



คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดนี้ เป็นชุดกิจกรรมที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอุดมวิทยายน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 12 ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาชีววิทยา โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ สามารถเรียนรู้ และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองมีกิจกรรมแบบเดี่ยวและกลุ่ม เปิดโอกาสให้ได้แลกเปลี่ยนความรู้ มีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการทดสอบความรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมดที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ แบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบทดสอบหลังเรียน และแนวทางเฉลยเมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แล้ว จะมีความรู้ ความเข้าใจ เนื่องจากได้ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ พัฒนาความรู้ความสามารถได้เต็มศักยภาพของตนเอง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวน 7 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
- ชุดที่ 2 การค้นพบสารพันธุกรรม
- ชุดที่ 3 โครโมโซม
- ชุดที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของ DNA
- ชุดที่ 5 โครงสร้างของ DNA
- ชุดที่ 6 สมบัติของสารพันธุกรรม
- ชุดที่ 7 มิวเทชัน

สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอุดมวิทยายน เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 12 ใช้เวลาในการเรียน ทั้งหมด 20 ชั่วโมง แบ่งเป็น 20 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะรวมกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)





คำแนะนำการใช้งานสำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดนี้ เป็น ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง ครูควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังนี้

1. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เข้าใจก่อนอย่างละเอียด และรอบคอบก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
2. จัดชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามจำนวนนักเรียน โดยนักเรียน 1 คน ต่อ 1 ชุด
3. ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้พร้อมตามจำนวนนักเรียน
4. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง โดยให้อ่านคำชี้แจงชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคำแนะนำการใช้งานสำหรับนักเรียน นอกจากนี้ครูควรจะแนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนแนวทางในการปฏิบัติระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วจึงให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
5. ในการทำกิจกรรมกลุ่มให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนนั้นๆ และอยู่ในดุลพินิจของครู ให้คละนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยสมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่หัวหน้ากลุ่ม รองหัวหน้า กรรมการ และเลขานุการ และเปลี่ยนแปลงหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มในชั่วโมงถัดไป
6. ครูใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ขั้น ตามขั้นตอนดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)
 - ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
 - ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)
 - ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)
 - ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)
 - ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)
 - ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)
7. ขณะที่นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดนี้ ครูต้องสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อประเมินนักเรียนรายบุคคลและกลุ่ม



8. ขณะนักเรียนทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจ ซื่อสัตย์ มีความรับผิดชอบ และร่วมมือกันทำงานภายในกลุ่ม จึงจะทำให้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นี้เกิดประโยชน์สูงสุด

9. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครบถ้วนให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนว่ามีความก้าวหน้ามากเพียงใด

10. หากนักเรียนบางคนเรียนไม่ทันในบทเรียน ครูควรให้คำแนะนำ มอบหมายให้ศึกษาเพิ่มเติมเวลาว่างหรือในคาบเสริม





คำแนะนำการใช้งานสำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดนี้ เป็น ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

1. รับฟังคำแนะนำจากครูเกี่ยวกับการใช้งานและศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เข้าใจก่อน
2. ศึกษาคำชี้แจง และคำแนะนำการใช้งานสำหรับนักเรียนให้เข้าใจอย่างละเอียด และรอบคอบก่อนดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้
3. ศึกษาขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแนวทางในการปฏิบัติตนอย่างถูกต้องระหว่างการทำเนิกรการเรียนรู้
4. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนประจำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
5. การทำกิจกรรมกลุ่มให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนนั้นๆ และอยู่ในดุลพินิจของครู ให้คณะนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยสมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่ หัวหน้ากลุ่ม รองหัวหน้า กรรมการ และเลขานุการ และเปลี่ยนแปลงหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มในชั่วโมงถัดไป
6. ครูใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น ตามขั้นตอนดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)
 - ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
 - ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)
 - ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)
 - ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)
 - ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)
 - ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)
7. ขณะที่นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดนี้ หากพบคำชี้แจง หรือข้อคำถามใดๆ ในแต่ละใบกิจกรรมให้อ่าน ศึกษาเนื้อหา และทำความเข้าใจให้ดีตั้งแต่หน้าแรกจนถึงหน้าสุดท้ายตามลำดับ
8. ส่งผลการทำใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชุดนี้ เพื่อให้ครูตรวจและบันทึกผล



9. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครบถ้วนแล้ว จัดเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย จากนั้นให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนว่ามีความก้าวหน้ามากเพียงใด

10. หากนักเรียนบางคนเรียนไม่ทันในบทเรียน ครูควรให้คำแนะนำ มอบหมายให้ศึกษาเพิ่มเติมเวลาว่างหรือในคาบเสริม

บทบาทของนักเรียน



ครูแจ้งให้นักเรียนทราบถึงบทบาทของนักเรียน ดังต่อไปนี้

1. อ่านคำสั่งและปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างละเอียด
2. พยายามทำกิจกรรมต่างๆ จนสุดความสามารถ
3. มีความมุ่งมั่น เพียรพยายามในการทำกิจกรรม ไม่ชวนเพื่อนพูดคุยออกนอกเรื่อง
4. หลังจากปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้ว จัดเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย





แผนผังแสดงขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม
รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย อภิปรายและวิเคราะห์สภาพปัญหาเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล ความน่าจะเป็นและกฎแห่งการแยก กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ การผสมเพื่อทดสอบและลักษณะทางพันธุกรรมที่นอกเหนือกฎของเมนเดล

สาระสำคัญ / แนวคิด

มีทฤษฎียืนยันว่ายีนน่าจะอยู่ที่โครโมโซม ยีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อและแม่ และสามารถถ่ายทอดไปยังลูกได้โดยผ่านทางโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ โดยกระบวนการสืบพันธุ์

สาระการเรียนรู้

1. การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
2. ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ความรู้ ความเข้าใจ (K)

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมได้
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม

ทักษะกระบวนการ (P)

1. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้
2. มีการคิดวิเคราะห์ และการให้เหตุผล

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีความสนใจ และตั้งใจเรียน มีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน มีความตรงต่อเวลา ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม
2. มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์



ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (ELICITATION PHASE)

Per Test

Keywords

สเปิร์ม เซลล์ไข่ ไซโกต

กิจกรรมตรวจสอบความรู้เดิม

เป็นกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ เพื่อทบทวนความรู้เดิม และกระตุ้นสมองของนักเรียน
ให้เกิดความสนใจใฝ่รู้ ด้วยการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
2. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
3. ตรวจแบบทดสอบและบันทึกคะแนนลงในตารางบันทึกคะแนน



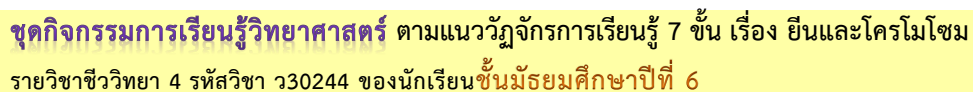
แบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะใดที่นิวเคลียสแบ่งจากหนึ่งเซลล์เป็นสองเซลล์
 - ก. โพรเฟส
 - ข. เทโลเฟส
 - ค. แอแนเฟส
 - ง. เมทาเฟส
- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะได้ผลที่เกิดขึ้นอย่างไร
 - ก. ยีนครึ่งหนึ่งจะมาจากแม่และอีกครึ่งหนึ่งมาจากพ่อ
 - ข. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น
 - ค. โครโมโซมมีการเข้าคู่กัน และต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์
 - ง. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น
- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะได้ผลที่เกิดขึ้นอย่างไร
 - ก. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น
 - ข. การรวมกันระหว่างชุดโครโมโซมจากเซลล์ไข่และสเปิร์มจะเป็นไปอย่างสุ่ม
 - ค. โครโมโซมมีการเข้าคู่กัน และต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์
 - ง. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น
- นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ายีนจากพ่อแม่นำจะมีการส่งถ่ายสู่ลูกด้วยกระบวนการในข้อใด
 - ก. กระบวนการสืบพันธุ์
 - ข. กระบวนการถ่ายทอดยีน
 - ค. กระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ
 - ง. กระบวนการถ่ายทอดโครโมโซม
- เซลล์แฮพลอยด์ มีความหมายตรงกับข้อใด
 - ก. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นสองเท่าของเซลล์เริ่มต้น
 - ข. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น
 - ค. โครโมโซมมีการเข้าคู่กัน และต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์
 - ง. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น



รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

6. ใครเป็นผู้เสนอทฤษฎีว่าด้วยโครโมโซมเป็นแหล่งพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- ก. เฟรเดริก มิเชอร์
ข. เฟรเดอริก กริฟฟิท
ค. โรเบิร์ต ฟอยล์แกน
ง. วอลเตอร์ ซัตตัน
7. หน่วยพันธุกรรมตามความคิดของเมนเดล มีพฤติกรรมการถ่ายทอดสอดคล้องกับพฤติกรรมของสิ่งใด
- ก. ยีน
ข. โครโมโซม
ค. นิวเคลียส
ง. เซลล์สืบพันธุ์
8. จากทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ยีนน่าจะเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม เพราะมีเหตุการณ์หลายอย่างที่ยีนและโครโมโซมสอดคล้องกัน ยกเว้นข้อใด
- ก. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมมี 2 ชุด
ข. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
ค. ขณะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ยีนและโครโมโซมจะรวมตัวกันเป็นเซลล์ลูก
ง. ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตมีโครโมโซมจากแม่และพ่อคนละครึ่ง ยีนครึ่งหนึ่งมาจากแม่ และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อเช่นกัน
9. เพราะเหตุใดเราจึงมีลักษณะเหมือนพ่อและแม่
- ก. เพราะยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมมี 2 ชุด
ข. เพราะยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
ค. เพราะโครโมโซมครึ่งหนึ่งมาจากแม่และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อ
ง. เพราะทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตมีโครโมโซมจากแม่และพ่อคนละครึ่ง
10. สุนัขตัวผู้และตัวเมียที่ตัดหางแล้วนำมาผสมพันธุ์กัน ลูกที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร
- ก. มีหางเฉพาะตัวผู้
ข. มีหางเฉพาะตัวเมีย
ค. มีหางทั้งตัวผู้และตัวเมีย
ง. ไม่มีหางทั้งตัวผู้และตัวเมีย



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ-สกุลชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

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



ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (ENGAGEMENT PHASE)

กิจกรรมกระตุ้นสมอง

เป็นกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ เพื่อสร้างความสนใจและกระตุ้นสมองของนักเรียน
ให้เกิดความสนใจใฝ่รู้ ด้วยการเล่นเกมตามหาคู่ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้
โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4
รหัสวิชา ว30244 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

คำชี้แจง

1. นักเรียนทำใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1 เกมตามหาคู่
2. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
3. ตรวจสอบบันทึกคะแนนลงในตารางบันทึกคะแนน

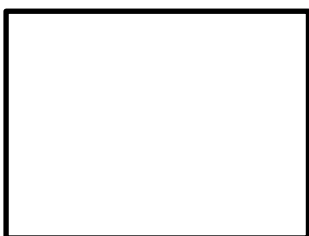


ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1

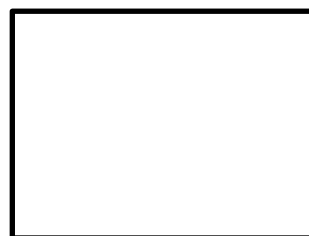
ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการแข่งขันเล่นเกมตามหาคู่ จากภาพสิ่งมีชีวิตที่น่าจะเป็นเผ่าพันธุ์เดียวกัน
หรือเป็นครอบครัวเดียวกัน โดยนำภาพแต่ละคู่มาติดลงในกรอบที่กำหนดไว้



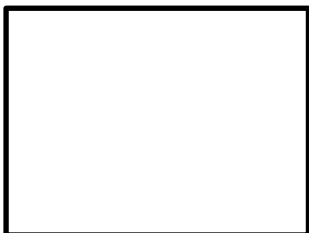
คู่กับ



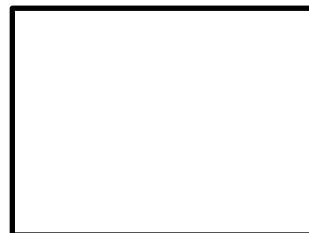
คู่กับ



คู่กับ



คู่กับ





คู่กับ

คู่กับ

คู่กับ










คู่กับ

คู่กับ

คู่กับ



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม
รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

 <p><u>บัตรภาพที่ 1</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 2</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 3</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 4</u></p>
 <p><u>บัตรภาพที่ 5</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 6</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 7</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 8</u></p>
 <p><u>บัตรภาพที่ 9</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 10</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 11</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 12</u></p>
 <p><u>บัตรภาพที่ 13</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 14</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 15</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 16</u></p>
 <p><u>บัตรภาพที่ 17</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 18</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 19</u></p>	 <p><u>บัตรภาพที่ 20</u></p>



การอภิปรายท้ายใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1

1. นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการตัดสินใจว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละคู่เป็นเผ่าพันธุ์หรือเป็นครอบครัวเดียวกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลานเรียกว่าอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ลักษณะที่ถูกถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นนั้น ถูกถ่ายทอดมาได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....



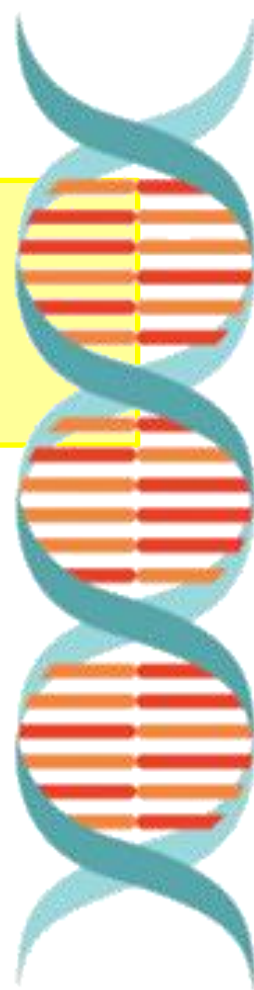
ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (EXPLORATION PHASE)

กิจกรรมประลองปัญญา

เป็นกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ เพื่อนักเรียนทำการสำรวจ ค้นหาและทำความเข้าใจ
ศึกษาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน
กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล สารสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ
จากใบความรู้ ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

คำชี้แจง

1. นักเรียนศึกษาใบความรู้
2. นักเรียนวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน
กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล





ใบความรู้ที่ 1

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

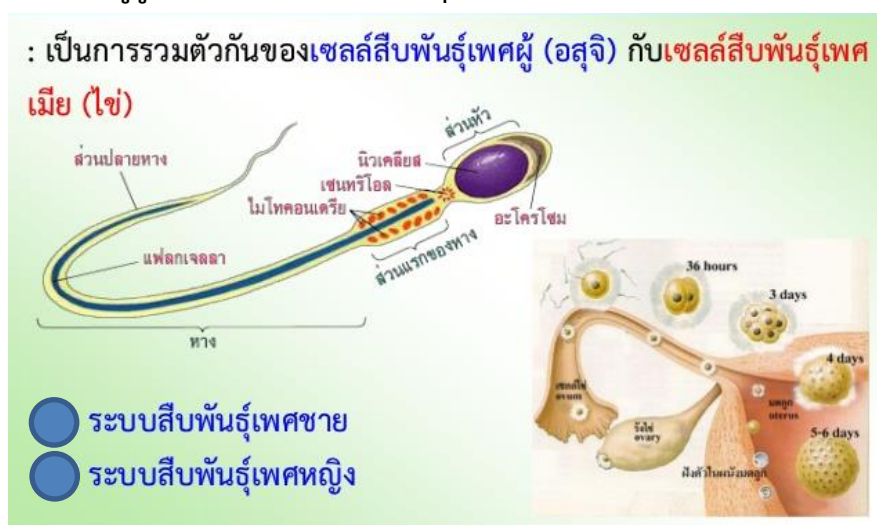
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เซลล์ทุกเซลล์ในสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนคงที่และเท่ากันเสมอ โครโมโซมของโพคาริโอตและยูคาริโอตมีลักษณะที่แตกต่างกัน

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจะมีหน่วยควบคุมลักษณะ (genetic unit) ควบคุมสิ่งมีชีวิตให้มีรูปร่าง และลักษณะเป็นไปตามเผ่าพันธุ์ของพ่อแม่ เรียกว่า ยีน (gene) ดังนั้น ยีน จึงทำหน้าที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ จากบรรพบุรุษไปสู่รุ่นหลาน

ลักษณะต่างๆ ที่ถ่ายทอดไปนั้นพบว่าบางลักษณะปรากฏในรุ่นลูก เรียกว่า ลักษณะเด่น (dominant trait) แต่บางลักษณะไม่ปรากฏในรุ่นลูก แต่อาจจะปรากฏในรุ่นหลาน หรือเหลนก็ได้ เรียกว่า ลักษณะด้อย (recessive trait) จึงมีผลทำให้เกิดความแตกต่างกันของลักษณะทางพันธุกรรม ทำให้สิ่งมีชีวิต เกิดความหลากหลาย แต่การสะสมลักษณะทางพันธุกรรมจำนวนมากทำให้เกิดสปีชีส์ต่างๆ และสามารถดำรงเผ่าพันธุ์ไว้ได้จนถึงปัจจุบันสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่แต่ละชนิด ประกอบด้วยเพศที่แตกต่างกัน คือ เพศผู้และเพศเมีย ในกระบวนการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตรุ่นใหม่เกิดขึ้น เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ สเปิร์ม (sperm) และเซลล์สืบพันธุ์เมีย คือ ไข่ (egg) ดังภาพที่ 1 ได้เป็นไซโกต (Zygoth) ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาต่อไป ดังนั้น ยีน จากพ่อและแม่น่าจะมีการส่งถ่ายสู่ลูกด้วยกระบวนการสืบพันธุ์ ดังกล่าว



ภาพที่ 1 โครงสร้างของเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (egg) และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (sperm)
ที่มา : <https://www.slideshare.net/seksan082/reproductive-system-51105329>

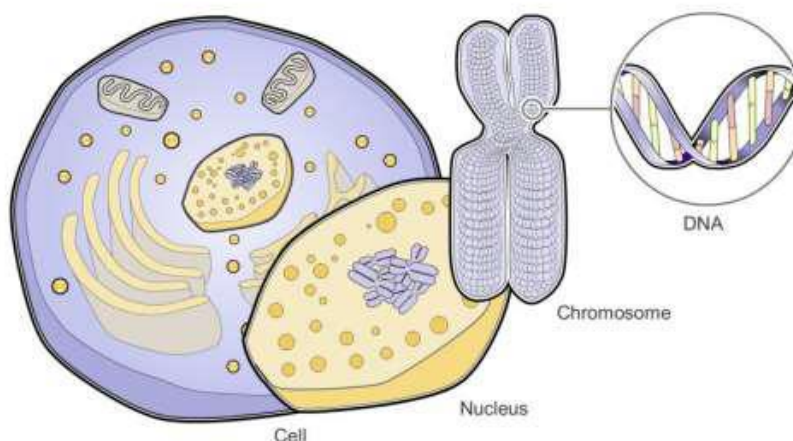


การศึกษาเซลล์สืบพันธุ์

ทำให้ทราบว่าตำแหน่งของยีน เนื่องจากส่วนหัวของสเปิร์มเป็นที่อยู่ของนิวเคลียส ส่วนไข่มีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มมาก เมื่อเกิดการผสมกับส่วนหัวของสเปิร์มเท่านั้น ที่เข้าผสมกับไข่ส่วนหางไม่ได้ผสมด้วย ดังนั้น นิวเคลียสของสเปิร์ม จึงเป็นตัวนำลักษณะต่างๆ จากพ่อไปยังลูก ยีน จึงต้องอยู่ในนิวเคลียสอย่างแน่นอน

การค้นพบโครโมโซม (chromosome)

ในปี พ.ศ. 2423 มีการค้นพบสีย้อมนิวเคลียส จึงพบว่าในนิวเคลียส มีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเส้นเรียกว่า โครโมโซม (chromosome) ดังภาพที่ 2 สีย้อมดังกล่าวทำให้ให้นักวิทยาศาสตร์สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์ได้



ภาพที่ 2 ตำแหน่งที่อยู่ของโครโมโซม

ที่มา : <https://www.yourgenome.org/video/from-dna-to-protein-flash>

การแบ่งเซลล์ (cell division)

การแบ่งเซลล์ (cell division) เป็นกระบวนการสืบพันธุ์ เจริญเติบโต และซ่อมแซม เนื่องจากทั้งสามกระบวนการนี้ล้วนอาศัยการเพิ่มจำนวนเซลล์ ผลของการแบ่งเซลล์ทำให้เซลล์มีขนาดเล็กลง แต่มีจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นเจริญเติบโตขึ้น การแบ่งเซลล์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การแบ่งนิวเคลียส (karyokinesis) และการแบ่งไซโทพลาซึม (cytokinesis) การแบ่งนิวเคลียส แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส (mitosis)
2. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis)





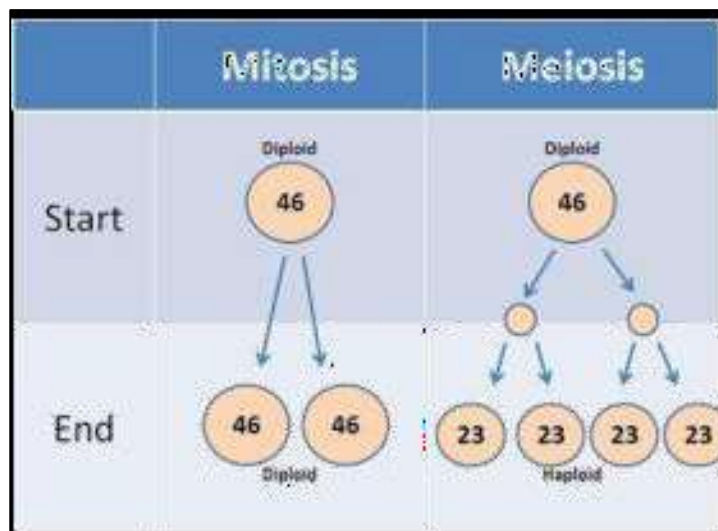
ใบความรู้ที่ 2

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส

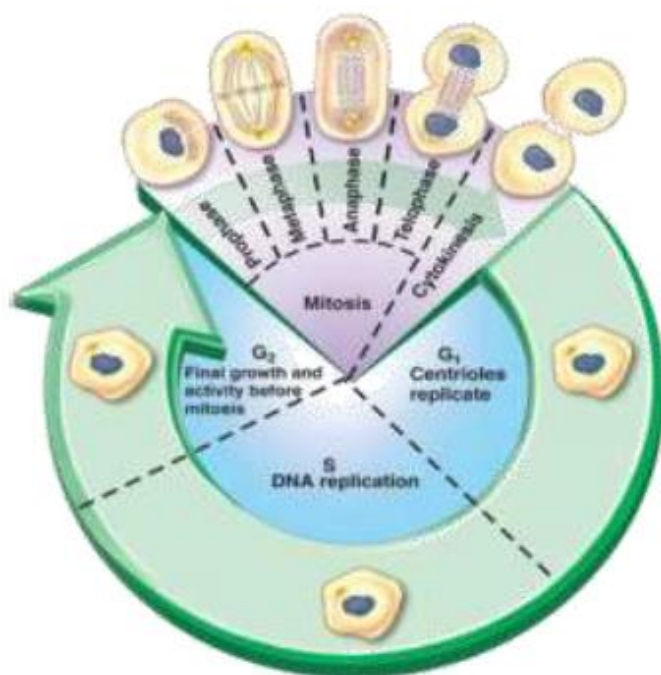
สำหรับการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส (mitosis) เรียกการแบ่งเซลล์แบบนี้ว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งพบว่า กระบวนการนี้เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจะมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น เรียกว่า เซลล์ดิพลอยด์ (diploid cell) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=bRcjB11hDCU>

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์บางชนิดในสิ่งมีชีวิตทั่วไปการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะเกิดขึ้นที่เซลล์ร่างกาย (somatic cell) ทำให้จำนวนเซลล์ของร่างกายมีจำนวนมากขึ้น สิ่งมีชีวิตนั้นๆ จึงเจริญเติบโต ในการแบ่งเซลล์ เซลล์ต้องมีการเตรียมความพร้อมและมีกระบวนการแบ่งเซลล์จนเสร็จสิ้น ซึ่งเป็นวัฏจักร เรียกว่า วัฏจักรของเซลล์ (cell cycle) โดย 1 วัฏจักรเซลล์ประกอบด้วยระยะอินเตอร์เฟส (interphase) เอ็มเฟส (M phase) และไซโทไคเนซิส (cytokinesis) โดยทั่วไป 1 วัฏจักรของเซลล์ ใช้เวลาประมาณ 20 ชั่วโมง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 วิถีจักรของเซลล์ (cell cycle)

ที่มา : <https://www.tes.com/lessons/qB8d3mZcRSq3BA/cell-cyclejohnston>

ระยะของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

1. ระยะอินเตอร์เฟส (interphase) เป็นระยะที่กิจกรรมต่างๆของเซลล์เกิดขึ้นสูง เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า metabolic stage มีการสร้างส่วนประกอบต่างๆของเซลล์เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการแบ่งตัว ใช้เวลา 90% ของชีวิตเซลล์ แบ่งออกเป็น 3 ระยะย่อย คือ

1.1 ระยะจี 1 (G1 phase) เป็นระยะที่เซลล์มีการสร้าง RNA และโปรตีน

1.2 ระยะเอส (S phase) เป็นระยะที่มีการสร้าง DNA RNA และโปรตีนมากที่สุด

1.3 ระยะจี 2 (G2 phase) เป็นระยะที่หยุดการสร้าง DNA แต่ยังคงมีการสร้าง RNA และโปรตีนอยู่ แต่น้อยกว่าระยะเอส

2. ระยะไมโทซิส (M phase) แบ่งออกเป็น 4 ระยะย่อย คือ

2.1 ระยะโพรเฟส (prophase) ระยะนี้ในนิวเคลียส สารพันธุกรรมจะเริ่มพันเป็นเกลียวแล้วหดตัว กันแน่นจนเป็นแท่งชัดเจนขึ้น เรียกว่า โครโมโซม เซนทริโอล (centriole) เคลื่อนที่ไปยังแต่ละขั้วของเซลล์ เมื่อถึงช่วงสุดท้ายของระยะนี้ จะมีการสร้างเส้นใยสปินเดิล (spindle fiber) ไปจับยังบริเวณไคเนโทคอร์ (kinetochore) ของโครโมโซมและเยื่อหุ้มนิวเคลียสสลายไป

2.2 ระยะเมตาเฟส (metaphase) โครโมโซมหดตัวสั้นลงมากและมองเห็นเป็นแท่งอย่างชัดเจนมากที่สุด โครโมโซมแต่ละแท่งจะมาเรียงตัวตรงกลางเซลล์ และเริ่มมีการแบ่งเซนโทรเมียร์ (centromere) ทำให้โครมาทิดแต่ละคู่เริ่มแยกออกจากกัน

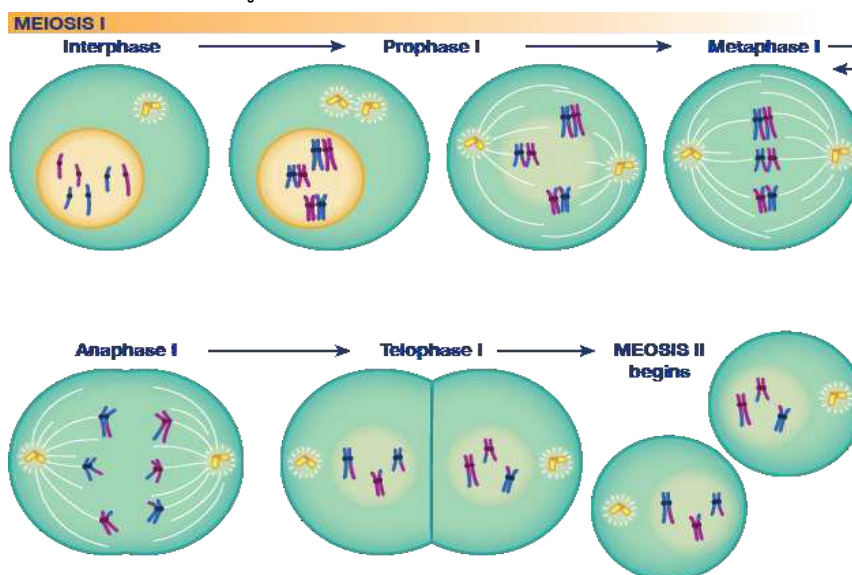


2.3 ระยะแอนาเฟส (anaphase) ซิสเตอร์ โครมาติด (sister chromatid) ของโครโมโซม แต่ละอัน ถูกดึงแยกจากกันไปยังขั้วของเซลล์ การดึงนี้ใช้พลังงาน ATP ระยะนี้สิ้นสุดเมื่อโครโมโซมทั้งหมดไปถึงขั้วของเซลล์

2.4 ระยะเทโลเฟส (telophase) เป็นระยะที่ตรงข้ามกับโปรเฟส คือโครโมโซมคลายตัวเป็นเส้นใย โครมาตินเหมือนเดิม มีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียสขึ้นอีกครั้ง ทำให้มองดูเป็น 2 นิวเคลียส

3. ระยะไซโทไคเนซิส (cytokinesis)

เมื่อมีการแบ่งนิวเคลียสเรียบร้อยแล้วจากระยะเทโลเฟส จากนั้นจึงตามมาด้วยการแบ่งไซโทพลาสซึม ในเซลล์สัตว์ไซโทพลาสซึม จะเริ่มคอดเข้าด้านในมากขึ้นเรื่อย ๆ แล้วแยกออกเป็น 2 เซลล์ ส่วนในเซลล์พืช จะมีการสะสมของสารพวกแคลเซียมบริเวณกลางเซลล์สร้างเป็นเซลล์เพลต (cell plate) ต่อมาจะมีสารต่าง ๆ มาเกาะเป็นผนังเซลล์ (cell wall) และได้เซลล์ลูก 2 เซลล์



ภาพที่ 5 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis)

ที่มา : <https://www.shmoop.com/cell-cycle/mitosis.html>

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis)

สำหรับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) เป็นการแบ่งเซลล์ที่พบในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในยูคาริโอต ซึ่งจะมีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งก่อนที่จะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส เซลล์จะอยู่ในระยะอินเตอร์เฟส ซึ่งมีการเตรียมพร้อมสำหรับการแบ่งเซลล์อยู่แล้ว โดยที่มีการจำลองตัวเองของโครโมโซมทำให้แต่ละโครโมโซมมี 2 โครมาทิด แล้วจึงเข้าสู่ไมโอซิสต่อไป

ระยะของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ระยะการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส แบ่งเป็นระยะได้ 2 ระยะ ดังนี้

1. ระยะอินเตอร์เฟส (Interphase) มีการจำลอง DNA มีการสังเคราะห์ RNA และโปรตีน เพื่อเตรียมพร้อมที่จะแบ่งเซลล์ โครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาทิด เยื่อหุ้มนิวเคลียสยังไม่สลายไป

2. ระยะแบ่งเซลล์ (cell division) แบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ



2.1 ระยะไมโอซิส I (Meiosis I) เป็นระยะที่จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งแบ่งเป็น 4 ระยะคือ

2.1.1 ระยะโพรเฟส I เป็นช่วงที่ใช้เวลาถึง 90% ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครมาตินหดตัวเข้ามาเป็นโครโมโซม โครโมโซมที่เป็นคู่กัน (homologous chromosome) มาเข้าคู่กัน ทำให้เห็นแต่ละคู่มี 4 โครมาทิด เกิดการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนระหว่างซิสเตอร์โครมาทิด ซึ่งเรียกว่า ครอสซิง โอเวอร์ (crossing over) ซึ่งทำให้เกิดการกลายพันธุ์ หรือการแปรผันทางพันธุกรรม

2.1.2 ระยะเมทาเฟส I โครโมโซมที่มี 4 โครมาทิดมาเรียงตัวที่ระนาบกลางเซลล์ มีเส้นใยสปินเดิลจับที่ไคเนโตคอร์

2.1.3 ระยะแอนาเฟส I เป็นระยะที่มีการดึงโฮโมโลกัสโครโมโซมออกจากกันเป็นระยะที่เกิดการลดจำนวนโครโมโซม

2.1.4 ระยะเทโลเฟส I และการแบ่งไซโทพลาสซึม แต่ละขั้วของเซลล์มีโครโมโซม เป็นแฮพลอยด์ (n) 2 ชุด (แต่ยังมีซิสเตอร์โครมาทิดอยู่) มีการแบ่งไซโทพลาสซึมและสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียสขึ้นใหม่

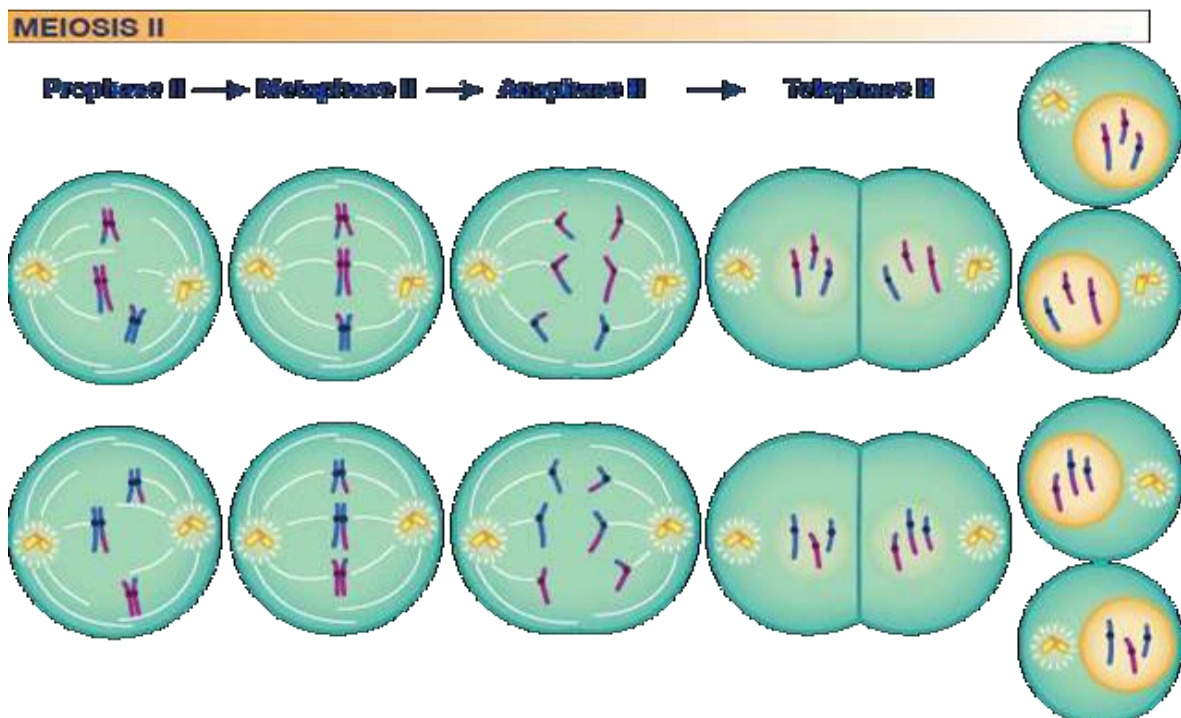
2.2 ระยะไมโอซิส II (Meiosis II)

2.2.1 ระยะโพรเฟส II เป็นระยะที่สร้างเส้นใยสปินเดิลเพื่อดึงซิสเตอร์โครมาทิดออกจากกัน

2.2.2 ระยะเมทาเฟส II ซิสเตอร์โครมาทิดเรียงอยู่กึ่งกลางเซลล์

2.2.3 ระยะแอนาเฟส II เป็นระยะที่ดึงซิสเตอร์โครมาทิดออกจากกัน

2.2.4 ระยะเทโลเฟส II และการแบ่งไซโทพลาสซึม มีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียส และแบ่งไซโทพลาสซึมตามมา ในที่สุดจะได้เซลล์ลูก 4 เซลล์ ซึ่งมีโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (n)



ภาพที่ 6 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis)

ที่มา : <https://www.shmoop.com/cell-cycle/meiosis.html>



ลักษณะสำคัญของไมโทซิสและไมโอซิส

ไมโทซิส	ไมโอซิส
<ol style="list-style-type: none"> 1. จำนวนโครโมโซมหลังการแบ่งยังเท่าเดิม 2. กระบวนการแบ่งเซลล์มีเพียงขั้นตอนเดียว โดยมีการจำลองตัวเองของโครโมโซมแล้วแยกไปยังขั้วทั้งสองแล้วแบ่งไซโทพลาซึมได้เป็น 2 เซลล์ 3. โครโมโซมไม่มีการเข้าคู่กัน (synapsis) ไม่มีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของฮอมอโลกัสโครโมโซม 4. องค์ประกอบทางพันธุกรรมและโครโมโซมของเซลล์ใหม่ทั้ง 2 เซลล์จะเหมือนกัน 5. จำนวนโครโมโซมในเซลล์ทั้งสองจะเท่ากับเซลล์เดิม 6. เซลล์ใหม่ที่ได้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้อีก 7. โดยปกติจะเกิดที่เซลล์ร่างกายของสัตว์และเนื้อเยื่อเจริญของพืช 8. กระบวนการจะเกิดตั้งแต่ไซโกตหรือเอมบริโอไปเรื่อยๆ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. โครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งในไมโอซิส I เนื่องจากการแยกกันของฮอมอโลกัสโครโมโซมส่วนไมโอซิส II จะเป็นการแบ่งแบบไมโทซิสธรรมดา 2. กระบวนการแบ่งเซลล์มี 2 ขั้นตอน มีการแบ่งนิวเคลียสและแบ่งไซโทพลาซึมอย่างละ 2 ครั้งได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ 3. เกิดการเข้าคู่กันของฮอมอโลกัสโครโมโซมทำให้เกิด crossing over และมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซม 4. องค์ประกอบทางพันธุกรรมและโครโมโซมในเซลล์ใหม่อาจแตกต่างกันบ้าง เนื่องจากการ crossing over 5. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่จะมีเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม 6. เซลล์ใหม่ที่ได้ไม่สามารถแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้อีก แต่อาจแบ่งแบบไมซิสได้ 7. เกิดกับเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เท่านั้น 8. กระบวนการจะเกิดในพืชหรือสัตว์ที่สืบพันธุ์ได้แล้วเท่านั้น





ใบความรู้ที่ 3

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม

ผู้เสนอทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

	
ภาพที่ 7 วอลเตอร์ เอส ซัตตัน ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_Sutton	ภาพที่ 8 ทีโอดอร์ โบเพรี ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Theodor_Boveri

ในปี พ.ศ. 2445 นักชีววิทยา 2 ท่าน คือ วอลเตอร์ ซัตตัน (Walter Sutton) ชาวอเมริกัน ร่วมกับ ทีโอดอร์ โบเพรี (Theodor Boveri) ชาวเยอรมนี ได้เสนอ ทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (chromosome theory of inheritance) โดยเสนอว่า หน่วยพันธุกรรมที่เมนเดลค้นพบอยู่บนโครโมโซม โดยวอลเตอร์ ซัตตัน ได้ศึกษาอณูของตักแตนและพบว่าเซลล์ภายในอณูของตักแตน เมื่อแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะมีการเข้าคู่กันของโครโมโซมและแยกออกจากกันไปอยู่ต่างเซลล์เหมือนเดิม การแยกของยีนที่เป็นแอลลีลกัน ซึ่งเป็นไปตามกฎการแยกตัว (law of segregation) จึงสรุปได้ว่า ยีนอยู่บนโครโมโซม

ลักษณะบางประการที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกัน ได้แก่

1. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมก็มี 2 ชุด
2. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
3. ขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมมีการเข้าคู่กันและต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์ ซึ่งลักษณะเดียวกันนี้ก็เกิดขึ้นได้กับยีน โดยมีการแยกตัวของแอลลีลทั้งสองไปยังเซลล์สืบพันธุ์

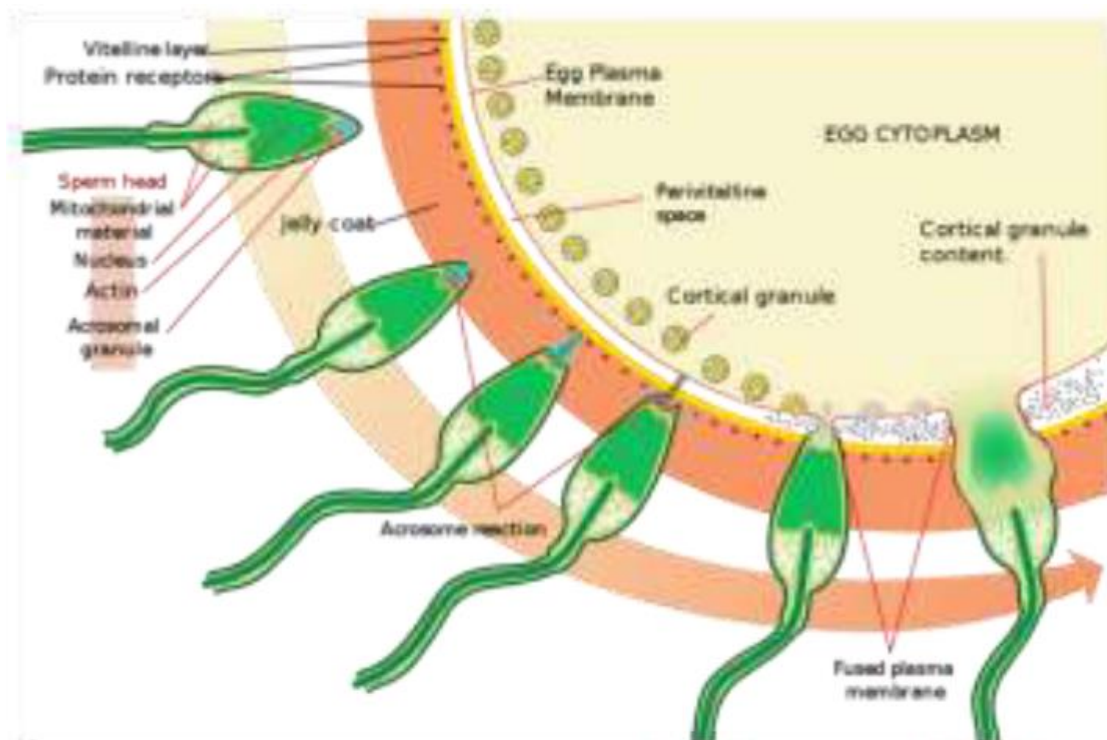


4. การแยกตัวของโครโมโซมที่เป็นคู่กันไปยังขั้วเซลล์ ขณะที่มีการแบ่งเซลล์ แต่ละคู่กันดำเนินไปอย่างอิสระเช่นเดียวกับการแยกตัวของแอลลีลไปยังเซลล์สืบพันธุ์
5. ขณะเกิดการสืบพันธุ์ การรวมตัวกันของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกตเป็นไปอย่างสุ่มทำให้การรวมตัวกันระหว่างชุดโครโมโซมจากเซลล์ไข่และสเปิร์มเป็นไปอย่างสุ่มด้วย ซึ่งเหมือนกับการที่ชุดของแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ เมื่อมีการสืบพันธุ์ก็เป็นไปอย่างสุ่มเช่นกัน
6. ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตจะมีโครโมโซมครึ่งหนึ่ง จากแม่และอีกครึ่งหนึ่งจากพ่อส่วนยีนครึ่งหนึ่งก็มาจากแม่ และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อเช่นกัน ทำให้ลูกที่เกิดมาจึงมีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่

ลักษณะบางประการที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกัน

ประจักษ์พยานที่บอกว่ายีนอยู่ในนิวเคลียสและอยู่ที่โครโมโซม

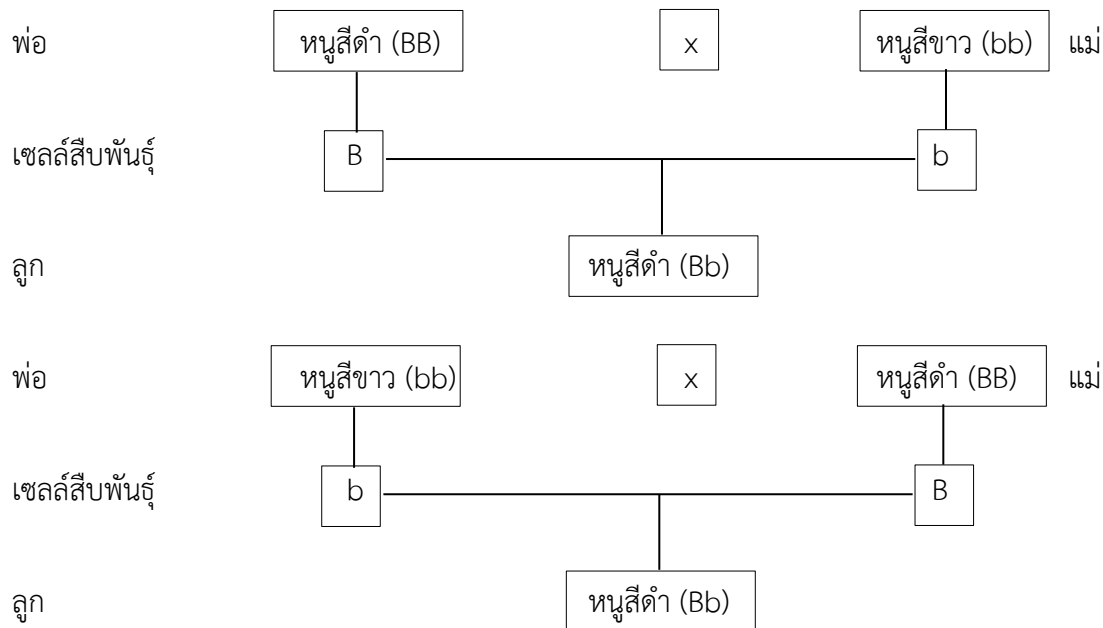
1. หลักฐานจากการศึกษาเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้ทราบว่าตำแหน่งของยีน เนื่องจากส่วนหัวของสเปิร์มเป็นที่อยู่ของนิวเคลียส ส่วนไข่มีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มมาก เมื่อมีการผสมกันส่วนหัวของสเปิร์มเท่านั้นที่เข้าผสมกับไข่ ส่วนหางไม่ได้ผสมด้วย ดังนั้น นิวเคลียสของสเปิร์ม จึงเป็นตัวนำลักษณะต่าง ๆ จากพ่อไปยังลูก ยีนจึงต้องอยู่ในนิวเคลียส



ภาพที่ 9 ภาพจำลองสเปิร์มเข้าผสมกับไข่

ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Humahttps://www.tes.com/lessons/qB8d3mZcRSq3BA/cell-cycle>

2. หลักฐานจากการผสมพันธุ์พืชและสัตว์ ผลจากการผสมหนูตะเภาพันธุ์แท้สีขาวกับหนูตะเภาพันธุ์แท้สีดำพบว่า ไม่ว่าจะใช้พันธุ์ใดเป็นพ่อหรือแม่ ลูกที่เกิดจะเป็นสีดำทั้งสิ้น



จะเห็นได้ว่า ลูกที่เกิดมาไม่ว่าพ่อหรือแม่จะเป็นสีใดจะได้ลูกที่มีสีดำ ซึ่งเป็น ลักษณะเด่นแสดงว่ายีนต้องอยู่ภายในนิวเคลียสเพราะถ้าหากยีนอยู่ในไซโทพลาซึมแล้ว ลูกที่เกิดมาต้องมีลักษณะเหมือนแม่มากกว่าเพราะเซลล์ไข่มีไซโทพลาซึมมากแต่เซลล์สเปิร์มมีไซโทพลาซึมน้อยมาก

3. หลักฐานจากการศึกษาโครโมโซม โดยพบว่าเมื่อโครโมโซมผิดปกติไป เช่น ขาดบางส่วนไปหรือมีบางส่วนเกินมาทำให้เกิดความผิดปกติได้ เช่น กลุ่มอาการครีดูชาต์ (cri - du - chat syndrome) กลุ่มอาการดาวน์ (Down's syndrome) เป็นต้น

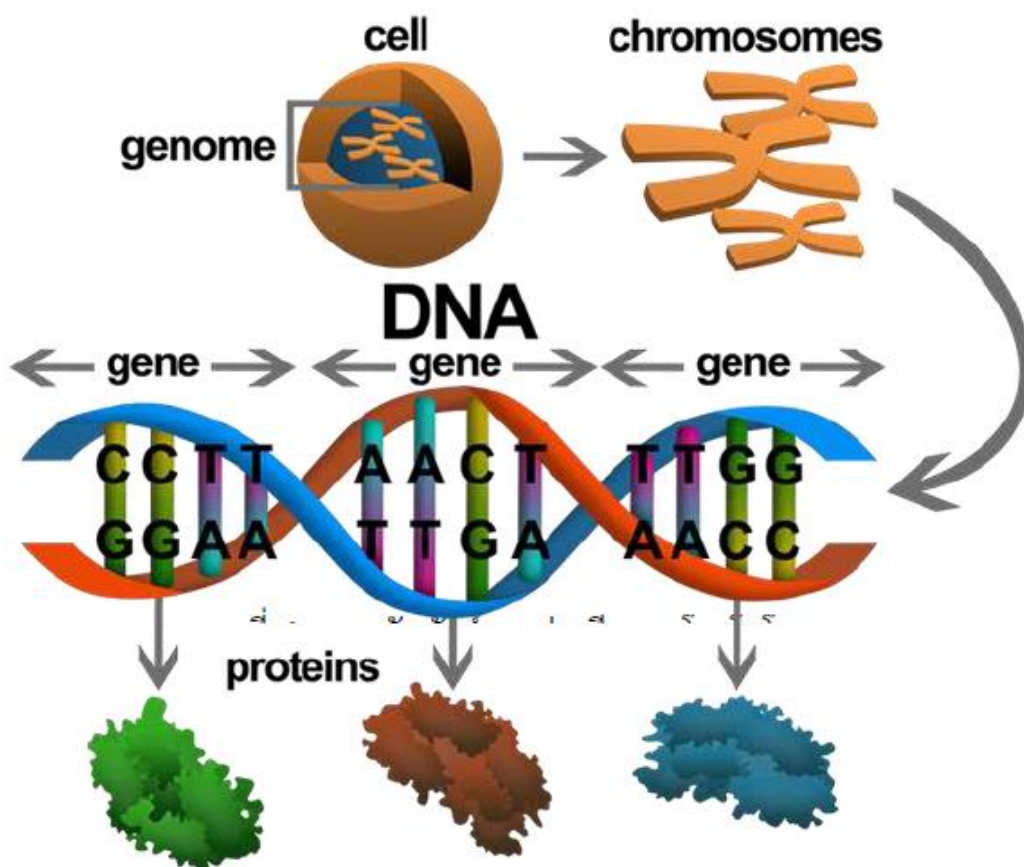
4. หลักฐานจากการแยกคู่ของยีนและของโครโมโซม เมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสฮอมอโลกัส โครโมโซมจะแยกออกจากกันและไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ต่างเซลล์กัน จึงมีโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ปกติเท่านั้น ซึ่งเหมือนกับการแยกคู่ ของยีนตามที่เมนเดลค้นพบ การแยกตัวของยีนและของโครโมโซมซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันจึงเป็นไปได้ว่ายีนอยู่บนโครโมโซมจึงแยกออกจากกันไปพร้อมๆ กับการแยกตัวของโครโมโซมที่เป็นคู่กัน (homologous chromosome)

5. หลักฐานจากการแยกคู่ของยีนและของโครโมโซม เมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ฮอมอโลกัส โครโมโซมจะแยกออกจากกันและไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ต่างเซลล์กัน จึงมีโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ปกติเท่านั้น ซึ่งเหมือนกับการแยกคู่ของยีนตามที่เมนเดลค้นพบ (Law of segregation) การแยกตัวของยีนและของโครโมโซมซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน จึงเป็นไปได้ว่า ยีนอยู่บนโครโมโซมจึงแยกออกจากกันไปพร้อมๆ กับการแยกตัวของโครโมโซมที่เป็นคู่กัน (homologous chromosome)



สรุป

1. ยีนซึ่งเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่สามารถถ่ายทอดไปยังลูกได้โดยผ่านทางโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่
2. จากการที่โครโมโซมติดสีย้อมจึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม ขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส ซึ่งจะเห็นโครโมโซมชัดเจนมากในระยะเมทาเฟส (metaphase) และเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์ตั้งต้น ส่วนเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีจำนวนลดลงเป็นครึ่งหนึ่งจากเซลล์ตั้งต้น
3. จากการศึกษาทฤษฎีถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ตามที่วอลเตอร์ ชัตตัน เสนอไว้จนทำให้ทราบว่า ยีนมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซม (DNA เป็นองค์ประกอบของโครโมโซม และยีนก็เป็นส่วนหนึ่งของ DNA ที่ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซม) ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม

ที่มา : <https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-DNA-and-genes>



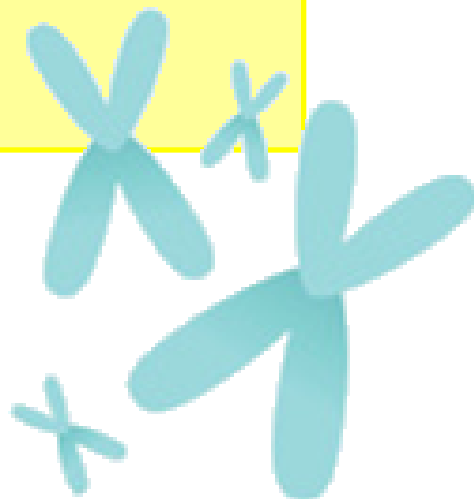
ขั้นที่ 4 อธิบาย (EXPLANATION PHASE)

กิจกรรมอธิบายปัญหา

เป็นกิจกรรมการอธิบายและลงข้อสรุป จากการที่นักเรียนได้ศึกษาใบความรู้แล้วนำข้อมูล
ข้อสารสนเทศมาวิเคราะห์ และอธิบายความรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

คำชี้แจง

1. นักเรียนทำใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
3. ตรวจสอบบันทึกคะแนนลงในตารางบันทึกคะแนน





ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส มีลักษณะอย่างไร

.....
.....

2. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีลักษณะอย่างไร

.....
.....

3. ทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เสนอว่าอย่างไร

.....
.....

4. ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพราะเหตุใดลูกที่เกิดมาจึงมีลักษณะแปรผันไปจากพ่อแม่

.....
.....

5. ขณะเกิดการสืบพันธุ์ การรวมตัวของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกตเป็นไปในรูปแบบใด

.....

ตอนที่ 2 เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียน × หน้าข้อความที่ผิด (ข้อละ 1 คะแนน)

..... 1. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะเกิดเซลล์ที่เรียกว่า เซลล์ดิพลอยด์

..... 2. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะเกิดเซลล์ที่เรียกว่า เซลล์แฮพลอยด์

..... 3. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ายีนจากพ่อแม่นำจะมีการส่งถ่ายสู่ลูกด้วยกระบวนการสืบพันธุ์

..... 4. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะแอนาเฟสนิวเคลียสจะแบ่งจากหนึ่งเซลล์เป็นสองเซลล์

..... 5. เซลล์ที่พัฒนาจากไซโกตจะมีโครโมโซมและยีนครึ่งหนึ่งมาจากแม่และครึ่งหนึ่งมาจากพ่อ



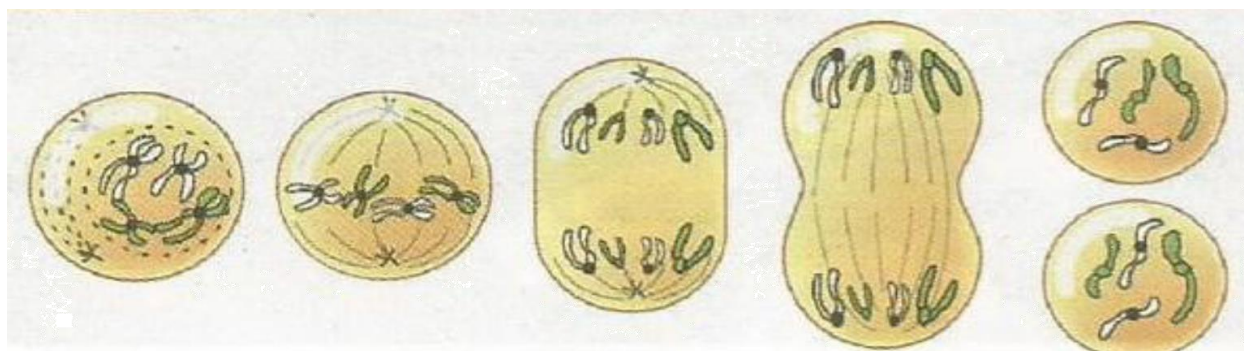
ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เติมคำลงในช่องว่าง (ข้อละ 1 คะแนน)



① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____ ⑤ _____

เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจากการแบ่งเซลล์แบบนี้ มีลักษณะอย่างไร

.....
.....

ตอนที่ 2 เติมคำลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน)

ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซม เพราะมีเหตุการณ์ที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกัน ดังนี้

1. ยีนมี ชุด และโครโมโซมก็มี
2. ยีนและโครโมโซมสามารถ
3. ขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมจะ และ

..... ซึ่งลักษณะเดียวกันนี้ก็เกิดขึ้นได้กับยีน

4. ขณะที่เกิดการสืบพันธุ์ การรวมกันของชุดโครโมโซมจากเซลล์ไข่และสเปิร์มเป็นไป

ชุดของแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อกับของแม่ เมื่อมีการสืบพันธุ์ก็จะเป็นไป

5. ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตจะมีโครโมโซม

ซึ่งยีน ทำให้ลูกที่เกิดมามีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่



ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 4

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

- ขั้นตอนที่ 1 ให้นักเรียนศึกษาการแบ่งเซลล์ในระยะต่างๆ จากแผ่นสไลด์ถาวรโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ด้วยความระมัดระวังและถูกวิธี
- ขั้นตอนที่ 2 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ภาพจากสไลด์ถาวรการแบ่งเซลล์ หมายเลขที่ 1-5 เป็นการแบ่งเซลล์ในระยะใด
- ขั้นตอนที่ 3 เขียนคำตอบให้ถูกต้องชัดเจน ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และหากเป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในระยะที่ 2 ให้ระบุด้วย ตัวอย่าง เมทาเฟส 2 (metaphase II)
- ขั้นตอนที่ 4 กำหนดเวลาในการศึกษาและตอบคำถาม 25 นาที

1. บันทึกผลการศึกษา

- ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 1 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....
.....
- ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 2 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....
.....
- ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 3 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....
.....
- ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 4 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....
.....
- ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 5 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....
.....



2. ลักษณะทางพันธุกรรมถูกถ่ายทอดผ่านกระบวนการใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. พืชและสัตว์มีการแบ่งเซลล์ที่เหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ลักษณะทางพันธุกรรมถูกควบคุมโดยสิ่งใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะเท่ากันหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....



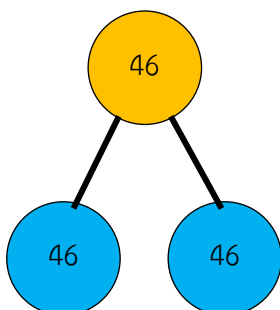
ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 5

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

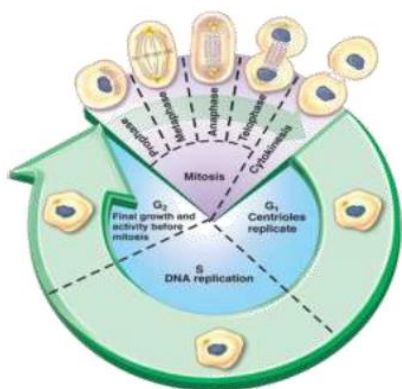
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายคำตอบ และให้เหตุผลต่อไปนี้

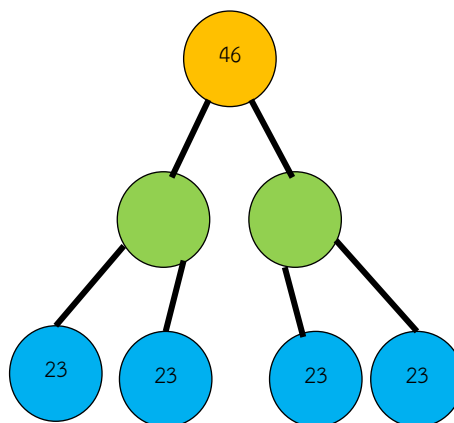
ตอนที่ 1 อธิบายตามภาพที่กำหนดต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)



ภาพ A



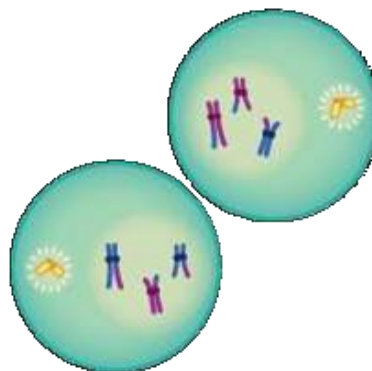
ภาพ C



ภาพ B



ภาพ D



ภาพ E

1. ภาพ A และ ภาพ B เป็นภาพเกี่ยวกับ
2. ภาพ A
3. ภาพ B
4. ภาพ D
5. ภาพ E



ตอนที่ 2 อธิบายคำตอบและให้เหตุผล (ข้อละ 1 คะแนน)

1. ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพราะเหตุใดลูกที่เกิดมาจึงมีลักษณะแปรผันไปจากพ่อแม่

.....

.....

2. โครโมโซมมีตำแหน่งอยู่ที่ใดในเซลล์และจะเห็นโครโมโซมได้ชัดเจนที่สุดเมื่อใด เพราะเหตุใด

.....

.....

3. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

4. การลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งก่อนที่จะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส เซลล์จะอยู่ในระยะใด

.....

.....

5. เพราะเหตุใดการแบ่งเซลล์ในระยะอินเตอร์เฟสจึงใช้เวลานานที่สุด

.....

.....





ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (ELABORATION PHASE)

กิจกรรมท้ายบทเรียน

เป็นกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ เพื่อนักเรียนทำกิจกรรมทบทวนและนำความรู้อภิปราย
ให้นักเรียนทำการสรุปผล และนำเสนอความรู้ที่ได้ในรูปแบบแผนภาพสรุปองค์ความรู้
ด้วยวิธีการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

คำชี้แจง

1. นักเรียนทำใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
3. ตรวจสอบและบันทึกคะแนนลงในตารางบันทึกคะแนน





ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 6

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนจับคู่คำศัพท์และคำอธิบายที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด โดยเขียนตัวอักษรที่อยู่
ด้านหน้าคำอธิบายมาใส่ลงในช่องว่างด้านหน้าคำศัพท์

คำศัพท์

-1. genetic unit
-2. dominant trait
-3. recessive trait
-4. cytokinesis
-5. karyokinesis
-6. metaphase
-7. chromosome
-8. Meiosis I
-9. meiosis
-10. S phase

คำอธิบาย

- ก. สารพันธุกรรมจะเริ่มพันเป็นเกลียวแล้วหดตัว
- ข. โครโมโซมหดตัวสั้นลงและมองเห็นแบ่งชัดเจน
- ค. จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง
- ง. จำนวนโครโมโซมหลังการแบ่งเซลล์เท่าเดิม
- จ. ลักษณะที่ปรากฏในรุ่นหลาน หรือ ลักษณะด้อย
- ฉ. ลักษณะที่ปรากฏในรุ่นลูก หรือ ลักษณะเด่น
- ช. เกิดขึ้นกับเซลล์สืบพันธุ์เท่านั้น
- ซ. สีย้อมนิวเคลียส
- ณ. หน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
- ญ. ระยะที่มีการสร้าง DNA RNA และโปรตีนมากที่สุด
- ฎ. การแบ่งไซโทพลาซึม
- ฏ. การแบ่งนิวเคลียส
- ฐ. โครโมโซม



ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 7

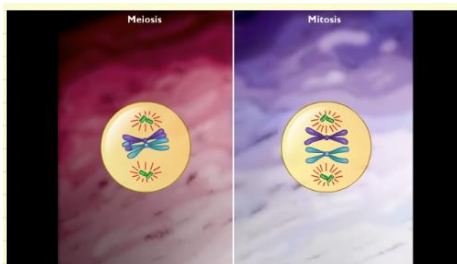
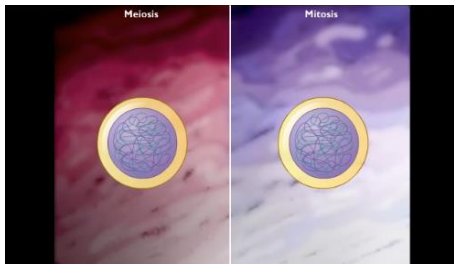
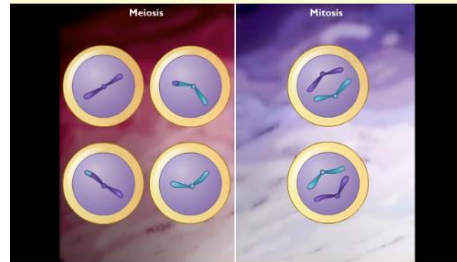
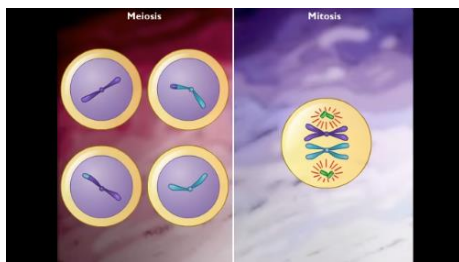
ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้

ตอนที่ 1 นักเรียนวิเคราะห์เหตุการณ์ จากภาพที่กำหนดไว้แล้วเรียงลำดับให้ถูกต้อง

สมมติฐานของวอลเตอร์ เอส ซัตตัน (Walter S. Sutton)





ตอนที่ 2 นักเรียนสืบค้นหาคำตอบต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. วอลเตอร์ ชัตตันและทีโอดอร์ โบเพรี นักชีววิทยา 2 ท่านนี้ได้เสนอทฤษฎีใด

.....

.....

.....

2. ลักษณะบางประการที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

3. เหตุใดในการปฏิสนธิ สเปิร์ม จึงสลัดหางทิ้งเมื่อเข้าผสมกับไข่

.....

.....

.....

4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ฮอมอโลกัสโครโมโซมจะแยกออกจากกันและไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ต่างเซลล์กัน จึงมีโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ปกติเท่านั้น ซึ่งเหมือนกับการแยกคู่ของสิ่งใด

.....

.....

.....

5. หากโครโมโซม มีลักษณะที่ผิดปกติ เช่น รูปร่าง ขนาด หรือ จำนวน จะให้ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตนั้นมีความผิดปกติหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม
รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 8

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนสรุปองค์ความรู้ และสร้างแผนผังความคิด (Mind map) ด้วยความคิดสร้างสรรค์



ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (EVALUATION PHASE)

Post Test

Biology

การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

กิจกรรมตรวจสอบความรู้เดิม

เป็นกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ เพื่อสรุปองค์ความรู้ ความเข้าใจทั้งหมด
โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

คำชี้แจง

1. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
2. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
3. ตรวจแบบทดสอบและบันทึกคะแนนลงในตารางบันทึกคะแนน



แบบทดสอบหลังเรียน

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ายีนจากพ่อแม่จะมีการส่งถ่ายสู่ลูกด้วยกระบวนการในข้อใด
 - ก. กระบวนการสืบพันธุ์
 - ข. กระบวนการถ่ายทอดยีน
 - ค. กระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ
 - ง. กระบวนการถ่ายทอดโครโมโซม
2. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะใดที่นิวเคลียสแบ่งจากหนึ่งเซลล์เป็นสองเซลล์
 - ก. โพรเฟส
 - ข. เทโลเฟส
 - ค. แอนาเฟส
 - ง. เมทาเฟส
3. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะได้ผลที่เกิดขึ้นอย่างไร
 - ก. ยีนครึ่งหนึ่งจะมาจากแม่และอีกครึ่งหนึ่งมาจากพ่อ
 - ข. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น
 - ค. โครโมโซมมีการเข้าคู่กัน และต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์
 - ง. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะได้ผลที่เกิดขึ้นอย่างไร
 - ก. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น
 - ข. การรวมกันระหว่างชุดโครโมโซมจากเซลล์ไข่และสเปิร์มจะเป็นไปอย่างสุ่ม
 - ค. โครโมโซมมีการเข้าคู่กัน และต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์
 - ง. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น
5. หน่วยพันธุกรรมตามความคิดของเมนเดล มีพฤติกรรมการถ่ายทอดสอดคล้องกับพฤติกรรมของสิ่งใด
 - ก. ยีน
 - ข. โครโมโซม
 - ค. นิวเคลียส
 - ง. เซลล์สืบพันธุ์



6. เซลล์แฮพลอยด์ มีความหมายตรงกับข้อใด
- ก. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นสองเท่าของเซลล์เริ่มต้น
 - ข. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น
 - ค. โครโมโซมมีการเข้าคู่กัน และต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์
 - ง. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น
7. ใครเป็นผู้เสนอทฤษฎีว่าด้วยโครโมโซมเป็นแหล่งพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- ก. เฟร德里ช มิเชอร์
 - ข. เพเรเดอริก กริฟฟิท
 - ค. โรเบิร์ต ฟอยล์แกน
 - ง. วอลเตอร์ ชัตตัน
8. สุนัขตัวผู้และตัวเมียที่ตัดหางแล้วนำมาผสมพันธุ์กัน ลูกที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร
- ก. มีหางเฉพาะตัวผู้
 - ข. มีหางเฉพาะตัวเมีย
 - ค. มีหางทั้งตัวผู้และตัวเมีย
 - ง. ไม่มีหางทั้งตัวผู้และตัวเมีย
9. จากทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ยีนน่าจะเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม เพราะมีเหตุการณ์หลายอย่างที่ยีนและโครโมโซมสอดคล้องกัน ยกเว้นข้อใด
- ก. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมมี 2 ชุด
 - ข. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
 - ค. ขณะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ยีนและโครโมโซมจะรวมตัวกันเป็นเซลล์ลูก
 - ง. ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตมีโครโมโซมจากแม่และพ่อคนละครึ่ง ยีนครึ่งหนึ่งมาจากแม่และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อเช่นกัน
10. เพราะเหตุใดเราจึงมีลักษณะเหมือนพ่อและแม่
- ก. เพราะยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมมี 2 ชุด
 - ข. เพราะยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
 - ค. เพราะโครโมโซมครึ่งหนึ่งมาจากแม่และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อ
 - ง. เพราะทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตมีโครโมโซมจากแม่และพ่อคนละครึ่ง



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ-สกุลชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

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



ชั้นที่ 7 ขั้่นนาความรู้ไปใช้ (EXTENTION PHASE)

Biology

การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

กิจกรรมตรวจสอบความรู้เดิม

เป็นกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจทั้งหมดไปปรับใช้ในกิจกรรม
โดยการให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ หรือเหตุการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

คำชี้แจง

1. นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ หรือเหตุการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้
2. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
3. ตรวจสอบและบันทึกคะแนนลงในตารางบันทึกคะแนน



ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 9

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการแข่งขันวิเคราะห์สถานการณ์ หรือเหตุการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

นักเรียนคนหนึ่งได้อธิบายการสรุปความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ดังนี้

1. ยีนอยู่ในโครโมโซมประกอบด้วย DNA โปรตีน ทั้งหมดเรียกว่าจีโนมอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ยูคาริโอต
 2. สิ่งมีชีวิตมีลักษณะเฉพาะ ซึ่งถูกควบคุมโดยรหัสพันธุกรรมที่อยู่ในโครโมโซม สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมคงที่ในชนิดเดียวกัน และจำนวนแตกต่างกันในสิ่งมีชีวิตคนละชนิด
 3. ยีนคือหน่วยที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยสารพันธุกรรม DNA หรือ RNA (virus)
 4. โครโมโซมภายในเซลล์ร่างกายแบ่งเป็นออโตโซมและโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม บางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนบนโครโมโซมเพศซึ่งส่วนมากเป็นยีนบนโครโมโซม X
 5. เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนบนโครโมโซมเดียวกันที่อยู่ใกล้กันมักจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่การเกิดครอสซิงโอเวอร์ ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส อาจทำให้ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน แยกจากกันได้ ส่งผลให้รูปแบบของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้แตกต่างไปจากกรณีที่ไม่เกิดครอสซิงโอเวอร์
- นักเรียนคิดว่าข้อสรุปความรู้ ดังกล่าวนี้ มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 9

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้

ตอนที่ 1 นักเรียนสืบค้นแหล่งข้อมูลในการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม แบบสื่อออนไลน์ 5 แหล่ง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 นักเรียนสืบค้นแหล่งข้อมูลในการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม แบบหนังสือ 5 เล่ม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551**. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์
การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2552). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551**. กรุงเทพฯ :
ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2552). **แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2551**. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ตรีทิพย์ รัตนวรชัย. (2552). **อนุพันธุศาสตร์เบื้องต้น มหัศจรรย์ของดีเอ็นเอ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. (2541). **พันธุศาสตร์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มรกต ภูสีน้ำ, สกาวเดือน พลรักษ์, ปติตตา เหล่าหาโคตร. (2557). **หนังสือเสริมสร้างศักยภาพและทักษะ
รายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 4**. กรุงเทพฯ : บจก.อักษรเจริญทัศน์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). **คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- _____. (2552). **เอกสารสำหรับผู้ประกอบการอบรม ชีววิทยา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรที่ 3,
2552**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- _____. (2554). **คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 5
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- _____. (2557). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่
ที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สมาน แก้วไวยุทธ. (2552). **คู่มือเตรียมสอบ ชีววิทยา ม.4-5-6**. กรุงเทพฯ: โอเอ็ดพับลิชชิง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง ยีนและโครโมโซม
รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคผนวก



เฉลยใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 1

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการแข่งขันเล่นเกมตามหาคู่ จากภาพสิ่งมีชีวิตที่น่าจะเป็นเผ่าพันธุ์เดียวกัน
หรือเป็นครอบครัวเดียวกัน โดยนำภาพแต่ละคู่มาติดลงในกรอบที่กำหนดไว้

ภาพที่ 1 คู่กับ ภาพที่ 11

ภาพที่ 3 คู่กับ ภาพที่ 9

ภาพที่ 5 คู่กับ ภาพที่ 19

ภาพที่ 7 คู่กับ ภาพที่ 17

ภาพที่ 14 คู่กับ ภาพที่ 15

ภาพที่ 2 คู่กับ ภาพที่ 16

ภาพที่ 4 คู่กับ ภาพที่ 18

ภาพที่ 6 คู่กับ ภาพที่ 13

ภาพที่ 8 คู่กับ ภาพที่ 10

ภาพที่ 12 คู่กับ ภาพที่ 20

1. นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการตัดสินใจว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละคู่เป็นเผ่าพันธุ์หรือเป็นครอบครัวเดียวกัน

รูปร่าง และลักษณะ

2. ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูกหลานเรียกว่าอะไร

ยีนและโครโมโซม

3. ลักษณะที่ถูกถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นนั้น ถูกถ่ายทอดมาได้อย่างไร

การสืบพันธุ์



เฉลยใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 2

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส มีลักษณะอย่างไร
เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น
2. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีลักษณะอย่างไร
เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น
3. ทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เสนอว่าอย่างไร
ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซม เพราะมีเหตุการณ์หลายอย่างที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกัน
4. ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพราะเหตุใดลูกที่เกิดมาจึงมีลักษณะแปรผันไปจากพ่อแม่
เพราะยีนครึ่งหนึ่งมาจากแม่ และยีนอีกครึ่งหนึ่งมาจากพ่อ
5. ขณะเกิดการสืบพันธุ์ การรวมตัวของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกตเป็นไปในรูปแบบใด
เป็นไปในรูปแบบสุ่ม

ตอนที่ 2 เขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียน × หน้าข้อความที่ผิด (ข้อละ 1 คะแนน)

-×.... 1. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะเกิดเซลล์ที่เรียกว่า เซลล์ดิพลอยด์
-×.... 2. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะเกิดเซลล์ที่เรียกว่า เซลล์แฮพลอยด์
-✓.... 3. นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ายีนจากพ่อแม่น่าจะมีการส่งถ่ายสู่ลูกด้วยกระบวนการสืบพันธุ์
-×.... 4. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะแอนาเฟสนิวเคลียสจะแบ่งจากหนึ่งเซลล์เป็นสองเซลล์
-✓.... 5. เซลล์ที่พัฒนาจากไซโกตจะมีโครโมโซมและยีนครึ่งหนึ่งมาจากแม่และครึ่งหนึ่งมาจากพ่อ



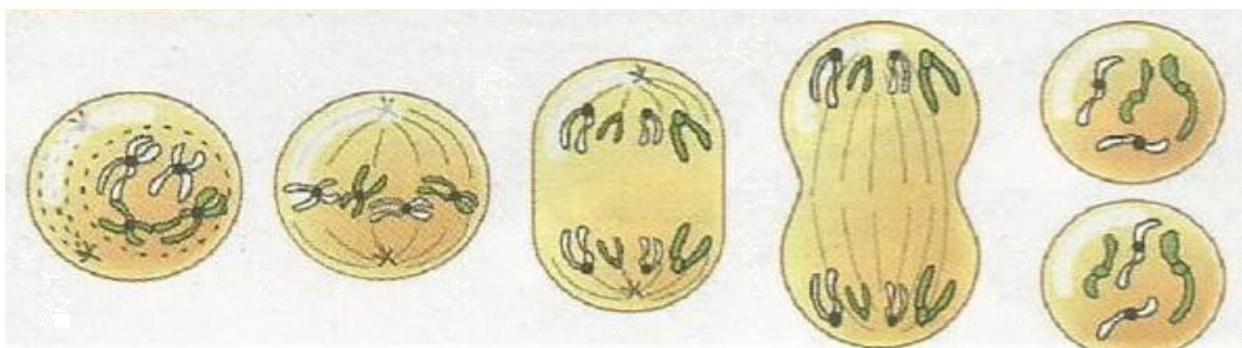
เฉลยใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 3

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนววิถีการเรียนรู้ 7 ชั้น
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เติมคำลงในช่องว่าง (ข้อละ 1 คะแนน)



① โพรเฟส ② เมทาเฟส ③ แอแนเฟส ④ เทโลเฟส ⑤ เทโลเฟส

เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจากการแบ่งเซลล์แบบนี้ มีลักษณะอย่างไร

เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น

ตอนที่ 2 เติมคำลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน)

ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซม เพราะมีเหตุการณ์ที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกัน ดังนี้

1. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมก็มี 2 ชุด
2. ยีนและโครโมโซมสามารถ ถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
3. ขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมจะ มีการเข้าคู่กัน และ ต่างแยกกันไปยัง

เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์ ซึ่งลักษณะเดียวกันนี้ก็เกิดขึ้นได้กับยีน

4. ขณะที่เกิดการสืบพันธุ์ การรวมกันของชุดโครโมโซมจากเซลล์ไข่และสเปิร์มเป็นไป อย่างสุ่ม

ชุดของแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อกับของแม่ เมื่อมีการสืบพันธุ์ก็เป็นไป อย่างสุ่ม

5. ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตจะมีโครโมโซม ครึ่งหนึ่งจากแม่และอีกครึ่งหนึ่งจากพ่อ

ซึ่งยีน ครึ่งหนึ่งก็มาจากแม่และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อเช่นกัน ทำให้ลูกที่เกิดมามีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่



เฉลยใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 4

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง บันทึกคะแนนตามความเป็นจริงที่สุดลงในช่องว่างต่อไปนี้ตามระดับคะแนนที่กำหนดให้
ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) ปรับปรุง (1)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด				
2. มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่				
3. มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่ม				
4. ตอบคำถามและอธิบายคำตอบ				
5. สรุปและนำเสนอกิจกรรมชัดเจน				
สรุป				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....



เกณฑ์การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายการและเกณฑ์	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างถูกต้องทุกขั้นตอน	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างถูกต้องบางขั้นตอน	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดถูกต้องเล็กน้อย
2. มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่ทุกขั้นตอน	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่เป็นส่วนใหญ่	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่บางขั้นตอน	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่เล็กน้อย
3. มีความสามัคคี และให้ความร่วมมือกลุ่ม	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มทุกขั้นตอน	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มเป็นส่วนใหญ่	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มบางขั้นตอน	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มเล็กน้อย
4. ตอบคำถามและอธิบายคำตอบ	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วน	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วนเป็นส่วนใหญ่	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้องเล็กน้อย
5. สรุปและนำเสนอกิจกรรมชัดเจน	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องทุกขั้นตอน	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องบางขั้นตอน	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องเล็กน้อย



เฉลยใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 5

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายคำตอบ และให้เหตุผลต่อไปนี้

ตอนที่ 1 อธิบายตามภาพที่กำหนดต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1. ภาพ A และ ภาพ B เป็นภาพเกี่ยวกับ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
2. ภาพ A การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis)
3. ภาพ B การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis)
4. ภาพ D ผลของการเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis)
5. ภาพ E ผลของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis)

ตอนที่ 2 อธิบายคำตอบและให้เหตุผล (ข้อละ 1 คะแนน)

1. ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพราะเหตุใดลูกที่เกิดมาจึงมีลักษณะแปรผันไปจากพ่อแม่
โครโมโซมมีส่วนขาดหายไป หรือมีส่วนเกิด
2. โครโมโซมมีตำแหน่งอยู่ที่ใดในเซลล์และจะเห็นโครโมโซมได้ชัดเจนที่สุดเมื่อใด เพราะเหตุใด
ต้องอยู่ภายในนิวเคลียส
3. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสแตกต่างกันอย่างไร
แบบไมโทซิส มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น และไมโอซิส มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง
4. การลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งก่อนที่จะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส เซลล์จะอยู่ในระยะใด
อินเตอร์เฟส
5. เพราะเหตุใดการแบ่งเซลล์ในระยะอินเตอร์เฟสจึงใช้เวลานานที่สุด
เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ขณะแบ่งเซลล์



เฉลยใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 6

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนจับคู่คำศัพท์และคำอธิบายที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด โดยเขียนตัวอักษรที่อยู่
ด้านหน้าคำอธิบายมาใส่ลงในช่องว่างด้านหน้าคำศัพท์

คำศัพท์

-ม.....1. genetic unit
-ฉ.....2. dominant trait
-จ.....3. recessive trait
-ฎ.....4. cytokinesis
-ฏ.....5. karyokinesis
-ช.....6. metaphase
-ฐ.....7. chromosome
-ค.....8. Meiosis I
-ง.....9. meiosis
-ญ.....10. S phase

คำอธิบาย

- ก. สารพันธุกรรมจะเริ่มพันเป็นเกลียวแล้วหดตัว
- ข. โครโมโซมหดตัวสั้นลงและมองเห็นแบ่งชัดเจน
- ค. จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง
- ง. จำนวนโครโมโซมหลังการแบ่งเซลล์เท่าเดิม
- จ. ลักษณะที่ปรากฏในรุ่นหลาน หรือ ลักษณะด้อย
- ฉ. ลักษณะที่ปรากฏในรุ่นลูก หรือ ลักษณะเด่น
- ช. เกิดขึ้นกับเซลล์สืบพันธุ์เท่านั้น
- ซ. สีย้อมนิวเคลียส
- ณ. หน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
- ญ. ระยะที่มีการสร้าง DNA RNA และโปรตีนมากที่สุด
- ฎ. การแบ่งไซโทพลาซึม
- ฏ. การแบ่งนิวเคลียส
- ฐ. โครโมโซม



เฉลยใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 7

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

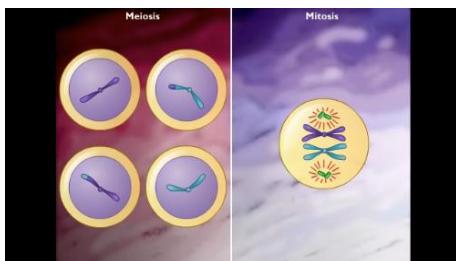
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้

ตอนที่ 1 นักเรียนวิเคราะห์เหตุการณ์ จากภาพที่กำหนดไว้แล้วเรียงลำดับให้ถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

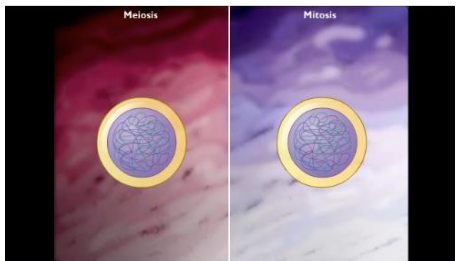
สมมติฐานของวอลเตอร์ เอส ซัตตัน (Walter S. Sutton)



5



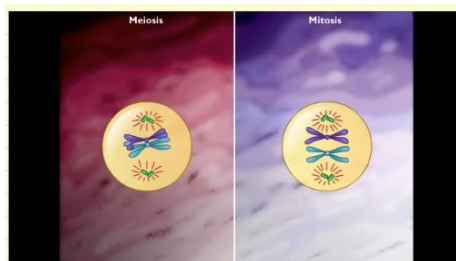
6



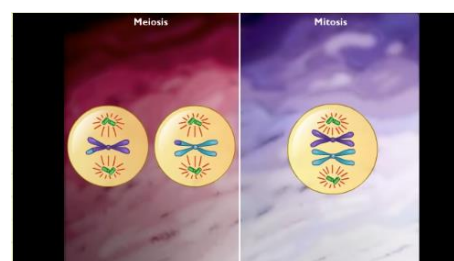
1



2



3



4



ตอนที่ 2 นักเรียนสืบค้นหาคำตอบต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

1. วอลเตอร์ ชัตตันและทีโอดอร์ โบเพรี นักชีววิทยา 2 ท่านนี้ได้เสนอทฤษฎีใด

ทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (chromosome theory of inheritance) โดยเสนอว่า หน่วยพันธุกรรมที่เมนเดลค้นพบอยู่บนโครโมโซม

2. ลักษณะบางประการที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างไร

1. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมก็มี 2 ชุด

2. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน

3. ขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมมีการเข้าคู่กันและต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์ ซึ่งลักษณะเดียวกันนี้ก็เกิดขึ้นได้กับยีน โดยมีการแยกตัวของแอลลีลทั้งสองไปยังเซลล์สืบพันธุ์

4. การแยกตัวของโครโมโซมที่เป็นคู่กันไปยังขั้วเซลล์ ขณะที่มีการแบ่งเซลล์ แต่ละคู่ก็นั้นดำเนินไปอย่างอิสระเช่นเดียวกันกับการแยกตัวของแอลลีลไปยังเซลล์สืบพันธุ์

5. ขณะที่เกิดการสืบพันธุ์ การรวมตัวกันของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกตเป็นไปอย่างสุ่มทำให้การรวมตัวกันระหว่างชุดโครโมโซมจากเซลล์ไข่และสเปิร์มเป็นไปอย่างสุ่มด้วย ซึ่งเหมือนกับการที่ชุดของแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ เมื่อมีการสืบพันธุ์ก็เป็นไปอย่างสุ่มเช่นกัน

6. ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตจะมีโครโมโซมครึ่งหนึ่ง จากแม่และอีกครึ่งหนึ่งจากพ่อส่วนยีนครึ่งหนึ่งก็มาจากแม่ และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อเช่นกัน ทำให้ลูกที่เกิดมาจึงมีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่

3. เหตุใดในการปฏิสนธิ สเปิร์ม จึงสลับทางทิ้งเมื่อเข้าผสมกับไข่

เนื่องจากส่วนหัวของสเปิร์มเป็นที่อยู่ของนิวเคลียส

4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ฮอมอโลกัสโครโมโซมจะแยกออกจากกันและไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ต่างเซลล์กัน จึงมีโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ปกติเท่านั้น ซึ่งเหมือนกับการแยกคู่ของสิ่งใด

การแยกคู่ของยีนตามที่เมนเดลค้นพบ (Law of segregation)

5. หากโครโมโซม มีลักษณะที่ผิดปกติ เช่น รูปร่าง ขนาด หรือ จำนวน จะให้ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตนั้นมีความผิดปกติหรือไม่ เพราะเหตุใด

กลุ่มอาการครีดูชาต์ (cri - du - chat syndrome) กลุ่มอาการดาวน์ (Down's syndrome)



เฉลยใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 8

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง บันทึกคะแนนตามความเป็นจริงที่สุดลงในช่องว่างต่อไปนี้ตามระดับคะแนนที่กำหนดให้
ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) ปรับปรุง (1)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การกำหนดหัวข้อและแยกประเด็น				
2. อธิบายความหมายและประเด็นต่าง ๆ				
3. การสรุปและนำเสนอชัดเจน				
4. มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่				
5. ความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ				
สรุป				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....



เกณฑ์การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายการและเกณฑ์	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การกำหนดหัวข้อและแยกประเด็น	การกำหนดหัวข้อและแยกประเด็นถูกต้องทุกขั้นตอน	การกำหนดหัวข้อและแยกประเด็นถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	การกำหนดหัวข้อและแยกประเด็นถูกต้องบางขั้นตอน	การกำหนดหัวข้อและแยกประเด็นถูกต้องเล็กน้อย
2. อธิบายความหมายและประเด็นต่าง ๆ	อธิบายความหมายและประเด็นต่าง ๆ ได้ทุกส่วน	อธิบายความหมายและประเด็นต่าง ๆ เป็นส่วนใหญ่	อธิบายความหมายและประเด็นต่าง ๆ บางส่วน	อธิบายความหมายและประเด็นต่าง ๆ เล็กน้อย
3. การสรุปและนำเสนอชัดเจน	การสรุปและนำเสนอชัดเจนทุกส่วน	การสรุปและนำเสนอชัดเจนเป็นส่วนใหญ่	การสรุปและนำเสนอชัดเจนบางส่วน	การสรุปและนำเสนอชัดเจนเล็กน้อย
4. มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่ทุกขั้นตอน	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่เป็นส่วนใหญ่	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่บางขั้นตอน	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่เล็กน้อย
5. ความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการ	มีความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการที่แปลกใหม่ และเป็นแนวทางที่ดี	มีความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการที่แปลกใหม่เป็นส่วนใหญ่	มีความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการที่แปลกใหม่บางส่วน	มีความคิดสร้างสรรค์ และจินตนาการเล็กน้อย



เฉลยใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 9

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง บันทึกคะแนนตามความเป็นจริงที่สุดลงในช่องว่างต่อไปนี้ตามระดับคะแนนที่กำหนดให้
ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) ปรับปรุง (1)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด				
2. มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่				
3. มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่ม				
4. ตอบคำถามและอธิบายคำตอบ				
5. สรุปและนำเสนอกิจกรรมชัดเจน				
สรุป				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....



เกณฑ์การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายการและเกณฑ์	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างถูกต้องทุกขั้นตอน	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างถูกต้องบางขั้นตอน	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดถูกต้องเล็กน้อย
2. มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่ทุกขั้นตอน	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่เป็นส่วนใหญ่	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่บางขั้นตอน	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่เล็กน้อย
3. มีความสามัคคี และให้ความร่วมมือกลุ่ม	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มทุกขั้นตอน	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มเป็นส่วนใหญ่	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มบางขั้นตอน	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มเล็กน้อย
4. ตอบคำถามและอธิบายคำตอบ	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วน	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วนเป็นส่วนใหญ่	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้องเล็กน้อย
5. สรุปและนำเสนอกิจกรรมชัดเจน	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องทุกขั้นตอน	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องบางขั้นตอน	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องเล็กน้อย



ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ 10

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง บันทึกคะแนนตามความเป็นจริงที่สุดลงในช่องว่างต่อไปนี้ตามระดับคะแนนที่กำหนดให้
ดีมาก (4) ดี (3) พอใช้ (2) ปรับปรุง (1)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด				
2. มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่				
3. มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่ม				
4. ตอบคำถามและอธิบายคำตอบ				
5. สรุปและนำเสนอกิจกรรมชัดเจน				
สรุป				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....



เกณฑ์การประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายการและเกณฑ์	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างถูกต้องทุกขั้นตอน	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างถูกต้องบางขั้นตอน	ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดถูกต้องเล็กน้อย
2. มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่ทุกขั้นตอน	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่เป็นส่วนใหญ่	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่บางขั้นตอน	มีความตั้งใจ มุ่งมั่น และเอาใจใส่เล็กน้อย
3. มีความสามัคคี และให้ความร่วมมือกลุ่ม	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มทุกขั้นตอน	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มเป็นส่วนใหญ่	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มบางขั้นตอน	มีความสามัคคีและให้ความร่วมมือกลุ่มเล็กน้อย
4. ตอบคำถามและอธิบายคำตอบ	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วน	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วนเป็นส่วนใหญ่	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	ตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้องเล็กน้อย
5. สรุปและนำเสนอกิจกรรมชัดเจน	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องทุกขั้นตอน	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องบางขั้นตอน	สรุปและนำเสนอกิจกรรมได้อย่างชัดเจนถูกต้องเล็กน้อย



เฉลยแบบทดสอบก่อน และหลังเรียน

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

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

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



บันทึกคะแนนระหว่างเรียนรู้

ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ความก้าวหน้า

สรุปผล

☐ ผ่าน

☐ ไม่ผ่าน

การทำใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ใบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
รวม		

สรุปผล

☐ ผ่าน

☐ ไม่ผ่าน