



## คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

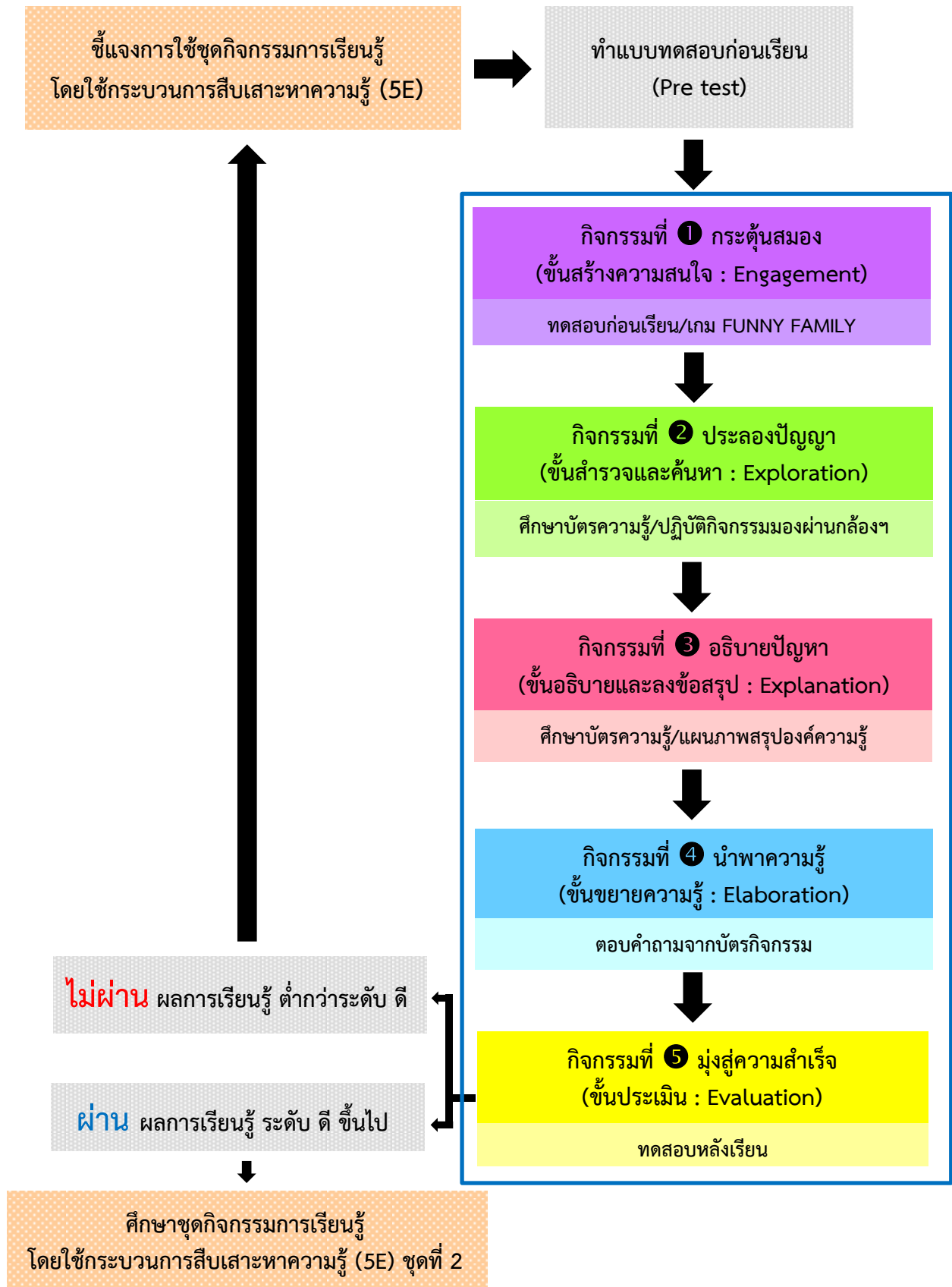
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียน ใช้เวลาในการศึกษา 3 ชั่วโมง นักเรียนสามารถศึกษาทำความเข้าใจ โดยการอ่านคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนอย่างละเอียดรอบคอบ แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความตั้งใจและมีความซื่อสัตย์สุจริต ดังนี้

1. นักเรียนรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม พร้อมฟังการชี้แจงบทบาทของตนเองในระหว่างการทำกิจกรรมจากครูผู้สอน
2. นักเรียนอ่านคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนอีกครั้งด้วยตนเอง รวมทั้งศึกษาลำดับขั้นตอน รูปแบบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทของนักเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ หากมีข้อสงสัยให้ถามครูผู้สอนเพื่อรับฟังคำอธิบายเพิ่มเติม
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบและบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน
4. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 กิจกรรมหลัก ให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนและตามเวลาที่กำหนด
5. เมื่อนักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามบัตรคำสั่งในแต่ละกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจคำตอบจากครูผู้สอนแล้วบันทึกลงในแบบบันทึกคะแนนในแต่ละกิจกรรม
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ตรวจคำตอบและบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน
7. นักเรียนบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนรวม
8. นักเรียนต้องระดับผลการเรียนรู้ ระดับดี ขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์ (ประกอบด้วยคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน และคะแนน 5 กิจกรรม) หากนักเรียนมีระดับผลการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ ให้ตรวจสอบว่ามีกิจกรรมใดที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์แล้วทำการศึกษาทบทวนบทเรียนซ้ำ
9. หากนักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนให้สอบถามและขอคำอธิบายเพิ่มเติมจากครูผู้สอน เพื่อร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อสงสัยนั้นๆ
10. ในการเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง นักเรียนควรให้ความร่วมมือกับครูผู้สอนและสมาชิกในกลุ่ม ด้วยความมุ่งมั่นตั้งใจ
11. นักเรียนประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม





## ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)





รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)  
วิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ยีนและโครโมโซม  
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

**กิจกรรมที่ 1 กระตุ้นสมอง (ขั้นสร้างความสนใจ : Engagement) ประกอบด้วย**

1. บัตรคำสั่งที่ 1 ทดสอบความรู้ก่อนเรียน
2. กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
3. แบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน
4. บัตรกิจกรรมที่ 1 เกม FUNNY FAMILY
5. แบบบันทึกคะแนน เกม FUNNY FAMILY
6. บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 1

**กิจกรรมที่ 2 ประลองปัญญา (ขั้นสำรวจและค้นหา : Exploration) ประกอบด้วย**

1. บัตรคำสั่งที่ 2 กิจกรรมมองผ่านกล้องฯ
2. บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
3. บัตรกิจกรรมที่ 2 มองผ่านกล้องฯ
4. แบบบันทึกคะแนน กิจกรรมมองผ่านกล้องฯ
5. บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 2

**กิจกรรมที่ 3 อธิบายปัญหา (ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป : Explanation) ประกอบด้วย**

1. บัตรคำสั่งที่ 3 แผนภาพสรุปองค์ความรู้
2. บัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม
3. บัตรกิจกรรมที่ 3 แผนภาพสรุปองค์ความรู้
4. แบบบันทึกคะแนน แผนภาพสรุปองค์ความรู้
5. บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 3

**กิจกรรมที่ 4 นำพาความรู้ (ขั้นขยายความรู้ : Elaboration) ประกอบด้วย**

1. บัตรคำสั่งที่ 4 แบบฝึกเสริมเพิ่มความรู้
2. บัตรกิจกรรมที่ 4 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
3. บัตรกิจกรรมที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม
4. แบบบันทึกคะแนนแบบฝึกเสริมเพิ่มความรู้
5. บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 4

**กิจกรรมที่ 5 มุ่งสู่ความสำเร็จ (ขั้นประเมิน : Evaluation) ประกอบด้วย**

1. บัตรคำสั่งที่ 5 ทดสอบความรู้หลังเรียน
2. กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
3. แบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน
4. แบบบันทึกคะแนนรวม
5. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้



## บทบาทของนักเรียน

เตรียมอุปกรณ์การเรียนรู้ให้พร้อม เช่น เครื่องเขียน หนังสือเรียน



เตรียมตัวเองให้พร้อมในการเรียนรู้



ปฏิบัติตามกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนและข้อกำหนดอย่างเคร่งครัด



ร่วมกันระดมความคิด ร่วมอภิปรายกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม



ทำแบบทดสอบและกิจกรรมต่างๆ ด้วยความมุ่งมั่นตั้งใจ



ตรวจคำตอบจากแบบเฉลยและแนวคำตอบจากครูผู้สอน



บันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนด้วยความซื่อสัตย์สุจริต



จัดเก็บและตรวจเช็ค วัสดุ/อุปกรณ์ให้เรียบร้อย



หากมีข้อสงสัยให้ถามครูผู้สอน



**สาระและมาตรฐานการเรียนรู้****สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต**

**มาตรฐาน ว 1.2** เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

**มาตรฐาน ว 8.1** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

**ผลการเรียนรู้**

วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการถ่ายทอดยีนและโครโมโซม และความสัมพันธ์ของยีนและโครโมโซม

**สาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย**

1. อธิบายการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมได้

**สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด**

มีทฤษฎียืนยันว่ายีนน่าจะอยู่ที่โครโมโซม ยีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่และสามารถถ่ายทอดไปยังลูกได้โดยผ่านทางโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่ โดยกระบวนการสืบพันธุ์

**จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย****ด้านความรู้ความคิด (K)**

1. อธิบายและอภิปรายการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมได้
2. วิเคราะห์และอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมได้
3. ระบุหลักฐานฐานที่สนับสนุนยืนยันได้ว่ายีนอยู่บนโครโมโซม

**ด้านทักษะกระบวนการ (P)**

ใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาระยะของการแบ่งเซลล์

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)**

มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์



**สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คือ** ความสามารถในการแก้ปัญหา



**คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน คือ** ซื่อสัตย์สุจริต



กิจกรรมกระตุ้นสมองนี้ เป็นกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์เพื่อสร้างความสนใจและกระตุ้นสมองของนักเรียน ให้เกิดความสนใจใฝ่รู้ ด้วยการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและการเล่นเกม FUNNY FAMILY เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชุดที่ 1 เรื่องการถ่ายทอดยีนและโครโมโซม





### บัตรคำสั่งที่ 1

#### ทดสอบความรู้ก่อนเรียน

- ❶ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ กำหนดเวลา 15 นาที
- ❷ เมื่อทำเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบและบันทึกลงในแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน
- ❸ ให้นักเรียนศึกษาบัตรกิจกรรมที่ 1 เกม FUNNY FAMILY
- ❹ เมื่อเสร็จกิจกรรมแล้วให้ตรวจคำตอบและบันทึกลงในแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน
- ❺ ร่วมกันหาคำตอบในบัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 1

### แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

1. เพราะเหตุใดเราจึงมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับพ่อแม่
  - ก. เพราะยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมมี 2 ชุด
  - ข. เพราะยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
  - ค. เพราะโครโมโซมครึ่งหนึ่งมาจากพ่อและอีกครึ่งหนึ่งมาจากแม่
  - ง. เพราะทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตมีโครโมโซมจากพ่อและแม่อย่างละครึ่ง
2. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อและแม่สู่ลูกหลาน ถูกส่งถ่ายด้วยกระบวนการใด
  - ก. กระบวนการสืบพันธุ์
  - ข. กระบวนการถ่ายทอดยีน
  - ค. กระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ
  - ง. กระบวนการถ่ายทอดโครโมโซม
3. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสแตกต่างจากไมโอซิสอย่างไร
  - ก. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสใช้เวลานานกว่าไมโอซิส
  - ข. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ส่วนไมโอซิสได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์
  - ค. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ส่วนไมโอซิสสร้างเซลล์ร่างกาย
  - ง. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสไม่มีการไขว่เปลี่ยนยีน โครโมโซมและโครโมโซมคู่เหมือน แต่ไมโอซิสมี
4. ในกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ถ้าไม่มีการแบ่งไซโทพลาสซึมผลจะเป็นอย่างไร
  - ก. ไม่มีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียส
  - ข. ไม่มีการจำลองตัวเองของ DNA
  - ค. แต่ละเซลล์จะมีนิวเคลียสหลายอัน
  - ง. จำนวนโครโมโซมจะเพิ่มเป็น 2 เท่า









กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน  
เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ-สกุล .....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

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





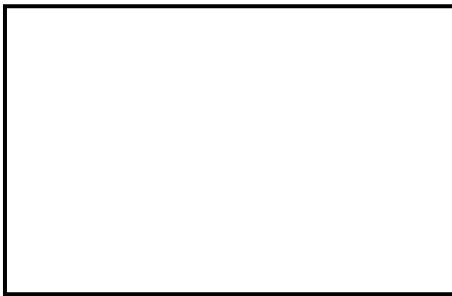
## บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เกม FUNNY FAMILY

(แผ่นที่ 1)

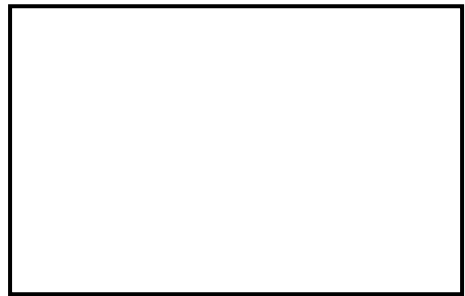
คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการแข่งขันจับคู่ภาพสิ่งมีชีวิตที่น่าจะเป็นเผ่าพันธุ์เดียวกัน  
หรือเป็นครอบครัวเดียวกัน โดยนำบัตรภาพแต่ละคู่มาทากาวติดลงในกรอบที่กำหนดไว้  
กำหนดเวลา 10 นาที



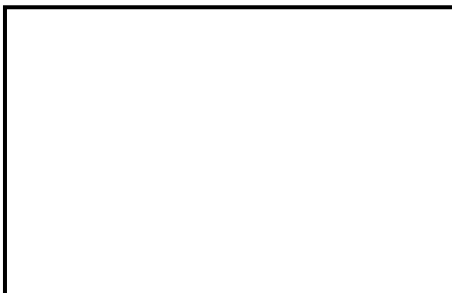
คู่กับ



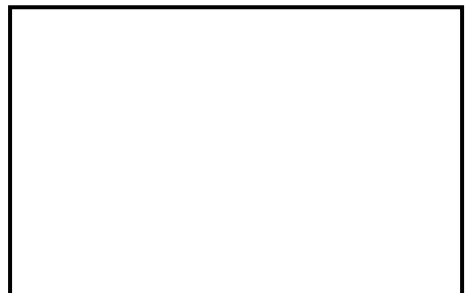
คู่กับ



คู่กับ



คู่กับ



คู่กับ





## บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เกม FUNNY FAMILY

(แผ่นที่ 2)

--

คู่กับ

--

--

คู่กับ

--

--

คู่กับ

--

--

คู่กับ

--




















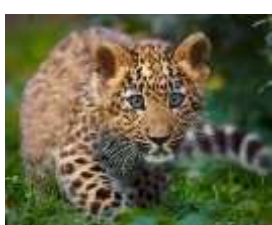
--

คู่กับ

--



### บัตรภาพสิ่งมีชีวิตสำหรับการเล่นเกม FUNNY FAMILY

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



## บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 1



### บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 1

1. นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการตัดสินใจว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละคู่่นั้นเป็นเผ่าพันธุ์หรือเป็นครอบครัวเดียวกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลานเรียกว่าอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ลักษณะที่ถูกถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นนั้น ถูกถ่ายทอดมาได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## กิจกรรมที่ 2 ประลองปัญญา (ขั้นสำรวจและค้นหา : **Exploration**)

กิจกรรมประลองปัญหานี้ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องสำรวจ ค้นหาและทำความเข้าใจ  
ในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนกำหนดแนวทาง  
การสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บ  
รวบรวมข้อมูล สารสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ



**บัตรคำสั่งที่ 2****มองผ่านกล้องฯ**

- 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาบัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม กำหนดเวลา 20 นาที
- 2 ให้นักเรียนทำบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง มองผ่านกล้องฯ กำหนดเวลา 25 นาที เมื่อเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบและบันทึกผลคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนน มองผ่านกล้องฯ
- 3 ให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบในบัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 2

**บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม**

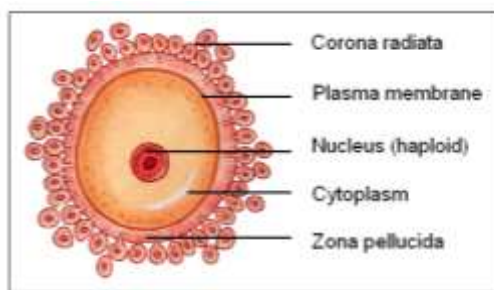
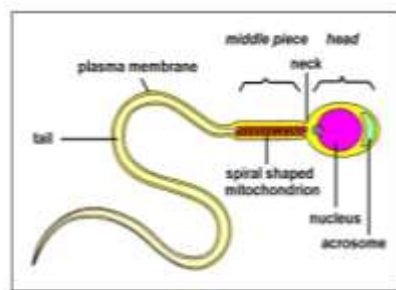
(แผ่นที่ 1)

**การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม**

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

ลักษณะต่างๆ ที่ถ่ายทอดไปนั้นพบว่าบางลักษณะปรากฏในรุ่นลูก เรียกว่า ลักษณะเด่น (dominant trait) แต่บางลักษณะไม่ปรากฏในรุ่นลูก แต่อาจจะปรากฏในรุ่นหลานหรือเหลนก็ได้ เรียกว่า ลักษณะด้อย (recessive trait) จึงมีผลทำให้เกิดความแตกต่างกันของลักษณะทางพันธุกรรม ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความหลากหลาย แต่การสะสมลักษณะทางพันธุกรรมจำนวนมากทำให้เกิดสปีชีส์ต่างๆ และสามารถดำรงเผ่าพันธุ์ไว้ได้จนถึงปัจจุบัน

สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่แต่ละชนิด ประกอบด้วยเพศที่แตกต่างกัน คือ เพศผู้และเพศเมีย ในกระบวนการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตรุ่นใหม่เกิดขึ้น เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ สเปิร์ม (sperm) และเซลล์สืบพันธุ์เมีย คือ ไข่ (egg) ดังภาพที่ 1 ได้เป็นไซโกต (Zygoth) ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาต่อไป ดังนั้น ยีนจากพ่อและแม่น่าจะมีการส่งถ่ายสู่ลูกด้วยกระบวนการสืบพันธุ์ ดังกล่าว

**EGG****SPERM****ภาพที่ 1** โครงสร้างของเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (egg) และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (sperm)ที่มา : <http://ibbiology.wikifoundry.com/page/Draw+and+label+a+diagram+of+a+mature+sperm+and+egg>



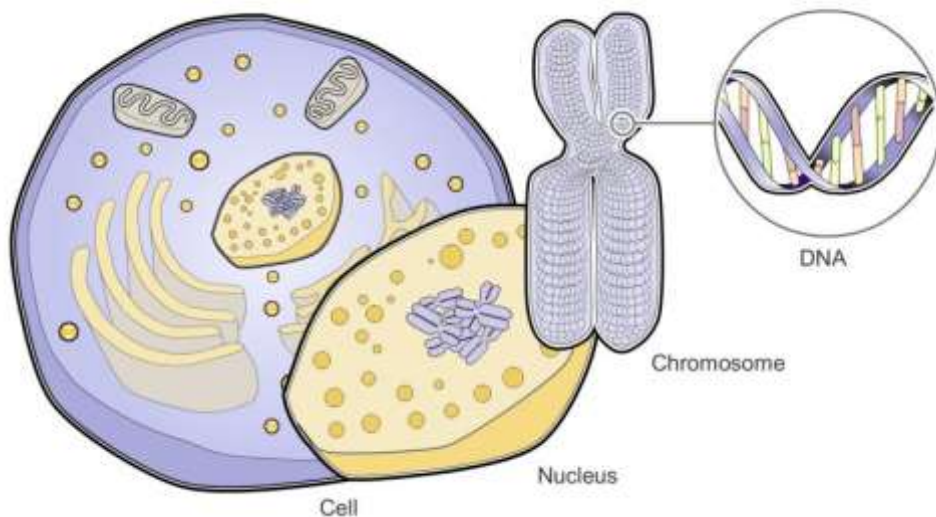


## บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

(แผ่นที่ 2)

### การค้นพบโครโมโซม (chromosome)

ในปี พ.ศ. 2423 มีการค้นพบสีย้อมนิวเคลียส จึงพบว่าในนิวเคลียส มีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเส้น เรียกว่า **โครโมโซม (chromosome)** ดังภาพที่ 2 สีย้อมดังกล่าวทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์ได้



ภาพที่ 2 ตำแหน่งที่อยู่ของโครโมโซม

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

### การแบ่งเซลล์ (cell division)

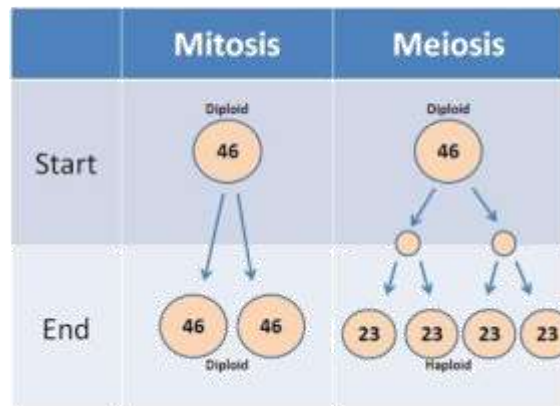
การแบ่งเซลล์ (cell division) เป็นกระบวนการสืบพันธุ์ เจริญเติบโต และซ่อมแซม เนื่องจากทั้งสามกระบวนการนี้ล้วนอาศัยการเพิ่มจำนวนเซลล์ ผลของการแบ่งเซลล์ทำให้เซลล์มีขนาดเล็กลง แต่มีจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นเจริญเติบโตขึ้น การแบ่งเซลล์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การแบ่งนิวเคลียส (karyokinesis)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

1. **การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส (mitosis)** เรียกการแบ่งเซลล์แบบนี้ว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งพบว่ากระบวนการนี้เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจะมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น เรียกว่า เซลล์ดิพลอยด์ (diploid cell) ดังภาพที่ 3



## บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

(แผ่นที่ 3)



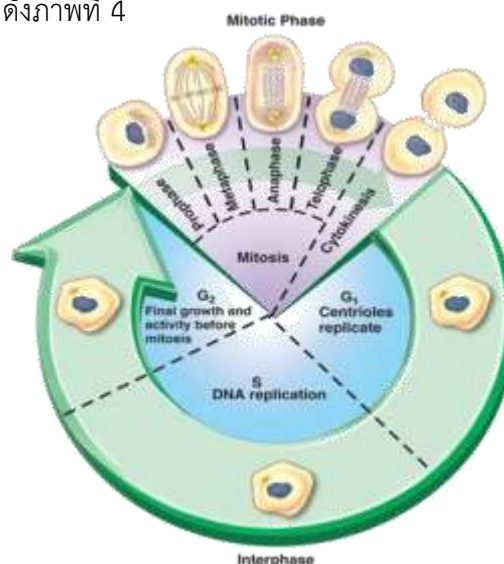
ภาพที่ 3 ผลของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส

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

### การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis)

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์บางชนิด ในสิ่งมีชีวิตทั่วไปการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะเกิดขึ้นที่เซลล์ร่างกาย (somatic cell) ทำให้จำนวนเซลล์ของร่างกายมีจำนวนมากขึ้น สิ่งมีชีวิตนั้นๆ จึงเจริญเติบโต

ในการแบ่งเซลล์ เซลล์ต้องมีการเตรียมความพร้อมและมีกระบวนการแบ่งเซลล์จนเสร็จสิ้น ซึ่งเป็นวัฏจักร เรียกว่า วัฏจักรของเซลล์ (cell cycle) โดย 1 วัฏจักรเซลล์ประกอบด้วยระยะอินเตอร์เฟส (interphase) เอ็มเฟส (M phase) และไซโทไคเนซิส (cytokinesis) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว 1 วัฏจักรของเซลล์ใช้เวลาประมาณ 20 ชั่วโมง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 วัฏจักรของเซลล์ (cell cycle)

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

**บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม**

(แผ่นที่ 4)

**ระยะของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส**

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

**1.1 ระยะจี 1 (G<sub>1</sub> phase)** เป็นระยะที่เซลล์มีการสร้าง RNA และโปรตีน

**1.2 ระยะเอส (S phase)** เป็นระยะที่มีการสร้าง DNA RNA และโปรตีนมากที่สุด

**1.3 ระยะจี 2 (G<sub>2</sub> phase)** เป็นระยะที่หยุดการสร้าง DNA แต่ยังคงมีการสร้าง RNA และโปรตีนอยู่แต่น้อยกว่าระยะเอส

**2. ระยะไมโทซิส (M phase)** แบ่งออกเป็น 4 ระยะย่อย คือ

**2.1 ระยะโพรเฟส (prophase)** ระยะนี้ในนิวเคลียส สารพันธุกรรมจะเริ่มพันเป็นเกลียว แล้วหดตัวกันแน่นจนเป็นแท่งชัดเจนขึ้น 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 โครมาทิด (sister chromatid) ของโครโมโซมแต่ละอันถูกดึงแยกจากกันไปยังขั้วของเซลล์ การดึงนี้ใช้พลังงาน ATP ระยะนี้สิ้นสุดเมื่อโครโมโซมทั้งหมดไปถึงขั้วของเซลล์

**2.4 ระยะเทโลเฟส (telophase)** เป็นระยะที่ตรงข้ามกับโพรเฟส คือโครโมโซมคลายตัวเป็นเส้นใยโครมาตินเหมือนเดิม มีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียสขึ้นอีกครั้ง ทำให้มองดูเป็น 2 นิวเคลียส

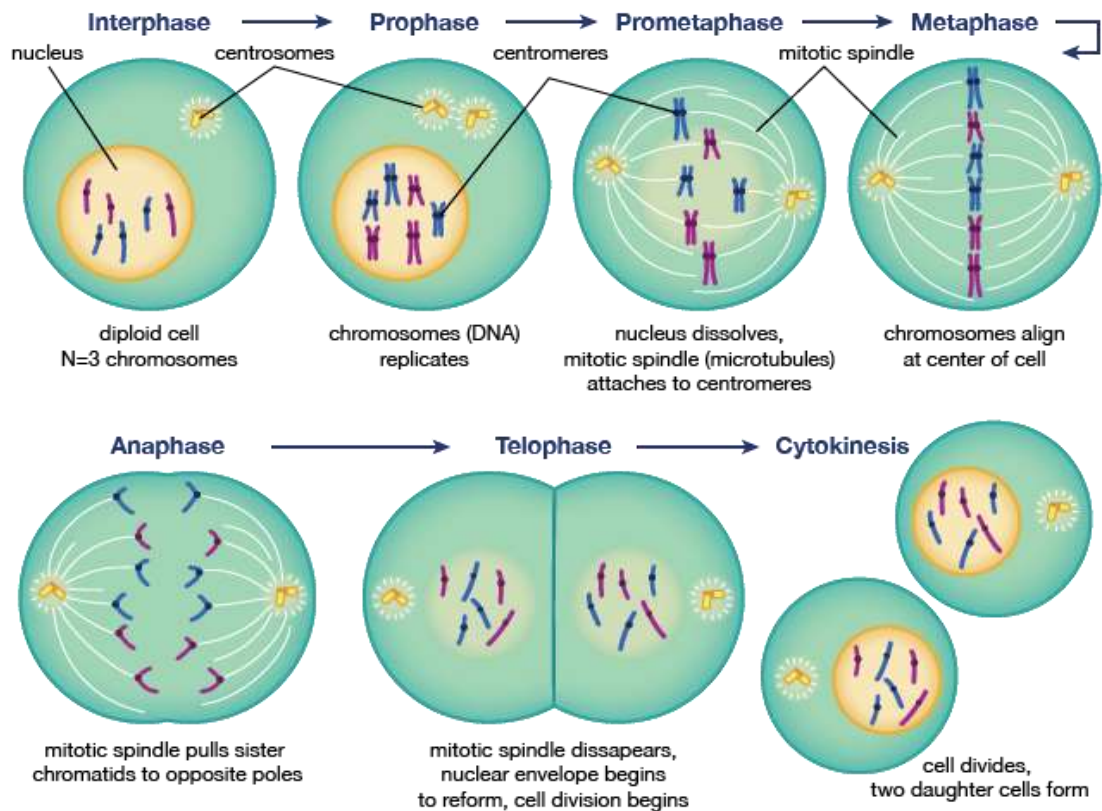
**3. ระยะไซโทไคเนซิส (cytokinesis)**

เมื่อมีการแบ่งนิวเคลียสเรียบร้อยแล้วจากระยะเทโลเฟส จากนั้นจึงตามมาด้วยการแบ่งไซโทพลาสซึม ในเซลล์สัตว์ไซโทพลาสซึมจะเริ่มคอดเข้าด้านในมากขึ้นเรื่อยๆแล้วแยกออกเป็น 2 เซลล์ ส่วนในเซลล์พืชจะมีการสะสมของสารพวกแคลเซียมบริเวณกลางเซลล์สร้างเป็นเซลล์เพลต (cell plate) ต่อมาจะมีสารต่างๆมาเกาะเป็นผนังเซลล์ (cell wall) และได้เซลล์ลูก 2 เซลล์



## บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

(แผ่นที่ 5)



ภาพที่ 5 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis)

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



## บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

(แผ่นที่ 6)

### การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis)

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) เป็นการแบ่งเซลล์ที่พบในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในยูคาริโอต ซึ่งจะมีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งก่อนที่จะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส เซลล์จะอยู่ในระยะอินเตอร์เฟสซึ่งมีการเตรียมพร้อมสำหรับการแบ่งเซลล์อยู่แล้ว โดยที่มีการจำลองตัวเองของโครโมโซมทำให้แต่ละโครโมโซมมี 2 โครมาทิด แล้วจึงเข้าสู่ไมโอซิสต่อไป การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 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)** เป็นระยะที่จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง แบ่งเป็น 4 ระยะคือ

2.1.1 **ระยะโพรเฟส I** เป็นช่วงที่ใช้เวลาถึง 90% ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครมาตินหดตัวเข้ามาเป็นโครโมโซม โครโมโซมที่เป็นคู่กัน (homologous chromosome) มาเข้าคู่กัน ทำให้เห็นแต่ละคูมี 4 โครมาทิด เกิดการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนระหว่างซิสเตอร์ โครมาทิด ซึ่งเรียกว่า ครอสซิง โอเวอร์ (crossing over) ซึ่งทำให้เกิดการกลายพันธุ์หรือการแปรผันทางพันธุกรรม

2.1.2 **ระยะเมทาเฟส I** โครโมโซมที่มี 4 โครมาทิดมาเรียงตัวที่ระนาบกลางเซลล์ มีเส้นใยสปินเดิลจับที่ไคเนโทคอร์

2.1.3 **ระยะแอนาเฟส I** เป็นระยะที่มีการดึงโฮโมโลกัสโครโมโซมออกจากกัน เป็นระยะที่เกิดการลดจำนวนโครโมโซม

2.1.4 **ระยะเทโลเฟส I และการแบ่งไซโตพลาสซึม** แต่ละขั้วของเซลล์มีโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (n) 2 ชุด (แต่ยังมีซิสเตอร์โครมาทิดอยู่) มีการแบ่งไซโตพลาสซึมและสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียสขึ้นใหม่

2.2 **ระยะไมโอซิส II (Meiosis II)**

2.2.1 **ระยะโพรเฟส II** เป็นระยะที่สร้างเส้นใยสปินเดิลเพื่อดึงซิสเตอร์โครมาทิดออกจากกัน

2.2.2 **ระยะเมทาเฟส II** ซิสเตอร์โครมาทิดเรียงอยู่กึ่งกลางเซลล์

2.2.3 **ระยะแอนาเฟส II** เป็นระยะที่ดึงซิสเตอร์โครมาทิดออกจากกัน

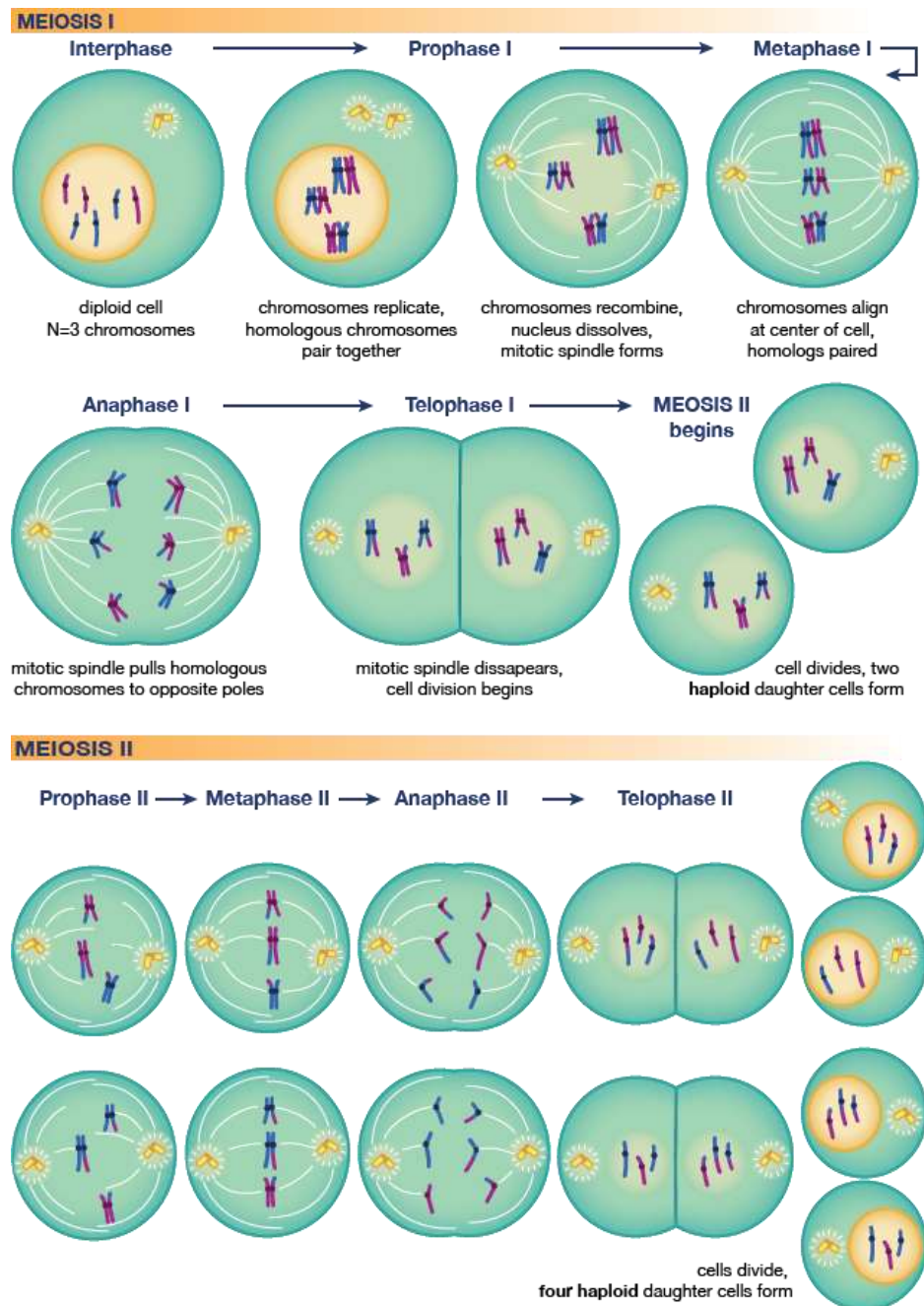
2.2.4 **ระยะเทโลเฟส II และการแบ่งไซโตพลาสซึม** มีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียสและแบ่งไซโตพลาสซึมตามมา ในที่สุดจะได้เซลล์ลูก 4 เซลล์ ซึ่งมีโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (n)





## บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

(แผ่นที่ 7)



ภาพที่ 6 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis)

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



## บัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

(แผ่นที่ 8)

### ลักษณะสำคัญของไมโทซิสและไมโอซิส

ไมโทซิส	ไมโอซิส
1. จำนวนโครโมโซมหลังการแบ่งยังเท่าเดิม	1. โครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งในไมโอซิส I เนื่องจาก การแยกกันของโฮมอโลกส์โครโมโซม ส่วนไมโอซิส II จะเป็นการแบ่งแบบไมโทซิส ธรรมดา
2. กระบวนการแบ่งเซลล์มีเพียงขั้นตอนเดียว โดยมีการจำลองตัวเองของโครโมโซมแล้วแยกไปยัง ขั้วทั้งสองแล้วแบ่งไซโทพลาซึมได้เป็น 2 เซลล์	2. กระบวนการแบ่งเซลล์มี 2 ขั้นตอน มีการแบ่ง นิวเคลียสและแบ่งไซโทพลาซึมอย่างละ 2 ครั้ง ได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์
3. โครโมโซมไม่มีการเข้าคู่กัน (synapsis) ไม่มีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโฮมอโลกส์โครโมโซม	3. เกิดการเข้าคู่กันของโฮมอโลกส์โครโมโซม ทำให้เกิด crossing over และมีการแลกเปลี่ยน ชิ้นส่วนของโครโมโซม
4. องค์ประกอบทางพันธุกรรมและโครโมโซม ของเซลล์ใหม่ทั้ง 2 เซลล์จะเหมือนกัน	4. องค์ประกอบทางพันธุกรรมและโครโมโซม ในเซลล์ใหม่อาจแตกต่างกันบ้าง เนื่องจากมีการ crossing over
5. จำนวนโครโมโซมในเซลล์ทั้งสองจะเท่ากับ เซลล์เดิม	5. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่จะมีเพียงครึ่งหนึ่ง เซลล์เดิม
6. เซลล์ใหม่ที่ได้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้อีก	6. เซลล์ใหม่ที่ได้ไม่สามารถแบ่งเซลล์ แบบไมโอซิสได้อีก แต่อาจแบ่งแบบไมซิสได้
7. โดยปกติจะเกิดที่เซลล์ร่างกายของสัตว์ และเนื้อเยื่อเจริญของพืช	7. เกิดกับเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เท่านั้น
8. กระบวนการจะเกิดตั้งแต่ไซโกตหรือเอ็มบริโอ ไปเรื่อยๆ	8. กระบวนการจะเกิดในพืชหรือสัตว์ ที่สืบพันธุ์ได้แล้วเท่านั้น

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส





## บัตรกิจกรรมที่ 2 มองผ่านกล้องฯ

### คำชี้แจง

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

### บันทึกผลการศึกษา

ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 1 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....

ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 2 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....

ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 3 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....

ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 4 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....

ภาพสไลด์ถาวรแผ่นที่ 5 คือ การแบ่งเซลล์ในระยะ.....



## บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 2



### บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 2

1. ลักษณะทางพันธุกรรมถูกถ่ายทอดผ่านกระบวนการใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. พืชและสัตว์มีการแบ่งเซลล์ที่เหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ลักษณะทางพันธุกรรมถูกควบคุมโดยสิ่งใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### กิจกรรมที่ ③ อธิบายปัญหา (ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป : **Explanation**)

กิจกรรมอธิบายปัญหานี้เป็นกิจกรรมการอธิบายและลงข้อสรุป จากการที่นักเรียนได้ศึกษาบัตรความรู้แล้วนำข้อมูล ข้อสารสนเทศมาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอความรู้ที่ได้ในรูปแบบ แผนภาพสรุปองค์ความรู้ ด้วยวิธีการเขียนแผนผังความคิด (Mind map)



**บัตรคำสั่งที่ 3****สรุปองค์ความรู้**

- 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาบัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม กำหนดเวลา 20 นาที
- 2 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพสรุปองค์ความรู้ กำหนดเวลา 30 นาที เมื่อเสร็จแล้วให้ประเมินผลงาน และบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนแผนภาพสรุปองค์ความรู้
- 3 ให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบในบัตรคำถามร่วมอภิปราย ทำกิจกรรมที่ 3

**บัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม**

(แผ่นที่ 1)

**ผู้เสนอทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม**

**ภาพที่ 7 วอลเตอร์ เอส ซัตตัน**  
ที่มา : [https://en.wikipedia.org/wiki/Walter\\_Sutton](https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_Sutton)



**ภาพที่ 8 ทีโอดอร์ โบเฟรี**  
ที่มา : [https://en.wikipedia.org/wiki/Theodor\\_Boveri](https://en.wikipedia.org/wiki/Theodor_Boveri)

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



## บัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม

(แผ่นที่ 2)

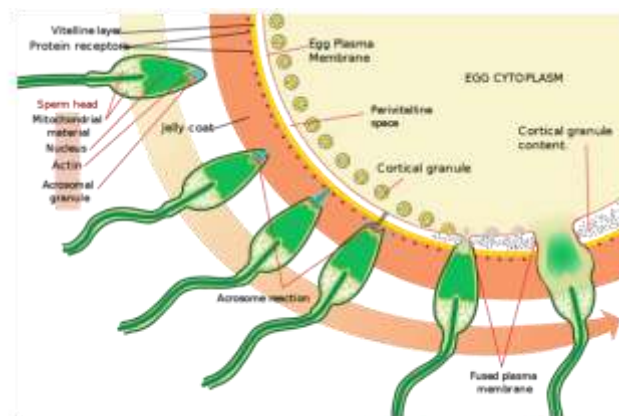
### ลักษณะบางประการที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกัน

ลักษณะบางประการที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกัน ได้แก่

1. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมก็มี 2 ชุด
2. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
3. ขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมมีการเข้าคู่กันและต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์ ซึ่งลักษณะเดียวกันนี้ก็เกิดขึ้นได้กับยีน โดยมีการแยกตัวของแอลลีลทั้งสองไปยังเซลล์สืบพันธุ์
4. การแยกตัวของโครโมโซมที่เป็นคู่กันไปยังขั้วเซลล์ ขณะที่มีการแบ่งเซลล์ แต่ละคู่ก็นั้นดำเนินไปอย่างอิสระเช่นเดียวกับการแยกตัวของแอลลีลไปยังเซลล์สืบพันธุ์
5. ขณะที่เกิดการสืบพันธุ์ การรวมตัวกันของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกตเป็นไปอย่างสุ่ม ทำให้การรวมตัวกันระหว่างชุดโครโมโซมจากเซลล์ไข่และสเปิร์มเป็นไปอย่างสุ่มด้วย ซึ่งเหมือนกับการที่ชุดของแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ เมื่อมีการสืบพันธุ์ก็เป็นไปอย่างสุ่มเช่นกัน
6. ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตจะมีโครโมโซมครึ่งหนึ่ง จากแม่และอีกครึ่งหนึ่งจากพ่อ ส่วนยีนครึ่งหนึ่งก็มาจากแม่ และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อเช่นกัน ทำให้ลูกที่เกิดมาจึงมีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่

### ประจักษ์พยานที่บอกว่ายีนอยู่ในนิวเคลียสและอยู่ที่โครโมโซม

1. หลักฐานจากการศึกษาเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้ทราบว่าตำแหน่งของยีน เนื่องจากส่วนหัวของสเปิร์มเป็นที่อยู่ของนิวเคลียส ส่วนไข่มีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มมาก เมื่อมีการผสมกันส่วนหัวของสเปิร์มเท่านั้นที่เข้าผสมกับไข่ ส่วนหางไม่ได้ผสมด้วย ดังนั้นนิวเคลียสของสเปิร์มจึงเป็นตัวนำลักษณะต่างๆ จากพ่อไปยังลูกยีนจึงต้องอยู่ในนิวเคลียส



ภาพที่ 9 ภาพจำลองสเปิร์มเข้าผสมกับไข่

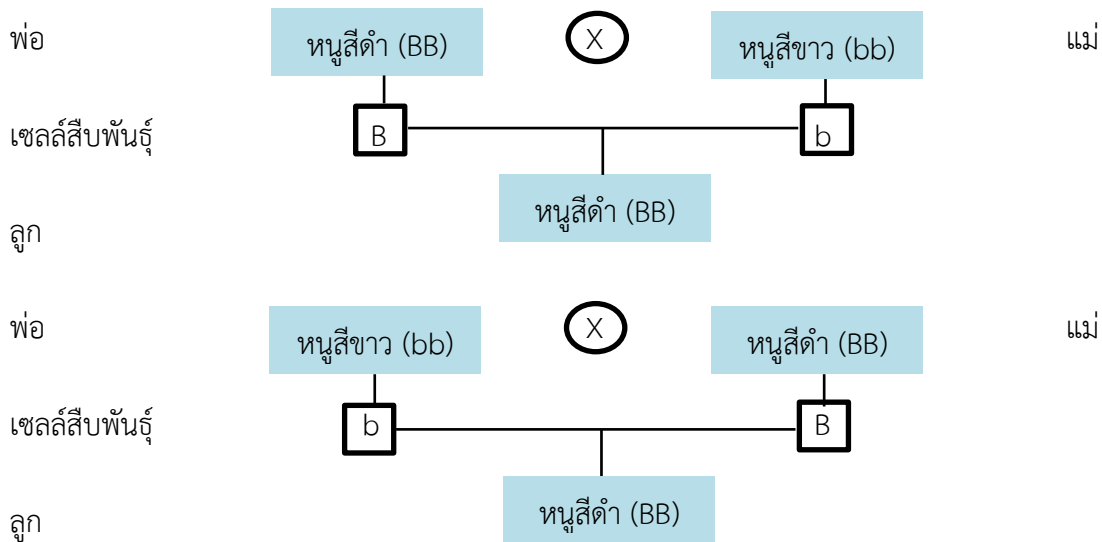
ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Humans> <https://www.tes.com/lessons/qB8d3mZcRSq3BA/cell-cycle>



## บัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม

(แผ่นที่ 3)

2. หลักฐานจากการผสมพันธุ์พืชและสัตว์ ผลจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์แท้สีขาวกับพันธุ์แท้สีดำ พบว่าไม่ว่าจะใช้พันธุ์ใดเป็นพ่อหรือแม่ ลูกที่เกิดจะเป็นสีดำทั้งสิ้น



จะเห็นได้ว่า ลูกที่เกิดมาไม่ว่าพ่อหรือแม่จะเป็นสีใดจะได้ลูกที่มีสีดำ ซึ่งเป็นลักษณะเด่น แสดงว่ายีนอยู่ภายในนิวเคลียส เพราะถ้ายีนอยู่ในไซโทพลาซึมแล้วลูกที่มาจะต้องมีลักษณะเหมือนแม่ มากกว่า เพราะเซลล์ไข่มีไซโทพลาซึมมากแต่เซลล์เปิร์มมีไซโทพลาซึมน้อย

3. หลักฐานจากการศึกษาโครโมโซม โดยพบว่าเมื่อโครโมโซมผิดปกติไป เช่น ขาดบางส่วนไป หรือมีบางส่วนเกินมา ทำให้เกิดความผิดปกติได้ เช่น กลุ่มอาการครีดูชาต์ (cri du chat syndrome) กลุ่มอาการดาวน์ (Down's syndrome) เป็นต้น

4. หลักฐานจากการแยกคู่ของยีนและของโครโมโซม เมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ฮอมอโลกัสโครโมโซมจะแยกออกจากกันและไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ต่างเซลล์กัน จึงมีโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ปกติเท่านั้น ซึ่งเหมือนกับการแยกคู่ของยีนตามที่เมนเดลค้นพบ (Law of segregation) การแยกตัวของยีนและของโครโมโซมซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน จึงเป็นไปได้ว่ายีนอยู่บนโครโมโซมจึงแยกออกจากกันไปพร้อมๆ กับการแยกตัวของโครโมโซมที่เป็นคู่กัน (homologous chromosome)

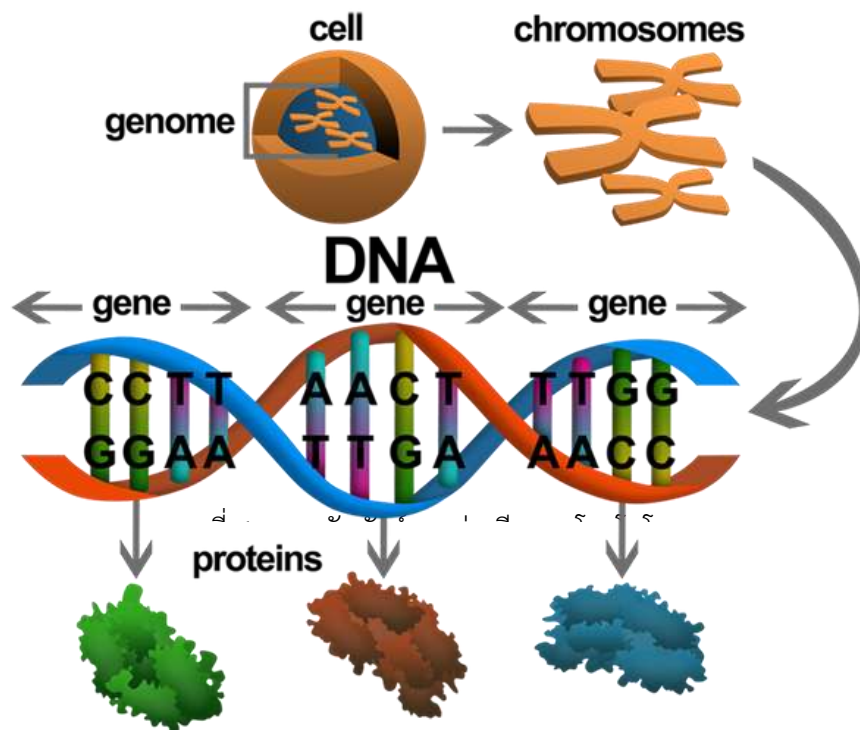


## บัตรความรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม

(แผ่นที่ 4)

### ข้อสรุป

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>





### กิจกรรมที่ 3 แผนภาพสรุปองค์ความรู้

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนสร้างแผนภาพสรุปองค์ความรู้โดยวิธีการเขียนแผนผังความคิด (Mind map)  
ให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม และ ความสัมพันธ์ระหว่าง  
ยีนและโครโมโซม กำหนดเวลา 30 นาที



### บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 3



#### บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 3

1. จำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะเท่ากันหรือไม่

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. จงเรียงลำดับสิ่งต่อไปนี้ โดยเรียงตามขนาดจากหน่วยย่อยไปหาหน่วยที่ใหญ่ที่สุด

โครโมโซม

นิวคลีอัส

DNA

ยีน

เซลล์

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



#### กิจกรรมที่ 4 นำพาความรู้ (ขยายความรู้ : **Elaboration**)

กิจกรรมนำพาความรู้นี้ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษา มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม นำข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการตอบคำถามในบัตรกิจกรรม และอธิบายสถานการณ์อื่นๆ เพื่อให้เกิดความรู้อย่างกว้างขวางขึ้น



**บัตรคำสั่งที่ 4****แบบฝึกเสริมเพิ่มความรู้**

- 1 ให้นักเรียนตอบคำถามในบัตรกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม และ บัตรกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม กำหนดเวลา 45 นาที
- 2 เมื่อเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบและบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนแบบฝึกเสริมเพิ่มความรู้
- 3 ให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบในบัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 4

**บัตรกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม**

**คำชี้แจง :** ประกอบด้วยแบบทดสอบความรู้ จำนวน 2 ตอน ให้ตอบคำถามให้ครอบคลุม และตรงประเด็น กำหนดเวลา 20 นาที

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

**ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง ครบคลุมและตรงประเด็น**

1. ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพราะเหตุใดลูกที่เกิดมาจึงมีลักษณะแปรผันไปจากพ่อแม่  
.....  
.....
2. โครโมโซมมีตำแหน่งอยู่ที่ใดในเซลล์และจะเห็นโครโมโซมได้ชัดเจนที่สุดเมื่อใด เพราะเหตุใด  
.....  
.....
3. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสแตกต่างกันอย่างไร  
.....  
.....
4. ถ้ากระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสไม่มีการสร้างสายใยสปินเดิลจะเกิดอะไรขึ้น  
.....  
.....
5. เพราะเหตุใดการแบ่งเซลล์ในระยะอินเตอร์เฟสจึงใช้เวลานานที่สุด  
.....  
.....



## บัตรกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม (ต่อ)

ตอนที่ 2 จงจับคู่คำศัพท์และคำอธิบายที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด โดยเขียนตัวอักษร  
ที่อยู่ด้านหน้าคำอธิบายมาใส่ลงในช่องว่างด้านหน้าคำศัพท์

### คำศัพท์

- .....1. gene
- .....2. dominant trait
- .....3. karyokinesis
- .....4. cytokinesis
- .....5. S phase
- .....6. metaphase
- .....7. crossing over
- .....8. mitosis
- .....9. meiosis
- .....10. synapsis

### คำอธิบาย

- ก. prophase I
- ข. prophase II
- ค. เห็นโครโมโซมชัดเจนที่สุด
- ง. จำนวนโครโมโซมหลังการแบ่งเซลล์เท่าเดิม
- จ. ลักษณะที่ปรากฏในรุ่นหลาน หรือ ลักษณะด้อย
- ฉ. ลักษณะที่ปรากฏในรุ่นลูก หรือ ลักษณะเด่น
- ช. เกิดขึ้นกับเซลล์สืบพันธุ์เท่านั้น
- ซ. สีย้อมนิวเคลียส
- ฅ. หน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
- ญ. ระยะที่มีการสร้าง DNA RNA และโปรตีนมากที่สุด
- ฎ. การแบ่งไซโทพลาซึม
- ฏ. การแบ่งนิวเคลียส
- ฐ. การเข้าคู่กันของโฮโมโลกัสโครโมโซม



## บัตรกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม

คำชี้แจง : ประกอบด้วยแบบทดสอบความรู้ ประเภทอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้องกำหนดเวลา 25 นาที

ชื่อ-สกุล .....เลขที่.....ชั้น.....

1. วอลเตอร์ ชัตตันและทีโอดอร์ โบเพรี นักชีววิทยา 2 ท่านนี้ได้เสนอทฤษฎีใด

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

2. เหตุใดในการปฏิสนธิ สเปิร์มจึงสลัดหางทิ้งเมื่อเข้าผสมกับไข่

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

3. ในกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส การที่โฮมอโลกส์โครโมโซมแยกออกจากกันและไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ต่างเซลล์กัน จึงมีโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้นเหมือนกับการแยกคู่ของยีนตามกฎข้อใดของเมนเดล

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

4. Law of independent assortment ของยีน คืออะไร เทียบได้กับกระบวนการใดของโครโมโซม

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

5. หากโครโมโซม มีลักษณะที่ผิดปกติ เช่น รูปร่าง ขนาด หรือ จำนวน จะให้ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตนั้นมีความผิดปกติหรือไม่ เพราะเหตุใด

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



## บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 4



### บัตรคำถามร่วมอภิปรายท้ายกิจกรรมที่ 4

ยีนและโครโมโซมมีความสัมพันธ์กัน แล้ว ยีน โครโมโซมและ DNA มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....







### กิจกรรมที่ ๕ มุ่งสู่ความสำเร็จ (ขั้นประเมิน : **Evaluation**)

กิจกรรมมุ่งสู่ความสำเร็จนี้ เป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องเรียกว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle)



**บัตรคำสั่งที่ 5****ทดสอบความรู้หลังเรียน**

- ❶ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ กำหนดเวลา 15 นาที
- ❷ เมื่อทำเสร็จแล้ว ให้ตรวจคำตอบและบันทึกลงในแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน
- ❸ เมื่อเสร็จกิจกรรมแล้วให้ตรวจคำตอบและบันทึกลงในแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน
- ❹ บันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนเรียนรวม ฟังการประเมินผลการเรียนจากครูเพื่อแก้ไข/ปรับปรุง
- ❺ ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้

**แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม**  
**กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อและแม่สู่ลูกหลาน ถูกส่งถ่ายด้วยกระบวนการใด
  - ก. กระบวนการสืบพันธุ์
  - ข. กระบวนการถ่ายทอดยีน
  - ค. กระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ
  - ง. กระบวนการถ่ายทอดโครโมโซม
2. เพราะเหตุใดเราจึงมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับพ่อแม่
  - ก. เพราะยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมมี 2 ชุด
  - ข. เพราะยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
  - ค. เพราะโครโมโซมครึ่งหนึ่งมาจากพ่อและอีกครึ่งหนึ่งมาจากแม่
  - ง. เพราะทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตมีโครโมโซมจากพ่อและแม่อย่างละครึ่ง
3. ในกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ถ้าไม่มีการแบ่งไซโทพลาสซึมผลจะเป็นอย่างไร
  - ก. ไม่มีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียส
  - ข. ไม่มีการจำลองตัวเองของ DNA
  - ค. จำนวนโครโมโซมจะเพิ่มเป็น 2 เท่า
  - ง. แต่ละเซลล์จะมีนิวเคลียสหลายอัน
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสแตกต่างจากไมโอซิสอย่างไร
  - ก. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสใช้เวลานานกว่าไมโอซิส
  - ข. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ ส่วนไมโอซิสได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์
  - ค. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ส่วนไมโอซิสสร้างเซลล์ร่างกาย
  - ง. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสไม่มีการไซแนปซิส ไคแอสมาและครอสซิงโอเวอร์ แต่ไมโอซิสมี





กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน  
เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ-สกุล .....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงใน  
กระดาษคำตอบ

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





### ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชุดที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม





### แบบประเมินพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ความคิด

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ความคิด (knowledge) โดยเขียนระดับคะแนนลงในตารางให้ตรงกับความสามารถของผู้เรียน และทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องสรุปผลการประเมิน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน				สรุปผลการประเมิน	
		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	รวม	ผ่าน	ไม่ผ่าน

#### การประเมินผล

คะแนนรวม 10-12 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก  
 คะแนนรวม 7-9 คะแนน ระดับคุณภาพ ดี  
 คะแนนรวม 4-6 คะแนน ระดับคุณภาพ พอใช้  
 คะแนนรวม 1-3 คะแนน ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับคุณภาพตั้งแต่ ระดับดี ขึ้นไป

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
 (.....)



### เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. อธิบายและอภิปรายการถ่ายทอดยีนและโครโมโซม	อธิบายและอภิปรายการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมได้ถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วน	อธิบายและอภิปรายการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมได้ถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วนเป็นส่วนใหญ่	อธิบายและอภิปรายการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	อธิบายและอภิปรายการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมได้ถูกต้องเล็กน้อย
2. วิเคราะห์และอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม	วิเคราะห์และอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมได้ถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วน	วิเคราะห์และอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมได้ถูกต้องตรงประเด็น มีเนื้อหาสาระครบถ้วนเป็นส่วนใหญ่	วิเคราะห์และอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	วิเคราะห์และอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมได้ถูกต้องเล็กน้อย
3. ระบุหลักฐานที่ยืนยันได้ว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซม	ระบุหลักฐานที่ยืนยันได้ว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซมได้ถูกต้อง ครบถ้วน บอกแหล่งอ้างอิงของข้อมูลได้	ระบุหลักฐานที่ยืนยันได้ว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซมได้ถูกต้อง ครบถ้วน บอกแหล่งอ้างอิงของข้อมูลได้ เป็นส่วนใหญ่	ระบุหลักฐานที่ยืนยันได้ว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซมได้ถูกต้อง บอกแหล่งอ้างอิงของข้อมูลได้เป็นบางส่วน	ระบุหลักฐานที่ยืนยันได้ว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซมได้ถูกต้อง บอกแหล่งอ้างอิงของข้อมูลได้เล็กน้อย



### แบบประเมินทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์

**คำชี้แจง :** ให้ผู้สอนประเมินทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ของนักเรียนในระหว่างเรียน โดยเขียนระดับคะแนนลงในตารางให้ตรงกับความสามารถของผู้เรียน และทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องสรุปผลการประเมิน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					ผลการประเมิน	
		1. ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์	2. วิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์	3. การใช้กล้องจุลทรรศน์	4. การเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์	คะแนนรวม	ผ่าน	ไม่ผ่าน

#### การประเมินผล

คะแนนรวม	0-4	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง
คะแนนรวม	5-8	คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนนรวม	9-12	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนนรวม	13-16	คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก

เกณฑ์ผ่าน ได้ระดับคุณภาพตั้งแต่ ระดับดี ขึ้นไป

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)





## เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์	บอกและอธิบายหน้าที่ส่วนประกอบต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน อย่างคล่องแคล่ว	บอกและอธิบายหน้าที่ส่วนประกอบต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	บอกและอธิบายหน้าที่ส่วนประกอบต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	บอกและอธิบายหน้าที่ส่วนประกอบต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องเล็กน้อย
2. วิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์	อธิบายวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน อย่างคล่องแคล่ว	อธิบายวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องบางส่วน	อธิบายวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ได้เล็กน้อย
3. การใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้อง	ใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องตามขั้นตอน อย่างคล่องแคล่ว	ใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องตามขั้นตอน	ใช้กล้องจุลทรรศน์ได้ถูกต้องแต่ไม่ตามขั้นตอน	ใช้กล้องจุลทรรศน์ไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
4. การเก็บรักษากล้องจุลทรรศน์	เก็บรักษาได้ถูกวิธีอย่างคล่องแคล่วและไม่เกิดความเสียหายต่อกล้องจุลทรรศน์	เก็บรักษาได้ถูกวิธีและไม่เกิดความเสียหายต่อกล้องจุลทรรศน์	เก็บรักษาได้ถูกวิธีเป็นส่วนใหญ่และไม่เกิดความเสียหายต่อกล้องจุลทรรศน์	เก็บรักษาได้ไม่ถูกวิธีและเกิดความเสียหายต่อกล้องจุลทรรศน์



### แบบสังเกตพฤติกรรมด้านเจตคติที่ต้องการเรียนวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล ..... เลขที่..... ชั้น .....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ทั้งในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วทำ

เครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างให้ตรงกับระดับคะแนนตามความเป็นจริง

รายการประเมิน	รายการ	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ความสนใจใฝ่รู้ หรืออยากรู้อยากเห็น	1.1 มีความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ๆ อยู่เสมอ			
	1.2 มีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมให้สำเร็จ			
	1.3 ชอบทดลอง ค้นคว้าหาคำตอบของปัญหา			
	1.4 สนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มเติม			
2. ความรับผิดชอบ มุ่งมั่นและอดทน	2.1 ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีปัญหาหรืออุปสรรค			
	2.2 เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียต่อส่วนรวม			
	2.3 ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์ ตรงต่อเวลา			
3. ความมีเหตุผล	3.1 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนอย่างพอเพียง			
	3.2 พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ด้วยเหตุผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนาย			
	3.3 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล			
	3.4 ตรวจสอบความถูกต้องกับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้			
4. ความมีระเบียบ เรียบร้อย	4.1 รู้จักลำดับความสำคัญของการทำงาน			
	4.2 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงานหรือกิจกรรม			
	4.3 ทำงานอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยและสวยงาม			
5. ความซื่อสัตย์	5.1 เสนอผลทดลองหรือผลงานตามความจริงแม้จะแตกต่างไปจากผู้อื่น			
	5.2 บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริงไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเอง			
	5.3 ไม่แอบอ้างผลงานผู้อื่นมาเป็นของตนเอง			
6. ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็น ผู้อื่น	6.1 รับฟังข้อแสดงความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างเต็มใจ			
	6.2 แสดงความคิดเห็นได้อย่างเหมาะสมเมื่อมีโอกาส			
	6.3 ยอมรับได้เมื่อเกิดความผิดพลาดของสมาชิกในกลุ่มหรือเพื่อนร่วมงาน			
	คะแนนรวม			
	คะแนนเฉลี่ย			

#### เกณฑ์การให้คะแนน

- 2 คะแนน คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ  
1 คะแนน คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง  
0 คะแนน คือ พฤติกรรมที่ไม่ปฏิบัติเลย

#### การประเมินผล

- ☐ ดีเยี่ยม (คะแนนเฉลี่ย 2.6-3.0)  
☐ ดี (คะแนนเฉลี่ย 2.0-2.5)  
☐ ผ่าน (คะแนนเฉลี่ย 1.5-1.9)  
☐ ไม่ผ่าน (คะแนนเฉลี่ย 0-1.4)



### แบบสังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ชื่อ-สกุล ..... เลขที่..... ชั้น .....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓  
ในช่องว่างให้ตรงกับระดับคะแนนตามความเป็นจริง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	คือ	พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ
2 คะแนน	คือ	พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง
1 คะแนน	คือ	พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง
0 คะแนน	คือ	พฤติกรรมที่ไม่เคยปฏิบัติ

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
1. มีวินัย	1.1 ปฏิบัติตามกฎหมายเกณฑ์ระเบียบข้อบังคับของห้อง				
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 ตั้งใจเรียน มีความพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้				
	2.2 แสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ และสรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล				
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	3.1 ตั้งใจและรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
	3.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายาม และอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย				

การประเมินผล

คะแนน 13-15 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีเยี่ยม

คะแนน 9-12 คะแนน ระดับคุณภาพ ดี

คะแนน 1-8 คะแนน ระดับคุณภาพ ผ่านเกณฑ์

คะแนน 0 คะแนน ระดับคุณภาพ ไม่ผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับคุณภาพตั้งแต่ ระดับดี ขึ้นไป

ผลการประเมิน

(.....) ผ่านเกณฑ์ (.....) ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
(.....)



### แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ชื่อ-สกุล ..... เลขที่..... ชั้น .....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓  
ในช่องว่างให้ตรงกับระดับคะแนนตามความเป็นจริง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

#### เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน	คือ	พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ
2 คะแนน	คือ	พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง
1 คะแนน	คือ	พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง
0 คะแนน	คือ	พฤติกรรมที่ไม่เคยปฏิบัติ

สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	1.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้				
	1.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา				
	1.3 เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงในสังคม				
	1.4 แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและ แก้ไขปัญหา				
	1.5 สามารถตัดสินใจได้เหมาะสมตามวัย				

#### การประเมินผล

คะแนน 13-15	คะแนน ระดับคุณภาพ ดีเยี่ยม
คะแนน 9-12	คะแนน ระดับคุณภาพ ดี
คะแนน 1-8	คะแนน ระดับคุณภาพ ผ่านเกณฑ์
คะแนน 0	คะแนน ระดับคุณภาพ ไม่ผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับคุณภาพตั้งแต่ ระดับดี ขึ้นไป

#### ผลการประเมิน

(.....) ผ่านเกณฑ์ (.....) ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
(.....)



## แบบประเมินผลงานแผนภาพสรุปองค์ความรู้

**คำชี้แจง :** การประเมินผลงานแผนภาพสรุปองค์ความรู้ ทำการประเมินผลงานโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน  
คือ การประเมินผลงานตนเอง การประเมินผลงานโดยเพื่อนต่างกลุ่ม และประเมินผลงาน  
โดยครูผู้สอน โดยเขียนระดับคะแนนลงในตารางให้ตรงกับระดับคะแนนตามผลงานที่ปรากฏ

กลุ่มที่ .....

สมาชิกกลุ่ม

1. ....... ชั้น..... เลขที่ .....
2. ....... ชั้น..... เลขที่ .....
3. ....... ชั้น..... เลขที่ .....
4. ....... ชั้น..... เลขที่ .....
5. ....... ชั้น..... เลขที่ .....
6. ....... ชั้น..... เลขที่ .....

ตารางบันทึกผลคะแนน

ผู้ประเมิน	ระดับคะแนน					ผู้ประเมิน
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	รวม	
1. การประเมินผลงานตนเอง						
2. การประเมินผลงานโดยเพื่อนต่างกลุ่ม						
3. การประเมินผลงานโดยครูผู้สอน						
คะแนนรวม						
คะแนนเฉลี่ย						

การประเมินผล

- คะแนน 0-4      คะแนน ระดับคุณภาพ ปรับปรุง  
คะแนน 5-8      คะแนน ระดับคุณภาพ พอใช้  
คะแนน 9-12      คะแนน ระดับคุณภาพ ดี  
คะแนน 13-16      คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก

เกณฑ์การผ่าน ได้ระดับคุณภาพตั้งแต่ ระดับดี ขึ้นไป

ผลการประเมิน

(.....) ผ่านเกณฑ์ (.....) ไม่ผ่านเกณฑ์



## เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ความถูกต้องตรงประเด็น	สรุปความรู้ได้ถูกต้อง ครบถ้วน และตรงประเด็น ทุกหัวข้อ	สรุปความรู้ได้ถูกต้อง ครบถ้วน และตรงประเด็น เป็นส่วนใหญ่	สรุปความรู้ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	สรุปความรู้ไม่ถูกต้อง
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไม่คัดลอกผลงานผู้อื่น ผลงานมีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจ และเป็นตัวอย่างให้ผู้อื่นได้	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไม่คัดลอกผลงานผู้อื่น	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คัดลอกผลงานของผู้อื่นเป็นบางส่วน	ไม่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์หรือคัดลอกผลงานผู้อื่นทั้งหมด
3. ความสะอาดเรียบร้อย	ผลงานสะอาด เรียบร้อยดี ไม่มีร่องรอยการแก้ไข	ผลงานสะอาด เรียบร้อยดี มีร่องรอยการแก้ไขไม่เกิน 1 ตำแหน่ง	ผลงานสะอาด มีร่องรอยการแก้ไขมากกว่า 1 ตำแหน่ง	ผลงานสกปรก มีร่องรอยการแก้ไขจำนวนมาก
4. ทำงานได้เสร็จทันตามเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด	ทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด เล็กน้อย	ทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด แต่มีผลงานส่งภายในชั่วโมงเรียน	ทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด และไม่มีผลงานส่งภายในชั่วโมงเรียน



## แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

**คำชี้แจง :** แบบประเมินฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)  
เรื่องยีนและโครโมโซม ชุดที่ 1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ในการประเมินของนักเรียน  
ไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนใดๆ ทั้งสิ้น จึงขอให้ประเมินด้วยความที่เป็นจริง โดยการเขียน  
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของตนเอง  
ลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ 5	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับความพึงพอใจ 4	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
ระดับความพึงพอใจ 3	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับความพึงพอใจ 2	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
ระดับความพึงพอใจ 1	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1.	<b>ด้านครูผู้สอน</b> ครูชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน					
2.	ครูให้คำปรึกษา แนะนำ ดูแลนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนอย่างทั่วถึง					
3.	<b>ด้านเนื้อหาและรูปแบบ</b> ความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน					
4.	เนื้อหา ภาษา และรูปแบบตรงกับความสนใจและความต้องการของนักเรียน					
5.	มีภาพประกอบหรือสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมและกระตุ้นความสนใจ					
6.	<b>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b> กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย แปลกใหม่และน่าสนใจ					
7.	นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน					
8.	นักเรียนรู้สึกสนุกและมีความสุขกับการเรียน					
9.	<b>ด้านการวัดและประเมินผล</b> การวัดและประเมินผลมีความหลากหลายและเหมาะสม					
10.	นักเรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่ม					



### ภาคผนวก ข

1. แบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน/  
แบบทดสอบหลังเรียน
2. แบบบันทึกคะแนนกิจกรรม
3. แบบบันทึกคะแนนรวม







## แบบบันทึกคะแนน

แผ่นที่ 1

ชื่อ-สกุล .....ชั้น.....เลขที่.....

### แบบบันทึกคะแนน แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre test)

#### 1. วิธีการตรวจคำตอบ

- ☒ ตอบถูก ได้ข้อละ 1 คะแนน  
☐ ตอบผิด ได้ข้อละ 0 คะแนน

2. บันทึกคะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน ..... คะแนน

3. เกณฑ์ผ่าน ได้คะแนน 7 คะแนนขึ้นไป

#### 4. สรุปผลการประเมิน

(.....) ผ่านเกณฑ์ (.....) ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน  
(.....)

### แบบบันทึกคะแนน เกม FUNNY FAMILY

#### แบบบันทึกคะแนน เกม FUNNY FAMILY.

#### 1. วิธีตรวจคำตอบ

- ☒ ตอบถูก ได้ข้อละ 1 คะแนน  
☐ ตอบผิด ได้ข้อละ 0 คะแนน

2. บันทึกคะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน ..... คะแนน

3. เกณฑ์ผ่าน ได้คะแนน 7 คะแนนขึ้นไป

#### 4. สรุปผลการประเมิน

(.....) ผ่านเกณฑ์ (.....) ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน  
(.....)



## แบบบันทึกคะแนน

แผ่นที่ 2

ชื่อ-สกุล .....ชั้น.....เลขที่.....

### แบบบันทึกคะแนน มองผ่านกล้องฯ

#### 1. วิธีตรวจคำตอบ

- ☒ ตอบถูกทั้งภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ ได้ข้อละ 2 คะแนน
- ☒ ตอบถูกภาษาไทย หรือ ภาษาอังกฤษ อย่างใดอย่างหนึ่ง ได้ข้อละ 1 คะแนน
- ☐ ตอบผิดทั้งภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ ได้ข้อละ 0 คะแนน

2. บันทึกคะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน ..... คะแนน

3. เกณฑ์ผ่าน ได้คะแนน 7 คะแนนขึ้นไป

#### 4. สรุปผลการประเมิน

(.....) ผ่านเกณฑ์ (.....) ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน  
(.....)

### แบบบันทึกคะแนน แผนภาพสรุปองค์ความรู้

#### 1. วิธีคิดคะแนน

คำนวณค่าเฉลี่ยจากการรวมคะแนนการประเมินตนเอง, ประเมินโดยเพื่อนต่างกลุ่มและครูผู้สอน  
คะแนนเต็ม 16 คะแนน ได้คะแนน ..... คะแนน  
ระดับคุณภาพ.....

2. เกณฑ์ผ่าน ได้ระดับคุณภาพ ตั้งแต่ระดับ ดี เป็นต้นไป

#### 3. สรุปผลการประเมิน

(.....) ผ่านเกณฑ์ (.....) ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน  
(.....)



## แบบบันทึกคะแนน

แผ่นที่ 3

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น.....เลขที่.....

### แบบบันทึกคะแนน แบบฝึกเสริมเพิ่มพูนความรู้

#### แบบบันทึกคะแนน แบบฝึกเสริมเพิ่มพูนความรู้

##### 1. วิธีคิดคะแนน

- ☒ ตอบถูก ได้ข้อละ 1 คะแนน (กิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 2 ข้อละ 0.5 คะแนน)  
☐ ตอบผิด ได้ข้อละ 0 คะแนน

##### 2. บันทึกคะแนน

###### 2.1 บัตรกิจกรรมที่ 4

- ตอนที่ 1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้ ..... คะแนน  
ตอนที่ 2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ได้ ..... คะแนน  
คะแนนรวม 10 คะแนน ได้ ..... คะแนน **1**

###### 2.2 บัตรกิจกรรมที่ 5 คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้ ..... คะแนน **2**

- คะแนนรวม คะแนนเต็ม 20 คะแนน ได้ ..... คะแนน **1 + 2**

##### 3. เกณฑ์ผ่าน คะแนนรวม ได้ 14 คะแนนขึ้นไป

##### 4. สรุปผลการประเมิน

(.....) ผ่านเกณฑ์ (.....) ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน  
(.....)

### แบบบันทึกคะแนน แบบทดสอบก่อนเรียน (Post test)

##### 1. วิธีคิดคะแนน

- ☒ ตอบถูก ได้ข้อละ 1 คะแนน  
☐ ตอบผิด ได้ข้อละ 0 คะแนน

##### 2. บันทึกคะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน ได้คะแนน ..... คะแนน

##### 3. เกณฑ์ผ่าน ได้คะแนน 7 คะแนนขึ้นไป

##### 4. สรุปผลการประเมิน

(.....) ผ่านเกณฑ์ (.....) ไม่ผ่านเกณฑ์

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน  
(.....)



**แบบบันทึกคะแนนรวม**  
**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)**  
**ชุด 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม**

ชื่อ ..... ชั้น..... เลขที่.....

**1. แบบบันทึกคะแนนกิจกรรม**

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ
กิจกรรมที่ 1 กระตุ้นสมอง	10		
กิจกรรมที่ 2 ประลองปัญญา	10		
กิจกรรมที่ 3 อธิบายปัญหา	10		
กิจกรรมที่ 4 นำพาซึ่งความรู้	20		
กิจกรรมที่ 5 มุ่งสู่ความสำเร็จ	10		
<b>รวมคะแนน</b>	<b>60</b>		

หมายเหตุ กิจกรรมที่ 1 ไม่นับรวมคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

**2. แบบบันทึกคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน**

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ
แบบทดสอบก่อนเรียน	10		
แบบทดสอบหลังเรียน	10		
<b>ความก้าวหน้า</b>			

**3. เกณฑ์การประเมินระดับผลการเรียนรู้**

กิจกรรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)			แบบทดสอบหลังเรียน		
คะแนน	ระดับผลการเรียนรู้	ระดับที่ได้	คะแนน	ระดับผลการเรียนรู้	ระดับที่ได้
50-60	ดีมาก		9-10	ดีมาก	
40-49	ดี		7-8	ดี	
30-39	พอใช้		5-6	พอใช้	
0-29	ปรับปรุงแก้ไข		0-4	ปรับปรุงแก้ไข	

4. เกณฑ์การตัดสิน ได้ระดับผลการเรียนรู้ ตั้งแต่ระดับ ดี ขึ้นไป ทั้งสองรายการ

5. ผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน  
(.....)



### ภาคผนวก ค

เอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง





## บัตรเคล็ดลับเพิ่มเติมเสริมการเรียนรู้

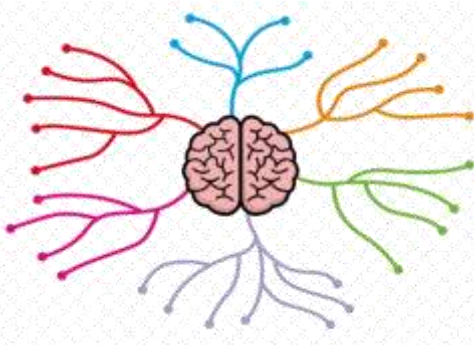


### แผนผังความคิด (Mind map)

**แผนผังความคิด (Mind Map)** คือ การถ่ายทอดความคิดหรือข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ในสมองลงกระดาษ โดยใช้ภาพ สี เส้น และการโยงใย แทนการจดย่อแบบเดิมที่เป็นบรรทัดๆ เรียงจากบนลงล่าง ขณะเดียวกัน แผนผังความคิดใช้เป็นสื่อ นำข้อมูลจากภายนอก เช่น หนังสือ คำบรรยาย การประชุม ส่งเข้าสมองให้เก็บรักษาไว้ได้ดีกว่าเดิม ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ง่าย เพราะจะเห็นเป็นภาพรวม และเปิดโอกาสให้สมองให้เชื่อมโยงต่อข้อมูลหรือความคิดต่างๆ เข้าหากันได้ง่ายกว่า “ใช้แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อย ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน”

#### มาเขียน Mind map กันเถอะ !!

1. เตรียมกระดาษเปล่าที่ไม่มีเส้นบรรทัดและวางกระดาษภาพแนวนอน
2. วาดภาพสีหรือเขียนคำหรือข้อความที่สื่อหรือแสดงถึงเรื่องจะทำ Mind map กลางหน้ากระดาษ โดยใช้สีอย่างน้อย 3 สี และต้องไม่ติดกรอบด้วยรูปทรงเรขาคณิต
3. คิดถึงหัวเรื่องสำคัญที่เป็นส่วนประกอบของเรื่องที่ทำ Mind Map โดยให้เขียนเป็นคำที่มีลักษณะเป็นหน่วย หรือเป็นคำสำคัญ (Key Word) สั้นๆ ที่มีความหมายบนเส้น ซึ่งเส้นแต่ละเส้นจะต้องแตกออกมาจากศูนย์กลางไม่ควรเกิน 8 กิ่ง
4. แยกความคิดของหัวเรื่องสำคัญแต่ละเรื่องในข้อ 3 ออกเป็นกิ่งๆ หลายกิ่ง โดยเขียนคำหรือ วลีบนเส้นที่แตกออกไป ลักษณะของกิ่งควรเอนไม่เกิน 60 องศา
5. แยกความคิดรองลงไปที่เป็นส่วนประกอบของแต่ละกิ่ง ในข้อ 4 โดยเขียนคำหรือวลีบนเส้นที่แตกออกไป ซึ่งสามารถแตกความคิดออกไปเรื่อย ๆ
6. การเขียนคำ ควรเขียนด้วยคำที่เป็นคำสำคัญ (Key word) หรือคำหลัก หรือเป็นวลีที่มีความหมายชัดเจน
7. คำ วลี สัญลักษณ์ หรือรูปภาพใดที่ต้องการเน้น อาจใช้วิธีการทำให้เด่น เช่น การล้อมกรอบ หรือใส่กล่อง เป็นต้น
8. ตกแต่ง Mind map ที่เขียนด้วยความสนุกสนานทั้งภาพและแนวคิดที่เชื่อมโยงต่อกัน



#### การนำไปใช้

1. ใช้ระดมพลังสมอง
2. ใช้นำเสนอข้อมูล
3. ใช้จัดระบบความคิดและช่วยความจำ
4. ใช้วิเคราะห์เนื้อหาหรืองานต่างๆ
5. ใช้สรุปหรือสร้างองค์ความรู้



## บัตรเคล็ดลับเพิ่มเติมเสริมการเรียนรู้ (ต่อ)

### แผนผังความคิด (Mind map)

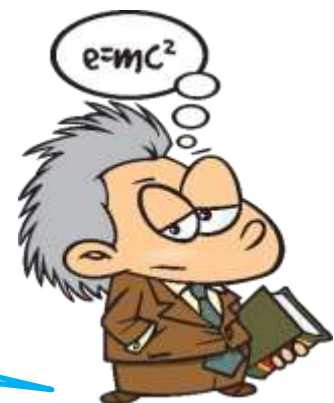


ภาพที่ 11 แผนผังความคิดประโยชน์จาก Mind map.

ที่มา : <http://www.brainfriendlyacademy.com/main/what-is-mindmap/>

ปัจจุบัน Mind map กลายเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการระบบความคิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด มีรูปแบบการจัดบันทึกที่สร้างสรรค์ และมีประสิทธิภาพเสริมสร้างทักษะในการวิเคราะห์และการสังเคราะห์ข้อมูล ทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องที่สนุกสนานและมีชีวิตชีวขึ้น

ตามงานวิจัยแล้วยังพบว่า อัจฉริยะของโลก เช่น อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ หรือ ลีโอนาร์โด ดา วินชี และคนเก่งระดับโลกอีกหลายคน ก็ใช้การจัดบันทึกเป็นภาพด้วยเช่นกัน





## บรรณานุกรม

- ณภัทร ปราบมีชัย. (2560). **ไบโอ สปีดเทสต์**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ, สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล, สมศักดิ์ อภิสทริวาณิช. (2553). **ชีววิทยา 3 โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลินี สอวน**. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.
- พจน์ แสงมณี, ขวัญสุตา ประวะภูโต. (2552). **Compact ชีววิทยา ม.6 เล่ม 5**. กรุงเทพฯ : กรีนแอปเปิ้ลกราฟฟิค พรินต์.
- ประสงค์ หล้าสะอาด, จิตเกษม หล้าสะอาด. (2555). **คู่มือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา ม4-6 เล่ม 4**. กรุงเทพฯ : ธนรัชการพิมพ์.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (14 กันยายน 2559). **การปฏิสนธิ**. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/การปฏิสนธิ>
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (March 16, 2015). **Theodor Boveri**. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก [https://en.wikipedia.org/wiki/Theodor\\_Boveri](https://en.wikipedia.org/wiki/Theodor_Boveri)
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (February 6, 2015). **Walter Sutton**. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก [https://en.wikipedia.org/wiki/Walter\\_Sutton](https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_Sutton)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). **คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สมาน แก้วไวยุทธ. (2555). **Hi-Ed's Biology ชีววิทยา ม.4-6 (รายวิชาพื้นฐาน)**. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- เบรนนเฟรนด์ลี อคาเดมี. **ประโยชน์ของ Mind map**. สืบค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2559. จาก <http://www.brainfriendlyacademy.com/main/what-is-mindmap/>
- Beverly Biology. (May 3, 2013). **Mitosis vs Meiosis**. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก <https://www.youtube.com/watch?v=bRcjB11hDCU>
- Boulton. (May 12, 2009). **Draw and label a diagram of a mature sperm and egg**. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://ibbiology.wikifoundry.com/page/Draw+and+label+a+diagram+of+a+mature+sperm+and+egg>
- Hannah Wilgar. (January 15, 2015). **From DNA to Protein**. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก <https://www.yourgenome.org/video/from-dna-to-protein-flash>
- Patra Deb. (May 9, 2017). **What is the difference between genes and DNA**. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก <https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-DNA-and-genes>
- PhD students from Stanford, Harvard, Berkeley. **mitosis**. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก <https://www.shmoop.com/cell-cycle/mitosis.html>
- PhD students from Stanford, Harvard, Berkeley. **meiosis**. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก <https://www.shmoop.com/cell-cycle/meiosis.html>