมโซม X จำนวน 1 แท่ง และโครโมโซม Y ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าโครโมโซม X จำนวน 1 แท่ง) **ขั้นสรุป** 13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า - โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีโครโมโซมเท่ากัน และมีจำนวนคงที่ในทุก ๆ รุ่น สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันและคงที่เสมอ - มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 23 คู่ เป็นออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศ 1 คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์ เวลา 3 ชั่วโมง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3		
	กิจกรรมการเรียนรู้ ชั่วโมงที่ 3 **ขั้นนำ** 14. ครูพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับความรู้เรื่องการปฏิสนธิ และนำเข้าสู่เรื่องการแบ่งเซลล์โดยใช้คำถามดังนี้ • การปฏิสนธิ คืออะไร (คือ การรวมกันระหว่างนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ได้แก่ อสุจิ และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย ได้แก่ เซลล์ไข่ เกิดเป็นไซโกต) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าเมื่อนิวเคลียสของอสุจิและเซลล์ไข่รวมกันเกิดเป็นไซโกต โครโมโซมของไซโกตจะมีจำนวนเท่ากับโครโมโซมเซลล์ไข่และของอสุจิรวมกัน • ไซโกต 1 เซลล์จะเจริญเติบโตเป็นเอ็มบริโอ ฟีตัส จนกระทั่งคลอดและเจริญเติบโตเป็นมนุษย์ที่ประกอบด้วยเซลล์เป็นจำนวนมากได้โดยกระบวนการใด (การแบ่งเซลล์) • นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการแบ่งเซลล์มีกี่แบบ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์		เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• นักเรียนกับพ่อและแม่มีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเท่ากันคือ 46 แท่ง นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ) ครูไม่เฉลยคำตอบ แต่ชักชวนให้นักเรียนหาคำตอบจากกิจกรรมที่ 2 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร **ขั้นสอน** 15. ให้นักเรียนอ่านขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ 2 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร และร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้ • กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต) • กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต) • วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร (สังเกตและเปรียบเทียบแผนภาพการแบ่งเซลล์แบบที่ 1 และแบบที่ 2 คาดคะเนและวาดภาพจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการรวมกันของเซลล์ 2 เซลล์ที่ได้จากการแบ่ง	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์ รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	เซลล์แบบที่ 1 และ 2 อภิปรายว่าการแบ่งเซลล์แบบใดเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์) 16. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด บันทึกผลลงในใบงานที่ 2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงาน 17. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม โดยสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมาเขียนแผนภาพเพื่อประกอบการอภิปราย จากนั้นร่วมกันอภิปรายคำตอบจากคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมว่า การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม แบบที่ 2 ได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น ซึ่งเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เมื่อเกิดการปฏิสนธิไซโกตที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับพ่อแม่ 18. ครูให้นักเรียนอ่านเพิ่มเติมในใบความรู้ที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสย่อหน้าที่ 1-4 จากนั้นร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามว่า	

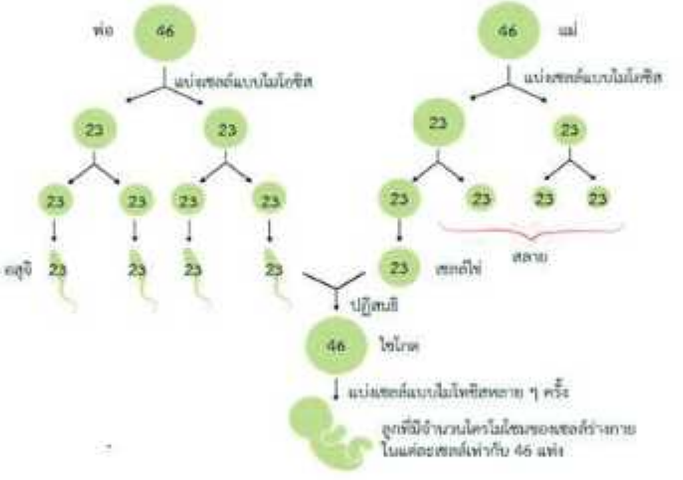
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์ รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• การแบ่งเซลล์ในแบบที่ 1 และแบบที่ 2 เป็นการแบ่งเซลล์แบบใด (การแบ่งเซลล์แบบที่ 1 เป็นการแบบเซลล์แบบไมโทซิส ส่วนการแบ่งเซลล์แบบที่ 2 เป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส) • การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร (การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นกระบวนการที่ใช้ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกายในระหว่างการเจริญเติบโต และทดแทนเซลล์ที่เสียหายหรือตาย ส่วนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีความสำคัญต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพราะเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์) 19. ครูให้นักเรียนสังเกตขั้นตอนของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสจากภาพที่ 1 ภาพที่ 2 ในใบความรู้ที่ 3 20. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยตอบคำถามต่อไปนี้ • เพราะเหตุใดจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจึงเท่ากับเซลล์ดั้งต้น (เพราะโครมาทินมีการจำลองตัวเองเป็นโครโมโซมที่มี 2 โครมาทิด จากนั้นโครโมโซมจะมาเรียงตัวบริเวณกึ่งกลางเซลล์	

กระบวนการเสริมศักยภาพของผู้เรียน 1 ผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner Centered) : ผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์ รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	แต่ละโครมาทิดแยกไปอยู่ในเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ซึ่งจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์ตั้งต้น) • เพราะเหตุใดจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจึงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น (เพราะไมโอซิสมีการแบ่งเซลล์ 2 ครั้ง การแบ่งเซลล์ครั้งแรกโครมาทินมีการจำลองตัวเองเป็นโครโมโซมที่มี 2 โครมาทิด มีการเข้าคู่ของฮอมอโลกัสโครโมโซม และมาเรียงตัวในแนวกึ่งกลางเซลล์ มีการแยกกันของฮอมอโลกัสโครโมโซมไปอยู่ในเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ จากนั้นเซลล์ใหม่ที่ได้จะมีการแบ่งเซลล์อีก 1 ครั้งโดยแต่ละโครมาทิดที่ติดกันบริเวณเซนโทรเมียร์ของเซลล์ใหม่แต่ละเซลล์จะแยกกันไปอยู่ในเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ได้เซลล์ใหม่รวมทั้งหมดเป็น 4 เซลล์ ซึ่งจะมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

21. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบที่ครูถามไว้ตอนต้นชั่วโมง โดยให้นักเรียนพิจารณาภาพที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์ในใบความรู้ที่ 2 ดังนี้



- นักเรียนกับพ่อและแม่มีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเท่ากันคือ 46 แท่ง นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด (เพราะในกระบวนการสร้างอสุจิและเซลล์ไข่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นผลให้มีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	**เรื่อง โครโมโซมและการแบ่งเซลล์**	**เวลา 3 ชั่วโมง**
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	**รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**	**ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**
	เมื่ออสุจิและเซลล์ไข่มีการปฏิสนธิกันจะทำให้ได้ลูกที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับพ่อแม่) **ขั้นสรุป** 22. ครูให้นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสและเขียนลงในแผนภาพเวนน์ในใบงานที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร	

ข้อแนะนำ สำหรับครูในการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1

- ควรใช้กระดาษสีที่มีสีต่างกันในการทำสำเนาโครโมโซมของมนุษย์เพศหญิงและเพศชาย เพื่อไม่ให้โครโมโซมของแต่ละเพศปะปนกัน
- ควรจัดเรียงโครโมโซมของเพศชายก่อนเพศหญิงตามขั้นตอนที่ให้ไว้ในกิจกรรม เพื่อให้สังเกตเห็นโครโมโซม X ซึ่งไม่มีคู่จึงแยกออกจากออโตโซมได้ และเมื่อนักเรียนจัดเรียงโครโมโซมของเพศหญิงจะสามารถแยกโครโมโซม X ออกจากออโตโซมได้ง่ายขึ้น
- สังเกตคู่โครโมโซมที่มีขนาดใหญ่แล้วตัดโครโมโซมคู่นั้นออกมาจัดเรียงก่อน จากนั้นจึงตัดคู่โครโมโซมที่มีขนาดรองลงมา เพราะเมื่อตัดไปเรื่อย ๆ จะทำให้คู่ของโครโมโซมเหลือน้อยลงทำให้สะดวกต่อการค้นหา ซึ่งถ้าตัดโครโมโซมออกมาพร้อมกันทั้งหมด จะทำให้โครโมโซมปะปนกัน ทำให้ยากต่อการค้นหา

ใบกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

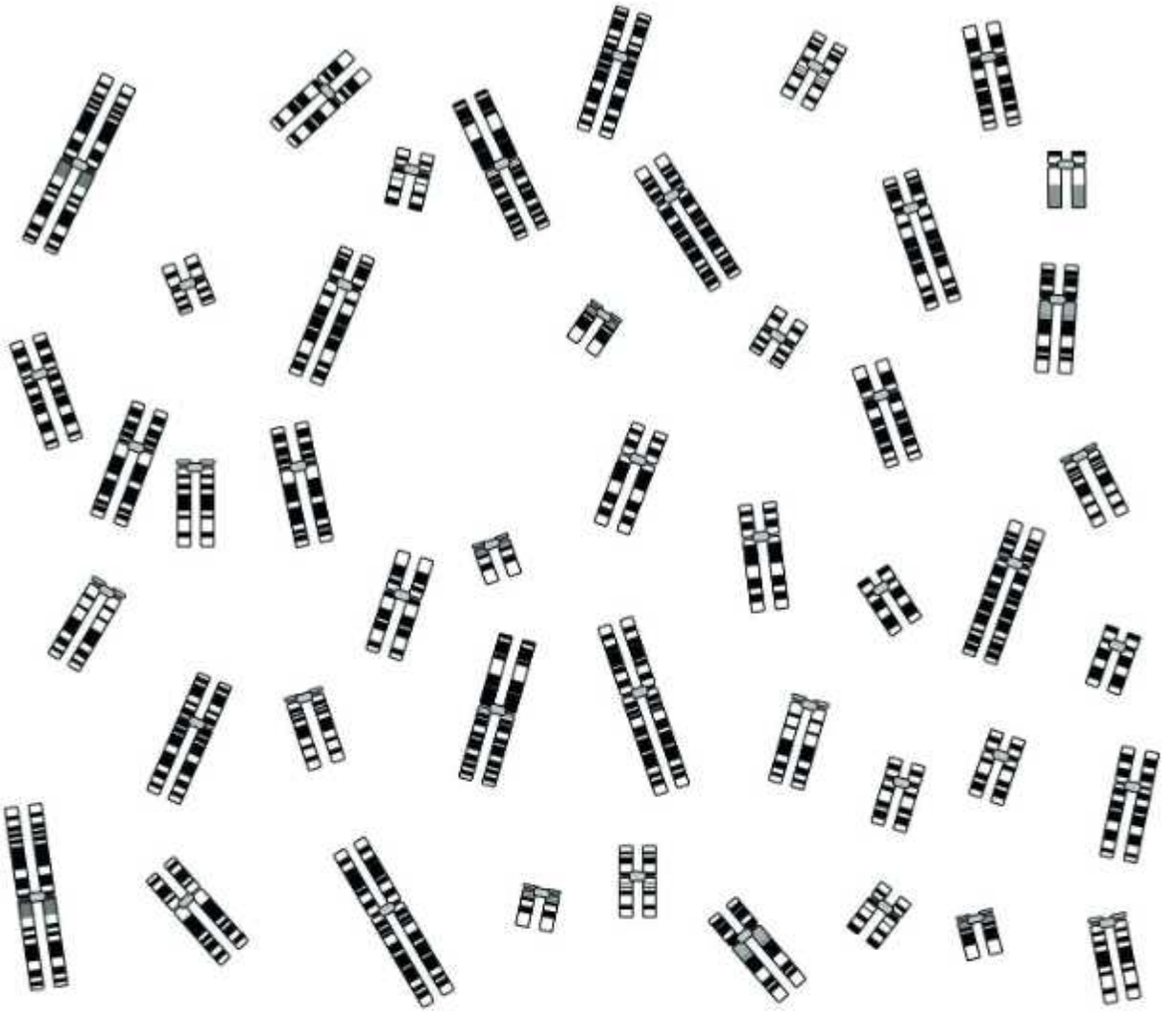
สังเกตและเปรียบเทียบลักษณะโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิง

วัสดุและอุปกรณ์

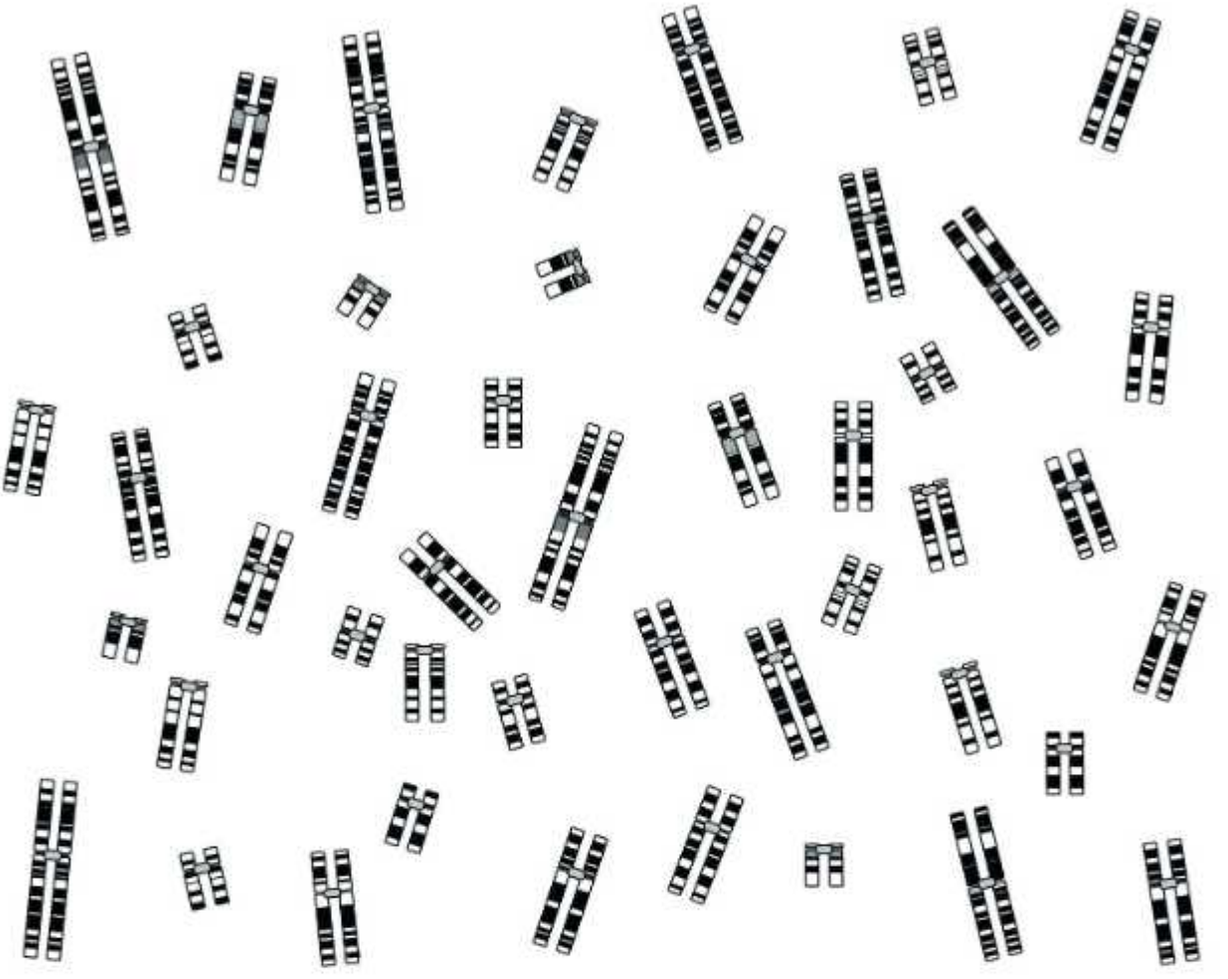
1. กรรไกร	1 เล่ม
2. กาวแท่งหรือเทปใส	1 แท่ง หรือ 1 ม้วน
3. สำเนาภาพโครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิง	อย่างละ 1 แผ่น
4. กระดาษ A4 หรือกระดาษวาดเขียน	2 แผ่น

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สังเกตภาพโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เพศชาย
2. จับคู่โครโมโซมที่มีขนาด ลักษณะของแถบที่เหมือนกันและตำแหน่งเซนโทรเมียร์ที่ตรงกัน โดยเขียนหมายเลขเดียวกันกำกับไว้ด้านข้างของโครโมโซมแต่ละแท่ง
3. ตัดภาพโครโมโซมที่เหมือนกันในแต่ละคู่ แล้วนำมาเรียงตามขนาดจากใหญ่ไปหาเล็กตามลำดับ
4. ทำซ้ำข้อ 1 – 3 โดยเปลี่ยนเป็นโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เพศหญิง
5. เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโครโมโซมเพศชายและเพศหญิงแต่ละคู่
6. แยกคู่โครโมโซมที่แตกต่างกันของเพศชายและหญิงมาวางไว้เป็นคู่สุดท้าย แล้วใช้กาวหรือเทปใสติดภาพโครโมโซมลงในกระดาษกระดาษวาดเขียน
7. นำเสนอผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบงานที่ 1



ภาพโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เพศชาย

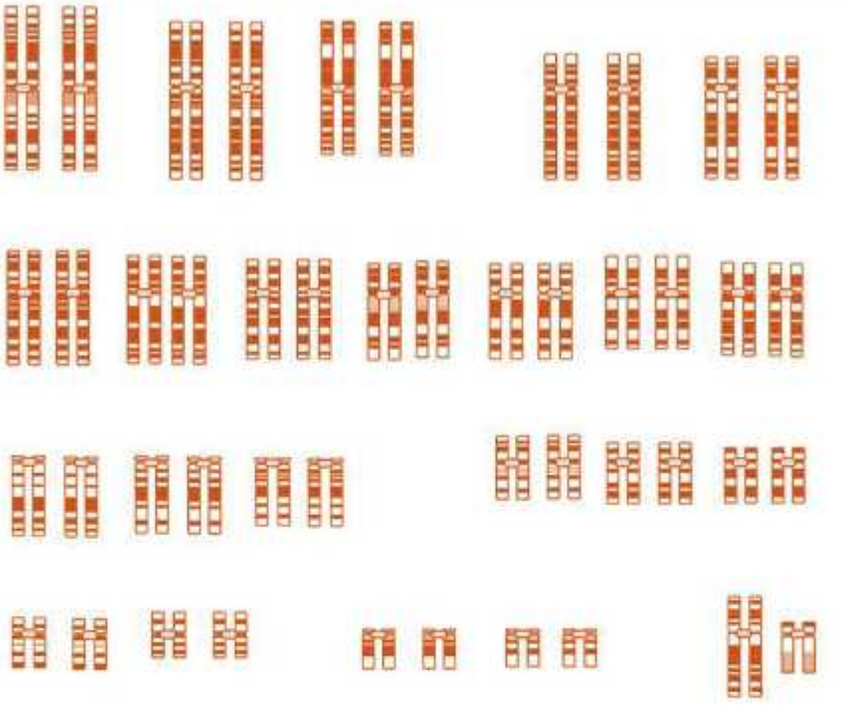


ภาพโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เพศหญิง

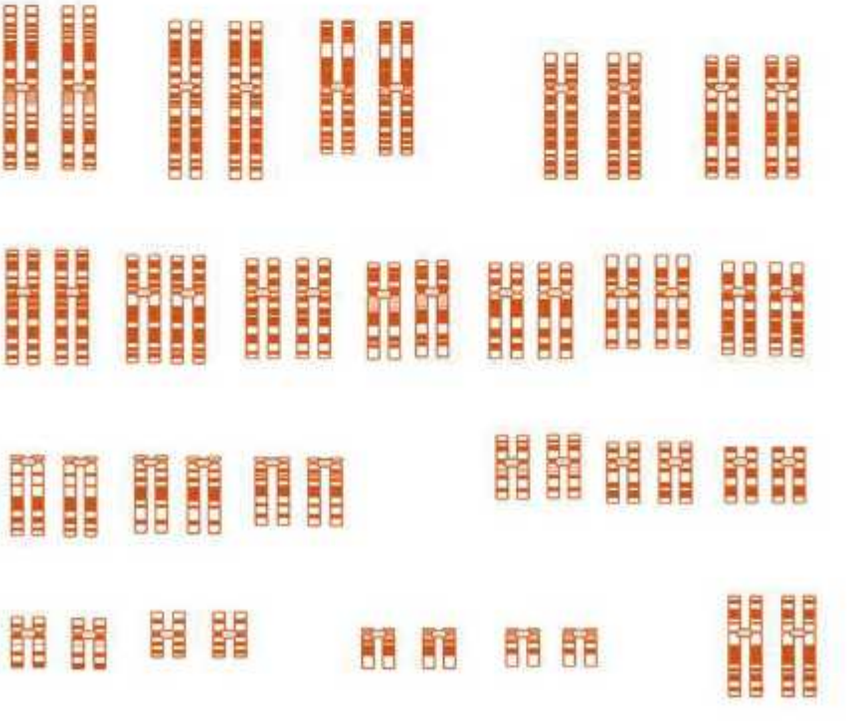
ตัวอย่างผลการทำกิจกรรมที่ 1

โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร

โครโมโซมของมนุษย์เพศชาย



โครโมโซมของมนุษย์เพศหญิง



เฉลยใบงานที่ 1 โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เป็นอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

1. โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เพศชายและเพศหญิงมีจำนวนเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

   จำนวนเท่ากัน คือ 46 แท่ง หรือ 23 คู่

2. โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของมนุษย์เพศชายและเพศหญิงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

   โครโมโซมของมนุษย์เพศชายและเพศหญิงมีลักษณะที่เหมือนกัน 22 คู่ และมีลักษณะแตกต่างกัน 1 คู่

3. เซลล์ร่างกายของมนุษย์เพศชายและเพศหญิงมีจำนวนฮอมอโลกัสโครโมโซมกี่คู่

   เพศชายมีฮอมอโลกัสโครโมโซมจำนวน 22 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1-22 ส่วนเพศหญิงมีฮอมอโลกัสโครโมโซมจำนวน 23 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1-23

4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

   มนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 46 แท่ง หรือ 23 คู่ โครโมโซม 22 คู่เหมือนกันทั้งเพศหญิงและชาย ส่วนโครโมโซมอีก 1 คู่มีลักษณะแตกต่างกัน

ใบความรู้ที่ 1 จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต

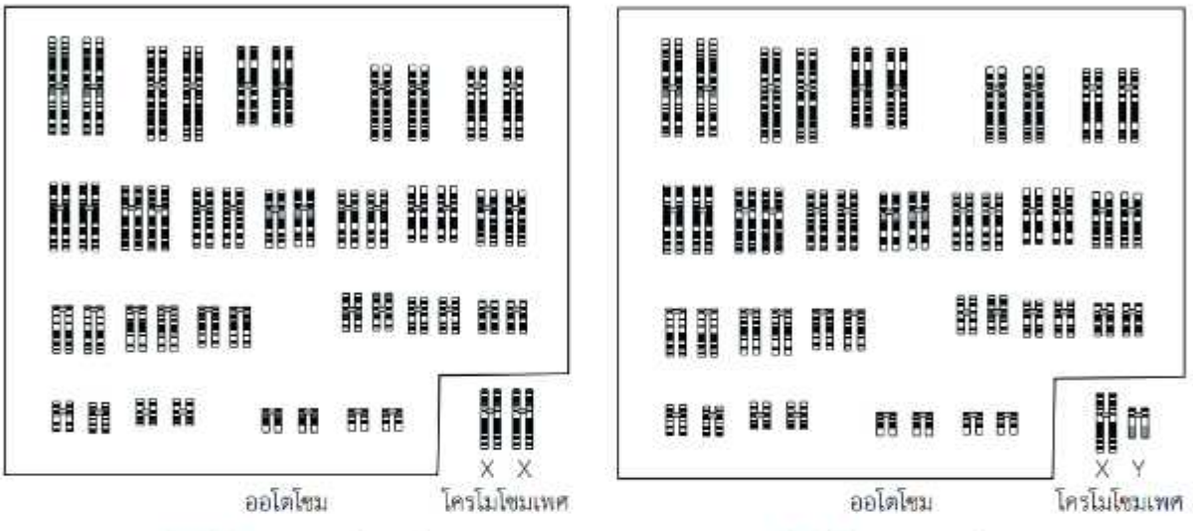
สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีลักษณะแตกต่างกัน ลักษณะเหล่านี้ถูกควบคุมโดยยีนที่อยู่บนโครโมโซม โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน ในขณะที่สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันและมีจำนวนคงที่เสมอในแต่ละรุ่น ดังตัวอย่างในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม(แท่ง)
เก้งธรรมดา	6
แมลงวันผลไม้	8
ยีสต์	16
หอมหัวใหญ่	16
ไส้เดือนดิน	36
ข้าวสาลี	42
มนุษย์	46
ช้างอินเดีย	56
ปลาตุกด้าน	104

ใบความรู้ที่ 2 โครโมโซมมนุษย์

เซลล์ร่างกายมนุษย์แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 46 แท่งหรือ 23 คู่ เป็นโครโมโซมที่พบเหมือนกันในทั้งสองเพศ จำนวน 22 คู่ เรียกว่า ออโตโซม (autosome) และเป็นโครโมโซมที่กำหนดเพศ เรียกว่า โครโมโซมเพศ (sex chromosome) จำนวน 1 คู่ ดังภาพที่ 1



ก. โครโมโซมของมนุษย์เพศหญิง ข. โครโมโซมของมนุษย์เพศชาย

ภาพที่ 1 โครโมโซมมนุษย์

โครโมโซมเพศที่มีขนาดใหญ่ที่พบทั้งในเพศหญิงและเพศชาย เรียกว่า โครโมโซม X ส่วนโครโมโซมเพศที่มีขนาดเล็กกว่าที่พบเฉพาะในเพศชาย เรียกว่า โครโมโซม Y ดังนั้นเพศชายจะมีโครโมโซมเพศเป็น XY ส่วนเพศหญิงจะมีโครโมโซมเพศ เป็น XX

ใบกิจกรรมที่ 2 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

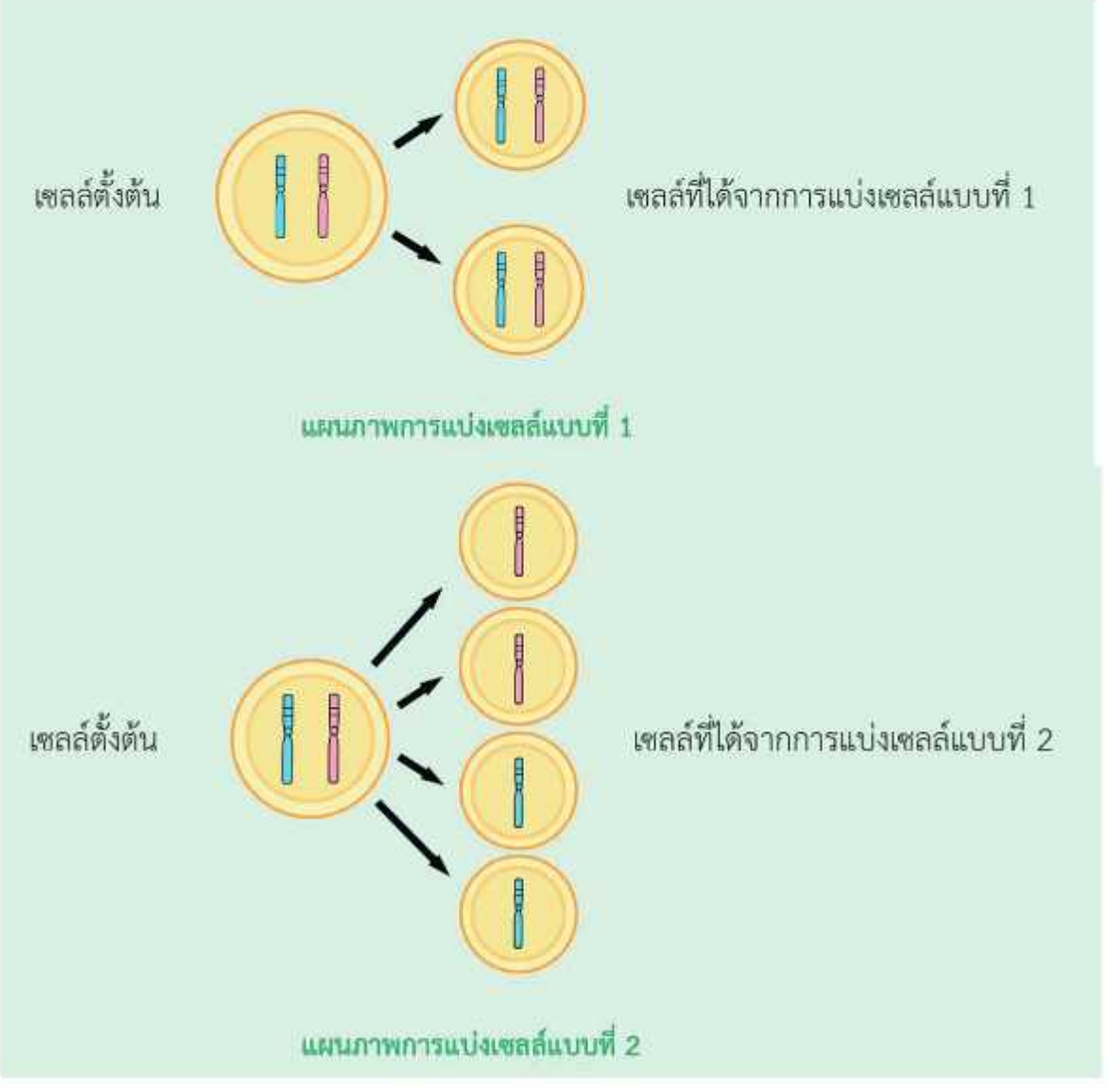
สังเกตและอธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

วัสดุและอุปกรณ์

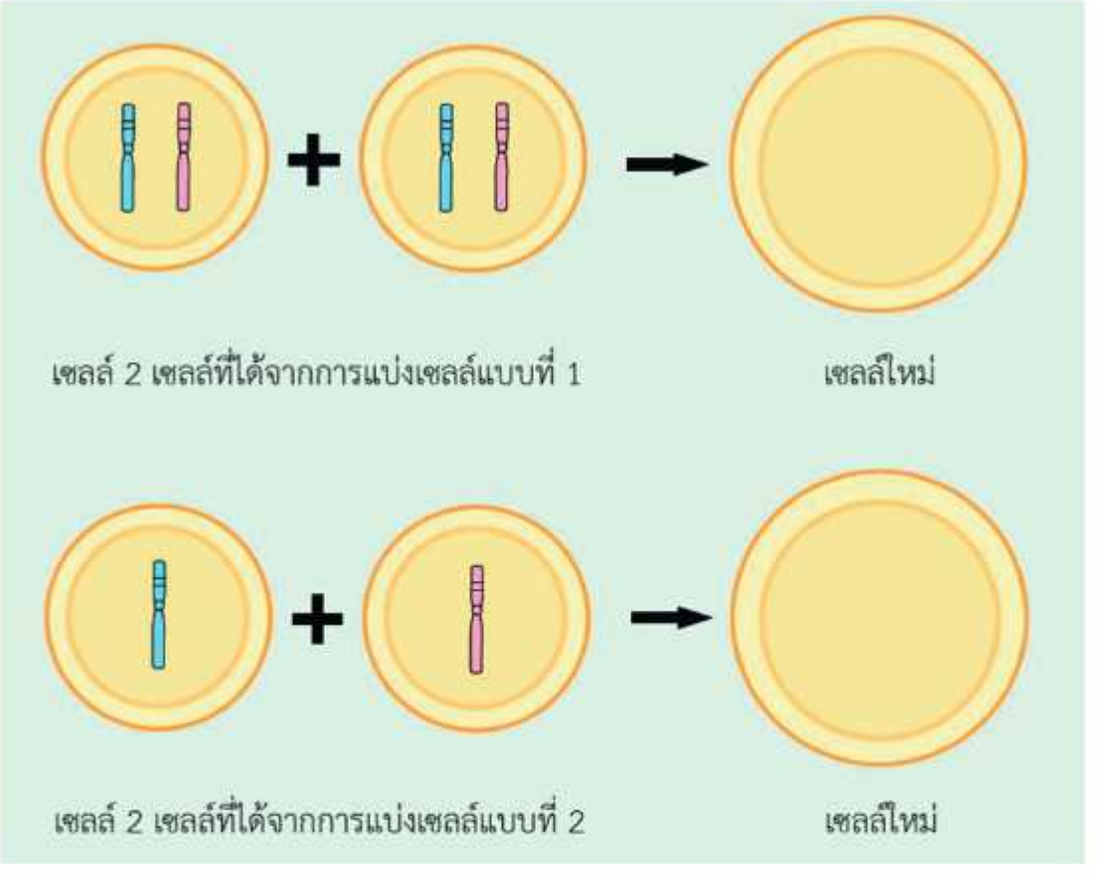
-

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. สังเกตและเปรียบเทียบจำนวนเซลล์และโครโมโซมของเซลล์สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งจากแผนภาพการแบ่งเซลล์แบบที่ 1 และแบบที่ 2



2. คาดคะเนและวาดภาพจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการรวมกันของเซลล์ 2 เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบที่ 1 และ แบบที่ 2



3. ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบกับจำนวนโครโมโซมของเซลล์ดั้งต้นของสิ่งมีชีวิต และวิเคราะห์เกี่ยวกับแบบของการแบ่งเซลล์ที่ใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพื่อสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
4. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

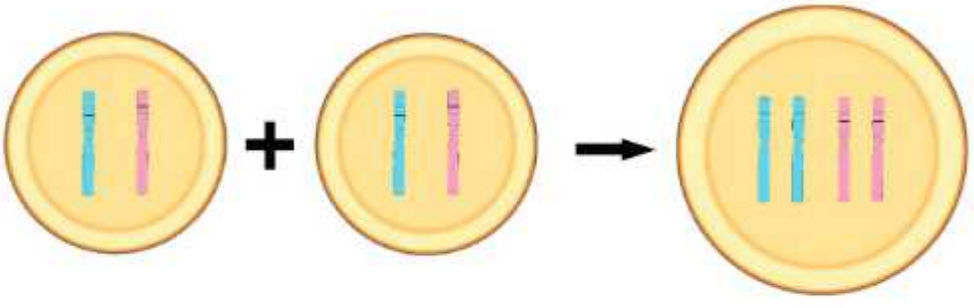
เฉลยใบงานที่ 2 การแบ่งเซลล์แต่ละแบบแตกต่างกันอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม โดยวาดภาพจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ในข้อ 1.1 - 1.2 ตอบคำถามข้อ 1.3 แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

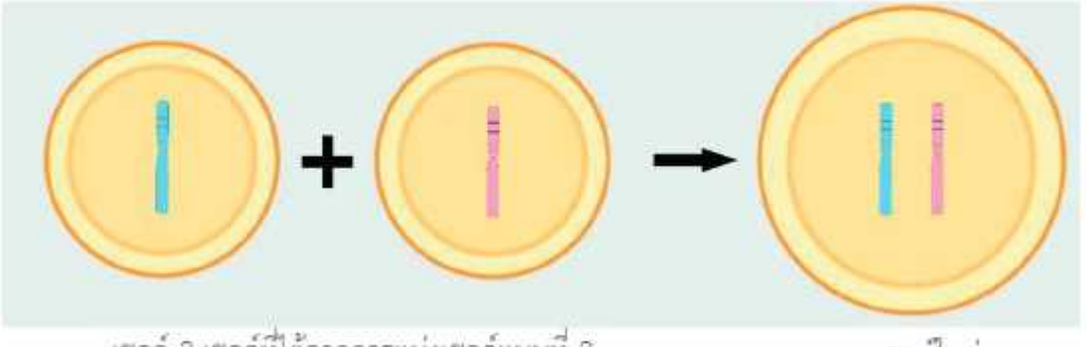
การคาดคะเนและวาดภาพจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้น

1.1 โครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการรวมตัวกันของเซลล์ 2 เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบที่ 1



เซลล์ 2 เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบที่ 1 เซลล์ใหม่

1.2 โครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการรวมตัวกันของเซลล์ 2 เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบที่ 2



เซลล์ 2 เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบที่ 2 เซลล์ใหม่

1.3 การแบ่งเซลล์แบบใดน่าจะเป็นการแบ่งเซลล์ที่ใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพื่อสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพราะเหตุใด

การแบ่งเซลล์แบบที่ 2 เพราะทำให้ได้เซลล์ใหม่ที่ได้จากการรวมกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันเซลล์ตั้งต้น

คำถามท้ายกิจกรรม

1.จำนวนเซลล์และโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบที่ 1 และแบบที่ 2 แตกต่างกันอย่างไร

เซลล์ตั้งต้นมีโครโมโซม 2 แท่ง การแบ่งเซลล์แบบที่ 1 ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 แท่ง เท่ากับเซลล์ตั้งต้น แต่การแบ่งเซลล์แบบที่ 2 ได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 1 แท่งลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น

2. ในการปฏิสนธิซึ่งมีการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้จำนวนโครโมโซมของลูกเท่ากับพ่อแม่ ควรมีการแบ่งเซลล์แบบใด เพราะเหตุใด

ควรมีการแบ่งเซลล์แบบที่ 2 กล่าวคือ เซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง เมื่อเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่มารวมตัวกันจึงจะได้ลูกที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับพ่อแม่ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันและคงที่เสมอ

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ คือ

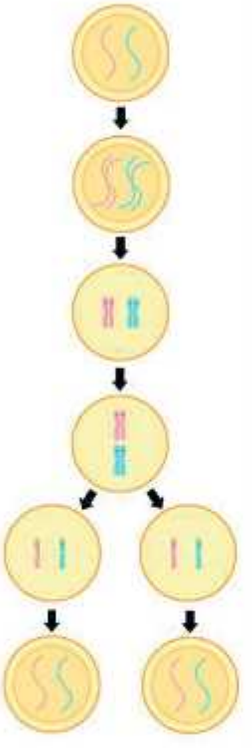
แบบที่ 1 ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม

แบบที่ 2 ได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น ซึ่งเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เมื่อเกิดการปฏิสนธิ ไซโกตที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับพ่อแม่

ใบความรู้ที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

โดยทั่วไปการแบ่งเซลล์ที่ทำให้ได้เซลล์ใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิมจะพบได้ในการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ส่วนการแบ่งเซลล์ที่ทำให้ได้เซลล์ใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งจะพบได้ในการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทำให้เซลล์ของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกที่เกิดจากการรวมตัวกันของเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่

การแบ่งเซลล์มี 2 แบบ ได้แก่ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitotic cell division) และ การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiotic cell division) มีขั้นตอนดังภาพที่ 1 และ 2



เซลล์ตั้งต้นมีโครมาทิน 2 เส้นขดตัวอยู่ภายในนิวเคลียส

โครมาทินแต่ละเส้นมีการจำลองตัวเอง

โครมาทินแต่ละเส้นขดตัวสั้นลง
ทำให้เห็นโครโมโซม 2 แท่ง แต่ละแท่งมี 2 โครมาทิด

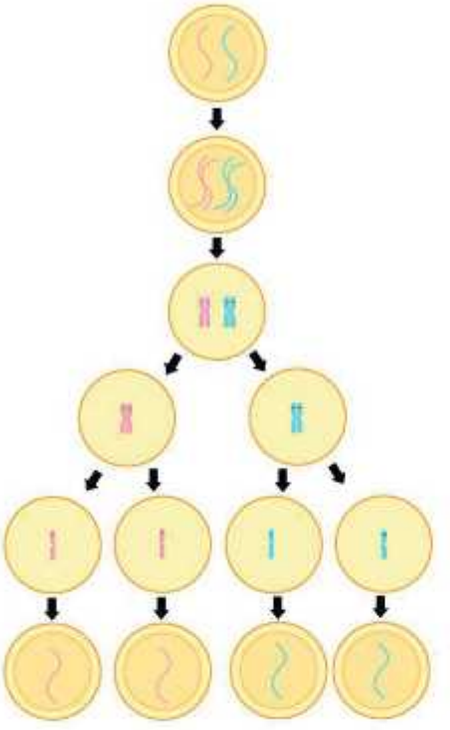
โครโมโซมมาเรียงกันบริเวณกึ่งกลางเซลล์
จากนั้นโครมาทิดจึงแยกจากกัน

เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซม 2 แท่ง

โครโมโซมคลายตัวเป็นเส้นใยโครมาทิน

ภาพที่ 1 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

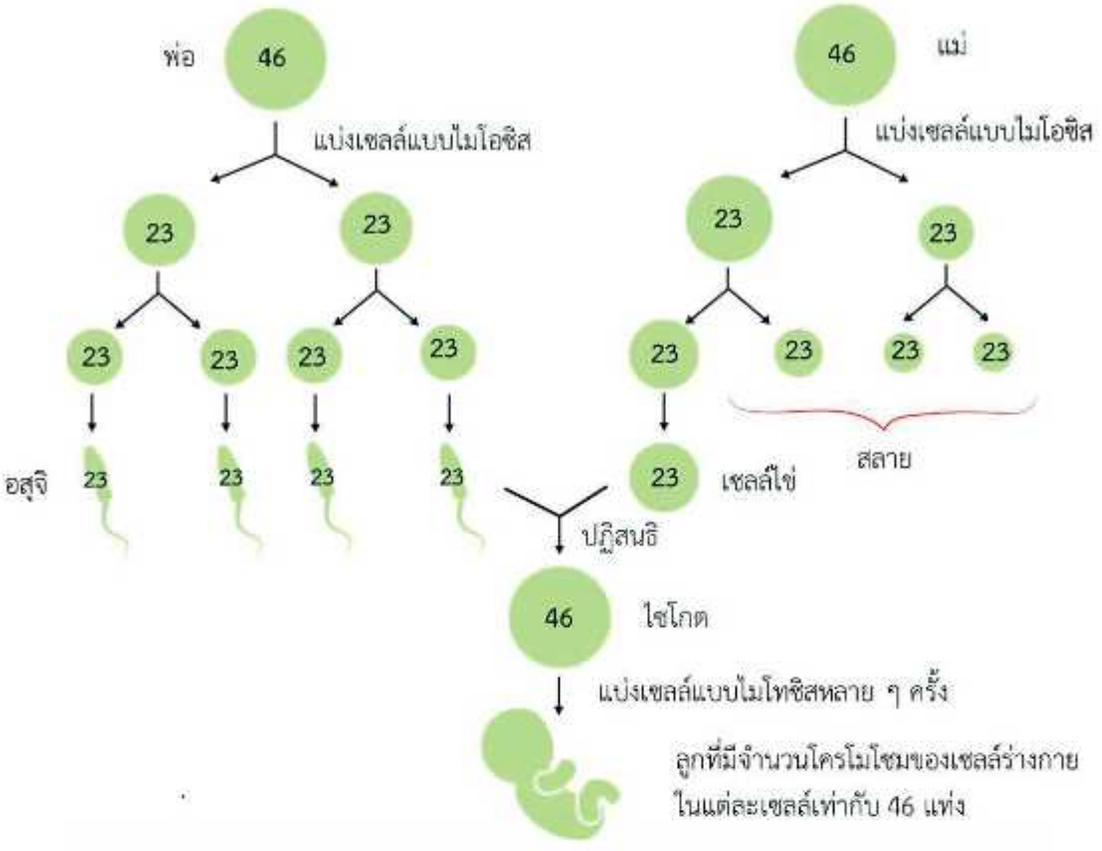
การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่ทำให้เกิดเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์ตั้งต้นทุกประการ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่เกิดขึ้นเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกายระหว่างการเจริญเติบโต และทดแทนเซลล์ที่เสียหายหรือตาย และอาจพบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ในการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น พารามีเซียม และยีสต์



ภาพที่ 2 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง โดยเริ่มจากเซลล์ตั้งต้นหนึ่งเซลล์ เมื่อแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเกิดเป็นเซลล์ใหม่ 4 เซลล์ โดยแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง

ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์ ในเพศชายเซลล์ใหม่ที่ได้ 4 เซลล์จะเจริญเป็นอสุจิทั้งหมด ส่วนในเพศหญิงเซลล์ใหม่ที่ได้ 4 เซลล์จะมีเพียง 1 เซลล์ที่เจริญไปเป็นเซลล์ไข่ ส่วนอีก 3 เซลล์จะสลายไป อสุจิและเซลล์ไข่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกายเท่ากับ 23 แท่ง ซึ่งเป็นออโตโซม 22 แท่ง และโครโมโซมเพศ 1 แท่ง เมื่อมีการปฏิสนธิระหว่างอสุจิและเซลล์ไข่เกิดเป็นไซโกตที่มีโครโมโซมจำนวน 46 แท่ง เท่ากับจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย เป็นผลให้รุ่นลูกมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับรุ่นพ่อแม่และจะมีจำนวนคงที่ในทุก ๆ รุ่น ดังภาพที่ 3



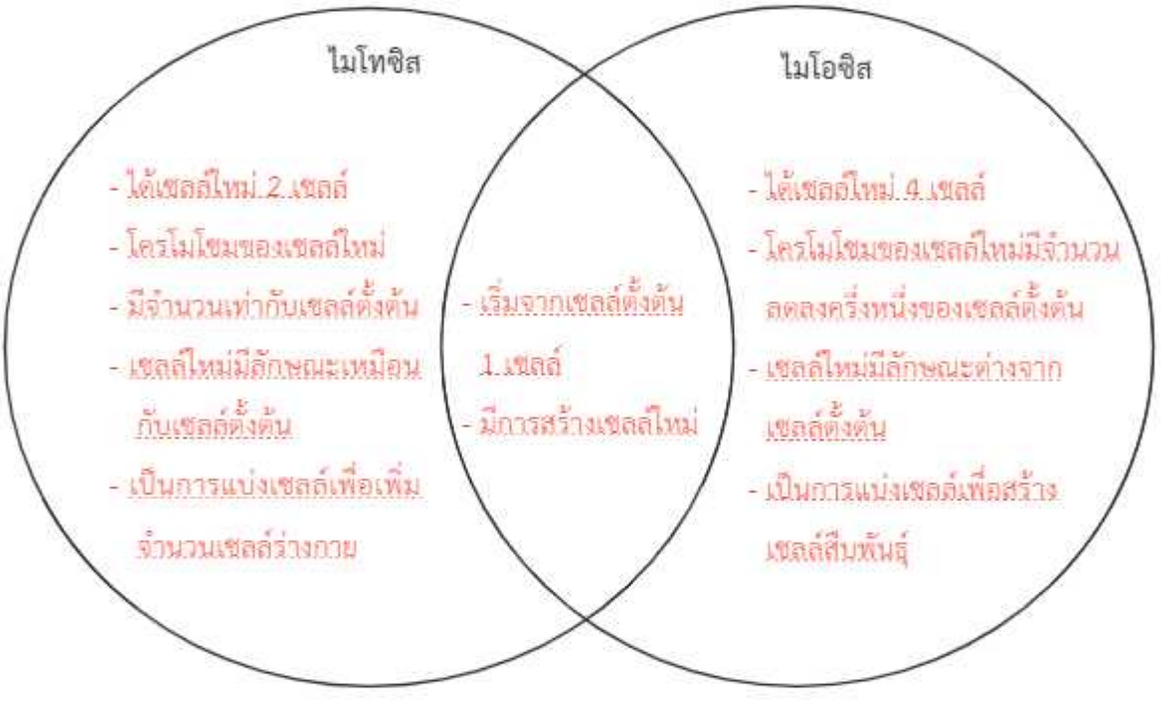
ภาพที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์

โดยทั่วไปเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะมีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเป็นปกติ แต่ถ้าเกิดความผิดปกติในการแบ่งเซลล์ จะทำให้เซลล์ใหม่ที่ได้มีจำนวนหรือลักษณะของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไป

เฉลยใบงานที่ 3 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสโดยเขียนลงในแผนภาพเวนน์ ส่วนที่เหมือนกันให้เขียนไว้ในส่วนที่วงกลมซ้อนทับกัน ส่วนที่แตกต่างกันให้เขียนลงในวงกลมส่วนที่ไม่ทับซ้อน



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม เวลา 2 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตเนื้อหา

การเปลี่ยนแปลงของจำนวนโครโมโซมอาจส่งผลให้เกิดโรคทางพันธุกรรม เช่น กลุ่มอาการดาวน์

การเปลี่ยนแปลงของยีน อาจส่งผลให้เกิดโรคทางพันธุกรรม เช่น โรคธาลัสซีเมีย

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายการผิดปกติของจำนวนโครโมโซมที่ส่งผลให้เกิดกลุ่มอาการดาวน์
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของยีนที่ส่งผลให้เกิดโรคธาลัสซีเมีย

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ

1. ครูนำภาพคนที่อยู่ในกลุ่มอาการดาวน์มาให้นักเรียนสังเกตลักษณะบนใบหน้า (หรือครูอาจให้นักเรียนอาจดูภาพนี้จากเอกสารของนักเรียน)

จากนั้นใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนเคยเห็นคนที่มีลักษณะคล้ายกับคนในภาพหรือไม่ (ตอบตามจริง อาจเคยเห็น หรือไม่เคยเห็น)

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่
2. ใบงานที่ 1 เรื่อง โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่
3. ใบงานที่ 2 ความผิดปกติของยีนทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรมได้
4. ใบความรู้ที่ 1 สาเหตุการเกิดและลักษณะของกลุ่มอาการดาวน์อย่างไร
5. ใบความรู้ที่ 2 สาเหตุการเกิดและลักษณะของโรคธาลัสซีเมีย
6. ตัวอย่างภาพคนเป็นกลุ่มอาการดาวน์ (Down syndrome)
7. ตัวอย่างภาพคนที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย (Thalassemia)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม** **เวลา 2 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกต โดยการสังเกตโครโมโซมของทารกเปรียบเทียบกับคนปกติ
2. การลงความเห็นจากข้อมูล นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาอธิบายการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมที่ทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม คือ กลุ่มอาการดาวน์ และการเปลี่ยนแปลงของยีนที่ทำให้เกิดโรคธาลัสซีเมีย

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความรอบคอบ ลงมือทำกิจกรรมเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับโครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่ และมีผลอย่างไร แล้วสรุปหรืออธิบายในขอบเขตของหลักฐานที่ปรากฏ

- นักเรียนคิดว่าลักษณะของคนในภาพแตกต่างจากคนปกติหรือไม่อย่างไร (ลักษณะของคนในภาพแตกต่างไปจากคนปกติ เช่น หน้าแบน คอสั้น หางตาเฉียงขึ้น คอสั้น ตั้งฉมูกแบน)
- นักเรียนคิดว่าลักษณะที่แตกต่างไปจากคนปกติเกิดขึ้นจากอะไร เราสามารถป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นได้หรือไม่

(นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

ครูไม่เฉลยคำตอบ แต่ชักชวนให้หาคำตอบจากกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นสอน

2. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่ และร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้
   - กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมที่อาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม)
   - กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมที่อาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม)

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การบันทึกผลการสังเกตจำนวนโครโมโซม
2. การตอบคำถามท้ายกิจกรรม

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. การบันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และการอภิปรายเกี่ยวกับความผิดปกติของจำนวนและลักษณะของโครโมโซมที่ส่งผลให้เกิดกลุ่มอาการดาวน์
2. การบันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และการอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของยีนที่ส่งผลให้เกิดโรคธาลัสซีเมีย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม** **เวลา 2 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน		**ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้เรื่องความผิดปกติของจำนวนโครโมโซมและยีนมาอธิบายการเกิดกลุ่มอาการดาวน์และโรคธาลัสซีเมีย	● วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร (อ่านสถานการณ์และสังเกตโครโมโซมของทารกจากแผนภาพเปรียบเทียบกับจำนวนโครโมโซมของคนปกติ และศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโรคและความผิดปกติของทารกจากความผิดปกติของโครโมโซม) 3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมตามความถนัด เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนในการสรุปผล 4. แต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม ลงในใบงาน 5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรมและสรุปผลการทำกิจกรรมว่าทารกมีจำนวนโครโมโซมจำนวน 47 แท่ง โดยมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง ทำให้ทารกเป็นกลุ่มอาการดาวน์ ซึ่งมีอาการผิดปกติทางร่างกาย เช่น หางตาเฉียงขึ้น ลิ้นจุกปาก ลิ้นแตกเป็นร่อง ตั้งจมูกแบน นิ้วมือสั้นป้อม และมีพัฒนาการทางสมองช้า	โดยประเมิน 1. การสังเกต จากบันทึกผลการสังเกตโครโมโซมของทารกเปรียบเทียบกับคนปกติตามความเป็นจริงโดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัว 2. การลงความเห็นจากข้อมูล จากการแสดงความคิดเห็นและเชื่อมโยงข้อมูลจากการสืบค้นที่ได้มาอธิบายการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมที่ทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม คือ กลุ่มอาการดาวน์ และการเปลี่ยนแปลงของยีนที่ทำให้เกิดโรคธาลัสซีเมีย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม เวลา 2 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

	6. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดของทารกที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์ ดังนี้ ● นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดที่ส่งผลให้ทารกเป็นกลุ่มอาการดาวน์ (นักเรียนตอบตามความเข้าใจ โดยครูไม่เฉลยคำตอบ) ครูให้นักเรียนหาคำตอบจากภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของมารดากับจำนวนทารกที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์ต่อทารกปกติ 7. ครูให้นักเรียนพิจารณากราฟในภาพที่ 3 จากใบความรู้ที่ 1	**ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมิน 1. ความรอบคอบ สังเกตจากลงมือทำกิจกรรมเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับโครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่ และมีผลอย่างไร แล้วสรุปหรืออธิบายในขอบเขตของหลักฐานที่ปรากฏ **ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน** โดยประเมิน 1. การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากการบันทึกผลการทำกิจกรรมและการตอบคำถามเกี่ยวกับความผิดปกติของจำนวนโครโมโซมและยีนมาอธิบายการเกิดกลุ่มอาการดาวน์และโรคธาลัสซีเมียได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

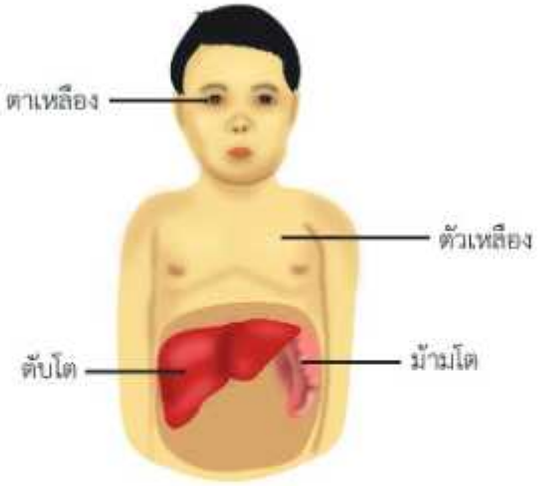
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม เวลา 2 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

จากนั้นใช้คำถามว่า

- จากกราฟปัจจัยใดที่มีผลต่อการเกิดของทารกที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์ (อายุของมารดา)
- ความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นกลุ่มอาการดาวน์มีความสัมพันธ์กับอายุของมารดาอย่างไร (มารดายิ่งมีอายุมากจะมีความเสี่ยงสูงที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์มากกว่ามารดาที่อายุน้อย)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• นักเรียนคิดว่ามีวิธีป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการมีบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์หรือไม่ อย่างไร (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น เช่น ควรมีบุตรเมื่อมารดามีอายุไม่มากนัก ตรวจโครโมโซมของบุตรในครรภ์ และปรึกษาแพทย์) 8. ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยากรู้เกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมชนิดอื่น โดยใช้คำถามว่า กลุ่มอาการดาวน์เป็นโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากจำนวนโครโมโซมผิดปกติ ซึ่งไม่สามารถรักษาได้ นักเรียนทราบหรือไม่ว่ายังมีโรคทางพันธุกรรมชนิดใดที่คนไทยเป็นกันมาก 9. ครูนำภาพลักษณะของคนที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย (thalassemia) มาให้นักเรียนดู (หรือครูอาจให้นักเรียนอาจดูภาพนี้จากเอกสารของนักเรียน) จากนั้นใช้คำถามดังนี้	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	 ● จากสถิติมีคนไทยที่เป็นโรคธาลัสซีเมียนี้ถึงร้อยละ 1 ของประชากร ส่วนคนไทยที่เป็นพาหะของโรคนี้มีถึงร้อยละ 30 คนที่เป็นโรคธาลัสซีเมียจะแสดงลักษณะอย่างไร (นักเรียนตอบตามที่เห็นในภาพ เช่น ตาเหลือง ตัวเหลือง ตับและม้ามโต ครูเพิ่มเติมลักษณะอาการอื่น ๆ เช่น มีภาวะซีด และร่างกายเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม		เวลา 2 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• โรคทางพันธุกรรมชนิดนี้เกิดจากสาเหตุใด ครูให้นักเรียนหาคำตอบได้จากใบความรู้ที่ 2 สาเหตุการเกิดและลักษณะของโรคธาลัสซีเมีย 10. ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 2 สาเหตุการเกิดและลักษณะของโรคธาลัสซีเมีย และครูใช้คำถามในใบงานที่ 2 เพื่อให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถามว่า • สาเหตุการเกิดโรคธาลัสซีเมียต่างจากกลุ่มอาการดาวน์อย่างไร (โรคธาลัสซีเมียเกิดจากความผิดปกติของยีน แต่กลุ่มอาการดาวน์เกิดจากผิดปกติของจำนวนโครโมโซมที่เกินมา 1 แท่ง) • ความผิดปกติของยีนที่ทำให้เกิดโรคธาลัสซีเมียจะทำให้คนที่เป็นโรคมีเม็ดเลือดแดงต่างจากคนปกติอย่างไร (เม็ดเลือดแดงมีอายุสั้นและแตกง่าย) • โรคธาลัสซีเมียเป็นลักษณะด้อย ลูกที่เป็นโรคนี้จะ จะต้องมียีนที่มีแอลลีลเป็นอย่างไร (แอลลีลควบคุมลักษณะด้อยทั้งคู่)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและยีนกับโรคทางพันธุกรรม รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 2 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• คนที่เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมียจะมีจีโนไทป์และลักษณะอาการต่างจากคนที่เป็นโรคอย่างไร (คนที่เป็นพาหะของโรคจะมีจีโนไทป์ที่มีแอลลีลด้อยเพียงหนึ่งแอลลีลซึ่งต่างจากคนที่เป็นโรคที่มีจีโนไทป์เป็นแอลลีลด้อยทั้งคู่ ส่วนลักษณะของคนที่เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมียจะไม่แสดงอาการของโรค ต่างจากคนที่เป็นโรคจะแสดงอาการของโรคปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน) **ขั้นสรุป** 11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าโรคทางพันธุกรรมเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซมหรือยีน เช่น กลุ่มอาการดาวน์ เป็นโรคที่เกิดจากโครโมโซมมีจำนวนเกินจากปกติ ส่วนโรคธาลัสซีเมียเกิดจากความผิดปกติของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของเฮโมโกลบิน คนที่เป็นโรคทางพันธุกรรมจะมีลักษณะต่างไปจากคนปกติ โรคทางพันธุกรรมส่วนใหญ่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้	

ใบกิจกรรมที่ 1 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่

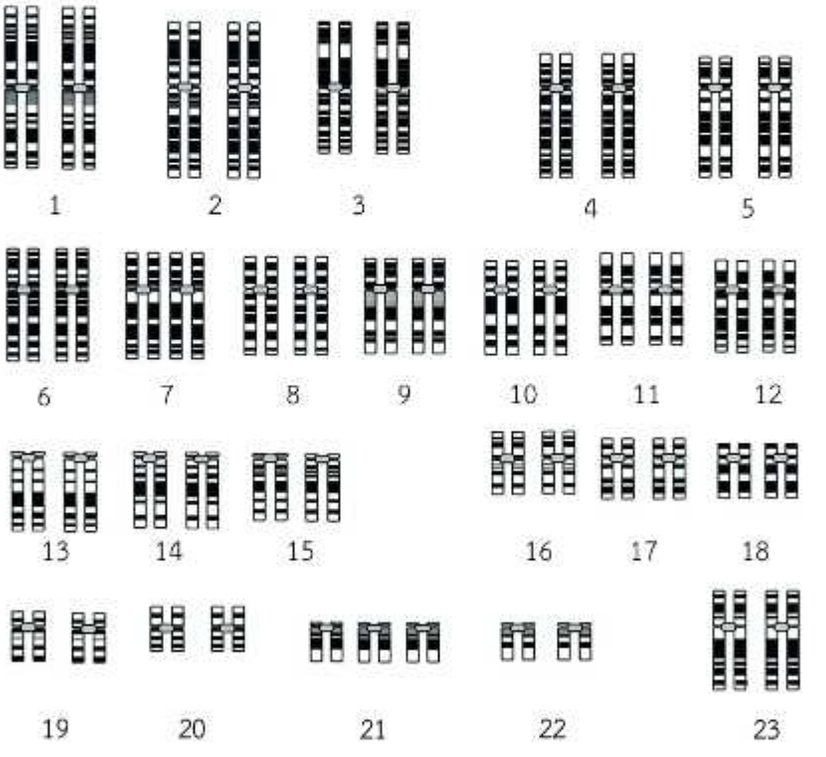
จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สังเกตและอธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมที่อาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม
2. อธิบายสาเหตุการเกิดและลักษณะของโรคกลุ่มอาการดาวน์

วัสดุและอุปกรณ์

สถานการณ์

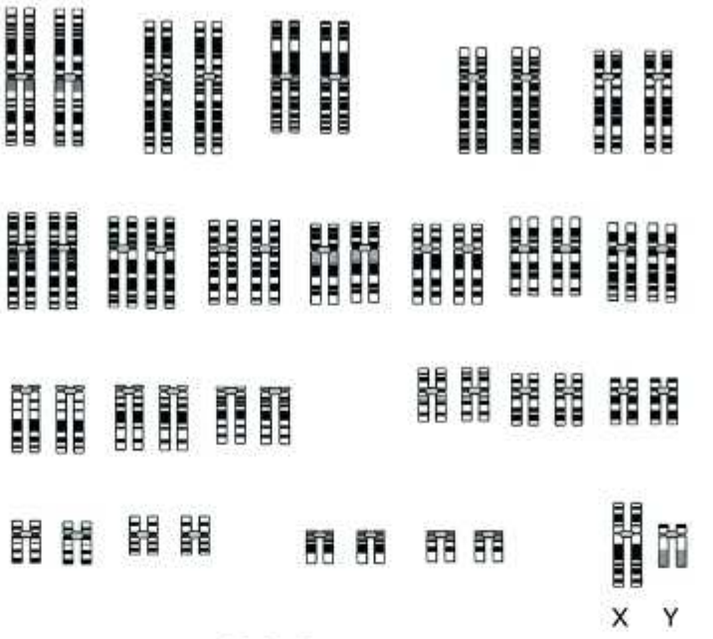
หญิงคนหนึ่งตั้งครรภ์เมื่ออายุ 45 ปี เกิดความกังวลว่าลูกจะผิดปกติ ดังนั้นจึงไปปรึกษาแพทย์ แพทย์ได้เจาะน้ำคร่ำเพื่อนำเซลล์ของทารกไปตรวจโครโมโซม ได้ผลดังแผนภาพ



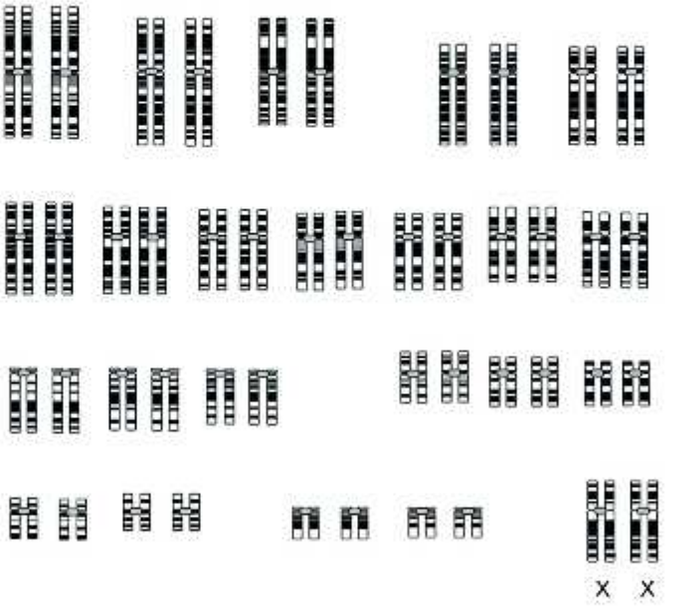
แผนภาพโครโมโซมของทารก

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. อ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. สังเกตโครโมโซมของทารกจากแผนภาพเปรียบเทียบกับโครโมโซมของคนปกติ บันทึกผลลงในใบงานที่ 1



ก. โครโมโซมของเพศชาย



ข. โครโมโซมของเพศหญิง

แผนภาพโครโมโซมของคนปกติ

3. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมและเพศของทารก
4. สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโรคและความผิดปกติที่เป็นผลจากการอภิปรายในข้อ 3 ในใบความรู้ที่ 1 สาเหตุการเกิดและลักษณะของกลุ่มอาการดาวน์ (Down syndrome) บันทึกผลลงในใบงานที่ 1
5. นำเสนอข้อมูลเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
6. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

เฉลยใบงานที่ 1 โครโมโซมของทารกในครรภ์เป็นปกติหรือไม่

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

จากการสังเกตและเปรียบเทียบลักษณะโครโมโซมของทารกในแผนภาพกับโครโมโซมของคนปกติพบว่า จำนวนโครโมโซมของทารกมีจำนวน 47 แท่งซึ่งแตกต่างจากจำนวนโครโมโซมของคนปกติคือ 46 แท่ง โดยทารกมีจำนวนโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง และโครโมโซมคู่ที่ 23 มีลักษณะเหมือนกัน คือ โครโมโซมเป็น XX ทารกจึงเป็นเพศหญิง

จากการสืบค้นข้อมูล พบว่า คนที่มีจำนวนโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่งจะเป็นกลุ่มอาการดาวน์ ซึ่งมีอาการผิดปกติทางร่างกาย เช่น หางตาเฉียงขึ้น ลิ้นจุกปาก ลิ้นแตกเป็นร่อง ตั้งจมูกแบน นิ้วมือสั้นป้อม และมีพัฒนาการทางสมองช้า

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ทารกในสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นเพศใด และมีจำนวนโครโมโซมผิดปกติหรือไม่ อย่างไร
   ทารกเป็นเพศหญิง มีจำนวนโครโมโซมผิดปกติคือ 47 แท่ง โดยโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง

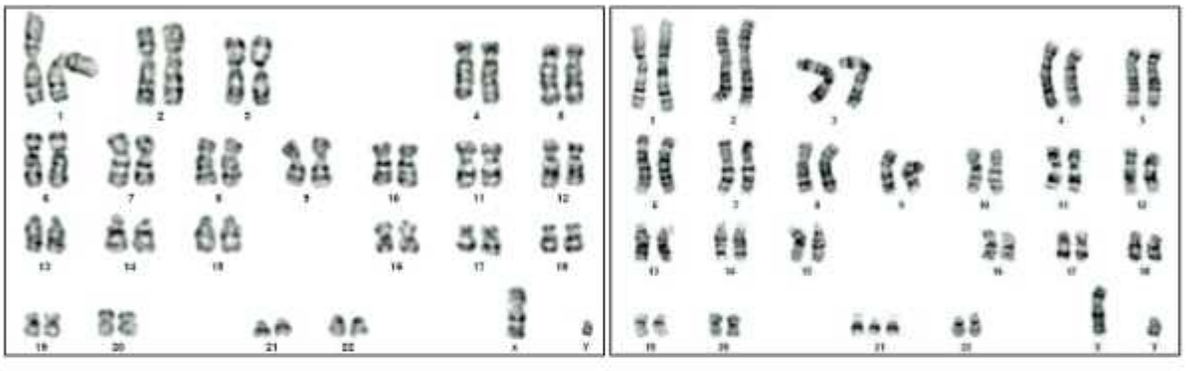
2. ถ้าหากทารกคลอดออกมาและเจริญเติบโตต่อไปจะทำให้เกิดโรคใด และมีความผิดปกติอย่างไร
   จะเป็นกลุ่มอาการดาวน์ มีความผิดปกติทางร่างกาย เช่น หางตาเฉียงขึ้น ลิ้นจุกปาก ลิ้นแตกเป็นร่อง ตั้งจมูกแบน นิ้วมือสั้นป้อม และมีพัฒนาการทางสมองช้า

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร
   ทารกมีจำนวนโครโมโซมจำนวน 47 แท่ง โดยมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง ทำให้ทารกเป็นกลุ่มอาการดาวน์ ซึ่งมีอาการผิดปกติทางร่างกาย เช่น หางตาเฉียงขึ้น ลิ้นจุกปาก ลิ้นแตกเป็นร่อง ตั้งจมูกแบน นิ้วมือสั้นป้อม และมีพัฒนาการทางสมองช้า

ใบความรู้ที่ 1 สาเหตุการเกิดและลักษณะของกลุ่มอาการดาวน์

ยีนที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตอยู่บนโครโมโซม ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมหรือยีนจึงส่งผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต หากเกิดขึ้นในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดผลเสียนี้จะทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม

โรคทางพันธุกรรมที่มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของจำนวนโครโมโซม เช่น กลุ่มอาการดาวน์ (Down syndrome) จะมีโครโมโซมของเซลล์ร่างกายจำนวน 47 แท่ง โดยมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมาหนึ่งแท่งซึ่งแตกต่างจากคนปกติ ดังภาพที่ 1



ก. ชายปกติ ข. ชายที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์

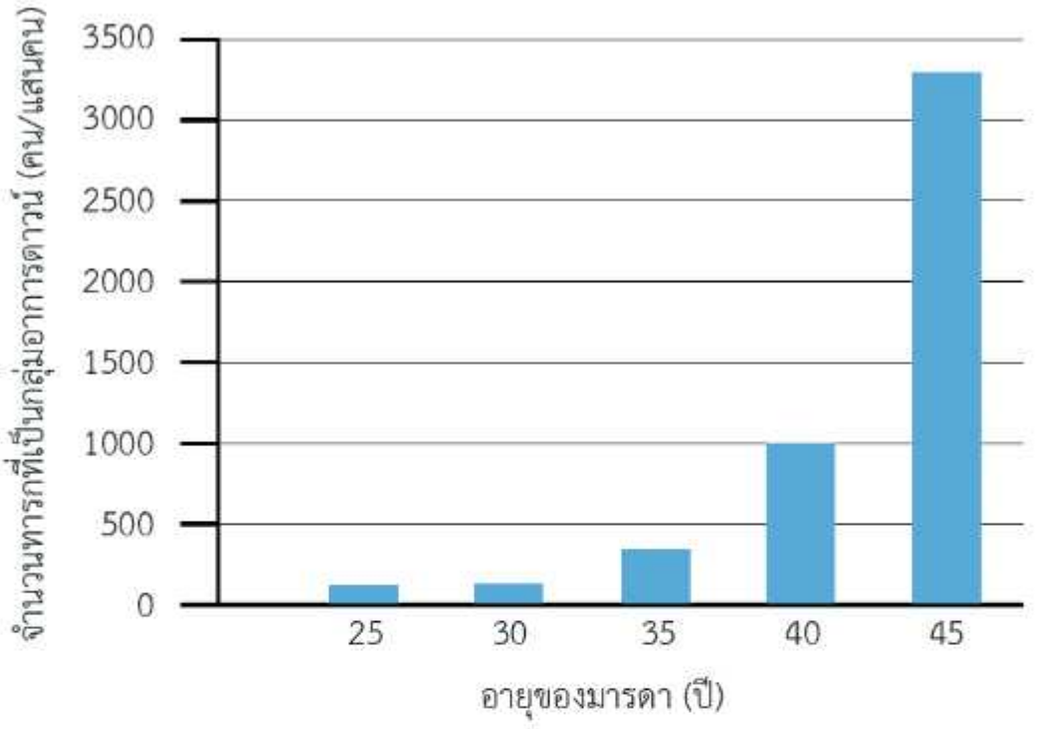
ภาพที่ 1 แผนภาพโครโมโซมของคนปกติและคนที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์

ที่มา : ศูนย์วิเคราะห์โครโมโซม ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

คนที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์จะมีความผิดปกติทางร่างกายหลายอย่าง เช่น หางตาเฉียงขึ้น ลิ้นจุกปาก ลิ้นแตกเป็นร่องตั้งจมูกแบน นิ้วมือสั้นป้อม และมีพัฒนาการทางสมองช้า ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 ลักษณะของผู้ที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์

ความเสี่ยงของมารดาที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์จะสัมพันธ์กับอายุของมารดา โดยมารดาที่มีอายุมากจะมีความเสี่ยงสูงที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์ เช่น มารดาที่มีอายุ 35 ปีมีความเสี่ยงที่จะให้กำเนิดบุตรที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์มากกว่ามารดาที่มีอายุ 25 ปีประมาณ 3 เท่า ดังภาพที่ 3

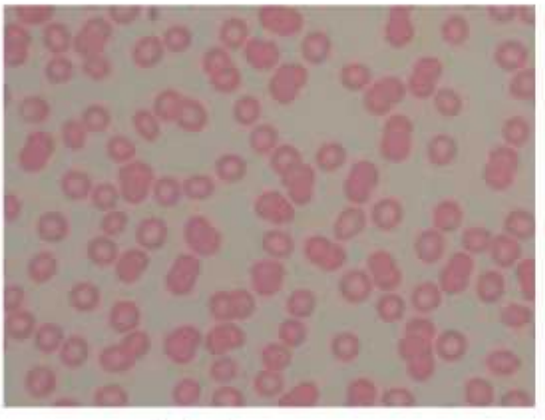


ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของมารดากับจำนวนทารกที่เป็นกลุ่มอาการดาวน์ต่อทารกปกติ

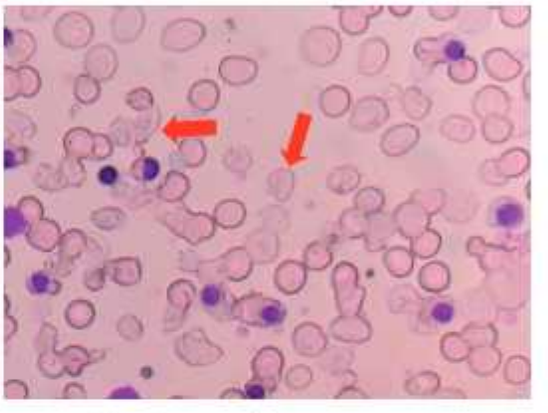
ที่มา : องค์ความรู้กลุ่มอาการดาวน์สำหรับบุคลากรสาธารณสุข กองส่งเสริมสุขภาพจิต กรมสุขภาพจิต, 2559

ใบความรู้ที่ 2 สาเหตุการเกิดและลักษณะของโรคธาลัสซีเมีย

นอกจากโรคทางพันธุกรรมจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมแล้ว ยังมีโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีนด้วย เช่น โรคธาลัสซีเมีย (thalassemia) ซึ่งเกิดจากความผิดปกติของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของเฮโมโกลบิน ทำให้เซลล์เม็ดเลือดแดงมีอายุสั้นและแตกง่าย ดังภาพที่ 1



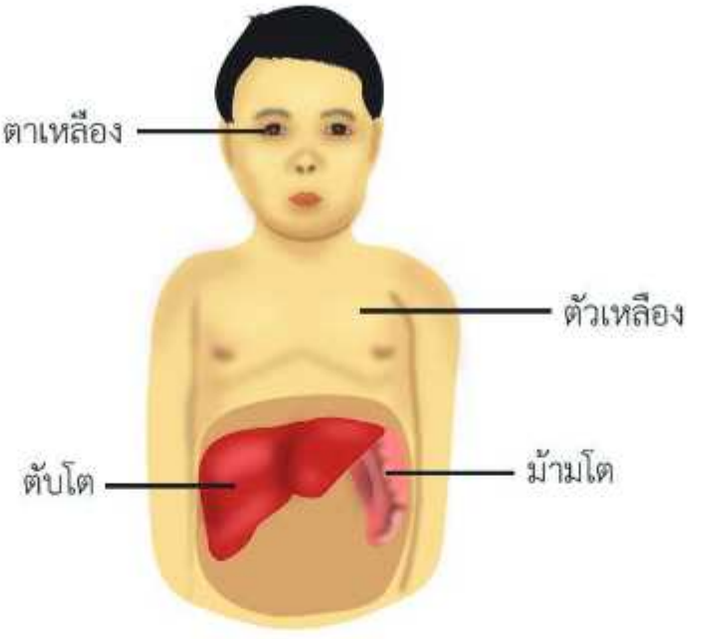
ก. เซลล์เม็ดเลือดแดงของคนปกติ



ข. เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีรูปร่างผิดปกติของผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย (ลูกศรชี้) ส่วนเซลล์ที่มีนิวเคลียสติดสีแดงเข้มเป็นเซลล์เม็ดเลือดขาว

ภาพที่ 1 ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดแดงของคนปกติและผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย

โรคธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรมที่เป็นลักษณะด้อย ผู้ป่วยจะมีแอลลีลด้อยทั้งคู่ ส่วนผู้ที่มีแอลลีลด้อยเพียงหนึ่งแอลลีลจะไม่แสดงอาการของโรค แต่สามารถถ่ายทอดแอลลีลด้อยไปสู่รุ่นลูกได้ เรียกบุคคลดังกล่าวว่าพาหะของโรค (carrier) ผู้ป่วยที่เป็นโรคธาลัสซีเมียจะมีภาวะซีด ตาเหลือง ตัวเหลือง ตับและม้ามโต และร่างกายเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะของผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย

เฉลยใบงานที่ 2 ความผิดปกติของยีนทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรมได้อย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 2 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. สาเหตุการเกิดโรคธาลัสซีเมียต่างจากกลุ่มอาการดาวน์อย่างไร
   โรคธาลัสซีเมียเกิดจากความผิดปกติของยีน แต่กลุ่มอาการดาวน์เกิดจากผิดปกติของจำนวนโครโมโซมที่เกินมา 1 แท่ง

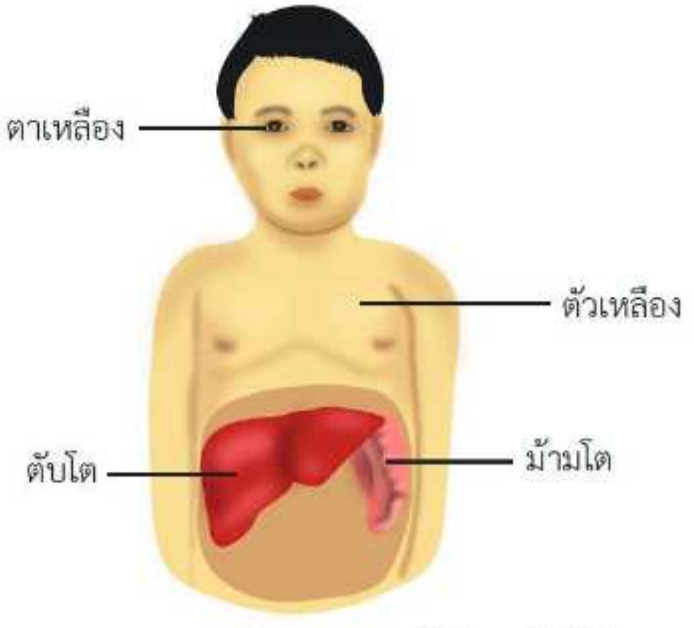
2. ความผิดปกติของยีนที่ทำให้เกิดโรคธาลัสซีเมียจะทำให้คนที่เป็นโรคมีเม็ดเลือดแดงต่างจากคนปกติอย่างไร
   เม็ดเลือดแดงมีอายุสั้นและแตกง่าย

3. โรคธาลัสซีเมียเป็นลักษณะด้อย ลูกที่เป็นโรคนี้จะต้องมียีนที่มีแอลลีลเป็นอย่างไร
   แอลลีลควบคุมลักษณะด้อยทั้งคู่

4. คนที่เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมียจะมีจีโนไทป์และลักษณะอาการต่างจากคนที่เป็นโรคอย่างไร
   คนที่เป็นพาหะของโรคจะมีจีโนไทป์ที่มีแอลลีลด้อยเพียงหนึ่งแอลลีลซึ่งต่างจากคนที่เป็นโรคที่มีจีโนไทป์เป็นแอลลีลด้อยทั้งสองแอลลีล ส่วนคนที่เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมียจะไม่แสดงอาการของโรค ต่างจากคนที่เป็นโรคจะแสดงอาการของโรคปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน

ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ลักษณะของคนในกลุ่มอาการดาวน์



ภาพวาดของลักษณะของคนเป็นโรคธาลัสซีเมีย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** การลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม **เวลา** 1 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตเนื้อหา

ธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรมที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้ ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกันโดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายโอกาสเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูกเพื่อนำไปใช้วางแผนก่อนแต่งงานและมีบุตร
2. เสนอแนวทางการลดประชากรผู้เป็นโรคธาลัสซีเมีย

กิจกรรมการเรียนรู้

1 ชั่วโมง

ขั้นนำ

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับโรคธาลัสซีเมียโดยใช้คำถามต่อไปนี้
   - ธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากสาเหตุใด (ความผิดปกติของยีน)
   - ธาลัสซีเมียสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังลูกได้อย่างไร (ถ่ายทอดผ่านทางแอลลีลด้อยของพ่อและแม่ไปยังลูก)
2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์คนป่วยด้วยโรคธาลัสซีเมียในประเทศไทยที่ป่วยเป็นโรคนี้ประมาณ 6 แสนคน โดยในแต่ละปีมีเด็กเกิดใหม่ป่วยเป็นโรคธาลัสซีเมียประมาณ 12,000 คน รัฐบาลต้องใช้งบประมาณในการรักษาผู้ป่วยปีละไม่น้อยกว่า 5,000-6,000 ล้านบาท จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากข้อมูลในสถานการณ์ โดยใช้คำถามดังนี้

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม
2. ใบงานที่ 1 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม
3. ใบงานที่ 2 นักเรียนจะช่วยลดปัญหาการเกิดโรคธาลัสซีเมียได้อย่างไร

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การเขียนแผนภาพการผสมจีโนไทป์ของชายและหญิง และคำนวณโอกาสเกิดโรคพันธุกรรมในรุ่นลูก
2. การระดมสมองเพื่อแก้ปัญหาการเพิ่มจำนวนประชากรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** การลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม **เวลา** 1 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการใช้จำนวน นำข้อมูลจากแผนภาพการผสมจีโนไทป์ของพ่อแม่มาคำนวณสัดส่วนและร้อยละของโอกาสที่รุ่นลูกจะเป็นปกติ เป็นพาหะของโรค และเป็นโรคธาลัสซีเมีย
2. การพยากรณ์ โดยนำข้อมูลจากการคำนวณมาคาดคะเนโอกาสที่ลูกของคู่ชายหญิงจะเป็นโรคธาลัสซีเมีย

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเพื่อหาคำตอบที่สงสัยเกี่ยวกับโอกาสที่จะเกิดโรคธาลัสซีเมีย

- นักเรียนคิดว่าเหตุใดจึงมีคนไทยป่วยด้วยโรคธาลัสซีเมียเป็นจำนวนมาก (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น)
- นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมที่เรียนมาไปใช้ในการแก้ปัญหาการเพิ่มของประชากรที่ป่วยด้วยโรคธาลัสซีเมียได้หรือไม่ อย่างไร
(นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
ครูไม่เฉลยคำตอบ แต่ชักชวนให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1

ขั้นสอน

3. ให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ 1 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม และร่วมกันอภิปรายในดังต่อไปนี้
   - กิจกรรมนี้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไร
   (การวางแผนก่อนแต่งงานและก่อนมีบุตรของคู่แต่งงาน โดยการเขียนแผนภาพการผสมจีโนไทป์ของชายและหญิงแต่ละคู่)

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. การบันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรมและการอภิปรายเกี่ยวกับโอกาสการเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูก
2. ผลการระดมความคิดเพื่อลดการเพิ่มประชากรผู้เป็นโรคธาลัสซีเมียในบันทึกผลการทำกิจกรรม

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมิน

1. ทักษะการใช้จำนวน จากการคำนวณสัดส่วนและร้อยละของโอกาสที่รุ่นลูกจะเป็นปกติ เป็นพาหะของโรค และเป็นโรคธาลัสซีเมียในบันทึกผลของกิจกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** การลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม **เวลา** 1 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม โดยร่วมกันวางแผนแบ่งหน้าที่ทำงานในกลุ่ม และใช้การตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ
2. การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง โดยการระดมสมองเพื่อแก้ปัญหาการเพิ่มจำนวนประชากรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย
3. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบายแผนภาพการผสมจีโนไทป์ของชายหญิงแต่ละคู่ และนำข้อมูลมาใช้วางแผนป้องกันการเกิดโรคธาลัสซีเมียในลูก

- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (อธิบายโอกาสเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูกเพื่อนำไปใช้วางแผนก่อนแต่งงานและมีบุตร)
- วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร (เขียนแผนภาพแสดงการผสมจีโนไทป์ของชายหญิงแต่ละคู่จากตารางที่กำหนดให้ร่วมกันอภิปรายความเสี่ยงของการเกิดโรคธาลัสซีเมียในรุ่นลูก และวางแผนการมีบุตรของชายและหญิงแต่ละคู่)

4. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการทำกิจกรรม เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนและเสร็จทันเวลาที่กำหนด
5. ให้แต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรม และบันทึกผลลงในใบงานที่ 1 และตอบคำถามท้ายกิจกรรมลงในใบงาน
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลการทำกิจรรมให้ได้ว่า การคำนวณโอกาสของการเกิดลูกที่เป็นโรคทางพันธุกรรม สามารถนำมาใช้ในการวางแผนก่อนตัดสินใจแต่งงานและมีบุตร เพื่อลดความเสี่ยงที่ลูกจะเป็นโรคทางพันธุกรรมได้

2. การพยากรณ์ จากการอภิปรายและตอบคำถามท้ายกิจกรรมเกี่ยวกับโอกาสที่ลูกของคู่ชายหญิงจะเป็นโรคธาลัสซีเมีย

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ โดยประเมิน

1. ความอยากรู้อยากเห็น จากการสังเกตความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม การตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบที่สงสัยเกี่ยวกับโอกาสที่จะเกิดโรคธาลัสซีเมีย

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

โดยประเมิน

1. การรวมพลังทำงานเป็นทีม จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการวางแผนและแบ่งหน้าที่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม และใช้การตัดสินใจเป็นทีมแบบฉันทามติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง การลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม** **เวลา 1 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

	7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัญหาการเพิ่มของประชากรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย และระดมสมองเพื่อลดจำนวนของผู้เป็นโรคธาลัสซีเมียจากประเด็นคำถาม ดังนี้ • ในฐานะนักเรียนเป็นพลเมืองของประเทศ นักเรียนจะช่วยลดจำนวนเด็กเกิดใหม่ไม่ให้เป็นโรคธาลัสซีเมียได้อย่างไร 8. ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการระดมสมอง และร่วมอภิปรายกันภายในชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนต่างกลุ่ม 9. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ธาลัสซีเมียเป็นโรคที่รักษาให้หายขาดได้ยาก ปัจจุบันแม้ว่าจะรักษาได้โดยการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือดจากไขกระดูกแต่ทำได้ยากและมีราคาแพง **ขั้นสรุป** 10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกได้ ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกันโดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรค	2. การเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง สังเกตจากความกระตือรือร้นและการมีส่วนร่วมในการระดมสมองเพื่อแก้ปัญหาการเพิ่มจำนวนประชากรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย 3. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการอธิบายแผนภาพการผสมจีโนไทป์ของชายหญิงแต่ละคู่ และสามารถนำข้อมูลจากแผนภาพมาวางแผนป้องกันการเกิดโรคธาลัสซีเมียในลูก

ใบกิจกรรมที่ 1 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายโอกาสเกิดโรคทางพันธุกรรมในรุ่นลูกเพื่อนำไปใช้วางแผนก่อนแต่งงานและมีบุตร

วัสดุและอุปกรณ์

-

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. กำหนดให้ *B* แทนแอลลีลเด่นซึ่งเป็นแอลลีลปกติ และ *b* แทนแอลลีลด้อยซึ่งเป็นแอลลีลที่ทำให้เกิดโรคธาลัสซีเมีย พิจารณาจีโนไทป์ของชายหญิงแต่ละคู่จากตารางที่กำหนดให้

ตาราง แสดงจีโนไทป์ของชายหญิงคู่ที่ 1 – 5

คู่ที่	จีโนไทป์	
	ชาย	หญิง
1	*BB*	*BB*
2	*BB*	*Bb*
3	*Bb*	*Bb*
4	*bb*	*Bb*
5	*BB*	*bb*

BB แสดงลักษณะปกติ

Bb แสดงลักษณะปกติและเป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย

bb แสดงลักษณะของโรคธาลัสซีเมีย

2. เขียนแผนภาพแสดงการผสมจีโนไทป์ของชายหญิงในตาราง ลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1
3. คำนวณหาสัดส่วนและร้อยละของโอกาสที่รุ่นลูกจะเป็นปกติ เป็นพาหะของโรค และเป็นโรคธาลัสซีเมีย ลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 2
4. วิเคราะห์โอกาสและอภิปรายความเสี่ยงในการเกิดโรคธาลัสซีเมียในรุ่นลูก
5. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

เฉลยใบงานที่ 1 วางแผนอย่างไรก่อนแต่งงานเพื่อลดความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคทางพันธุกรรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

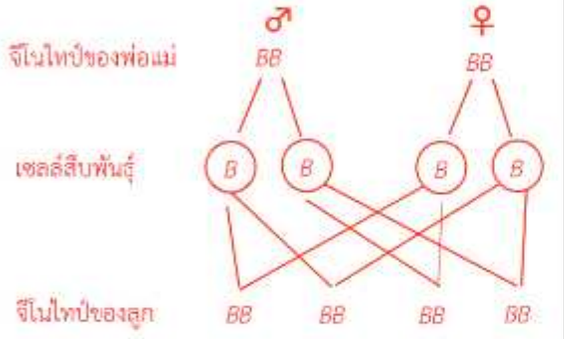
บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 การเขียนแผนภาพแสดงจีโนไทป์ของชายหญิงแต่ละคู่และลูก

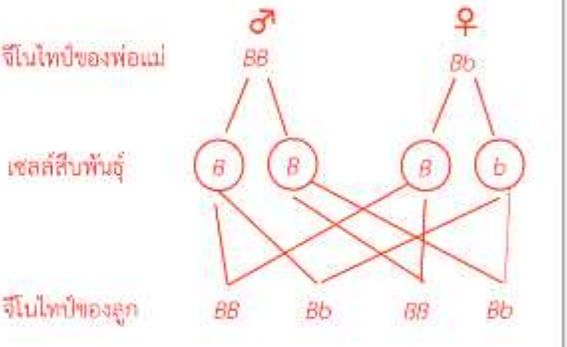
กำหนดให้ *BB* แสดงลักษณะปกติ *Bb* แสดงลักษณะปกติและเป็นพาหะของโรค

bb แสดงลักษณะของโรคธาลัสซีเมีย

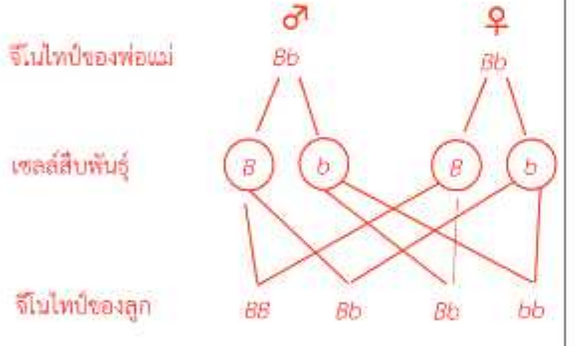
คู่ที่ 1 ชายมีจีโนไทป์ *BB* หญิงมีจีโนไทป์ *BB*



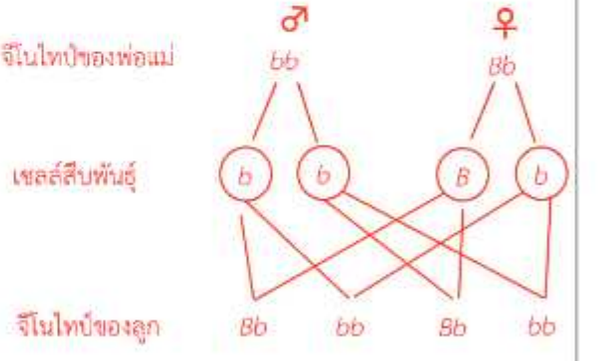
คู่ที่ 2 ชายมีจีโนไทป์ *BB* หญิงมีจีโนไทป์ *Bb*



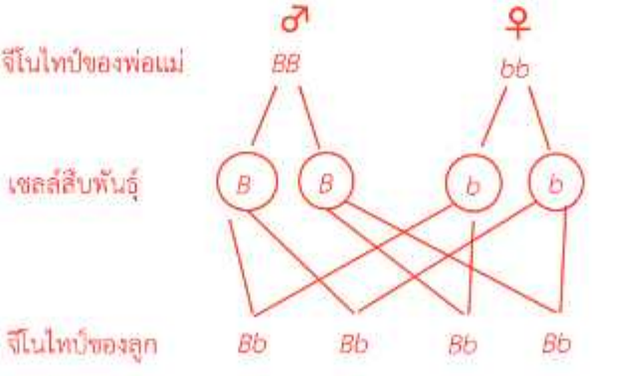
คู่ที่ 3 ชายมีจีโนไทป์ *Bb* แม่มีจีโนไทป์ *Bb*



คู่ที่ 4 ชายมีจีโนไทป์ *bb* หญิงมีจีโนไทป์ *Bb*



คู่ที่ 5 ชายมีจีโนไทป์ *BB* หญิงมีจีโนไทป์ *bb*



ตอนที่ 2 การคำนวณโอกาสที่รุ่นลูกจะเป็นปกติ เป็นพาหะของโรค และเป็นโรคธาลัสซีเมีย

ให้นักเรียนนำข้อมูลจากตอนที่ 1 มาคำนวณหาอัตราส่วนและร้อยละของโอกาสที่รุ่นลูกจะเป็นปกติ เป็นพาหะของโรค และเป็นโรคธาลัสซีเมีย บันทึกผลลงในตาราง

ชาย หญิง คู่ที่	จีโนไทป์ของชายและหญิง	อัตราส่วนหรือร้อยละที่รุ่นลูกมีโอกาส		
		เป็นปกติ	เป็นพาหะของโรค	เป็นโรคธาลัสซีเมีย
1	จีโนไทป์ของชาย *BB* จีโนไทป์ของหญิง *BB*	ทุกคนหรือร้อยละ 100	-	-
2	จีโนไทป์ของชาย *BB* จีโนไทป์ของหญิง *Bb*	1/2 หรือร้อยละ 50	1/2 หรือร้อยละ 50	-
3	จีโนไทป์ของชาย *Bb* จีโนไทป์ของหญิง *Bb*	1/4 หรือร้อยละ 25	1/2 หรือร้อยละ 50	1/4 หรือร้อยละ 25
4	จีโนไทป์ของชาย *bb* จีโนไทป์ของหญิง *Bb*	-	1/2 หรือร้อยละ 50	1/2 หรือร้อยละ 50
5	จีโนไทป์ของชาย *BB* จีโนไทป์ของหญิง *bb*	-	ทุกคนหรือร้อยละ 100	-

คำถามท้ายกิจกรรม

1. โอกาสที่รุ่นลูกของชายหญิงแต่ละคู่จะเป็นปกติ เป็นพาหะของโรค หรือเป็นโรคธาลัสซีเมียเป็นอย่างไร

โอกาสที่รุ่นลูกของชายหญิงแต่ละคู่จะเป็นปกติ พาหะ หรือเป็นโรคธาลัสซีเมียเป็นดังนี้

คู่แต่งงานคู่ที่ 1 ลูกทุกคนเป็นปกติ

คู่แต่งงานคู่ที่ 2 โอกาสที่รุ่นลูกจะเป็นปกติเท่ากับ 1/2 หรือร้อยละ 50 โอกาสเป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมียเท่ากับ 1/2 หรือร้อยละ 50

คู่แต่งงานคู่ที่ 3 โอกาสที่รุ่นลูกจะเป็นปกติเท่ากับ 1/4 หรือร้อยละ 25 โอกาสเป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมียเท่ากับ 1/2 หรือร้อยละ 50 และโอกาสป่วยเป็นโรคธาลัสซีเมียเท่ากับ 1/4 หรือร้อยละ 25

คู่แต่งงานคู่ที่ 4 โอกาสที่รุ่นลูกจะเป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมียเท่ากับ 1/2 หรือร้อยละ 50 และโอกาสที่รุ่นลูกจะเป็นโรคธาลัสซีเมียเท่ากับ 1/2 หรือร้อยละ 50

คู่แต่งงานคู่ที่ 5 ลูกทุกคนเป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย

2. การลดความเสี่ยงที่จะมีบุตรซึ่งป่วยเป็นโรคธาลัสซีเมียทำได้อย่างไร

ชายและหญิงก่อนแต่งงานควรไปพบแพทย์เพื่อตรวจภาวะเสี่ยงที่จะเป็นโรคธาลัสซีเมียซึ่งเป็นโรคทางพันธุกรรม เพื่อนำข้อมูลไปตัดสินใจในการแต่งงานหรือมีบุตร

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

การคำนวณโอกาสของการเกิดลูกที่เป็นโรคทางพันธุกรรม สามารถนำมาใช้ในการวางแผนก่อนตัดสินใจแต่งงานและมีบุตร เพื่อลดความเสี่ยงที่ลูกจะเป็นโรคทางพันธุกรรมได้

ใบงานที่ 2 นักเรียนจะช่วยลดปัญหาการเกิดโรคธาลัสซีเมียได้อย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนร่วมกันระดมสมองและบันทึกผลการทำกิจกรรมเพื่อลดจำนวนของผู้เป็นโรคธาลัสซีเมีย จากประเด็นคำถามดังนี้

- ในฐานะนักเรียนเป็นพลเมืองของประเทศ นักเรียนจะช่วยลดจำนวนเด็กเกิดใหม่ไม่ให้เป็นโรคธาลัสซีเมียได้อย่างไร

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ขึ้นอยู่กับผลการระดมสมอง เช่น ให้ความรู้ความเข้าใจกับญาติหรือคนรู้จักว่าธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรม สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปยังลูกได้ และอาจแนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับการถ่ายทอดโรคตามหลักการที่ได้เรียนมา ชี้ให้เห็นผลเสียของธาลัสซีเมียที่มีต่อร่างกายและเศรษฐกิจ โดยให้คำแนะนำว่าก่อนแต่งงานทั้งชายและหญิงควรไปพบแพทย์ เพื่อตรวจว่าเป็นโรคหรือพาหะของโรคธาลัสซีเมียหรือไม่ เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนก่อนตัดสินใจแต่งงานและมีบุตร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม **เวลา** 3 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตเนื้อหา

สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการนำยีนที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามที่มนุษย์ต้องการ กระบวนการนำยีนที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตหนึ่งนี้เรียกว่า กระบวนการพันธุวิศวกรรม

มนุษย์นำสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่นการผลิตอาหาร การผลิตยารักษาโรค การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร อย่างไรก็ดีสังคมยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังมีการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตปลาในภาพ โดยใช้คำถามว่า (ครูอาจให้นักเรียนดูภาพในเอกสารของนักเรียน แต่ต้องเป็นภาพสี)

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคืออะไร
2. ใบกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร
3. ใบงานที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคืออะไร
4. ใบงานที่ 2 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร
5. ใบความรู้ที่ 1 กระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
6. ภาพปลาเรืองแสง
7. ภาพการประท้วงต่อต้านสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
8. ภาพฉลากจีเอ็มโอ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม **เวลา** 3 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจจะเกิดขึ้น จะช่วยให้มนุษย์ตัดสินใจได้ว่าจะใช้หรือไม่ใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายและกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
2. อธิบายการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

- ปลาเหล่านี้มีลักษณะพิเศษอย่างไร (เรืองแสงในโทนสีต่าง ๆ ได้)
- เหตุใดปลาจึงเรืองแสงได้ (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น) ครูไม่เฉลยคำตอบ
- นักเรียนเคยได้ยินหรือรู้จักสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (GMOs : genetically modified organisms) หรือไม่ (คำตอบขึ้นอยู่กับนักเรียน อาจเคยรู้จักหรือไม่รู้จัก)

ครูกล่าวเพิ่มเติมว่า ปลาเรืองแสงที่เห็นในตู้ปลาเป็นปลาที่เกิดจากการดัดแปรพันธุกรรม หรือเรียกว่าเป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เรียกย่อ ๆ ว่าจีเอ็มโอ

2. ครูตรวจสอบความรู้เดิมโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 อยากรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยให้นักเรียนเขียนสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาแล้ว และสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ลงในตาราง KWL ของใบงานที่ 1 ตอนที่ 1

ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. การออกแบบและวาดภาพสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
2. การรวบรวมข้อมูลประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
3. การเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ ป้ายนิเทศ

การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้ โดยประเมินจาก

1. การบันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรม และการอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม **เวลา** 3 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การลงความเห็นจากข้อมูล นำข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมาวิเคราะห์และอธิบายเหตุผลของการยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

สิ่งที่รู้มาแล้ว (What do you Know ?)	สิ่งที่ต้องการรู้ (What do you Want to Know?)	สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ (What have you Learned?)

3. ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันในสิ่งที่นักเรียนรู้มาแล้ว และสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ โดยครูเขียนประเด็นสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ไว้บนกระดานดำ ครูคัดเลือกคำถามที่นักเรียนอยากรู้ ซึ่งน่าจะเป็นเนื้อหาที่เป็นแนวคิดหลักที่ครูจะสอนในชั่วโมงนี้ คือความหมายของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ขั้นสอน

4. ครูให้นักเรียนอ่านหน้าแรกของใบความรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม จากนั้นใช้คำถามว่า

2. การบันทึกผลการทำกิจกรรม การตอบคำถามท้ายกิจกรรมและการอภิปรายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โดยประเมิน

1. การลงความเห็นจากข้อมูล จากการอภิปรายเกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมาวิเคราะห์และอธิบายเหตุผลการยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม** **เวลา 3 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ 1. การใช้วิจารณญาณ โดยวิเคราะห์และให้เหตุผลก่อนตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม 2. การยอมรับความเห็นต่าง โดยยอมรับแนวคิดและเหตุผลในการใช้ประโยชน์หรือไม่ใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมของเพื่อนที่แตกต่างจากตนเอง 3. ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	• แนวคิดในการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอมาจากไหน (การเลียนแบบกระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ) • สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมกับพันธุวิศวกรรมเกี่ยวข้องกันอย่างไร (สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการกระบวนการพันธุวิศวกรรม) • สุนัขบางแก้วเป็นสุนัขลูกผสมระหว่างสุนัข 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สุนัขพันธุ์ไทยพื้นบ้าน สุนัขจิ้งจอกและหมาใน นักเรียนคิดว่าสุนัขบางแก้วเป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือไม่ เพราะเหตุใด (สุนัขบางแก้วไม่เป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดการผสมพันธุ์แบบธรรมชาติ และเป็นการผสมพันธุ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน แต่ถ้าเป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมจะต้องเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นจากการนำยีนที่ควบคุมลักษณะที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิด ซึ่งปกติสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดมักจะไม่เคยผสมกันได้ตามธรรมชาติ เพื่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามที่มนุษย์ต้องการ	**ด้านจิตวิทยาศาสตร์** โดยประเมิน 1. การใช้วิจารณญาณ จากการอภิปรายการนำเสนอเหตุผลของนักเรียนในการตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม 2. การยอมรับความเห็นต่าง จากการสังเกตพฤติกรรมในการอภิปรายเกี่ยวกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมของเพื่อนที่แตกต่างจากตนเอง 3. ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม จากการสังเกตความสนใจ ความตั้งใจในการเผยแพร่ความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม **เวลา** 3 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

1. การจัดการตนเอง โดยมีการวางแผนไปสู่เป้าหมาย และลงมือทำกิจกรรม
2. การสื่อสาร โดยการใช้คำ ท่าทาง และเนื้อความที่ต้องการสื่อสาร
3. การคิดขั้นสูง โดยการออกแบบสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมตามแนวทางการใช้ประโยชน์ และการโต้ความคิดเพื่อตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
4. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์นำความรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมาอธิบายเหตุผลในการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในชีวิตประจำวัน

5. ครูให้นักเรียนพิจารณาภาพการสร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมจากภาพที่ 2 ในใบความรู้ที่ 1

ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากภาพ ดังนี้

- การสร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมทำได้อย่างไร (นำยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์มาเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอรูปวงแหวนของแบคทีเรีย จากนั้นใส่ดีเอ็นเอนั้นเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียทำให้แบคทีเรียสามารถสร้างอินซูลินได้ และเมื่อเลี้ยงแบคทีเรียในสภาวะที่เหมาะสม แบคทีเรียจะแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ทำให้สามารถสร้างอินซูลินปริมาณมากได้)

ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

โดยประเมิน

1. การจัดการตนเอง จากการสังเกตการวางแผนของกลุ่ม การลงมือทำกิจกรรมตามแผนที่วางไว้ เพื่อบรรลุเป้าหมายในการตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
2. การสื่อสาร จากการอภิปราย การโต้ความคิดโดยใช้คำ ท่าทางที่เหมาะสมกับผู้ฟัง และเนื้อความที่ต้องการสื่อสาร
3. การคิดขั้นสูง
   - จากการออกแบบและอธิบายสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของตนเอง
   - จากการรวบรวมและประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลและโต้ความคิดเพื่อตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• มนุษย์สร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมเพื่อประโยชน์อะไร (เพื่อผลิตอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนสำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน) **ขั้นสรุป** 6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมตามจินตนาการขึ้นมา 1 ชนิด และนำเสนอตามประเด็นต่อไปนี้ • สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่สร้างขึ้นมีลักษณะอย่างไร และมีแนวคิดอย่างไรในการสร้าง • นักเรียนนำยีนที่ควบคุมลักษณะอะไรมาใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการทำกิจกรรมโดยยกตัวอย่างการสร้างปลาเรืองแสงว่า เกิดจากการนำยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนเรืองแสงจากแมงกระพรุน หรือดอกไม้ทะเลมาใส่ไว้ในดีเอ็นเอของปลาทำให้ปลาเรืองแสงได้ ปลาดัดแปรพันธุกรรมจะมีความสวยงามและดึงดูดความสนใจของผู้ซื้อ	ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอย่างสมเหตุสมผล 4. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากการอภิปรายโดยนำความรู้ที่เรียนมาอธิบายเหตุผลในการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	เวลา 3 ชั่วโมง ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	7. ครูให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้ โดยเขียนลงในตาราง KWL ในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป ดังนี้ ● สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นสิ่งมีชีวิตสร้างขึ้นจากกระบวนการพันธุวิศวกรรมโดยนำยีนที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ **กิจกรรมการเรียนรู้** **ชั่วโมงที่ 2-3** **ขั้นนำ** 8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายความหมายของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรรม 9. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและประโยชน์ เช่น แบคทีเรียที่สร้างฮอร์โมนอินซูลินสำหรับรักษาโรคเบาหวาน ครูเพิ่มเติมตัวอย่างอื่น ๆ เช่น แบคทีเรียที่ช่วยย่อยสลายน้ำมัน	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

	และพลาสติก ข้าวสีทองที่มีวิตามินเอสูง ฝ้ายบีทีที่ทนต่อแมลง ศัตรูพืช ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช 10. ครูนำภาพเกี่ยวกับชุมนุมต่อต้านสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมาให้นักเรียนดู (ครูอาจให้นักเรียนดูภาพนี้จากเอกสารของนักเรียน) จากนั้นใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่การทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 ว่า • จากภาพข่าวมีการประท้วงเกี่ยวกับเรื่องอะไร (ไม่ต้องการสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เรียกร้องให้มีการติดฉลากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมบนผลิตภัณฑ์อาหาร)	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	• ประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีจำนวนมาก แต่เพราะเหตุใดจึงมีคนประท้วงเพื่อต่อต้านสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม **ขั้นสอน** 11.ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร และร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้ • กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม) • กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (การใช้ประโยชน์และผลกระทบจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม) • วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร (อ่านข้อมูลและสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม อภิปรายประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เลือกตัวแทนกลุ่มเพื่อโต้ความคิดว่าจะยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม)	

หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : ชุดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ม.1 ลิขสิทธิ์ของ สสวท.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	12.แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบตามที่ได้รับมอบหมายตามความสนใจและความถนัด 13. แต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 2 บันทึกผลลงในใบงานที่ 2 ตอนที่ 1 14. ให้ผู้แทนแต่ละกลุ่มโต้ความคิดเกี่ยวกับเหตุผลที่ยอมรับยอมรับผลการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน 15. แต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับ การใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมซ้ำอีกครั้ง บันทึกผลลงในใบงานที่ 2 ตอนที่ 2 16. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรม 17. ครูใช้ภาพฉลากผลิตภัณฑ์ที่ระบุส่วนผสมของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมให้นักเรียนดู	

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

จากนั้นใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า

- ฉลากผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนเห็นบ่งบอกว่ามีอะไรเป็นส่วนผสม (ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม)
- นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ว่าอาหารที่มีส่วนผสมของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมควรมีการติดฉลาก เพราะเหตุใด (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น นักเรียนอาจเห็นด้วย เพราะจะได้เป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อมารับประทานหรืออาจคิดว่าไม่จำเป็นต้องติดฉลากก็ได้ เพราะ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	เวลา 3 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	ยังไม่มีงานวิจัยรับรองว่าเมื่อรับประทานแล้วมีความเสี่ยงต่อร่างกายหรือไม่) **ขั้นสรุป** 18. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า - มนุษย์นำสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น การผลิตอาหาร การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร สิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ดีสังคมยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังมีการติดตามศึกษาผลกระทบดังกล่าว การตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจ ซึ่งมีทั้งด้านบวกและด้านลบ 19. ให้นักเรียนเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น จัดทำแผ่นพับ โปสเตอร์ ป้ายนิเทศ	

ใบความรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ โดยอาจมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารพันธุกรรมในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น เช่น การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมเนื่องจากเกิดความผิดปกติในการแบ่งเซลล์ และการได้รับยีนจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ตัวอย่างเช่น พืชใบเลี้ยงคู่ที่มีบาดแผลเมื่อได้รับยีนจากแบคทีเรียที่มี ชื่อว่า *Agrobacterium tumefaciens* จะทำให้เซลล์พืชบริเวณนั้นเกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากจนเกิดปุ่มปมซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรีย ดังภาพที่ 1 มนุษย์ได้เลียนแบบกระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาตินี้ เพื่อประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ตามต้องการ เรียกกระบวนการดัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตโดยมนุษย์นี้ว่า **พันธุวิศวกรรม** (genetic engineering)

ภาพที่ 1 ปุ่มปมบนต้นไม้ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Agrobacterium tumefaciens*

พันธุวิศวกรรมใช้เทคนิคการนำชิ้นส่วนดีเอ็นเอซึ่งมียีนที่ควบคุมลักษณะที่มนุษย์ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ไปเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งปกติไม่เคยผสมพันธุ์กันได้ตามธรรมชาติ เพื่อให้เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ เรียกสิ่งมีชีวิตที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่นี้ว่า**สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม**หรือ**จีเอ็มโอ** (genetically modified organisms หรือ GMOs) เช่น แบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่ได้รับยีนควบคุมการสร้างอินซูลินของมนุษย์ ทำให้สามารถสร้างอินซูลินซึ่งเป็นฮอร์โมนสำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานได้

การสร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์ เริ่มจากการนำยีนควบคุมการสร้างอินซูลิน ของมนุษย์มาเชื่อมต่อกับดีเอ็นเอรูปวงแหวนของแบคทีเรีย จากนั้นใส่ดีเอ็นเอนั้นเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียทำให้แบคทีเรียสามารถสร้างอินซูลินได้ และเมื่อเลี้ยงแบคทีเรียในสภาวะที่เหมาะสม แบคทีเรียจะแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ทำให้สามารถสร้างอินซูลินปริมาณมากได้ ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 แผนภาพการสร้างแบคทีเรียดัดแปรพันธุกรรมที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์

ปัจจุบันมนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการดัดแปรพันธุกรรมอย่างหลากหลาย เช่น แบคทีเรียที่สามารถผลิตอินซูลินของมนุษย์สำหรับรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายน้ำมันและพลาสติกเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ข้าวสีทองที่มีวิตามินเอสูงเพื่อป้องกันโรคตาบอดในเด็กเนื่องจากการขาดวิตามินเอ ฝ้ายบีทีที่ทนต่อแมลงศัตรูพืช และข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมที่ทนต่อสารกำจัดวัชพืช

ใบกิจกรรมที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม คืออะไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายความหมายของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมและกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

วัสดุอุปกรณ์

-

วิธีการดำเนินกิจกรรม

ตอนที่ 1

ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่นักเรียนรู้มาแล้ว สิ่งที่นักเรียนอยากรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ลงในตารางในใบงานที่ 1

ตอนที่ 2

1. ให้นักเรียนวาดภาพสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมตามจินตนาการลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 2
2. นำเสนอผลโดยบรรยายลักษณะของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม แนวคิดและกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิต เช่น สร้างไปเพื่ออะไร ใช้ยีนที่ควบคุมลักษณะอะไรในการสร้างสิ่งมีชีวิตชนิดนี้

เฉลยใบงานที่ 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม คืออะไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมในตอนที่ 1 และ ตอนที่ 2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 อยากรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

สิ่งที่รู้มาแล้ว (What do you Know ?)	สิ่งที่ต้องการรู้ (What do you Want to Know)	สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ (What have you Learned)
ตอบตามความรู้เดิมของนักเรียน	• สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมคืออะไร • วิธีสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมทำได้อย่างไร • สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีอะไรบ้าง	ตอบตามที่นักเรียนได้รับหลังจากการเรียนและการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ภาพวาดสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมตามจินตนาการ

วาดตามจินตนาการของนักเรียน

ใบกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

วัสดุและอุปกรณ์

-

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. อ่านข้อมูลของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมชนิดต่าง ๆ ที่กำหนดให้ และสืบค้นและรวบรวมข้อมูลของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอื่น ๆ เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
2. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมแต่ละชนิด และบันทึกผลลงในใบงานที่ 2 ตอนที่ 1
3. อภิปรายกันภายในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มว่าจะยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
4. ส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คน เพื่อโต้ความคิดกันในหัวข้อ “ยอมรับหรือไม่ยอมรับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม” โดยแบ่งเป็น 2 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายที่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และฝ่ายที่ไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
5. แต่ละกลุ่มอภิปรายเพื่อตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมซ้ำอีกครั้งหลังจากฟังการโต้ความคิด บันทึกผลลงในใบงานที่ 2 ตอนที่ 2
6. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ข้าวสีทอง (Golden rice)

วิตามินเอเป็นวิตามินที่จำเป็นต่อร่างกาย ช่วยให้ผิวหนังมีความแข็งแรง ทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรค และมีจำเป็นต่อการมองเห็น การขาดวิตามินเอเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ตาบอดได้ สารตั้งต้นของวิตามินเอ คือ บีตา แคโรทีน ซึ่งร่างกายจะเปลี่ยนสารนี้เป็นวิตามินเอได้

โดยทั่วไปพืชมีการผลิตสารนี้อยู่แล้วในธรรมชาติ เพียงแต่สารบีตา แคโรทีนที่พืชผลิตจะอยู่ในใบข้าว ไม่ได้อยู่ในเมล็ดข้าว วิธีหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหานี้คือการนำกระบวนการพันธุวิศวกรรมเข้ามาใช้เพื่อให้พืชผลิตบีตา แคโรทีนในเอนโดสเปิร์มของเมล็ดข้าว

โครงการวิจัยข้าวสีทองเป็นโครงการดัดต่อพันธุกรรมในข้าวเพื่อแก้ปัญหาการขาดวิตามินเอ เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1999 โดยศาสตราจารย์อินโก โพทรายคัส (Ingo Potrykus) และศาสตราจารย์ปีเตอร์ บีเยอร์ (Peter Beyer) ได้รับการสนับสนุนจากมูลนิธิร็อคกี้เฟลเลอร์ (Rockefeller Foundation) เพื่อต่อสู้กับปัญหาภาวะขาดวิตามินเอในเด็กที่อยู่ในประเทศกำลังพัฒนา โดยองค์การอนามัยโลกได้ประมาณการณ์ว่าเด็กก่อนวัยเรียนประมาณ 250 ล้านคนอยู่ในภาวะขาดวิตามินเอ และอีกประมาณ 2.7 ล้านคนเสียชีวิตเนื่องจากขาดวิตามินเอ ภาวะขาดวิตามินเอเป็นผลให้ตาแห้งและอาจตาบอดได้ในที่สุด ปัญหาตาบอดในเด็กอันเนื่องมาจากการขาดวิตามินเอเป็นปัญหาหนึ่งในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งสามารถป้องกันได้

การสร้างข้าวดัดแปรพันธุกรรมเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหานี้ โดยทำให้เมล็ดข้าวผลิตเบต้าแคโรทีน เมล็ดข้าวที่มีเบตาแคโรทีนจะมีสีหลือง จึงเรียกข้าวดังกล่าวนี้ว่า ข้าวสีทอง ซึ่งถ้าคนบริโภคข้าวนี้เพียง 300 กรัมต่อวัน จะทำให้ผู้บริโภคได้รับวิตามินเอปริมาณเกือบจะเท่ากับความต้องการวิตามินเอในหนึ่งวัน

ภาพที่ 1 ข้าวสีทอง

อย่างไรก็ตามแม้ว่าข้าวสีทองอาจช่วยแก้ปัญหาภาวการณ์ขาดวิตามินเอในประเทศกำลังพัฒนาได้ แต่ก็มีหลายหน่วยงานที่คัดค้านโครงการวิจัยข้าวสีทอง เช่น องค์กรมิตรโลก (Friends of the Earth) องค์กรเครือข่ายผู้นำเกษตรกร *MASIPAG* (Magsasaka at Siyentipiko para sa Pag-unlad ng Agrikultura หรือ a farmer-led network of organizations) ในประเทศฟิลิปปินส์ และกลุ่มกรีนพีซ (Greenpeace) หน่วยงานเหล่านี้มีความเห็นว่าข้าวสีทองอาจไม่ปลอดภัยต่อมนุษย์ ทำให้มีความเสี่ยงต่อสุขภาพเมื่อบริโภคเข้าไป เช่น ความเสี่ยงจากการแพ้หรือดื้อยาปฏิชีวนะ การแก้ปัญหาโดยให้คนบริโภคข้าวสีทองเพื่อเพิ่มวิตามินเอนั้นเสี่ยงเกินไป และเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณไปกับการวิจัย ควรแก้ปัญหาโดยการรับประทานพืชผักผลไม้ที่อุดมด้วยวิตามินเอ ซึ่งหาได้ง่ายดาย ราคาถูก และมีมากในประเทศเขตร้อนจะดีกว่า และถ้าหากส่งเสริมให้บริโภค

ข้าวสีทองกันเป็นอาหารหลักและแพร่หลายแต่เพียงอย่างเดียวแทนที่จะบริโภคพืชผักผลไม้ที่อุดมด้วยวิตามินหลาย ๆ ชนิด จะทำให้เกิดภาวะทุพโภชนาการมากขึ้นกว่าเดิม นอกจากนี้การการปลูกข้าวดัดแปรพันธุกรรมอาจทำให้เกิดผลกระทบเสียต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งถ้ายีนของข้าวสีทองเกิดปนเปื้อนกับข้าวสายพันธุ์ดั้งเดิม และข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง จะไปทำลายความหลากหลายทางชีวภาพของสายพันธุ์ข้าว และทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพเพิ่มขึ้น การแก้วิกฤติภาวะขาดวิตามินเอไม่จำเป็นต้องสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมขึ้นมาแก้ปัญหา เพราะสาเหตุที่แท้จริงของการขาดวิตามินเอและภาวะทุพโภชนาการส่วนใหญ่ในประเทศกำลังพัฒนาเกิดจากความยากจนและการเข้าไม่ถึงแหล่งอาหารที่หลากหลาย ควรใช้วิธีอื่นที่ดีกว่า ถูกกว่า เช่น โครงการจัดหาวิตามินเอเสริมขององค์การยูนิเซฟทำให้เด็กมีชีวิตรอดได้ถึง 12-24%

แต่ก็มีผู้สนับสนุนโครงการข้าวสีทอง โดยให้ความเห็นว่าข้าวสีทองจะช่วยลดภาวะการขาดวิตามินเอในเด็กได้อย่างมีนัยสำคัญ และอาจทำควบคู่ไปกับโครงการจัดหาวิตามินเสริมขององค์การยูนิเซฟได้ ซึ่งน่าจะได้ผลดีกว่าการใช้วิธีใดวิธีการหนึ่งเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

กรีนพีซ ประเทศไทย. ภาพลวงตาสีทองสัญญาหลอกลวงของข้าว “สีทอง”สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2558 จาก https://www.greenpeace.org/thailand/publication/8506/golden-illusion/

มูลนิธิโลกสีเขียว. **เมื่อข้าวสีทองไม่ผ่องอำ** (22 ธันวาคม 2558) สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2558 จาก https://greenworld.or.th/green_issue/เมื่อข้าวสีทองไม่ผ่องอ/

High School Bioethics. **Genetically Modified Organisms: The “Golden Rice” Debate** Retrieved 1 February 2021. From https://med.nyu.edu/highschoolbioethics/genetically-modified-organisms-%E2%80%9Cgolden-rice%E2%80%9D-debate#:~:text=Golden%20rice%20is%20a%20genetically,not%20normally%20produced%20in%20rice

ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรม

การเพิ่มผลกำไรทางธุรกิจทำได้โดยลดต้นทุนการผลิต การสร้างปลาดัดแปรพันธุกรรมที่โตเร็วเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำเช่นนั้น นั่นคือ สร้างปลาแซลมอนแอตแลนติกที่มียีนสร้างฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตจากปลาแซลมอนชินูก (Chinook salmon) ซึ่งเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และเจริญเติบโตเร็วกว่าบรรดาปลาแซลมอนด้วยกัน ส่งผลให้ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมเติบโตได้รวดเร็วกว่าปลาแซลมอนแอตแลนติกโดยทั่วไปถึง 2 เท่า

บริษัทอะควา บาวที เทคโนโลจีส์ อิงค์ (Aqua Bounty Technologies Inc.) ได้ผลิตและจำหน่ายปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรม ใช้ชื่อทางการค้าว่าปลาอะควาแอดเวนเทจแซลมอน ซึ่งกว่าจะจำหน่ายได้จะต้องผ่านกฎข้อบังคับต่าง ๆ มากมาย แต่กระนั้นก็ตามปัญหาที่ตามมาคือการยอมรับของผู้บริโภคต่อตัวสินค้านี้

เช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมอื่น ๆ ผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยทางอาหารยังมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค ถึงแม้ว่าบริษัทจะได้ทดสอบความปลอดภัยที่จะเกิดกับมนุษย์แล้วก็ตาม แต่ก็มีผู้แย้งว่าเป็นการทดสอบโดยบริษัทเท่านั้น และกลุ่มตัวอย่างปลาที่ใช้ในการทดสอบยังจำนวนไม่มากพอที่จะยอมรับได้ว่ามีความปลอดภัยต่อสุขภาพ นอกจากนี้ถ้าผู้บริโภคนิยมในสินค้านี้อาจจะเป็นการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงปลาดัดต่อพันธุกรรมมากขึ้น และทำให้ปลาเหล่านี้มีโอกาสหลุดออกไปสู่สิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติได้มากขึ้น ปลาแซลมอลดัดแปรพันธุกรรมอาจไปผสมพันธุ์กับปลาแซลมอนในธรรมชาติและเกิดการถ่ายทอดยีนสร้างฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโตให้กับปลาแซลมอนในธรรมชาติ ทำให้ปลาแซลมอนในธรรมชาติสายพันธุ์ดั้งเดิมลดลงจนอาจสูญพันธุ์ได้ และอาจไปคุกคามปลาแซลมอลในธรรมชาติโดยอาจไปแย่งอาหาร หรือที่อยู่ของปลาแซลมอนในธรรมชาติทำให้ปลาลดจำนวนลง

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา ได้ประเมินว่าปลาอะควาแอดเวนเทจแซลมอนไม่ได้ส่งผลกระทบใด ๆ ที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เพราะมีความเป็นไปได้น้อยที่ปลาอะควาแอดเวนเทจแซลมอนจะสามารถหลบหนีออกจากถังเพาะเลี้ยงบนบกไปอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ หรือรอดชีวิตจนผสมข้ามกับปลาแซลมอนจากธรรมชาติ อีกทั้งปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรมเหล่านี้เป็นหมัน และทางบริษัทผู้ผลิตเองก็มีแผนที่จะจำหน่ายเฉพาะไข่ปลาตัวเมียเท่านั้น แต่กระนั้นก็ตาม เมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2563 ศาลแขวงแห่งสหรัฐอเมริกาประจำแขวงกลางแคลิฟอร์เนียได้ตัดสินว่าสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา ได้เพิกเฉยต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรงและยังละเมิดพระราชบัญญัติสิ่งแวดล้อมแห่งชาติด้วย และให้นำประเด็นเกี่ยวกับความเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อมกลับมาพิจารณาใหม่อีกครั้ง

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. **US รับรองปลาแซลมอน GMO กินได้ปลอดภัย**. (2 มิถุนายน 2557) จาก https://www.dmcr.go.th/detailAll/1923/nn/0

Healthy Oceans. Healthy Communities. **Genetically modified salmon**. Retrieved February, 10,.2021, from https://livingoceans.org/initiatives/salmon-farming/issues/genetically-modified-salmon.

The Fish Site. **Ruling puts pressure on genetically modified salmon sector** (9 November, 2020, Retrieved February, 15, 2021, from https://thefishsite.com/articles/ruling-puts-pressure-on-genetically-modified-salmon-sector

ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม

เป็นที่ทราบกันดีว่าแบคทีเรียในดินที่มีชื่อว่า *Bacillus thuringiensis* หรือ แบคทีเรียบีที (BT) เป็นแบคทีเรียที่มียีนสร้างโปรตีนที่เป็นพิษต่อแมลงหลายชนิด เกษตรกรจึงใช้แบคทีเรียชนิดนี้ฉีดพ่นเพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืชในพืชหลายชนิดรวมถึงข้าวโพดแทนการใช้สารเคมีซึ่งมีราคาแพง และอาจมีผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ใช้สารเคมี ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ดี สารพิษจากแบคทีเรียมักจะสลายตัวอย่างรวดเร็วเมื่อถูกรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์และจะถูกชะล้างออกไปเมื่อโดนฝน ด้วยเหตุนี้นักวิทยาศาสตร์จึงหาวิธีกำจัดหนอนแมลงศัตรูพืชโดยกระบวนการพันธุวิศวกรรม จากการนำยีนของแบคทีเรียที่ควบคุมการสร้างสารพิษต่อหนอนแมลงศัตรูพืชใส่เข้าไปในเซลล์ในระยะเอ็มบริโอของพืช เช่น ข้าวโพด ฝ้าย เมื่อข้าวโพดหรือฝ้ายบีทีเหล่านี้เจริญเติบโตก็จะมียีนที่ควบคุมการสร้างสารพิษในเซลล์ และถ้าหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดซึ่งเป็นศัตรูสำคัญต่อข้าวโพดมากัดกินใบพืช สารพิษก็จะทำลายระบบย่อยอาหารของหนอน ส่งผลให้หนอนตายในที่สุด

เนื่องจากสารพิษจากแบคทีเรียสร้างขึ้นภายในเซลล์ของข้าวโพด จึงช่วยป้องกันการสลายตัวของสารพิษจากรังสีอุลตราไวโอเลต นอกจากนี้ข้าวโพดบีทียังสามารถสร้างสารพิษได้ตลอดฤดูการเก็บเกี่ยว เกษตรกรจึงนิยมปลูกข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม เพราะนอกจากสารพิษที่ข้าวโพดสร้างขึ้นจะฆ่าหนอนแมลงศัตรูพืชส่งผลให้ผลผลิตไม่เสียหายแล้ว ยังปลอดภัยจากอันตรายจากการฉีดพ่นสารเคมีและช่วยลดปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย

ยังไม่มีใครทราบว่าข้าวโพดบีทีจะส่งผลอย่างไรต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ปลา นก รวมถึงมนุษย์ซึ่งเป็นผู้บริโภคหรือไม่ เพราะยังไม่มีผลการวิจัย แต่มีงานวิจัยในห้องปฏิบัติการหนึ่งพบว่าเรณูของข้าวโพดบีทีนั้นเป็นพิษต่อหนอนผีเสื้อจักรพรรดิ ทำให้ผีเสื้อจักรพรรดิซึ่งเป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรให้กับต้นรักมีจำนวนลดลง โดยนักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองโดยโปรยเรณูของข้าวโพดไปยังใบของต้นรักปริมาณใกล้เคียงกับในไร่ข้าวโพด จากนั้นให้หนอนผีเสื้อจักรพรรดิกินใบไม้นี้เป็นเวลา 4 วัน เปรียบเทียบกับหนอนผีเสื้อที่กินใบรักที่มีเรณูของข้าวโพดปกติ และใบรักที่ไม่มีเรณูของข้าวโพด ผลการทดลองพบว่าหนอนผีเสื้อจักรพรรดิตายไปถึงร้อยละ 44

เอกสารอ้างอิง

ปรินทร์ ชัยวิสุทธางกูร. จีเอ็มโอ กรุงเทพฯ องค์การค้าคุรุสภา. 2544.

Federation of American Scientist. **Bt Corn: The Biggest GE Crop**. Retrieved January, 5, 2021, from https://fas.org/biosecurity/education/dualuse-agriculture/2.-agricultural-biotechnology/bt-corn.html.

เฉลยใบงานที่ 2 ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรม ตอนที่ 1 ตอนที่ 2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 ตารางบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

คำชี้แจง ให้เติมข้อความและเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ต้องการในตาราง

ชื่อและประเภทของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ/ไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์
ชื่อ ข้าวสีทอง ประเภท ☑ พืช ☐ สัตว์ ☐ จุลินทรีย์	☑ ด้านสุขภาพ ☐ ด้านการเกษตร ☐ ด้านผลิตอาหาร ☑ ด้านสิ่งแวดล้อม ☐ ด้านอื่น ๆ โปรดระบุ	**ข้อดี** - แก้ปัญหาการขาดวิตามินเอในเด็ก ซึ่งส่งผลให้เกิดโรคตาบอดในเด็ก ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในประเทศกำลังพัฒนา **ข้อเสีย** ถ้ามีการปลูกข้าวสีทองมากขึ้นอาจเกิดการปนเปื้อนของยีนของข้าวสีทองกับข้าวสายพันธุ์ดั้งเดิม และข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพของสายพันธุ์ข้าวลดลง และทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์เพิ่มขึ้น	○ ยอมรับ ○ ไม่ยอมรับ **เหตุผล** ขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียน

ชื่อและประเภทของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ/ไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์
ชื่อ ปลาแซลมอนดัดแปรพันธุกรรม ประเภท ☐ พืช ☑ สัตว์ ☐ จุลินทรีย์	☑ ด้านสุขภาพ ☐ ด้านการเกษตร ☑ ด้านผลิตอาหาร ☑ ด้านสิ่งแวดล้อม ☐ ด้านอื่นๆ โปรดระบุ	**ข้อดี** - เติบโตเร็วเป็น 2 เท่าของปลาแซลมอนแอตแลนติกทั่วไป เป็นหมันไม่สามารถแพร่พันธุ์ในธรรมชาติได้ **ข้อเสีย** -ยังกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ เพราะกลุ่มตัวอย่างปลาที่ใช้ในการทดสอบยังจำนวนไม่มากพอที่จะยอมรับได้ - วิตกกังวลต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งปลาอาจหลุดรอดไปสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และอาจไปผสมพันธุ์กับปลาแซลมอนในธรรมชาติ ทำให้ปลาสายพันธุ์ธรรมชาติลดลงจนอาจสูญพันธุ์ และอาจไปคุกคามปลาแซลมอนในธรรมชาติ โดยแย่งอาหารหรือที่อยู่ของปลาแซลมอนในธรรมชาติทำให้ลดจำนวนลง	○ ยอมรับ ○ ไม่ยอมรับ **เหตุผล** ขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียน

ชื่อและประเภทของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	ประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด	การยอมรับ/ไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์
ชื่อ ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม ประเภท ☑ พืช ☐ สัตว์ ☐ จุลินทรีย์	☑ ด้านสุขภาพ ☑ ด้านการเกษตร ☑ ด้านผลิตอาหาร ☑ ด้านสิ่งแวดล้อม ☐ ด้านอื่นๆ โปรดระบุ	**ข้อดี** - ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมมีความต้านทานแมลงศัตรูพืช ทำให้ได้ผลผลิตสูง ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารในอนาคต ลดมลพิษการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม **ข้อเสีย** - เสี่ยงต่ออันตรายที่อาจจะเกิดต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ - สารพิษจากยีนที่ดัดต่อสู่ข้าวโพดมีผลให้หนอนผีเสื้อจักรพรรดิมีอัตราการตายสูงขึ้นและเสี่ยงต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ	○ ยอมรับ ○ ไม่ยอมรับ **เหตุผล** ขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียน

ตอนที่ 2 ตารางเปรียบเทียบข้อสรุปก่อนและหลังฟังการโต้ความคิดของผู้แทนแต่ละกลุ่ม

เหตุการณ์	ข้อสรุปเกี่ยวกับยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม
ก่อนฟังการโต้ความคิด	○ยอมรับ ○ไม่ยอมรับ **เหตุผล**...ขึ้นอยู่กับการสรุปความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม
หลังฟังการโต้ความคิด	○ยอมรับ ○ไม่ยอมรับ **เหตุผล**...ขึ้นอยู่กับการสรุปความคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

ขึ้นอยู่กับเหตุผลของแต่ละกลุ่ม เช่น ยอมรับเนื่องจากเห็นว่ามนุษย์ควรคำนึงถึงความจำเป็นเร่งด่วนของการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารมากกว่าผลกระทบที่จะได้รับ หรือนักเรียนอาจไม่ยอมรับโดยอ้างเหตุผลอื่น ๆ

2. สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีประโยชน์ต่อมนุษย์ ดังนี้

1. ช่วยลดการใช้สารกำจัดเชื้อโรคพืชและแมลงศัตรูพืช ลดต้นทุนในการทำเกษตรกรรม เพราะพืชดัดแปรพันธุกรรมมีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช เช่น ฝ้ายบีที ข้าวโพดบีที
2. พืชดัดแปรพันธุกรรมที่มีความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช เช่น ถั่วเหลือง
3. พืชดัดแปรพันธุกรรมที่มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้น เช่น ข้าวที่มีวิตามินเอหรือธาตุเหล็กสูงขึ้น
4. สัตว์มีขนาดใหญ่ขึ้นและใช้เวลาเลี้ยงน้อยลง เช่น ปลาแซลมอน ปลาคาร์ป ทำให้ต้นทุนการผลิตน้อยลง
5. ลดปัญหามลพิษจากสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช
6. ไม่ต้องตัดไม้ทำลายป่าเพื่อเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก เพราะพืชดัดแปรพันธุกรรมให้ผลผลิตมากกว่าพืชปกติ

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

1. สารพิษจากยีนฆ่าหนอนแมลงที่ตัดต่อเข้าสู่ข้าวโพด จะมีผลกระทบต่อแมลงอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ซึ่งเป็นแมลงที่ไม่ใช่เป้าหมายในการกำจัด
2. เกิดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมสู่สิ่งแวดล้อม เช่น เรณูของพืชดัดแปรพันธุกรรมอาจไปผสมพันธุ์กับวัชพืช ทำให้วัชพืชมีความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช
3. ทำลายระบบนิเวศและเสี่ยงต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) เนื่องจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเป็นสิ่งมีชีวิตที่แข็งแรงทนทานกว่าชนิดเดิม ดังนั้นจึงอยู่รอดได้ ในขณะที่สิ่งมีชีวิตชนิดเดิมจะอ่อนแอและสูญหายไปในที่สุด

3. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีทั้งประโยชน์และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การจะตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมนั้นขึ้นอยู่กับเหตุผลในการตัดสินใจซึ่งมีทั้งด้านบวกและด้านลบ

ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ส่วนประกอบที่สำคัญโดยประมาณ/Ingredients
ธัญญาหารอบกรอบ/Cereal Flake 36% (ข้าวสาลีเต็มเมล็ด/Whole
Wheat Grain 24.6%, แป้งข้าวเจ้า/Rice Flour 2.7%, มอลต์สกัด
(จากข้าวบาร์เลย์)/Malt Extract (From Barley)
Sugar 2.5%, ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรม/Corn Grits(GMO) 2.1%),
นมผงขาดมันเนย/Skimmed Milk Powder 15.4%, ใยอาหาร/Fiber
15.2%, ครีมเทียม/Coffee Creamer 6.8%, วิตามินและแร่ธาตุผสม/
Vitamin and Mineral Mix 3%, สารให้ความข้นเหนียว/Thickener
INS412, เกลืออิมัลซิไฟอิงค์/Emulsifying Salt INS452(i), สาร
ควบคุมความเป็นกรด/Acidity Regulator INS 451(i), 340(ii),
331(iii), อิมัลซิไฟเออร์/Emulsifier INS 471, 472(e), สารป้องกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์** **เวลา 1 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

ขอบเขตเนื้อหา การตัดสินใจเลือกใช้ประโยชน์ทางด้านพันธุศาสตร์วิธีการใดวิธีการหนึ่งจะต้องคำนึงถึงความถูกต้อง เหมาะสม ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น และไม่ผิดจริยธรรม **จุดประสงค์การเรียนรู้** **ด้านความรู้** ตัดสินใจเลือกวิธีการที่ถูกต้อง เหมาะสม และคำนึงถึงจริยธรรมจากสถานการณ์เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้	**กิจกรรมการเรียนรู้** **ขั้นนำ** 1. ครูทบทวนความรู้จากการเรียนรู้ที่ผ่านมาในหน่วยนี้ โดยใช้คำถามต่อไปนี้ ● ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง (นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ การวางแผนก่อนแต่งงานและก่อนมีบุตรเพื่อป้องกันการเกิดโรคทางพันธุกรรม การตัดสินใจเลือกบริโภคหรือไม่บริโภคอาหารที่มีส่วนผสมหรืออาหารที่มาจากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม) ● การใช้ประโยชน์จากความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมควรคำนึงถึงอะไรบ้าง (ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมถึงจริยธรรมด้วย)	**สื่อและแหล่งเรียนรู้** 1. ใบกิจกรรมที่ 1 จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร 2. ใบงานที่ 1 เรื่อง จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร **ภาระงาน/ชิ้นงาน** - **การวัดและประเมินผล** **ด้านความรู้** โดยประเมินจาก 1. การบันทึกผลการทำกิจกรรม การอภิปรายและการตอบคำถามเกี่ยวกับการเลือกวิธีการโดยใช้ความถูกต้อง เหมาะสม และคำนึงถึงจริยธรรมจากสถานการณ์เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง** จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ **เวลา** 1 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล โดยนำข้อมูลที่กำหนดให้มาวิเคราะห์และลงความเห็นในการเลือกวิธีการใดวิธีการหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนด

ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. การใช้วิจารณญาณ โดยการวิเคราะห์และอธิบายเหตุผลถึงความถูกต้องเหมาะสมและมีจริยธรรมก่อนตัดสินใจเลือกวิธีการ

2. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความหมายของจริยธรรมและพันธุศาสตร์ ว่า

จริยธรรม หมายถึง ธรรมะที่เป็นข้อประพฤติปฏิบัติหรือศีลธรรม ซึ่งลักษณะของผู้ที่มีจริยธรรม เช่น เป็นผู้มีความเพียรพยายามทำความดี ละอายต่อการประพฤติชั่ว เป็นคนที่มีความซื่อสัตย์สุจริต มีความเมตตากรุณา มีความยุติธรรม

พันธุศาสตร์ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งสิ่งมีชีวิตถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นหนึ่ง มนุษย์ได้นำความรู้ที่ได้จากพันธุศาสตร์ไปใช้วินิจฉัย ป้องกัน และรักษาโรคทางพันธุกรรมต่าง ๆ ตลอดจนการปรับปรุงพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ให้มีลักษณะตามที่มนุษย์ต้องการ

3. ครูใช้คำถามเพื่อเข้าสู่กิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 ว่านักเรียนอยากทราบหรือไม่ว่าจริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร

ขั้นสอน

4. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมที่ 1 จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร และร่วมกันอภิปรายในดังต่อไปนี้

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมิน

1. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล จากการอภิปรายโดยการนำข้อมูลที่กำหนดให้มาวิเคราะห์และลงความเห็นในการเลือกวิธีการใดวิธีการหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ด้านจิตวิทยาศาสตร์ โดยประเมิน

1. การใช้วิจารณญาณ จากผลการวิเคราะห์และอธิบายเหตุผลถึงความถูกต้อง เหมาะสมและมีจริยธรรมก่อนตัดสินใจเลือกวิธีการ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม **เรื่อง จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์** **เวลา 1 ชั่วโมง**

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** **ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**

สมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน		**ด้านสมรรถนะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน**
1. การคิดขั้นสูง โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศ ความรู้และประสบการณ์ด้านพันธุศาสตร์ในการตัดสินใจเลือกวิธีการจากสถานการณ์ที่กำหนด 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และตัดสินใจเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยคำนึงถึงความถูกต้อง เหมาะสม ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น และไม่ผิดจริยธรรม	• กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติอย่างมีจริยธรรมด้านการใช้ความรู้ด้านพันธุศาสตร์) • กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกวิธีการที่ถูกต้อง เหมาะสม และคำนึงถึงจริยธรรมจากสถานการณ์เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้) • วิธีการดำเนินกิจกรรมโดยสรุปเป็นอย่างไร (อ่านและ วิเคราะห์สถานการณ์ อภิปรายและตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น แล้วอภิปรายเกี่ยวกับความถูกต้อง เหมาะสมและจริยธรรมในการตัดสินใจเลือกวิธีการของแต่ละสถานการณ์) 5. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 - 5 คน แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมตามความถนัด 6. แต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 7. แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน	โดยประเมิน 1. การคิดขั้นสูง จากการอภิปราย การตอบคำถาม โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศ ความรู้และประสบการณ์ด้านพันธุศาสตร์มาช่วยตัดสินใจเลือกวิธีการจากสถานการณ์ที่กำหนด 2. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และตัดสินใจเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยคำนึงถึงความถูกต้อง เหมาะสม ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นและไม่ผิดจริยธรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	เรื่อง จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์	เวลา 1 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	รายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3
	8. แต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความถูกต้อง เหมาะสมและจริยธรรมในการตัดสินใจเลือกวิธีการของแต่ละสถานการณ์ซ้ำอีกครั้ง บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 2 9. ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม **ขั้นสรุป** 10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า - การตัดสินใจยอมรับและเลือกวิธีการใดวิธีการหนึ่งไปใช้ประโยชน์จากความรู้ด้านพันธุศาสตร์จะต้องคำนึงถึงความถูกต้อง เหมาะสม ผลกระทบที่เกิดขึ้นและไม่ผิดจริยธรรม	

ใบกิจกรรมที่ 1 จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร

จุดประสงค์การเรียนรู้

วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกวิธีการที่ถูกต้อง เหมาะสม และคำนึงถึงจริยธรรมจากสถานการณ์เกี่ยวกับพันธุศาสตร์

วัสดุและอุปกรณ์

-

วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. อ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้

สถานการณ์ที่ 1

ชายคนหนึ่งพบว่าภรรยาของเขาเป็นโรคที่ไม่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันได้ โรคนี้เป็นโรคทางพันธุกรรมที่สามารถถ่ายทอดจากแม่ไปยังลูกได้ ปัจจุบันโรคดังกล่าวสามารถรักษาได้โดยการทำยีนบำบัด ซึ่งทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงยีน แต่การรักษาลักษณะนี้ยังมีข้อจำกัดทางด้านเทคนิค และมีข้อโต้แย้งทางจริยธรรมเกิดขึ้นในสังคมว่า ควรบำบัดยีนที่ผิดปกติในเซลล์ตั้งต้นที่จะสร้างเซลล์ไข่และอสุจิหรือไม่ และถ้ามีการทำยีนบำบัดจะมีผลต่อความหลากหลายทางพันธุกรรมในอนาคตหรือไม่

จากสถานการณ์นี้ นักเรียนจะเลือกวิธีใดต่อไปนี้ พร้อมทั้งบอกเหตุผล

ก. ให้ลูกเกิดตามธรรมชาติ ถ้าลูกมีอาการของโรคก็รักษาไปตามอาการ

ข. รักษาโดยยีนบำบัด

ค. ยุติการตั้งครรภ์ ถ้าตรวจพบยีนที่ทำให้เกิดโรคนี้ในทารกที่อยู่ในครรภ์

สถานการณ์ที่ 2

ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของบริษัทที่จำหน่ายเมล็ดพันธุ์พืชบริษัทหนึ่งที่มีการปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศให้มีผลขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม 2 เท่า โดยการใส่ยีนของพืชชนิดหนึ่งที่มีผลขนาดใหญ่ลงในยีนของมะเขือเทศ

จากสถานการณ์นี้ นักเรียนจะขายมะเขือเทศที่เกิดจากการดัดแปรพันธุกรรมนี้ให้ผู้บริโภคหรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. ขาย เพราะมะเขือเทศมีคุณภาพดีกว่าบริษัทอื่น

ข. ขาย เพราะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหาร

ค. ไม่ขาย เพราะไม่แน่ใจเรื่องความปลอดภัยของผู้บริโภค

สถานการณ์ที่ 3

การโคลนเป็นการเพิ่มจำนวนสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนสิ่งมีชีวิตเดิมทุกประการ หากการโคลนสามารถทำได้กับสัตว์เลี้ยงทุกชนิดและนักเรียนเคยมีสุนัขที่รักมากและตายไป นักเรียนจึงทำการค้นคว้าและได้ความรู้มาว่าถ้าอยากได้สุนัขตัวเดิมกลับมา จะต้องนำตัวอย่างเซลล์ที่บริเวณรากของเส้นขนสุนัขไปโคลน

จากสถานการณ์นี้ นักเรียนจะเลือกวิธีใด เพราะเหตุใด

ก. พยายามหาตัวอย่างเส้นขนของสุนัขแล้วนำไปโคลนเพื่อให้ได้สุนัขตัวเดิม

ข. ปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติโดยไม่ทำการโคลน เพราะไม่แน่ใจว่าสุนัขตัวใหม่ที่ได้จากการโคลนจะเหมือนกับตัวเดิมทุกประการ

สถานการณ์ที่ 4

หากมีบริษัทนำเสนอว่าสามารถสร้างเด็กหลอดแก้วที่มีลักษณะตามต้องการของพ่อแม่ได้ โดยนำยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ตามที่ต้องการใส่เข้าไปในไซโกต เช่น ยีนควบคุมความฉลาด ความสามารถด้านดนตรี ความสามารถด้านกีฬา

จากสถานการณ์นี้ ถ้านักเรียนเป็นพ่อแม่ของเด็ก นักเรียนจะเลือกวิธีใด เพราะเหตุใด

ก. เลือกสร้างเด็กหลอดแก้วที่มีลักษณะตามที่นักเรียนต้องการ เพราะทำให้เด็กเกิดมาความพร้อมทั้งสติปัญญาและความสามารถในด้านต่าง ๆ

ข. ไม่เลือกใส่ยีนเข้าไปในไซโกต เพราะต้องการให้ลูกมีลักษณะคล้ายคลึงกับพ่อแม่

2. แต่ละกลุ่มอภิปรายและตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 1 และนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั้นเรียน
3. แต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับความถูกต้อง เหมาะสมและจริยธรรมในการตัดสินใจเลือกวิธีการของแต่ละสถานการณ์ซ้ำอีกครั้ง บันทึกผลลงในใบงานที่ 1 ตอนที่ 2
4. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

เฉลยใบงานที่ 1 จริยธรรมด้านพันธุศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมในตารางตอนที่ 1 ตอนที่ 2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 การอภิปรายกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการจากสถานการณ์ด้านพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้

คำชี้แจง ให้วงกลมล้อมตัวเลือก ก.ข.หรือ ค.ในแต่ละสถานการณ์ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบลงในตาราง

แต่ละกลุ่มอาจเลือกวิธีการที่แตกต่างกัน และมีเหตุผลในการเลือกหรือไม่เลือกแตกต่างกันไป ดังตัวอย่าง

สถานการณ์	วิธีการ	เหตุผล	
		ที่เลือก	ที่ไม่ได้เลือก
1	ก. ให้ลูกเกิดตามธรรมชาติ ถ้าลูกมีอาการของโรคก็รักษาไปตามอาการ	- ลูกที่เกิดอาจไม่เป็นโรคก็ได้	- ลูกจะมีปัญหาสุขภาพซึ่งเป็นภาระของพ่อแม่ สังคม และเศรษฐกิจ
	ข. รักษาโดยยีนบำบัด	- ถ้าทำสำเร็จลูกก็จะสร้างภูมิคุ้มกันได้ และในอนาคตจะไม่มีคนที่เป็นโรคนี้	- ยีนที่ใช้ในการบำบัดอาจมีผลต่อการทำงานของยีนอื่น ทำให้ร่างกายเกิดความผิดปกติ และอาจมีข้อโต้แย้งด้านจริยธรรม เพราะหากทารกที่เกิดจากการทำยีนบำบัดเจริญเติบโต สืบพันธุ์ และมีลูกหลาน จะเป็นผลให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมของมนุษย์ลดลง
	ค. ยุติการตั้งครรภ์ ถ้าตรวจพบยีนที่ทำให้เกิดโรคนี้ในทารกที่อยู่ในครรภ์	- จะแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นทั้งหมดได้	- พิจารณาดังด้านจริยธรรม จะเป็นการทำผิดจริยธรรม

สถานการณ์	วิธีการ	เหตุผล	
		ที่เลือก	ที่ไม่ได้เลือก
2	ก. ขาย เพราะมะเขือเทศมีคุณภาพดีกว่าบริษัทอื่น	- จะทำให้ลูกค้าพึงพอใจที่ได้รับสินค้ามีคุณภาพ และทำให้บริษัทมีกำไรเพิ่มขึ้น	- ไม่ขาย เพราะยังไม่แน่ใจในความปลอดภัยของสินค้า
	ข. ขาย เพราะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหาร	- อาหารเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและเป็นปัญหาเร่งด่วน	- ไม่ขาย เพราะยังไม่แน่ใจในความปลอดภัยของสินค้า และลูกค้าอาจซื้ออาหารชนิดอื่นไปบริโภคแทนได้
	ค. ไม่ขาย เพราะไม่แน่ใจเรื่องความปลอดภัยของผู้บริโภค	- คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นสิ่งสำคัญ และยังต้องศึกษาวิจัยต่อไปอีกจนกว่าจะแน่ใจว่าสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมปลอดภัยต่อผู้บริโภค	- ต้องการขายสินค้า สินค้าอาจปลอดภัยต่อผู้บริโภคก็ได้
3	ก. พยายามหาตัวอย่างเส้นขนของสุนัขแล้วนำไปโคลนเพื่อให้ได้สุนัขตัวเดิม	- อยากได้สุนัขตัวเดิมที่มีรูปร่างหน้าตาเหมือนเดิมกลับมา ถึงแม้ว่าจะมีอุปนิสัยไม่เหมือนเดิม	- อาจไม่ประสบความสำเร็จ หรือถ้าประสบความสำเร็จในการโคลนก็อาจได้สุนัขรูปร่าง ลักษณะเหมือนเดิม แต่อุปนิสัยไม่เหมือนตัวเดิมที่นักเรียนรัก
	ข. ปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติ โดยไม่ทำการโคลน เพราะไม่แน่ใจว่าสุนัขตัวใหม่ที่ได้จากการโคลนจะเหมือนกับตัวเดิมทุกประการ	- เป็นวิธีที่เหมาะสมและเป็นไปได้ เพราะสิ่งมีชีวิตเกิดและตายเป็นเรื่องธรรมชาติ	- อยากได้สุนัขตัวเดิมที่มีรูปร่างหน้าตาเหมือนเดิมกลับมา ถึงแม้ว่าจะมีอุปนิสัยไม่เหมือนเดิม

สถานการณ์	วิธีการ	เหตุผล	
		ที่เลือก	ที่ไม่ได้เลือก
4	ก. เลือกสร้างเด็กหลอดแก้วที่มีลักษณะตามที่นักเรียนต้องการ เพราะทำให้เด็กเกิดมามีความพร้อมทั้งสติปัญญาและความสามารถในด้านต่าง ๆ	- ได้ลูกที่มีลักษณะตามต้องการ และเป็นคนที่มีคุณภาพ	- ได้ลูกที่มีลักษณะแตกต่างจากพ่อแม่ทำให้ลูกอาจถูกล้อเลียน - ต้องนำเซลล์สืบพันธุ์พ่อและแม่มาตัดแปรพันธุกรรมก่อน แล้วจึงนำมาปฏิสนธิเกิดเป็นเอ็มบริโอภายนอกร่างกายแม่ ซึ่งกว่าสำเร็จต้องใช้เอ็มบริโอจำนวนมาก
	ข. ไม่เลือกใส่ยีนเข้าไปในไซโกต เพราะต้องการให้ลูกมีลักษณะคล้ายคลึงกับพ่อแม่	- เป็นวิธีการที่เป็นไปได้ เหมาะสมและไม่ผิดจริยธรรมเพราะลูกจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับพ่อแม่ ทำให้ไม่เป็นปัญหาทางสังคม	- อยากได้ลูกที่มีลักษณะตามต้องการ ถึงแม้ว่าจะแตกต่างจากพ่อแม่

ตอนที่ 2 การตัดสินใจเลือกวิธีการจากสถานการณ์ด้านพันธุศาสตร์ที่กำหนดให้หลังฟังการนำเสนอของกลุ่มอื่น ๆ

1. กลุ่มของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในสถานการณ์ใดบ้างหรือไม่ เพราะเหตุใด
อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับผลการทำกิจกรรมของกลุ่มนักเรียน กรณีมีการเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในบางสถานการณ์ใด เหตุผลน่าจะเกิดจากฟังความคิดเห็นของกลุ่มอื่น ๆ แล้วมีเหตุผลดีกว่า มีความเป็นไปได้มากกว่าหรือมีจริยธรรมที่เหมาะสมกว่า

2. สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการได้ถูกต้อง เป็นไปได้และเหมาะสมยิ่งขึ้น ได้แก่อะไรบ้าง
ความรอบรู้ด้านพันธุศาสตร์ที่ถูกต้อง การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการตัดสินใจจากข้อมูลและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ และการมีจริยธรรมอยู่ในจิตใจ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ในการตัดสินใจเลือกวิธีการใดในแต่ละสถานการณ์ นักเรียนมีเหตุผลในการตัดสินใจเลือกวิธีการนั้น ๆ อย่างไร

   ขึ้นอยู่กับเหตุผลของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เหตุผลที่เลือกอาจขึ้นอยู่กับความเป็นไปได้ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คุณภาพชีวิต สังคม และเศรษฐกิจ

2. จากกิจกรรมนี้ สรุปได้ว่าอย่างไร

   การตัดสินใจเลือกวิธีการใดในแต่ละสถานการณ์เกี่ยวกับจริยธรรมทางพันธุศาสตร์ต้องศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นและไม่ผิดจริยธรรม

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วย

1. ข้อความใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับโครโมโซม ยีน และดีเอ็นเอ

   ก. โครโมโซมเป็นที่อยู่ของยีน

   ข. ยีนเป็นช่วงหนึ่งของดีเอ็นเอ

   ค. โครโมโซมมีดีเอ็นเอเป็นองค์ประกอบ

   ง. โปรตีนเป็นองค์ประกอบของดีเอ็นเอ

   เฉลย ง. เพราะดีเอ็นเอประกอบด้วยน้ำตาล หมู่ฟอสเฟต และเบส แต่ไม่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ

2. ถ้านำเซลล์ผิวหนังของเด็กหญิง ก. ไปตรวจโครโมโซม จะพบว่ามีโครโมโซมเป็นอย่างไร

   ก. ออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศเป็น XX

   ข. ออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศเป็น XY

   ค. ออโตโซม 23 คู่และโครโมโซมเพศ 1 คู่

   ง. ออโตโซมทั้งหมดจำนวน 23 คู่

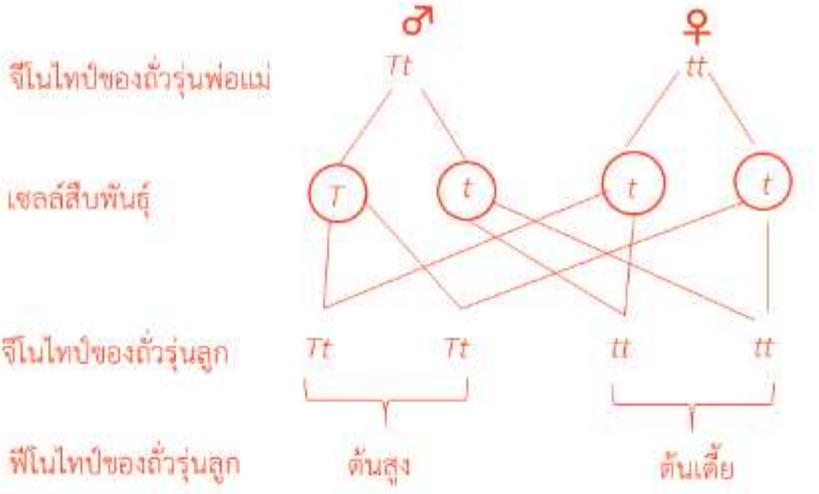
   เฉลย ก. เพราะเซลล์ผิวหนังเป็นเซลล์ร่างกายจึงมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 23 คู่ โดยคู่ที่ 1-22 เป็นออโตโซม ส่วนคู่ที่ 23 เป็นโครโมโซมเพศ จากโจทย์เป็นโครโมโซมของเด็กหญิง ก. ซึ่งเป็นเพศหญิง โครโมโซมคู่ที่ 23 จึงต้องมีโครโมโซมเป็น XX

3. ชาวสวนคนหนึ่งผสมพันธุ์ถั่ว 2 ต้น เมื่อต้นถั่วออกฝักจึงนำเมล็ดไปปลูกจนต้นถั่วเจริญเติบโต ปรากฏว่าเป็นถั่วต้นสูงจำนวน 254 ต้น ถั่วต้นเตี้ยจำนวน 250 ต้น

   กำหนดให้ *T* เป็นแอลลีลควบคุมลำต้นสูง และ *t* เป็นแอลลีลควบคุมลำต้นเตี้ย จากผลการทดลองนี้ จีโนไทป์ของถั่วต้นพ่อและต้นแม่ในข้อใดถูกต้อง

	ต้นพ่อ	ต้นแม่
ก.	*TT*	*tt*
ข.	*Tt*	*tt*
ค.	*TT*	*Tt*
ง.	*TT*	*TT*

   เฉลย ข. เพราะจากโจทย์เมื่อผสมพันธุ์ถั่วรุ่นพ่อแม่ได้ถั่วรุ่นลูกต้นสูงจำนวน 254 ต้นและต้นเตี้ยจำนวน 250 ต้นหรือคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างถั่วต้นสูงและถั่วต้นเตี้ยเท่ากับ 1 : 1 ดังนั้นถั่วต้นพ่อจะต้องมีจีโนไทป์ *Tt* และต้นแม่มีจีโนไทป์ *tt* ดังแผนภาพ



4. กำหนดให้ A B C D เป็นพืชชนิดเดียวกัน A B C มีดอกสีแดง และ D มีดอกสีขาว นำพืชเหล่านี้มาผสมพันธุ์กัน ได้ลูกที่มีลักษณะสีของดอก ดังตาราง

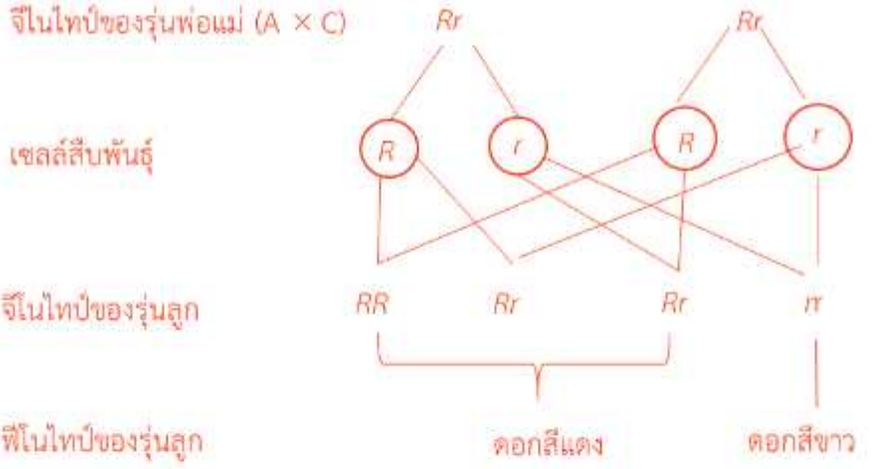
พืชที่นำมาผสมพันธุ์กัน	จำนวนร้อยละของลูก	
	ดอกสีแดง	ดอกสีขาว
A x B	100	0
B x C	100	0
A x C	75	25
A x D	50	50

พืชใดมีจีโนไทป์แบบเดียวกัน

ก. A และ B
ข. B และ C
ค. A และ C
ง. C และ D

เฉลย ค. เพราะข้อมูลจากโจทย์เมื่อผสมพันธุ์พืช A และ C ได้ลูกที่มีดอกสีแดงร้อยละ 75 และดอกสีขาวร้อยละ 25 แสดงว่าพืช A และพืช C จะต้องมีจีโนไทป์แบบเดียวกันได้แก่ *Rr* แสดงได้โดยการเขียนแผนภาพ ดังนี้

กำหนดให้ *R* แทนแอลลีลควบคุมลักษณะดอกสีแดงซึ่งเป็นแอลลีลเด่น และ *r* แทนแอลลีลควบคุมลักษณะดอกสีขาวซึ่งเป็นแอลลีลด้อย



โอกาสที่จะมีลูกที่มีดอกสีแดงเท่ากับ 3/4 หรือร้อยละ 75 และดอกสีขาวเท่ากับ 1/4 หรือร้อยละ 25 ส่วนตัวเลือกอื่น ๆ ผิด เพราะ

ตัวเลือก ก. A และ B จะมีจีโนไทป์แบบเดียวกันไม่ได้ เพราะถ้าพืช A มีจีโนไทป์ *Rr* พืช B จะต้องมีจีโนไทป์ *RR* จึงจะได้ลูกที่มีดอกสีแดงทั้งหมดหรือร้อยละ 100

ตัวเลือก ข. B และ C จะมีจีโนไทป์แบบเดียวกันไม่ได้ เพราะพืช B มีจีโนไทป์ *RR* พืช C มีจีโนไทป์ *Rr* ลูกที่ได้จึงจะมีจำนวนดอกสีแดงทั้งหมด หรือร้อยละ 100

ตัวเลือก ง. C และ D จะมีจีโนไทป์แบบเดียวกันไม่ได้ เพราะถ้า C มีจีโนไทป์ *Rr* แล้ว D จะต้องมีจีโนไทป์ *rr* ลูกที่ได้จึงจะมีจำนวนดอกสีแดงร้อยละ 50 และดอกสีขาวร้อยละ 50

ดังนั้นสรุปว่าจีโนไทป์ของพืช A B C และ D เป็นดังนี้

พืช A = *Rr* พืช B = *RR* พืช C = *Rr* พืช D = *rr*

5. ลักษณะขนสีดำของวัวเป็นลักษณะเด่นควบคุมโดยแอลลีล *B* และขนสีแดงเป็นลักษณะด้อยควบคุมโดยแอลลีล *b* ถ้าลูกวัวตัวหนึ่งมีจีโนไทป์เป็น *BB* พ่อและแม่อาจมีจีโนไทป์ได้หลายแบบ <u>ยกเว้น</u>แบบใด

ก. *BB* และ *BB* ข. *BB* และ *Bb*

ค. *BB* และ *bb* ง. *Bb* และ *Bb*

เฉลย ค. เพราะพ่อและแม่ที่มีจีโนไทป์ *BB* และ *bb* มีลูกที่มีจีโนไทป์ได้เพียงแบบเดียวเท่านั้น คือ *Bb*

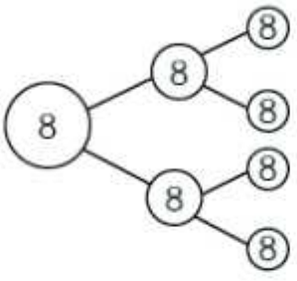
ข้อ ก. ผิด เพราะพ่อและแม่ที่มีจีโนไทป์ *BB* และ *BB* จะมีลูกที่มีจีโนไทป์ *BB*

ข้อ ข. ผิด เพราะพ่อและแม่ที่มีจีโนไทป์ *BB* และ *Bb* จะมีลูกที่มีจีโนไทป์ *BB Bb*

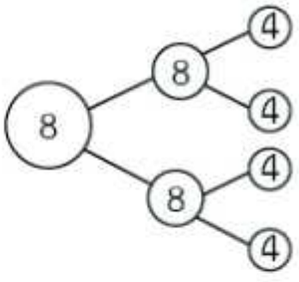
ข้อ ง. ผิด เพราะพ่อและแม่ที่มีจีโนไทป์ *Bb* และ *Bb* จะมีลูกที่มีจีโนไทป์ *BB Bb* และ *bb*

6. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายเท่ากับ 8
แผนภาพในข้อใดที่แสดงกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ได้ถูกต้องที่สุด

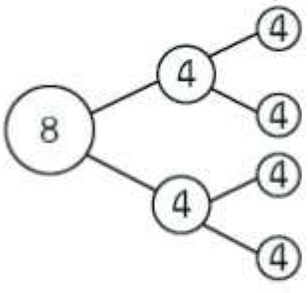
ก.



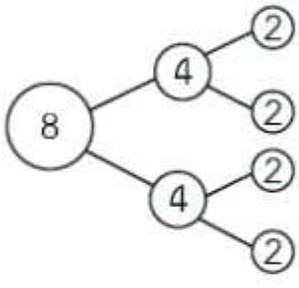
ข.



ค.



ง.



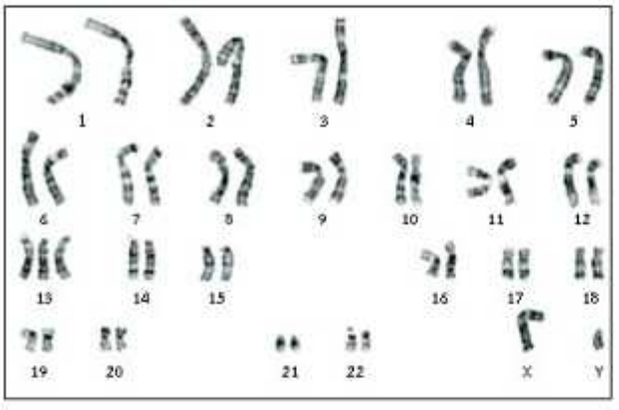
เฉลย ค. เพราะการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์เป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จำนวนโครโมโซมของเซลล์สืบพันธุ์จะลดลงครึ่งหนึ่งจากเซลล์ตั้งต้น ซึ่งจะลดจำนวนโครโมโซมในการแบ่งครั้งแรก

7. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายจำนวน 44 แท่ง จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์และในไซโกตของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้เป็นเท่าไร

	จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์	จำนวนโครโมโซมในไซโกต
ก.	44 แท่ง	22 แท่ง
ข.	44 แท่ง	44 แท่ง
ค.	22 แท่ง	22 แท่ง
ง.	22 แท่ง	44 แท่ง

เฉลย ง. เพราะเซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย สิ่งมีชีวิตชนิดนี้จึงมีโครโมโซมจำนวน 22 แท่ง ส่วนไซโกตเกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย จึงมีโครโมโซมจำนวน 44 แท่ง

8. จากภาพโครโมโซมของเซลล์ร่างกายของมนุษย์ ผู้ที่มีโครโมโซมดังภาพ จะมีลักษณะและเพศดังข้อใด



ก. ปกติ เพศชาย
ข. ปกติ เพศหญิง
ค. ผิดปกติ เพศชาย
ง. ผิดปกติ เพศหญิง

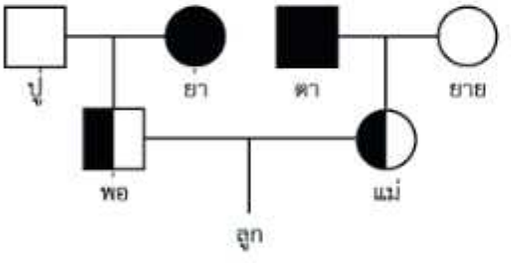
ที่มา : ศูนย์วิเคราะห์โครโมโซม ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เฉลย ค. เพราะในภาพมีโครโมโซมจำนวน 47 แท่ง โดยโครโมโซมคู่ที่ 13 เกินจากโครโมโซมของคนปกติ 1 แท่ง และมีโครโมโซมคู่ที่ 23 เป็น XY ดังนั้นผู้ที่มีโครโมโซมดังภาพจึงมีความผิดปกติทางพันธุกรรมและเป็นเพศชาย

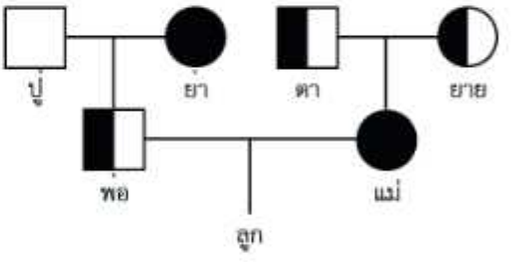
9. คู่แต่งงานใดมีความเสี่ยงที่ลูกจะเป็นโรคธาลัสซีเมียมากที่สุด

กำหนดให้สัญลักษณ์ แทนคนปกติ แทนคนที่เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย แทนคนที่ป่วยเป็นโรคธาลัสซีเมีย

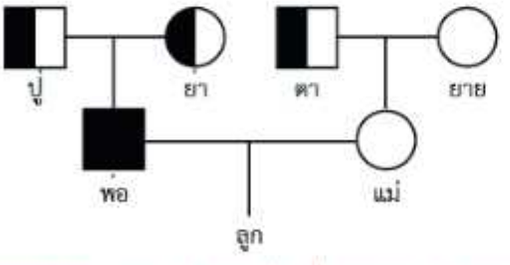
ก.



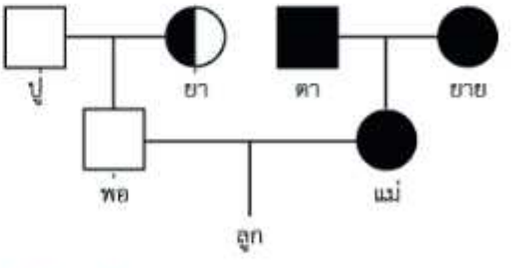
ข.



ค.



ง.



เฉลย ข. เพราะมีความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคธาลัสซีเมียเท่ากับ 1/2

ส่วน ก. ผิด เพราะมีความเสี่ยงที่บุตรจะเป็นโรคธาลัสซีเมียเท่ากับ 1/4

ค. ผิด เพราะไม่มีบุตรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย และทุกคนเป็นพาหะ

ง. ผิด เพราะไม่มีบุตรที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย และทุกคนเป็นพาหะ

10. อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้

ข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมสามารถผลิตสารที่เป็นพิษต่อหนอนเจาะฝักข้าวโพดซึ่งเป็นแมลงที่เป็นศัตรูของข้าวโพด แต่เมื่อเรณูของข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมปลิวไปตกอยู่ที่ใบของต้นรักจะทำให้หนอนผีเสื้อจักรพรรดิที่กินใบรักเป็นอาหารเจริญเติบโตช้า และมีอัตราการตายที่สูงขึ้น

จากสถานการณ์ดังกล่าว ควรวางแผนอย่างไรเพื่อรับมือกับผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

1. ปลูกข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมร่วมกับต้นรักเพื่อกำจัดหนอนผีเสื้อจักรพรรดิ
2. ปลูกข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมบนพื้นที่ห่างไกลจากต้นรัก
3. ปลูกต้นไม้ใหญ่เป็นแนวกั้นลมระหว่างแปลงข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมกับต้นรัก

ก. ข้อที่ 1 เท่านั้น ข. ข้อที่ 2 เท่านั้น

ค. ข้อ 1 และ 2 ง. ข้อที่ 2 และ 3

เฉลย ง. เพราะข้อที่ 2 การปลูกข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมบนพื้นที่ห่างไกลจากต้นรัก และข้อที่ 3 ปลูกต้นไม้ใหญ่เป็นแนวกั้นลมระหว่างแปลงข้าวโพดดัดแปรพันธุกรรมกับต้นรัก จะเป็นการป้องกันไม่ให้เรณูของข้าวโพดปลิวไปตกที่ใบของต้นรัก

ส่วนข้อที่ 1 ผิดเพราะหนอนผีเสื้อจักรพรรดิเมื่อโตเต็มวัยจะเป็นผีเสื้อที่มีประโยชน์ เพราะช่วยในการถ่ายเรณูให้กับพืช ดังนั้นจึงไม่ควรกำจัดหนอนผีเสื้อจักรพรรดิ

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษาสำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

คุณหญิงกษมา วรวรรณ ณ อยุธยา	ที่ปรึกษาโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
นายสมเกียรติ ชอบผล	ประจำสำนักพระราชวังพิเศษ ระดับ ๑๐
นางมัณฑนา ศังขะกฤษณ์	ข้าราชการบำนาญ

ที่ปรึกษา

นายอัมพร พินะสา	เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
นายกวินทร์เกียรติ นนธ์พละ	รองเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
นายสุชาติ วงศ์สุวรรณ	ข้าราชการบำนาญ
นายชัยพฤกษ์ เสรีรักษ์	ผู้ทรงคุณวุฒิ สำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
รองศาสตราจารย์ทิศนา แขมมณี	ราชบัณฑิต
นางเบญจลักษณ์ น้ำฟ้า	ที่ปรึกษาพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
นางวัฒนาพร ระงับทุกข์	ที่ปรึกษาพิเศษ ศูนย์บริหารงานการพัฒนาศักยภาพบุคคลเพื่อความเป็นเลิศ
ศาตราจารย์ชูกิจ ลิมปิจำนงค์	ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางศรินธร วิทยะสิรินันท์	ผู้อำนวยการโรงเรียนนานาชาติ เซนต์ แอนดรูว์ส กรุงเทพ
นางสาวรัตนา แสงบัวเผื่อน	ผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

ที่ปรึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาววนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวสุพรรณี ชาญประเสริฐ	ผู้อำนวยการสำนักวิชาวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะผู้จัดทำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

๑.	นางสาวจันทร์ดรี เศรษฐาวิวัฒน์	ข้าราชการบำนาญ
๒.	นางมาลัย บึงสว่าง	ข้าราชการบำนาญ
๓.	นางสาววรรณภา ศรีวิไลสกุลวงศ์	ข้าราชการบำนาญ

๔.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เดชา ศุภพิทยาภรณ์	อาจารย์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
๕.	นางชุติมา เตมียสถิต	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๖.	นางสาววราภรณ์ ถิรสิริ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๗.	นางสาวธนพรรณ ชาลี	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๘.	นางสาวสุนิสา แสงมงคลพิพัฒน์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๙.	ดร.อรนิษฐ์ โชคชัย	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๐.	ดร.กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๑.	ดร.นิพนธ์ จันเสน	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๒.	ดร.ศานิกานต์ เสนีวงศ์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๓.	นางวิมลมาศ ถนอมเกียรติ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๔.	นางสาวรตพร หลิน	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๕.	นายศุภณัฐ คุ้มโหมด	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๖.	ดร.วิลานี สุชีวบริพนธ์	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๗.	ดร.ยศินทร์ กิติจันทโรภาส	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๘.	นายอภิรัตน์ ฐิติมั่น	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๙.	นางสาวเพียงรวี ทองนุ่น	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒๐.	ดร.มิญช์ เมธีสุวกุล	ครู โรงเรียนกำเนิดวิทย์ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน
๒๑.	นางจันทิมา สุขพัฒน์	ครู โรงเรียนวัดราชาธิวาส สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต ๑
๒๒.	นางสายชล ธนานุวงศ์	ครู โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต ๒
๒๓.	นางสาววรรณวีร์ เหมือนประยูร	ครู โรงเรียนเทพมงคลรังษี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากาญจนบุรี
๒๔.	นางนิรชรา สุทธิผล	ครู โรงเรียนศรีราชา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชลบุรี
๒๕.	นางบรรณารักษ์ ตัญจพัฒน์กุล	ครู โรงเรียนวารีเชียงใหม่ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน
๒๖.	นายสุธิพงษ์ ใจแก้ว	ครู โรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเชียงราย
๒๗.	นางรุ่งรตี เทพนม	ครู โรงเรียนบางสะพานวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาประจวบคีรีขันธ์
๒๘.	นายอดิศักดิ์ สุขวิสุทธิ์	ครู โรงเรียนอรุณประดิษฐ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

๒๙.	นางสุพัตรา ไชยจันหอม	ครู โรงเรียนเลยพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเลย
๓๐.	นายกฤตเมธ ธีระสุนทรไท	ครู โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรปราการ
๓๑.	นางรัตนา ชิตชอบ	ครู โรงเรียนสุรินทรศึกษา สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

คณะบรรณาธิการ

๑.	รองศาสตราจารย์วีระวรรณ สิทธิกรกุล	ข้าราชการบำนาญ
๒.	นางวิรัตน์ ขวัญยืน	ข้าราชการบำนาญ
๓.	รองศาสตราจารย์กิตติวิทย์ มาแทน	อาจารย์ มหาวิทยาลัยมหิดล
๔.	รองศาสตราจารย์ชาตรี ฝ่ายคำตา	อาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
๕.	รองศาสตราจารย์ทัศตริน วรรณเกตุศิริ	อาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
๖.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุมพล คุณวาสี	อาจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
๗.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัชวาล ใจซื่อกุล	อาจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
๘.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปัจฉา ฉัตราภรณ์	อาจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
๙.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ธาริน โล่ห์ตระกูล	อาจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
๑๐.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชัย จูฑะโกสิทธิ์กานนท์	อาจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
๑๑.	ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา	อาจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
๑๒.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรยา ตาสา	อาจารย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
๑๓.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดวงใจ สีเขียว	อาจารย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
๑๔.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกภูมิ จันทรขันตี	อาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
๑๕.	นาวาอากาศเอกฐากูร เกิดแก้ว	ศูนย์ปฏิบัติการทางอวกาศกองทัพอากาศ
๑๖.	นางกิ่งแก้ว คูอมรพัฒนะ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๗.	นางสาวดวงกมล เหมะรัต	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๘.	นางนันทิยา บุญเคลือบ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๑๙.	นางสาวบุศราศิริ ธนะ	นักวิชาการอิสระ

ผู้รับผิดชอบโครงการ

นางผาณิต ทวีศักดิ์	รองผู้อำนวยการสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวพรทิพย์ ดินดี	ข้าราชการบำนาญ
นางสาวภัทรา ด่านวิวัฒน์	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

นางสาวอธิฐาน คงช่วยสถิตย์	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นายอภิศักดิ์ สิทธิเวช	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวอัจฉราพร เทียงภักดี	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาวปรมาพร เรืองเจริญ	พนักงานธุรการ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา
นางสาววศินี เขียวเขิน	นักวิชาการศึกษา สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

โครงการจัดทำสื่อ ๖๕ พรรษา
เฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า
กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี