

ชื่อเรื่อง	รายงานการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ผู้พัฒนา	นายศุภภัศร วาหารักษ์
หน่วยงาน	โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล” สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 14
ปีที่รายงาน	2561

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม

ประชากรที่ใช้ในการพัฒนาในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/8 ของโรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล” สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 14 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 29 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้พัฒนาปฏิบัติหน้าที่เป็นครูผู้สอน เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม จำนวน 5 เล่ม แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม จำนวน 17 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง ยีนและโครโมโซม จำนวน 30 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม จำนวน 10 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (μ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และค่า t-test (Dependent)

ผลการพัฒนาพบว่า

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.62/82.64 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 โดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ชุด ยีนและโครโมโซม

เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



จัดทำโดย

นายศุภกัศร วาหะรักษ์
ครู โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนาบุญกุล”

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 14
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน



คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนตะกั่วป่า “เสนานุกูล” สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 14 โดยในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับนี้ ผู้จัดทำได้ดำเนินการพัฒนาตามลำดับขั้นตอนของการพัฒนานวัตกรรม

ผู้จัดทำขอขอบคุณคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ นางรัชชดี วงศ์คำจันทร์ นายสมจิต หมุนขำ นายจรินทร์ เสียงหวาน ดร. พาหน ร่วมใจ และ ดร. ภูริพงษ์ เมฆสุวรรณ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ความรู้และคำแนะนำ ตลอดจนเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้มาโดยตลอด

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่อง ยีนและโครโมโซม ได้เป็นอย่างดี

ศุภกัศร วาหารักษ์



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
สารบัญภาพ.....	ง
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียน.....	จ
จุดประสงค์การเรียนรู้.....	ช
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ.....	1
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	2
เกมทดสอบความรู้.....	5
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา.....	8
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีน.....	9
กิจกรรมที่ 1.....	13
กิจกรรมที่ 2.....	14
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและสรุป.....	16
ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม.....	17
กิจกรรมที่ 3.....	28
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้.....	29
กิจกรรมที่ 4.....	30
กิจกรรมที่ 5.....	31
กิจกรรมที่ 6.....	32
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน.....	33



สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
แบบทดสอบหลังเรียน.....	34
ภาคผนวก.....	37
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน.....	38
เฉลยกิจกรรมที่ 1.....	39
เฉลยกิจกรรมที่ 2.....	40
เฉลยกิจกรรมที่ 3.....	42
เฉลยกิจกรรมที่ 4.....	43
เฉลยกิจกรรมที่ 5.....	44
เฉลยกิจกรรมที่ 6.....	45
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน.....	46
บรรณานุกรม.....	47
แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม.....	48
แบบบันทึกคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม.....	49



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ภาพแสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	10
2 ภาพแสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	10
3 ภาพแสดงการทดลองของกริฟฟิทนำแบคทีเรียสายพันธุ์ R ฉีดให้หนู พบว่าหนูไม่ตาย (ก.) ต่อมานำแบคทีเรีย สายพันธุ์ S ฉีดให้หนู พบว่าหนูตาย (ข.) เมื่อนำแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนแล้วฉีดให้หนู พบว่าหนูไม่ตาย (ค.) แต่เมื่อนำแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนผสมกับสายพันธุ์ R ที่มีชีวิต ทิ้งไว้ระยะหนึ่งแล้วฉีดให้หนู พบว่าหนูตาย เมื่อตรวจเลือดหนูที่ตายปรากฏว่ามี แบคทีเรียสายพันธุ์ S ปนอยู่กับสายพันธุ์ R (ง.)	19
4 ภาพแสดงการทดลองโดยฉีดแบคทีเรีย <i>Streptococcus pneumoniae</i> ที่ทำให้เกิดโรคปอดบวมเข้าไปในหนู	20
5 ภาพแสดงโครโมโซม	21
6 ภาพแสดงตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ ที่เป็นตัวกำหนดประเภทของโครโมโซม	22
7 ภาพแสดงโครงสร้างของโครโมโซมในนิวเคลียส	23
8 ภาพแสดงลักษณะของนิวคลีโอโซม	23
9 ภาพแสดงลักษณะของนิวคลีโอฮิสโตน	24



คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม
รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
สำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นนวัตกรรมสำหรับจัดการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ให้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ดังนั้นเพื่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม ฉบับนี้ นักเรียนควรศึกษาคำแนะนำสำหรับนักเรียนให้เข้าใจ หลังจากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติตามดังนี้

1. นักเรียนรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม พร้อมฟังการชี้แจงบทบาทของตนเองในระหว่างการค้าเนินกิจกรรมจากครูผู้สอน
2. ให้นักเรียนอ่านคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนอีกครั้งด้วยตนเอง รวมทั้งศึกษาลำดับขั้นตอน รูปแบบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทของนักเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ หากมีข้อสงสัยให้ซักถามครูผู้สอนเพื่อฟังคำอธิบายเพิ่มเติม
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบและบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน
4. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 กิจกรรมหลัก ให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน
5. เมื่อนักเรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามคำสั่งในแต่ละกิจกรรมเรียบร้อยแล้วให้ตรวจคำตอบจากครูผู้สอนแล้วบันทึกลงในแบบบันทึกคะแนนในแต่ละกิจกรรม



6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ตรวจสอบคำตอบและบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน
7. นักเรียนบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกคะแนนรวม
8. นักเรียนจะต้องมีระดับผลการเรียนรู้ ระดับดีขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์ (ประกอบด้วยคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน และคะแนน 6 กิจกรรม) หากนักเรียนมีระดับผลการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ ให้ตรวจสอบคำตอบว่ามีกิจกรรมใดที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์แล้วทำการศึกษาทบทวนบทเรียนซ้ำ
9. หากนักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนให้ซักถามและขอคำอธิบายเพิ่มเติมจากครูผู้สอน เพื่อร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อสงสัยนั้น ๆ
10. ในการเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง นักเรียนควรให้ความร่วมมือกับครูผู้สอนและสมาชิกในกลุ่ม ด้วยความมุ่งมั่น ตั้งใจ
11. นักเรียนประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม



จุดประสงค์การเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ชุด ยีนและโครโมโซม รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีทางชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม
มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

ผลการเรียนรู้

1. สามารถสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและหน้าที่ของสารพันธุกรรมได้



ชั้นที่ 1



ชั้นสร้างความสนใจ

ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและเล่นเกมเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรม
การเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม
เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
วิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงใน
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน (10 คะแนน)

1. เซลล์ในระยะใดเหมาะต่อการศึกษารูปร่าง ลักษณะ ของโครโมโซมมากที่สุด
 - ก. ระยะปกติที่ยังไม่มีการแบ่งเซลล์
 - ข. ระยะเมทาเฟสซึ่งโครโมโซมเรียงอยู่ตรงกลางเซลล์
 - ค. ระยะโพรเฟสซึ่งกำลังเกิดกระบวนการ ครอสซิงโอเวอร์ (crossing over)
 - ง. ระยะอินเตอร์เฟสซึ่งมีการสื่อสารต่าง ๆ สำหรับการแบ่งเซลล์
2. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่มีผลทำให้เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของ
เซลล์เริ่มต้น เรียกว่า เซลล์แบบใด
 - ก. เซลล์สืบพันธุ์
 - ข. เซลล์ดิพลอยด์
 - ค. เซลล์แฮพลอยด์
 - ง. ไม่มีข้อใดถูก
3. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจะมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมดและมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับจำนวนเริ่มต้น
เรียกเซลล์นี้ว่าอะไร
 - ก. เซลล์สืบพันธุ์
 - ข. เซลล์ดิพลอยด์
 - ค. เซลล์แฮพลอยด์
 - ง. ไม่มีข้อใดถูก



4. ใคร คือ บุคคลแรกที่เสนอทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
 - ก. ชัตตัน
 - ข. เฟร德里ช มิเชอร์
 - ค. โรเบิร์ต ฟอยล์เกน
 - ง. เฟรเดอริก กริฟฟิท

5. โครโมโซมที่มีลักษณะเป็นเส้นเล็กยาวขดพันกันอยู่ภายในนิวเคลียส เรียกว่าอะไร
 - ก. โพรตีน
 - ข. ดีเอ็นเอ
 - ค. โครมาทิน
 - ง. เซนโทรเมียร์

6. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. สัตว์แต่ละชนิดจะมีโครโมโซมที่ไม่เท่ากัน แต่มีโครโมโซมรูปร่างคล้ายกัน
 - ข. สัตว์ต่างชนิดกันอาจจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันได้ แต่มีลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างต่างกัน
 - ค. สัตว์แต่ละชนิดจะมีจำนวนโครโมโซมที่เท่ากัน และมีลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างเหมือนกัน
 - ง. ไม่มีข้อใดถูก

7. สารพันธุกรรมทั้งหมดของโครโมโซม 1 ชุดของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ๆ เรียกว่าอะไร
 - ก. เซลล์
 - ข. จีโนม
 - ค. ฮิสโตน
 - ง. นิวคลีโอโซม



8. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมก็มี 2 ชุด
 - ข. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
 - ค. ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตจะมีโครโมโซมครึ่งหนึ่งจากแม่ และอีกครึ่งหนึ่งจากพ่อ
 - ง. ถูกทุกข้อ

9. ส่วนประกอบของดีเอ็นเอที่ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซม คือ
 - ก. ยีน
 - ข. เอนไซม์
 - ค. นิวคลีอัส
 - ง. โครมาทิน

10. ข้อใดคือองค์ประกอบของนิวคลีโอโซม
 - ก. ฮิสโตน, ดีเอ็นเอ
 - ข. ฮิสโตน, ไรโบโซม
 - ค. ไรโบโซม, ดีเอ็นเอ
 - ง. ฮิสโตน, ดีเอ็นเอ, ไรโบโซม



เกมทดสอบความรู้

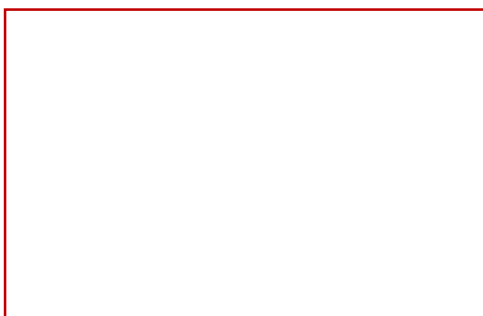
คำชี้แจง ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มแล้วแต่ละกลุ่มแข่งกันจับคู่ภาพสิ่งมีชีวิตที่น่าจะเป็นเผ่าพันธุ์เดียวกัน โดยนำบัตรภาพที่กำหนดให้มาติดในกรอบที่กำหนดไว้ (กำหนดเวลา 15 นาที)



คู่กับ



คู่กับ



คู่กับ





คู่กับ

คู่กับ

คู่กับ

คู่กับ



บัตรภาพสิ่งมีชีวิตสำหรับใช้ในการเล่นเกม



บัตรภาพที่ 1



บัตรภาพที่ 2



บัตรภาพที่ 3



บัตรภาพที่ 4



บัตรภาพที่ 5



บัตรภาพที่ 6



บัตรภาพที่ 7



บัตรภาพที่ 8



บัตรภาพที่ 9



บัตรภาพที่ 10



บัตรภาพที่ 11



บัตรภาพที่ 12



บัตรภาพที่ 13



บัตรภาพที่ 14



ขั้นที่ 2



ขั้นสำรวจและค้นหา

นักเรียนต้องสำรวจ ค้นหา และทำความเข้าใจ ในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษา มีการวางแผน การสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือก ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บข้อมูลสารสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม วิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีน

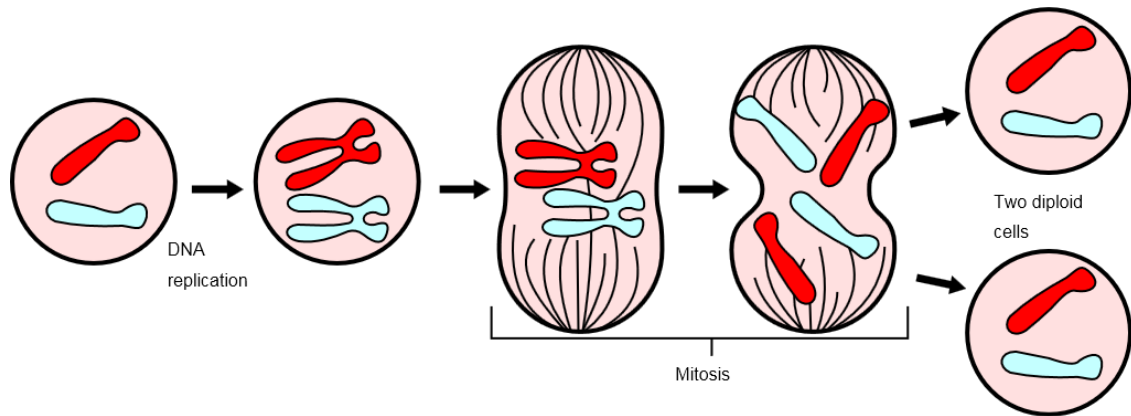
สิ่งมีชีวิตมีโครโมโซมซึ่งเป็นสารพันธุกรรมทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของเซลล์ และถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตสู่ลูกหลานต่อไป

นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจในการศึกษาโครโมโซมมานานแล้ว และพยายามแสวงหาคำตอบว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน จะมีโครงสร้างและจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันหรือไม่ โครงสร้างของโครโมโซมเป็นอย่างไร ยีนและโครโมโซมเกี่ยวข้องกันอย่างไร จึงมีบทบาทของการถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตได้ และถ้าโครงสร้างของโครโมโซมเปลี่ยนไปจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร คำถามเหล่านี้นักเรียนจะได้ศึกษาในใบความรู้ต่อไปนี้

การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

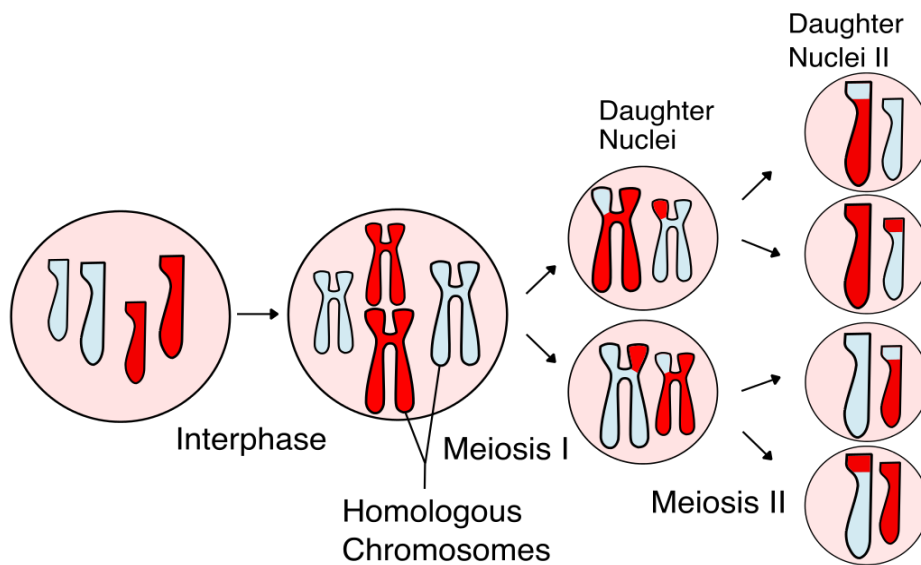
สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่แต่ละชนิดประกอบด้วยเพศที่แตกต่างกัน คือ เพศผู้และเพศเมีย ในกระบวนการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตรุ่นใหม่เกิดขึ้น จะเกิดจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ สเปิร์ม และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ เซลล์ไข่ แล้วได้เป็นไซโกต ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาต่อไป ดังนั้นยีนจากพ่อและแม่น่าจะมีการส่งถ่ายสู่ลูกด้วย กระบวนการดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์ได้ตั้งข้อสังเกตนี้มาตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 นับตั้งแต่มีการสังเกตด้วยกล้องจุลทรรศน์ เห็นการรวมตัวกันของสเปิร์มและเซลล์ไข่ของกบและหอยเม่น

ต่อมาเมื่อมีการค้นพบสีย้อมนิวเคลียสในปี พ.ศ. 2423 จึงพบว่าในนิวเคลียสมีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเส้น เรียกว่า โครโมโซม สีย้อมดังกล่าวทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์และทำให้รู้จักการแบ่งเซลล์ 2 แบบ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งพบว่ากระบวนการนี้เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจะมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้นที่ เรียกว่า เซลล์ดิพลอยด์ และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่มีผลทำให้เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น เรียกว่า เซลล์แฮพลอยด์ ดังภาพประกอบภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ภาพแสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/ไมโทซิส>



ภาพที่ 2 ภาพแสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Meiosis>



สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่พบเห็นได้ในธรรมชาติ พบว่ามีรูปร่างลักษณะภายนอกที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว เช่น นกทุกชนิดมีปีกเป็นรยางค์ติดจากกระดูกช่วงอก แต่ในมนุษย์จะมีรยางค์เป็นแขนแทน ซึ่งทำให้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกันไปหรือแม้กระทั่งในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็ยังมีหลากหลายที่พบได้ในกลุ่มประชากรอีกด้วย เช่น มนุษย์ เราพบว่ามนุษย์มีทั้งผิวขาว ผิวเหลืองและผิวดำ หรือพิจารณาจากเส้นผม ก็พบว่ามีทั้งที่เป็นเส้นผมตรง เส้นผมหยักศกและเส้นผมหยิก

ลักษณะเฉพาะตัวของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดถูกกำหนดมาจากสารพันธุกรรมที่บรรจุไว้ภายในนิวเคลียสของเซลล์แต่ละเซลล์ สารพันธุกรรมดังกล่าวอยู่ในรูปของโครโมโซมคอยควบคุมการทำงานของเซลล์ กำหนดลักษณะของเซลล์ และถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นพ่อแม่สู่ลูกหลานต่อไป

ที่กล่าวมานี้ ทำให้เข้าใจบทบาทของสารพันธุกรรมหรือโครโมโซมว่าเป็นตัวกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างไรและสามารถกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร ลักษณะดังกล่าวถูกถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตรุ่นพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานได้อย่างไร แล้วถ้าโครโมโซมเกิดผิดปกติไปจะส่งผลอย่างไรต่อลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้น

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

การค้นพบโครโมโซม

ในปี 2423 มีการค้นพบสีย้อมนิวเคลียส ทำให้พบว่าในนิวเคลียสมีโครงสร้างลักษณะเป็นเส้น เรียกว่า โครโมโซม

การแบ่งเซลล์

การแบ่งเซลล์ กระบวนการสืบพันธุ์ การเจริญเติบโตและซ่อมแซม เนื่องจากทั้งสามกระบวนการนี้ล้วนอาศัยการเพิ่มจำนวนของเซลล์ ผลของการแบ่งเซลล์ทำให้เซลล์มีขนาดเล็กลงแต่มีจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นโตขึ้น



ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส

ลักษณะสำคัญของไมโทซิส และไมโอซิส	
ไมโทซิส (Mitosis)	ไมโอซิส (Meiosis)
1. จำนวนโครโมโซมหลังการแบ่งยังเท่าเดิม	1. จำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง เนื่องจากการแยกตัวของโฮโมโลกัสโครโมโซม
2. กระบวนการแบ่งเซลล์เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียว โดยมีการจำลองตัวเองของโครโมโซมแล้วแยกไปยังขั้วเซลล์ทั้งสอง จากนั้นแบ่งไซโทพลาซึมได้เป็น 2 เซลล์	2. กระบวนการแบ่งเซลล์มี 2 ครั้ง ครั้งแรกแบ่งเพื่อแยกโฮโมโลกัสโครโมโซม ครั้งที่ 2 จะแบ่งเพื่อแยกโครมาทิด และหลังมีการแบ่งนิวเคลียสและแบ่งไซโทพลาซึมทั้ง 2 ครั้งแล้วจะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์
3. โครโมโซมไม่มีการเข้าคู่กัน ไม่มีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโฮโมโลกัสโครโมโซม	3. เกิดการเข้าคู่กันของโฮโมโลกัสโครโมโซมทำให้เกิด crossing over และมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซม
4. องค์ประกอบทางพันธุกรรมและโครโมโซมของเซลล์ใหม่ทั้งสองเซลล์จะเหมือนกัน	4. องค์ประกอบทางพันธุกรรมและโครโมโซมในเซลล์ใหม่อาจแตกต่างกันบ้าง เนื่องจากการ crossing over
5. จำนวนโครโมโซมในเซลล์ทั้งสองจะเท่ากับเซลล์เดิม	5. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่จะมีเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม
6. เซลล์ใหม่ที่ได้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้อีก	6. เซลล์ใหม่ที่ได้ไม่สามารถแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้อีก แต่อาจแบ่งแบบไมโทซิสได้
7. โดยปกติจะเกิดที่เซลล์ร่างกายของสัตว์และเนื้อเยื่อเจริญของพืช	7. เกิดกับเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เท่านั้น
8. กระบวนการจะเกิดตั้งแต่ไซโกตหรือเอ็มบริโอไปเรื่อย ๆ	8. กระบวนการจะเกิดในพืชหรือสัตว์ที่สืบพันธุ์ได้แล้วเท่านั้น



กิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ยีนมีความสำคัญอย่างไร

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

2. เซลล์ลูกที่ได้จากกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสแตกต่างกันอย่างไร

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

3. ทำไมสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจึงมีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกัน

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



กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมของเพื่อนในห้องเรียน โดยเติมเครื่องหมาย ✓
ลงในตารางที่กำหนดให้แล้วสรุปผลการสำรวจ (10 คะแนน)

คนที่	เชิงผมที่หน้าผาก		ติ่งหู		ลักยิ้ม		ท้อลิ้น		ชั้นหนังตา	
	แหลม	ไม่แหลม	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	ได้	ไม่ได้	1	2
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										



คนที่	เชิงผมหักหน้าผาก		ติ่งหู		ลักยิ้ม		ห่อลิ้น		ชั้นหนังตา	
	แหลม	ไม่แหลม	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	ได้	ไม่ได้	1	2
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
รวม										
%										

สรุปผลการสำรวจ

.....

.....

.....

.....



ขั้นที่ 3



ขั้นอธิบายและสรุป

นักเรียนสามารถอธิบายและสรุป จากการที่นักเรียนได้ศึกษาไปความรู้แล้วนำข้อมูล
ข้อสารสนเทศมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำความรู้ที่ได้ในรูปแบบ แผนภาพสรุป
องค์ความรู้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม
เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
วิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซม

จัดต้นเป็นบุคคลแรกที่เสนอทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยเสนอว่า สิ่งที่เราเรียกว่า แพกเตอร์ ที่เมนเดลเคยเสนอนั้น ซึ่งต่อมาเรียกว่า ยีน โดยยีนน่าจะเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม เพราะมีเหตุการณ์หลายอย่างที่ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกัน ดังนี้

1. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมก็มี 2 ชุด
2. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
3. ขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมมีการเข้าคู่กัน และต่างแยกจากกันไปยังเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นคนละเซลล์ ซึ่งลักษณะเดียวกันนี้ก็เกิดขึ้นได้กับยีนโดยมีการแยกตัวของแอลลีลทั้งสองไปยังเซลล์สืบพันธุ์
4. การแยกตัวของโครโมโซมที่เป็นคู่กันไปยังขั้วเซลล์ขณะที่มีการแบ่งเซลล์นั้น แต่ละคู่เกิดอย่างอิสระเช่นเดียวกับการแยกตัวของแต่ละแอลลีลไปยังเซลล์สืบพันธุ์
5. ขณะเกิดการสืบพันธุ์ การรวมตัวของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกตเป็นไปอย่างสุ่ม ทำให้เกิดการรวมตัวกันระหว่างชุดโครโมโซมจากเซลล์ไข่และสเปิร์มเป็นไปอย่างสุ่มด้วย ซึ่งเหมือนกับการที่ชุดของแอลลีลที่เกิดขึ้นในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อกลับมารวมกันอีกครั้งกับแอลลีลในเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ เมื่อมีการสืบพันธุ์ก็เป็นไปอย่างสุ่มเช่นกัน
6. ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตจะมีโครโมโซมครึ่งหนึ่งจากแม่และอีกครึ่งหนึ่งจากพ่อ ซึ่งยีนครึ่งหนึ่งก็มาจากแม่และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อเช่นกัน ทำให้ลูกที่เกิดมามีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่



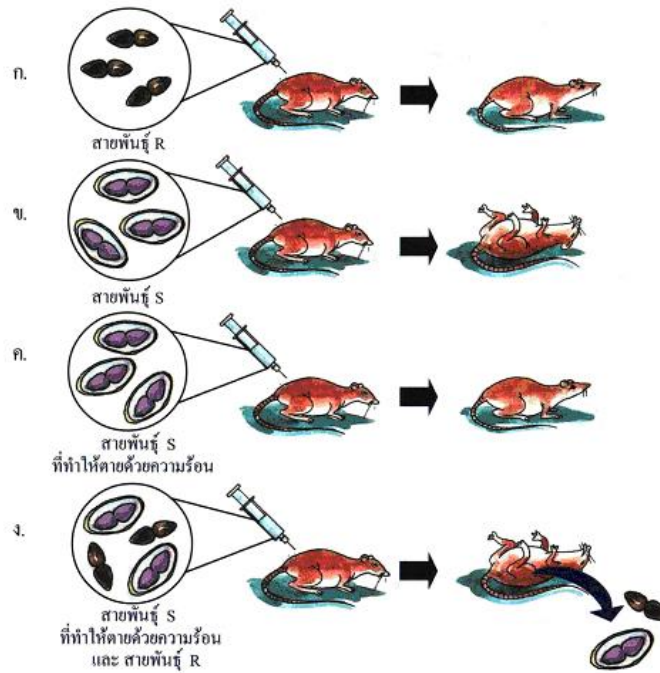
การค้นพบสารพันธุกรรม

ในปี พ.ศ. 2412 **เฟรดริช มิเชอร์** นักชีวเคมีชาวสวีเดน ได้ศึกษาส่วนประกอบในนิวเคลียสของเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ติดมากับผ้าพันแผล โดยนำมาย่อยเอาโปรตีนออกด้วยเอนไซม์เพปซิน พบว่าเอนไซม์นี้ไม่สามารถย่อยสลายสารชนิดหนึ่งที่อยู๋ภายในนิวเคลียสได้ เมื่อนำสารนี้มาวิเคราะห์ทางเคมีก็พบว่า มีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ จึงเรียกสารที่สกัดได้จากนิวเคลียสว่า นิวคลีอิน ต่อมาอีก 20 ปี ได้มีการเปลี่ยนชื่อใหม่ว่า กรดนิวคลีอิก เนื่องจากมีผู้ค้นพบว่าสารนี้มีสมบัติเป็นกรด

ในปี พ.ศ. 2547 ได้มีการพัฒนาสีฟุคซัน โดย **โรเบิร์ต ฟอยล์เกน** นักเคมีชาวเยอรมัน ซึ่งสีย้อมติด DNA ให้สีแดง และเมื่อนำสีนี้ไปย้อมเซลล์ พบว่าสีจะติดที่นิวเคลียสและรวมตัวหนาแน่นที่โครโมโซม จึงสรุปว่า DNA อยู่ที่โครโมโซม **จะเป็นไปได้หรือไม่ว่า DNA เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต** ถ้า DNA เป็นสารพันธุกรรมแล้ว ดังนั้น DNA จะต้องควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้

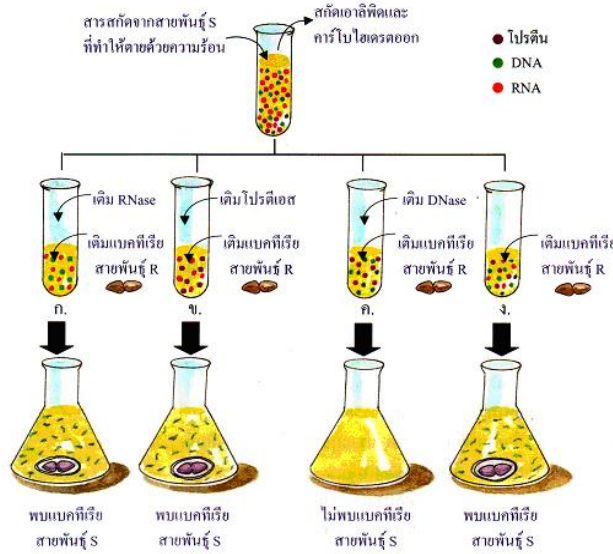
สรุปได้ว่า โครโมโซมประกอบด้วย DNA และโปรตีน การค้นพบว่า DNA อยู่ที่โครโมโซมทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า DNA เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ แต่นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากในสมัยนั้นเชื่อว่า สารพันธุกรรมน่าจะเป็นโปรตีน เนื่องจากโปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ ประกอบด้วยกรดอะมิโน 20 ชนิด จึงจะมีโปรตีนชนิดต่าง ๆ มากพอที่จะควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตได้อย่างครบถ้วน

ในปี พ.ศ. 2471 **เฟรเดอริก กริฟฟิท** แพทย์ชาวอังกฤษทำการทดลองโดยฉีดแบคทีเรีย *Streptococcus pneumoniae* ที่ทำให้เกิดโรคปอดบวมเข้าไปในหนู แบคทีเรียที่ฉีดเข้าไปนี้มี 2 สายพันธุ์ คือ **สายพันธุ์ R** เป็นสายพันธุ์ที่มีผิวหยาบ เพราะไม่มีสารห่อหุ้มเซลล์หรือแคปซูลซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคปอดบวม และ **สายพันธุ์ S** เป็นสายพันธุ์ที่มีผิวเรียบ มีแคปซูลห่อหุ้มเซลล์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคปอดบวมรุนแรงถึงตาย



ภาพที่ 3 ภาพแสดงการทดลองของกริฟฟิทนำแบคทีเรียสายพันธุ์ R ฉีดให้หนู พบว่าหนูไม่ตาย (ก.)
 ต่อมนำแบคทีเรีย สายพันธุ์ S ฉีดให้หนู พบว่าหนูตาย (ข.)
 เมื่อนำแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนแล้วฉีดให้หนู พบว่าหนูไม่ตาย (ค.)
 แต่เมื่อนำแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนผสมกับสายพันธุ์ R ที่มีชีวิต ทิ้งไว้ระยะหนึ่งแล้วฉีดให้หนู
 พบว่าหนูตาย เมื่อตรวจเลือดหนูที่ตายปรากฏว่ามีแบคทีเรียสายพันธุ์ S ปนอยู่กับสายพันธุ์ R (ง.)
 ที่มา : <http://somdetbio.blogspot.com>

ในปี พ.ศ. 2487 นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน 3 คน คือ **โอ ที แอเวอร์รี่ (O. T. Avery)** **ซี แมคลอยด์ (C. MacLeod)** และ **เอ็ม แมคคาร์ที (M. McCarty)** ทำการทดลองต่อจากกริฟฟิท โดยนำแบคทีเรียสายพันธุ์ S มาทำให้ตายด้วยความร้อนและสกัดเอาสารจากสายพันธุ์ S ออกมาใส่ในหลอดทดลอง 4 หลอด แล้วเติมเอนไซม์ RNase (Ribonuclease) ในหลอดทดลอง ก. เพื่อย่อยสลาย RNA แล้วเติมเอนไซม์โปรตีเอส (Protease) ลงในหลอดทดลอง ข. เพื่อย่อยสลายโปรตีน และเติมเอนไซม์ DNase (Deoxyribonuclease) ลงในหลอดทดลอง ค. เพื่อย่อยสลาย DNA ส่วนหลอด ง. เป็นการทดลองชุดควบคุม ซึ่งไม่มีการเติมเอนไซม์อื่นใดเพิ่มเติม ต่อจากนั้นเติมแบคทีเรียสายพันธุ์ R ลงในหลอดทดลอง ดังการทดลองในภาพที่ 4 ปล่อยให้ระยะเวลาหนึ่งจึงนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารรุ้น แล้วตรวจสอบแบคทีเรียที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 4 ภาพแสดงการทดลองโดยชนิดแบคทีเรีย Streptococcus pneumoniae ที่ทำให้เกิดโรคปอดบวมเข้าไปในหนู

ที่มา : <https://kas-kasanapharayat.blogspot.com>

จากผลการทดลองของแอเวอรี่และคณะ ปรากฏว่าส่วนผสมของแบคทีเรียสายพันธุ์ R กับ สารสกัดจากสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อน ในภาวะที่มีเอนไซม์ DNase จะไม่พบแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่เกิดขึ้นใหม่ ในขณะที่ในส่วนผสมของแบคทีเรียสายพันธุ์ R กับสารสกัดจากสายพันธุ์ S ในภาวะที่มีเอนไซม์ RNase และภาวะที่มีเอนไซม์โปรตีเอส จะพบสายพันธุ์ S ที่เกิดขึ้น การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า DNA คือ สารที่เปลี่ยนพันธุกรรมของแบคทีเรียจากสายพันธุ์ R ให้เป็นสายพันธุ์ S แอเวอรี่ จึงสรุปได้ว่า กรดนิวคลีอิกชนิด DNA เป็นสารพันธุกรรม ไม่ใช่โปรตีนดังที่เคยเชื่อกันมาก่อนหน้านี้

โครโมโซม จากทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสัตว์ต้น และการค้นพบ DNA ว่าเป็นสารพันธุกรรมโดยการทดลองของแอเวอรี่และคณะ รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาเซลล์ ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่า DNA เป็นองค์ประกอบของโครโมโซม และยีนก็คือส่วนหนึ่งของ DNA ที่ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซมนั้นเอง ทำให้นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายมุ่งศึกษาโครโมโซมและ DNA โดยละเอียด เพราะจะนำไปสู่ความเข้าใจการเกิดลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต

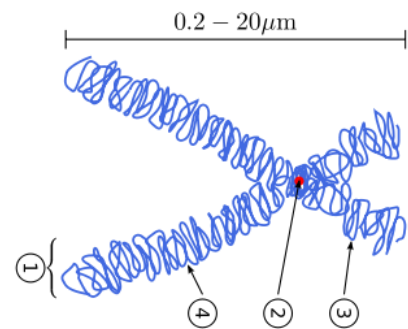


รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม

โดยปกติแล้วเมื่อนำเซลล์มาแยกดูโครโมโซมจะพบเซลล์ทั่วไปอยู่ในระยะของการแบ่งเซลล์ หากพิจารณารูปร่างของโครโมโซมตั้งแต่เริ่มกระบวนการแบ่งเซลล์ หรือในระยะอินเตอร์เฟส เซลล์จะมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้น DNA จะจับกับก้อนโปรตีนมองเห็นเป็นลักษณะเส้นยาวขดพันกันไปมาแต่ไม่เป็นรูปแท่ง เรียกว่า โครมาติน (Chromatin) สายโครมาตินที่เห็นจะเริ่มทำการขดพันกันแน่นมองเห็นลักษณะเป็นแท่งเกิดขึ้น ลักษณะดังกล่าว คือ โครโมโซม (Chromosome)

ประเภทของโครโมโซม

เมื่อย้อมสีโครโมโซมแล้วนำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบเห็นโครโมโซมจำนวนมาก โครโมโซมจะมีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ สามารถแบ่งประเภทของโครโมโซมได้ตามตำแหน่งเซนโทรเมียร์ที่พบในโครโมโซมนั้น ๆ เนื่องจากตำแหน่งของเซนโทรเมียร์จะทำให้โครโมโซมดูแล้วเกิดลักษณะเป็นแขนของโครโมโซม

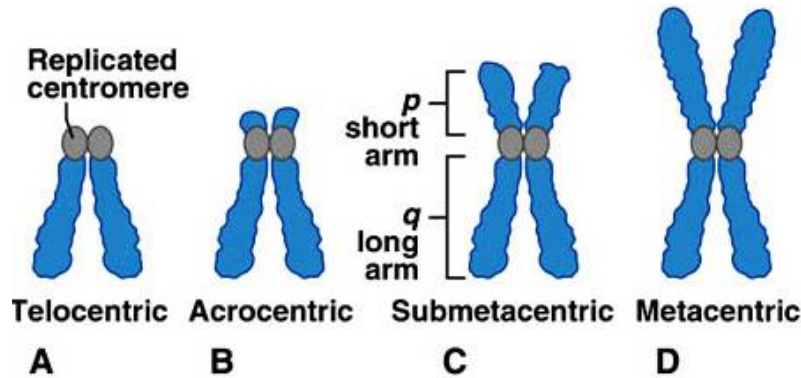


ภาพที่ 5 ภาพแสดงโครโมโซม

ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/โครโมโซม>

โครโมโซมแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. เทโลเซนทริกโครโมโซม (telocentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณปลายแขนของโครโมโซมมองแล้วเสมือนเป็นโครโมโซมที่มีแขนเดียว
2. อะโครเซนทริกโครโมโซม (acrocentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่ก่อนไปทางด้านใดด้านหนึ่งของโครโมโซม ทำให้เกิดเป็นลักษณะแขนสั้นและแขนยาวของโครโมโซม
3. ซับเมทาเซนทริกโครโมโซม (submetacentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณใกล้กึ่งกลางของโครโมโซม
4. เมทาเซนทริกโครโมโซม (metacentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณกึ่งกลางของแท่งโครโมโซม ทำให้แขนทั้งสองด้านมองแล้วมีความยาวเท่ากันเป็นสมมาตร



ภาพที่ 6 ภาพแสดงตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ ที่เป็นตัวกำหนดประเภทของโครโมโซม

ที่มา : <https://www.thaibiotech.info>

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนโครโมโซมภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

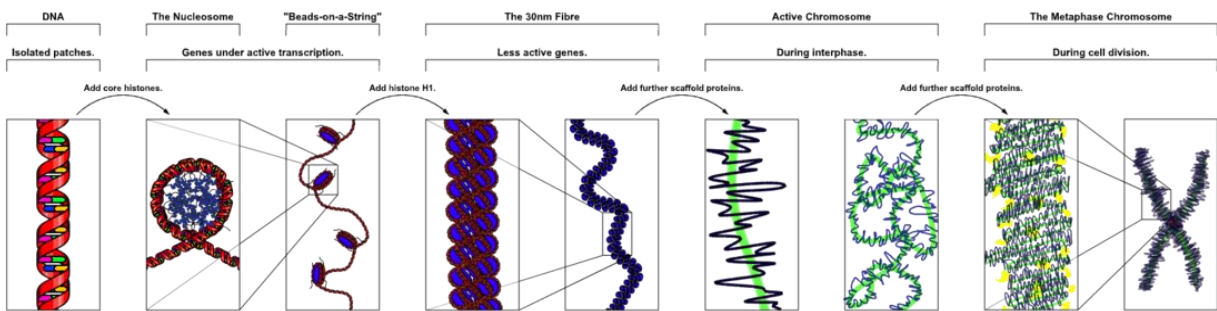
สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (2n)	หมายเหตุ
มนุษย์	46	44 autosome และ 2 sex chromosome
ลิงชิมแปนซี	48	
วัว	60	
หนู	40	
แมลงหวี่	8	6 autosome และ 2 sex chromosome
ต้นอะราบิโดพซิส	5	
ต้นข้าว	24	
มด	2	ในเพศผู้เป็น haploid (n)
ต้นเฟิร์น	1200	จำนวนสูงสุดในกลุ่มพืช
สัตว์ฟันแทะ	94	จำนวนสูงสุดในกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม



ส่วนประกอบของโครโมโซม

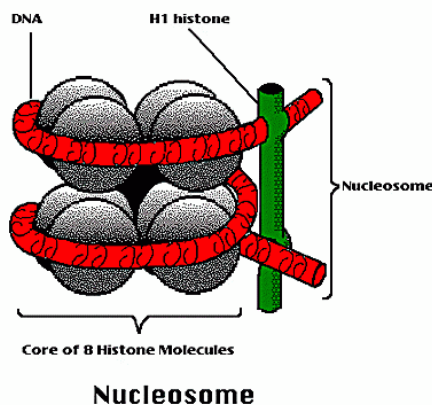
โครโมโซมเกิดจากขดตัวพันกันแน่นของสายโครมาทิน และสายโครมาทินเกิดจากการพันกันของสายดีเอ็นเอกับก้อนโปรตีน ดังนั้นหากนำเอาโครโมโซมมาพิจารณาถึงส่วนประกอบแล้วจะพบว่า ประกอบไปด้วยดีเอ็นเอและโปรตีน โดยโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของโครโมโซมจะเป็นโปรตีนฮิสโตนส่วนใหญ่ และบางส่วนเป็นโปรตีนนอน - ฮิสโตน

โปรตีนฮิสโตน เป็นโปรตีนที่มีประจุบวก ที่ประกอบมาจากกรดอะมิโนที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ได้แก่ ไลซีน อาร์จินีน และฮิสทีดีน เนื่องจากสายดีเอ็นเอจะมีประจุเป็นลบจากหมู่ฟอสเฟตในโครงสร้างจึงทำให้สามารถยึดจับกับโปรตีนฮิสโตนที่มีประจุบวกได้เป็นอย่างดีเกิดเป็นโครมาทินเกิดขึ้น สายดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงบางชนิดมีความยาวรวมกว่า 1 เมตร สามารถพันเก็บอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ได้ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 1 ไมโครเมตร



ภาพที่ 7 ภาพแสดงโครงสร้างของโครโมโซมในนิวเคลียส

ที่มา : <https://th.wikipedia.org>



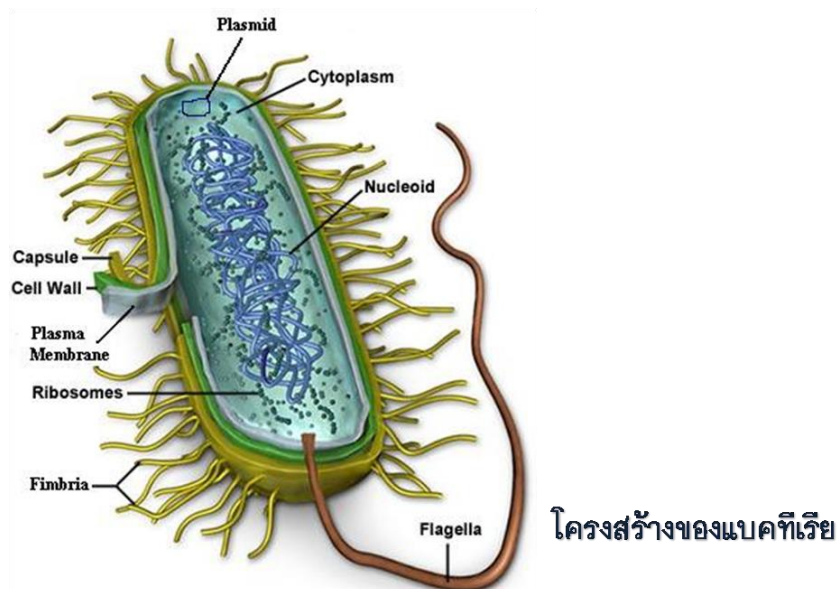
ภาพที่ 8 ภาพแสดงลักษณะของนิวคลีโอโซม

ที่มา : <https://www.thaibiotech.info/what-is-nucleosome.php>



ส่วนโปรตีนนอน - ฮิสโตนมีจำนวนมากหลายชนิด โดยจะเป็นโปรตีนที่มีความสามารถในการเข้าจับกับสายดีเอ็นเอได้เหมือนกัน แต่ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นโปรตีนแกนให้สายดีเอ็นเอมาพันติด แต่จะทำหน้าที่อื่น ๆ แทน เช่น ทำหน้าที่เป็นแกนหลัก ในการเกิดโครงสร้างโครโมโซม โดยช่วยในเรื่องการขดตัวของนิวคลีโอโซม

สำหรับในเซลล์โพรคาริโอต โครโมโซมจะไม่ได้ขดตัวกันแน่นมากเหมือนกับในเซลล์ยูคาริโอต เนื่องจากในเซลล์โพรคาริโอต ไม่มีโปรตีนฮิสโตนเป็นองค์ประกอบ จึงพบเห็นโครโมโซมกระจายอยู่ในบริเวณที่เรียกว่า นิวคลีออยด์ เนื่องจากเซลล์โพรคาริโอตไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส จึงไม่มีบริเวณนิวเคลียสที่ชัดเจนเพื่อบรรจุโครโมโซม



ภาพที่ 9 ภาพแสดงลักษณะของนิวคลีออยด์

ที่มา : <https://www.thaibiotech.info/what-is-nucleosome.php>



สารพันธุกรรมที่พบในนิวเคลียสสำหรับเซลล์ยูคาริโอตหรือในนิวคลีออยด์สำหรับโพรคาริโอตหนึ่งชุดของโครโมโซมที่พบเรียกว่า จีโนม (Genome) สายดีเอ็นเอที่เป็นแหล่งเก็บข้อมูลทางพันธุกรรมของจีโนมจึงถูกเรียก จีโนมิกดีเอ็นเอ (Genome DNA) ซึ่งจีโนมิกดีเอ็นเอจะเป็นที่บรรจุยีนที่เกิดการแสดงออกเป็นลักษณะทางพันธุกรรมต่อไป จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ พบว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีขนาดของจีโนมและจำนวนยีนที่แตกต่างกันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของสิ่งมีชีวิตนั้น

ตารางที่ 3 แสดงขนาดของจีโนมและจำนวนยีนของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

สิ่งมีชีวิต	ขนาดของจีโนม (ล้านคู่เบส)	จำนวนยีน
มนุษย์	3,000	25,000
หนู	3,100	20,000
ต้นอะราบิโดพซิส	120	25,000
ยีสต์	15	6,000
แบคทีเรีย	4	4,000

ส่วนประกอบของโครโมโซม

1. สายดีเอ็นเอ ประกอบขึ้นจากนิวคลีโอไทด์แต่ละตัวเรียงต่อกันโดยการเรียงลำดับของนิวคลีโอไทด์แต่ละตัวจะถูกใช้เป็นตัวรหัสพันธุกรรมในการกำหนดลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต
2. โปรตีนฮิสโตน เป็นโปรตีนที่มีประจุบวกซึ่งประกอบขึ้นจากกรดอะมิโนชนิดเบส ได้แก่ ไลซีน อาร์จินีน และฮิสทิดีน โปรตีนฮิสโตนทำหน้าที่เป็นแกนในการพันของสายดีเอ็นเอให้เป็นระเบียบ เพื่อลดขนาดของสายดีเอ็นเอให้สามารถบรรจุอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ที่มีขนาดเล็กได้ โปรตีนฮิสโตนที่เป็นแกนประกอบด้วยโปรตีนฮิสโตนชนิด H2A, H2B, H3 และ H4 อย่างละ 2 โมเลกุล รวมตัวกันเป็น histone octamer ส่วนโปรตีนฮิสโตนชนิด H1 จะเกาะอยู่รอบนอกของสายดีเอ็นเอที่พันติดกับ histone octamer เพื่อให้เกิดการขดของนิวคลีโอโซมให้เป็นระเบียบสามารถขดกันได้อย่างแน่นขึ้น



3. โพรตีนนอน - ฮิสโตน เป็นโปรตีนชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ฮิสโตน และไม่ได้ทำหน้าที่หลักในการเป็นแกนสำหรับให้สายดีเอ็นเอมาพัน แต่เป็นโปรตีนที่สามารถจับกับดีเอ็นเอได้จึงทำหน้าที่ในโครโมโซมด้านอื่น ๆ ได้แก่ การช่วยให้เกิดโครงสร้างของโครโมโซม

การแบ่งเซลล์มีรูปแบบของการลดจำนวนเซลล์ลงครึ่งหนึ่ง และเซลล์ที่มีการแบ่งตัวแบบที่กล่าวก็เป็นเซลล์สืบพันธุ์ วอลเตอร์ ซัตตัน (Walter Sutton) จึงได้เสนอทฤษฎีที่ชื่อว่า Chromosome theory of inheritance เพื่อใช้อธิบายการถ่ายทอดลักษณะเฉพาะตัวบางอย่างจากสิ่งมีชีวิตรุ่นพ่อแม่สู่สิ่งมีชีวิตรุ่นลูก โดยทฤษฎีดังกล่าว ซัตตันได้เสนอว่าแพกเตอร์ที่เป็นตัวกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต (ซึ่งต่อมาภายหลัง เรียกว่า ยีน) ที่เมลดิลได้เสนอไว้จะอยู่บนโครโมโซม เนื่องจากมีเหตุการณ์ที่สังเกตได้สอดคล้องกันอยู่หลายเหตุการณ์ คือ

- โครโมโซมในนิวเคลียส มี 2 ชุด แพกเตอร์ (หรือยีน) ก็มี 2 ชุดเหมือนกัน
- โครโมโซมถูกถ่ายทอดจากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ไปสู่เซลล์ลูกได้ และลักษณะของลูกก็มีบางส่วนได้รับจากพ่อและแม่ จึงยืนยันได้ว่ายีนก็ถูกถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกได้เช่นกัน
- เมื่อพิจารณากระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จะมีขั้นตอนที่โครโมโซมจะมาเข้าคู่กันแล้วเกิดการแยกออกจากกันไปยังเซลล์ลูกแต่ละเซลล์ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้สามารถเกิดขึ้นได้กับยีนเช่นเดียวกับที่กล่าวถึงการแยกตัวของแอลลีลทั้งสองไปยังเซลล์สืบพันธุ์
- การแยกตัวของโครโมโซมไปยังขั้วเซลล์มีความเป็นอิสระ เช่นเดียวกับการแยกตัวของแอลลีลไปยังเซลล์สืบพันธุ์
- การรวมตัวของเซลล์สืบพันธุ์ทั้งสอง คือ เซลล์สเปิร์ม และเซลล์ไข่เป็นไปอย่างสุ่ม ทำให้เกิดการรวมชุดของโครโมโซมระหว่างเซลล์สเปิร์มและเซลล์ไข่เป็นไปอย่างสุ่มด้วย การรวมตัวกันแบบสุ่มนี้มีความเหมือนกันกับการรวมตัวของแอลลีลจากเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งก็เป็นไปอย่างสุ่มเช่นเดียวกัน
- เซลล์รุ่นลูกจะมีลักษณะที่พัฒนามาจากโครโมโซมของพ่อครึ่งหนึ่งและโครโมโซมของแม่อีกครึ่งหนึ่งซึ่งเป็นลักษณะแบบเดียวกับยีนที่เซลล์ลูกจะได้รับจากพ่อครึ่งหนึ่งและจากแม่ครึ่งหนึ่งเช่นเดียวกัน ทำให้สิ่งมีชีวิตรุ่นลูกมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับรุ่นพ่อแม่ แต่ไม่มีความเหมือนกันทุกประการ



จึงพอสรุปได้ว่าแพกเตอร์ที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิตรุ่นลูกหลานในข้อเสนองของเมนเดล คือ ยีน และจากทฤษฎี Chromosome theory of inheritance ของซัตตัน พบว่า ยีนจะมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซม ซึ่งทั้งยีนและโครโมโซมนี้จะถูกถ่ายทอดจากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่สู่สิ่งมีชีวิตรุ่นลูกต่อไป ทำให้สิ่งมีชีวิตรุ่นลูกมีลักษณะแปรผันออกไปจากสิ่งมีชีวิตที่เป็นพ่อแม่และแม่ของตัวเอง

ข้อสรุป

1. ยีนซึ่งเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ สามารถถ่ายทอดไปยังลูกได้ โดยผ่านทางโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่
2. จากการที่โครโมโซมติดสีย้อมจึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม ขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส ซึ่งจะเห็นโครโมโซมชัดเจนมากในระยะเมทาเฟส และเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์ตั้งต้น ส่วนเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีจำนวนลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้น
3. จากการศึกษาทฤษฎีถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ตามที่วอลเตอร์ ซัตตัน เสนอไว้จนทำให้ทราบว่า ยีนมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซม (DNA เป็นองค์ประกอบของโครโมโซม และยีนก็เป็นส่วนหนึ่งของ DNA ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซม



กิจกรรมที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. จำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตในแต่ละชนิดเท่ากันหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. โครมาทิน (chromatin) คือ อะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ขั้นที่ 4



ขั้นขยายความรู้

ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม นำข้อสรุปที่ได้นำไปใช้ในการตอบคำถามในกิจกรรม และการอธิบายสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อให้เกิด

ความรู้กว้างขึ้น ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้(5E)

ชุด ยีนและโครโมโซม เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

วิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



กิจกรรมที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถาม ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. ลักษณะทางพันธุกรรม หมายถึง อะไร

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

2. เราสามารถศึกษาโครโมโซมของคนโดยการศึกษาจากเซลล์อะไรบ้าง

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

3. ลูกที่เกิดมามีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่ เพราะอะไร

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

4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (Meiosis) มีลักษณะเป็นอย่างไร

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

5. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Mitosis) มีลักษณะเป็นอย่างไร

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



กิจกรรมที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมตอบลงในช่องว่าง ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. วอลเตอร์ ชัตตัน เสนอทฤษฎีใด

.....
.....

2. เซลล์แฮพลอยด์ คือ อะไร

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

3. ยีน หมายถึง อะไร

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

4. เซลล์ดิพลอยด์ คือ อะไร

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

5. ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกันอย่างไร

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



กิจกรรมที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนอภิปรายจากคำถามที่กำหนดให้ (10 คะแนน)

ยีนและโครโมโซมมีความสัมพันธ์กัน แล้ว ยีน โครโมโซม และ DNA มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ขั้นที่ 5



ขั้นประเมิน

การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน
เรื่องอื่น ๆ ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องที่เรียกว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ด้วย
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม
เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม
วิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงใน
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน (10 คะแนน)

- ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - สัตว์แต่ละชนิดจะมีโครโมโซมที่ไม่เท่ากัน แต่มีโครโมโซมรูปร่างคล้ายกัน
 - สัตว์ต่างชนิดกันอาจจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันได้ แต่มีลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างต่างกัน
 - สัตว์แต่ละชนิดจะมีจำนวนโครโมโซมที่เท่ากัน และมีลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างเหมือนกัน
 - ไม่มีข้อใดถูก
- สารพันธุกรรมทั้งหมดของโครโมโซม 1 ชุดของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ๆ เรียกว่าอะไร
 - เซลล์
 - จีโนม
 - ฮิสโตน
 - นิวคลีโอโซม
- ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมก็มี 2 ชุด
 - ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน
 - ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตจะมีโครโมโซมครึ่งหนึ่งจากแม่ และอีกครึ่งหนึ่งจากพ่อ
 - ถูกทุกข้อ



4. ส่วนประกอบของดีเอ็นเอ ที่ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซม คือ
 - ก. ยีน
 - ข. เอนไซม์
 - ค. นิวเคลียส
 - ง. โครมาทิน

5. ข้อใดคือองค์ประกอบของนิวคลีโอโซม
 - ก. ฮิสโตน, ดีเอ็นเอ
 - ข. ฮิสโตน, ไรโบโซม
 - ค. ไรโบโซม, ดีเอ็นเอ
 - ง. ฮิสโตน, ดีเอ็นเอ, ไรโบโซม

6. เซลล์ในระยะใดเหมาะต่อการศึกษารูปร่าง ลักษณะ ของโครโมโซมมากที่สุด
 - ก. ระยะปกติที่ยังไม่มีการแบ่งเซลล์
 - ข. ระยะเมทาเฟสซึ่งโครโมโซมเรียงอยู่ตรงกลางเซลล์
 - ค. ระยะโพรเฟสซึ่งกำลังเกิดกระบวนการ คrossover (crossing over)
 - ง. ระยะอินเตอร์เฟสซึ่งมีการสะสมสารต่าง ๆ สำหรับการแบ่งเซลล์

7. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่มีผลทำให้เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น เรียกว่า เซลล์แบบใด
 - ก. เซลล์สืบพันธุ์
 - ข. เซลล์ดิพลอยด์
 - ค. เซลล์แฮพลอยด์
 - ง. ไม่มีข้อใดถูก



8. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจะมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมดและมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับจำนวนเริ่มต้น เรียกเซลล์นี้ว่าอะไร
 - ก. เซลล์สืบพันธุ์
 - ข. เซลล์ดิพลอยด์
 - ค. เซลล์แฮพลอยด์
 - ง. ไม่มีข้อใดถูก

9. ใคร คือ บุคคลแรกที่เสนอทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
 - ก. ชัตตัน
 - ข. เฟร德里ช มิเชอร์
 - ค. โรเบิร์ต ฟอยล์เกน
 - ง. เฟรเดอริก กริฟฟิท

10. โครโมโซมที่มีลักษณะเป็นเส้นเล็กยาวขดพันกันอยู่ในนิวเคลียส เรียกว่าอะไร
 - ก. โพรตีน
 - ข. ดีเอ็นเอ
 - ค. โครมาทิน
 - ง. เซนโทรเมียร์



ภาคผนวก



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ข้อที่	คำตอบ
1.	ข. ระยะเวลาทาเฟสซึ่งโครโมโซมเรียงอยู่ตรงกลางเซลล์
2.	ค. เซลล์แฮพลอยด์
3.	ข. เซลล์ดิพลอยด์
4.	ก. ซ้ำตัดัน
5.	ค. โครมาทิน
6.	ข. สัตว์ต่างชนิดกันอาจจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันได้ แต่มีลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างต่างกัน
7.	ข. จีโนม
8.	ง. ถูกทุกข้อ
9.	ก. ยีน
10.	ก. ฮิสโตน, ดีเอ็นเอ



เฉลยกิจกรรมที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. ยีนมีความสำคัญอย่างไร

ยีนมีหน้าที่ในการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษไปสู่รุ่นลูกหลาน

2. เซลล์ลูกที่ได้จากกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสแตกต่างกันอย่างไร

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจะมีโครโมโซมเหมือนกันทั้งหมด และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น เรียกว่า เซลล์ดิพลอยด์ แต่การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น เรียกว่า เซลล์แฮพลอยด์

3. ทำไมสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจึงมีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกัน

เนื่องจากลักษณะเฉพาะตัวของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดถูกกำหนดมาจากสารพันธุกรรมที่บรรจุไว้ในนิวเคลียสของเซลล์แต่ละเซลล์ สารพันธุกรรมดังกล่าวอยู่ในรูปของโครโมโซมคอยควบคุมการทำงานของเซลล์ กำหนดลักษณะของเซลล์ และถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นพ่อแม่สู่ลูกหลานต่อไป



เฉลยกิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจลักษณะทางพันธุกรรมของเพื่อนในห้องเรียน โดยเติมเครื่องหมาย ✓
ลงในตารางที่กำหนดให้แล้วสรุปผลการสำรวจ (10 คะแนน)

คนที่	เชิงผมที่หน้าผาก		ติ่งหู		ลักยิ้ม		ท้อลิ้น		ชั้นหนังตา	
	แหลม	ไม่แหลม	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	ได้	ไม่ได้	1	2
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										



คนที่	เชิงผมที่หน้าผาก		ตั้งหู		ลักยิ้ม		ห่อลิ้น		ชั้นหนังตา	
	แหลม	ไม่แหลม	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	ได้	ไม่ได้	1	2
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
รวม										
%										

สรุปผลการสำรวจ

(คำตอบอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)

.....

.....

.....

.....



เฉลยกิจกรรมที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. จำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตในแต่ละชนิดเท่ากันหรือไม่

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

2. โครมาติน (chromatin) คือ อะไร

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



เฉลยกิจกรรมที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. ลักษณะทางพันธุกรรม หมายถึง อะไร

..... ลักษณะองค์ประกอบของยีน (gene) ของสิ่งมีชีวิตที่มีการแสดงออกเป็นลักษณะปรากฏที่แตกต่างกัน และสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นอื่น ๆ ต่อไปได้ โดยการถ่ายทอดยีน

2. เราสามารถศึกษาโครโมโซมของคนโดยการศึกษาจากเซลล์อะไรบ้าง

..... - เซลล์ไขกระดูก เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ เซลล์ของพืชจากน้ำคร่ำ
..... - เซลล์จากรก

3. ลูกที่เกิดมามีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่ เพราะอะไร

..... เซลล์ทุกเซลล์ที่พัฒนามาจากไซโกตจะมีโครโมโซมครึ่งหนึ่งจากแม่ และอีกครึ่งหนึ่งจากพ่อ ซึ่งยีนครึ่งหนึ่งก็มาจากแม่ และอีกครึ่งหนึ่งก็มาจากพ่อ

4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (Meiosis) มีลักษณะเป็นอย่างไร

..... เป็นการแบ่งเซลล์ของเซลล์สืบพันธุ์ จาก 1 เซลล์แบ่งแล้วได้ 4 เซลล์ มีการแบ่งนิวเคลียส 2 ครั้ง เซลล์ใหม่มีจำนวนโครโมโซมลดลงเหลือเพียงครึ่งเดียว เซลล์ใหม่เจริญไม่ได้ถ้าไม่ได้รับการผสม

5. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Mitosis) มีลักษณะเป็นอย่างไร

..... เป็นการแบ่งเซลล์ของเซลล์ร่างกาย จาก 1 เซลล์แบ่งแล้วได้ 2 เซลล์ มีการแบ่งนิวเคลียสเพียง 1 ครั้ง เซลล์ใหม่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม เซลล์ใหม่สามารถเจริญต่อไปได้อีก



เฉลยกิจกรรมที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมตอบลงในช่องว่าง ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

1. วอลเตอร์ ชัตตัน เสนอทฤษฎีใด

..... ทฤษฎีโครโมโซมในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

2. เซลล์แฮพลอยด์ คือ อะไร

..... เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น ซึ่งเป็นผลจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

3. ยีน หมายถึง อะไร

..... หน่วยที่ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมและอยู่บนโครโมโซม ยีนเป็นส่วนหนึ่งของ DNA

4. เซลล์ดิพลอยด์ คือ อะไร

..... เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับจำนวนเซลล์เริ่มต้น ซึ่งเป็นผลจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

5. ยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกันอย่างไร

..... 1. ยีนมี 2 ชุด โครโมโซมก็มี 2 ชุด

..... 2. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลานได้



เฉลยกิจกรรมที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนอภิปรายจากคำถามที่กำหนดให้ (10 คะแนน)

ยีนและโครโมโซมมีความสัมพันธ์กัน แล้ว ยีน โครโมโซม และ DNA มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

(คำตอบอยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ข้อที่	คำตอบ
1.	ข. สัตว์ต่างชนิดกันอาจจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันได้ แต่มีลักษณะของโครโมโซมที่มีรูปร่างต่างกัน
2.	ข. จีโนม
3.	ง. ถูกทุกข้อ
4.	ก. ยีน
5.	ก. ฮิสโตน, ดีเอ็นเอ
6.	ข. ระยะเมทาเฟสซึ่งโครโมโซมเรียงอยู่ตรงกลางเซลล์
7.	ค. เซลล์แฮพลอยด์
8.	ข. เซลล์ดิพลอยด์
9.	ก. ซัตตัน
10.	ค. โครมาทิน



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ และคณะ. (2553). **หนังสือเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์รัตนธรรการพิมพ์ จำกัด.
- พจน์ แสงมณี และขวัญสุดา ประวะภูโต. (2552). **Compact ชีววิทยา ม.6 เล่ม 5.** กรุงเทพฯ : แม็ค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6.** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). **ตัวชี้วัดและสาระ การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.



แบบบันทึกคะแนนระหว่างเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม
รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ที่	ชื่อ - สกุล	กิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 2	กิจกรรมที่ 3	กิจกรรมที่ 4	กิจกรรมที่ 5	กิจกรรมที่ 6	รวม	ร้อยละ	สรุป	
		5	10	5	10	10	10			50	ผ่าน
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

เกณฑ์การประเมิน

การผ่านการประเมินรวมคะแนนแล้วต้องผ่านตั้งแต่ร้อยละ 70 (35 คะแนน) ขึ้นไป



แบบบันทึกคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุด ยีนและโครโมโซม
รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เล่มที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ที่	ชื่อ - สกุล	การทดสอบ		การพัฒนา
		ก่อนเรียน (10 คะแนน)	หลังเรียน (10 คะแนน)	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
	รวมคะแนน คะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ยร้อยละ นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)			



เล่มที่ 1

การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

รายวิชาชีววิทยา 4 รหัสวิชา ว30244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จัดทำโดย

นายศุภกิตกร วากระรัมย์

ครู โรงเรียนตะกั่วป่า “เสนาบุญกุล”

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 14

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน