



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ “ยีนและโครโมโซม”

รายวิชา ว32244 ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่อง

โครโมโซม

ชุดที่



จัดทำโดย

นางสาวปิยวรรณ เรืองกิจ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นชุดกิจกรรมที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อประกอบการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา 4 ว32244 ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาชีววิทยา โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ มีทักษะในการแสวงหาความรู้ มีการทดสอบความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ แบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบทดสอบหลังเรียน และแนวทางเฉลย เมื่อผู้เรียนศึกษาชุดกิจกรรมแล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจ เนื่องจากได้ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ พัฒนาความรู้ความสามารถได้เต็มศักยภาพของตนเอง ผู้จัดทำหวังว่า ชุดกิจกรรมนี้คงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้เรียน ครูผู้สอน และผู้ที่สนใจในการพัฒนาเยาวชนไทย ให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ มีความสุข และมีทักษะการดำรงชีวิตในอนาคต

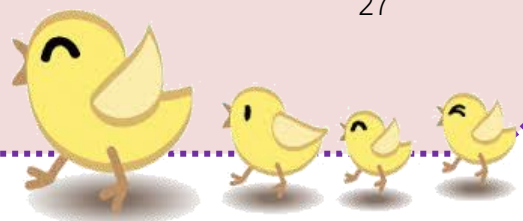
นางสาวปิยวรรณ เรืองกิจ

ครู ชำนาญการ



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
คำชี้แจง	ค
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู	ง
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน	จ
ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ฉ
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	1
ผลการเรียนรู้	1
จุดประสงค์การเรียนรู้	2
สาระการเรียนรู้	2
สาระสำคัญ	3
แบบทดสอบก่อนเรียน	4
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	6
ใบความรู้ที่ 1 รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม	7
กิจกรรมที่ 1 รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม	12
ใบความรู้ที่ 2 ส่วนประกอบของโครโมโซม	13
กิจกรรมที่ 2 ส่วนประกอบของโครโมโซม	16
แบบทดสอบหลังเรียน	17
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	19
ภาคผนวก ก	20
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	21
ภาคผนวก ข	22
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 1	23
แนวคำตอบกิจกรรมที่ 2	24
ภาคผนวก ค	25
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	26
บรรณานุกรม	27



คำชี้แจง

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชา ว32244 ชีววิทยา 4 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 8 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชุดที่ 2 เรื่อง การค้นพบสารพันธุกรรม

ชุดที่ 3 เรื่อง โครโมโซม

ชุดที่ 4 เรื่อง องค์ประกอบทางเคมีของ DNA

ชุดที่ 5 เรื่อง โครงสร้างของ DNA

ชุดที่ 6 เรื่อง กระบวนการจำลอง DNA

ชุดที่ 7 เรื่อง กระบวนการถอดรหัสและการสังเคราะห์โปรตีน

ชุดที่ 8 เรื่อง มิวเทชัน

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เป็นชุดที่ 3 เรื่อง โครโมโซม ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ชีววิทยา 4 ว32244 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ชั่วโมง

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 3 เรื่อง โครโมโซม ชุดนี้ประกอบด้วย

3.1 คำชี้แจง

3.2 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู

3.3 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

3.4 ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3.5 แบบทดสอบก่อนเรียน

3.6 ใบกิจกรรม

3.7 ใบความรู้

3.8 แบบทดสอบหลังเรียน

3.9 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

3.10 เฉลย ใบกิจกรรม

3.11 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน



คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชา ว32244 ชีววิทยา 4 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 8 ชุด ชุดนี้เป็นชุดที่ 3 เรื่อง โครโมโซม ใช้เวลาในการศึกษา 2 ชั่วโมง ครูควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังนี้

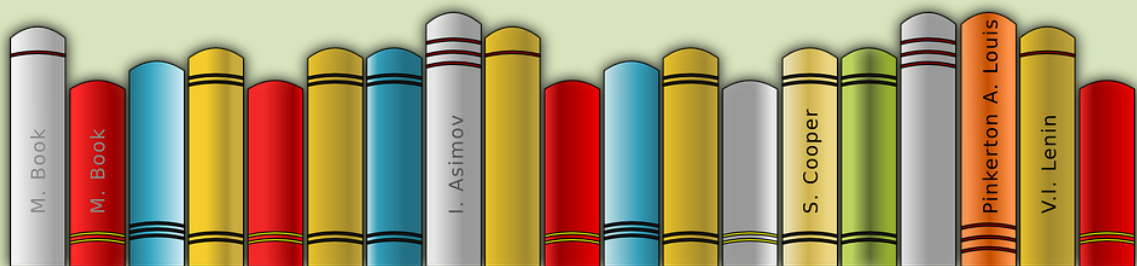
1. ครูศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรม และศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจก่อนโดยละเอียดและรอบคอบก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
2. จัดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามจำนวนนักเรียน โดยนักเรียน 1 คน ต่อ 1 เล่ม
3. ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมตามจำนวนนักเรียน
4. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองโดยให้อ่านคำชี้แจงชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวปฏิบัติระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วจึงให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
5. ในการทำกิจกรรมกลุ่มให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนในชั้นเรียน และอยู่ในดุลพินิจของครู ให้แต่ละนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน โดยสมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่หัวหน้ากลุ่ม รองหัวหน้า กรรมการ และเลขานุการ และเปลี่ยนแปลงหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มในชั่วโมงถัดไป
6. ครูใช้กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ตามขั้นตอนดังนี้
 - 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
 - 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
 - 6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
 - 6.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
 - 6.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)
7. ขณะนักเรียนทำกิจกรรมครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำ และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นย้ำให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจ ซื่อสัตย์ มีความรับผิดชอบ และร่วมมือกันทำงานภายในกลุ่ม จึงจะทำให้การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เกิดประโยชน์สูงสุด
8. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครบถ้วนให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนว่ามีความก้าวหน้ามากเพียงใด
9. หากนักเรียนบางคนเรียนไม่ทันในบทเรียน ครูควรให้คำแนะนำ มอบหมายให้ศึกษาเพิ่มเติมเวลาว่าง หรือในคาบเสริม



คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชา ว32244 ชีววิทยา 4 เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 8 ชุด ชุดนี้เป็นชุดที่ 3 เรื่อง โครโมโซมใช้เวลาในการศึกษา 3 ชั่วโมง นักเรียนสามารถศึกษาและทำความเข้าใจโดยปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจ ดังนี้

1. นักเรียนพึงการชี้แจงบทบาทของตนเองในระหว่างการดำเนินกิจกรรมจากครูผู้สอน อ่านคำชี้แจงคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ศึกษาขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ เพื่อตรวจสอบความรู้
4. ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมต่างๆตามใบกิจกรรม ใบความรู้ เสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถตรวจคำตอบได้จากเฉลยซึ่งอยู่ท้ายเล่ม
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
7. ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน พร้อมทั้งเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ว่าตนเองมีความก้าวหน้ามากเพียงใด ซึ่งสามารถดูเฉลยได้จากท้ายบทเรียน
8. นักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนให้ได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์ ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด ให้ทบทวนเนื้อหา แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง
9. หากมีข้อสงสัยให้ขอคำอธิบาย หรือถามครูผู้สอน เพื่อร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อสงสัยนั้นๆ



ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้



สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบ ต่อมनुษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบายเกี่ยวกับการถ่ายทอดยีนและโครโมโซม และอธิบาย เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของยีนและโครโมโซม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายรูปร่าง ลักษณะของโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน
3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายส่วนประกอบของโครโมโซม

สาระการเรียนรู้

- รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม
- ส่วนประกอบของโครโมโซม

สาระสำคัญ

โครโมโซมมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน โดยการแบ่งรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมอาศัยตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ โครโมโซมบางแท่งมีตำแหน่งของเซนโทรเมียร์อยู่ตรงกลางของโครโมโซม ทำให้แขน 2 ข้างโครโมโซมยาวเท่ากัน บางแท่งเซนโทรเมียร์ค่อนไปทางปลายด้านใดด้านหนึ่งทำให้แขนด้านหนึ่งยาว อีกด้านหนึ่งสั้น บางแท่งตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ อยู่ด้านปลายสุดของโครโมโซมด้านใดด้านหนึ่งทำให้มีแขนเพียงข้างเดียว

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน แต่สิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน เช่น สุนัข และไก่ มีจำนวนโครโมโซม 78 แท่งเท่ากัน ในพืช เช่น กล้วย และแตงโมมีจำนวนโครโมโซม 22 แท่งเท่ากัน จำนวนโครโมโซมนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความซับซ้อนของสิ่งมีชีวิต เช่น ไก่มีจำนวนโครโมโซมมากกว่าคน แต่โครงสร้างของคนมีความซับซ้อนมากกว่าไก่ แมลงวัน แมลงหวี่ ยุง กิ้งก่า ปล่องและผึ้ง เป็นแมลงเหมือนกันมีความซับซ้อนของโครงสร้างใกล้เคียงกันแต่จำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน

โครโมโซมประกอบด้วยโปรตีน และ DNA โดยมีโปรตีนประมาณ 2 ใน 3 ของโครโมโซม โปรตีนในโครโมโซมมีหน้าที่แตกต่างกัน เช่น โปรตีนบางชนิดช่วยในการขดตัวของ DNA บางชนิดเกี่ยวข้องกับการกระบวนการจำลองตัวเองของ DNA บางชนิดเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีน ส่วนของสาย DNA ที่พันรอบโปรตีนฮิสโตน เรียกว่า นิวคลีโอโซม โครโมโซมของยูคาริโอตจะมีลักษณะเป็นสายยาว แต่ของโพรคาริโอตจะมีลักษณะเป็นวงแหวนและมีขนาดเล็กมาก



แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง โครโมโซม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบแบบปรนัยมีจำนวน 10 ข้อ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบ แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ขณะที่มีการแบ่งเซลล์ จะเห็นโครโมโซมได้ชัดเจนในระยะใด

ก. อินเทอร์เฟส
ข. โพรเฟส
ค. เมทาเฟส
ง. แอนาเฟส

2. โปรตีนที่มักพบอยู่ในโครโมโซม คือ ข้อใด

ก. โปรตีนโกลบูลิน
ข. โปรตีนอัลบูมิน
ค. โปรตีนฮิสโตน
ง. โปรตีนกลูเตลิน

3. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับส่วนประกอบของโครโมโซม

ก. โครโมโซมของยูคาริโอตประกอบด้วย DNA
ข. โครโมโซมของยูคาริโอตประกอบด้วยโปรตีน 1 ใน 3 ส่วน
ค. โครโมโซมของยูคาริโอตประกอบด้วยโปรตีนและ DNA
ง. โครโมโซมของยูคาริโอตประกอบด้วยโปรตีนฮิสโตน และนอนฮิสโตน

4. โปรตีนฮิสโตนมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะมิโนชนิดใดและมีสมบัติอย่างไร

ก. กรดอะมิโนที่มีประจุลบ มีสมบัติในการเกาะจับกับสาย DNA ที่มีประจุบวก
ข. กรดอะมิโนที่มีประจุบวก มีสมบัติในการเกาะจับกับสาย DNA ที่มีประจุลบ
ค. กรดอะมิโนที่มีประจุลบ มีสมบัติในการสร้างศักยสมดุลของโครโมโซม
ง. กรดอะมิโนที่มีประจุบวก มีสมบัติในการสร้างลักษณะทางพันธุกรรม



5. นิวคลีโอโซม (nucleosome) คือ ส่วนใดของโครโมโซม

- ก. ส่วนของ DNA ที่พันรอบโปรตีน
- ข. ส่วนของ DNA ที่ยืดยาวออกเป็นเส้น
- ค. ส่วนของ DNA ที่เป็นเส้นคู่ประกบกัน
- ง. ส่วนของ DNA ที่คลายเกลียวออกจากกัน

6. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอโซม

- ก. ฮิสโตน และ ไรโบโซม
- ข. ฮิสโตน และ DNA
- ค. DNA และ ไรโบโซม
- ง. ฮิสโตน, DNA และ ไรโบโซม

7. การศึกษาโครโมโซมของคน มีการเลือกเซลล์ชนิดต่าง ๆ เพื่อการศึกษา ทั้งนี้เพราะเซลล์แต่ละชนิดมีความเหมาะสมตามวัตถุประสงค์แตกต่างกัน การเลือกเซลล์ศึกษาในข้อใดที่ไม่ถูกต้อง

- ก. ตรวจมะเร็งในเซลล์เม็ดเลือดขาวจะใช้เซลล์ไขกระดูก
- ข. ศึกษาลักษณะ ขนาด จำนวนโครโมโซมเพื่อทำคาร์ิโอไทป์ใช้ลิมโฟไซต์
- ค. ศึกษาความผิดปกติทางพันธุกรรมใช้เซลล์กล้ามเนื้อ
- ง. วินิจฉัยความผิดปกติหรือโรคบางอย่างของทารกใช้ชิ้นเนื้อรก

8. คำว่า "จีโนม" มีความหมายสอดคล้องกับข้อใด

- ก. สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- ข. โครโมโซมในเซลล์ร่างกาย
- ค. ลักษณะทางพันธุกรรมทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต
- ง. ข้อมูลพันธุกรรมทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต

9. ออโตโซม (autosome) คือ ข้อใด

- ก. โครโมโซมที่เพิ่มขึ้นจากปกติ
- ข. โครโมโซมที่ไม่ใช่โครโมโซมเพศ
- ค. ออร์แกเนลล์ที่สามารถเพิ่มจำนวนขึ้นเองได้
- ง. เซลล์ที่สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ด้วยตัวเองได้

10. ข้อใดเป็นหน้าที่ของออโตโซม (autosome) ในสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่

- ก. ควบคุมการกำหนดเพศในสิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์
- ข. ควบคุมการกำหนดเพศและลักษณะของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
- ค. ควบคุมการจับคู่ของยีน หรือการจับคู่ของโครโมโซม
- ง. ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตและไม่ค่อยปรากฏว่าเกี่ยวข้องกับการกำหนดเพศเท่าใดนัก



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

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

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนระหว่าง	9 - 10	อยู่ในเกณฑ์	ดีมาก
คะแนนระหว่าง	7 - 8	อยู่ในเกณฑ์	ดี
คะแนนระหว่าง	5 - 6	อยู่ในเกณฑ์	พอใช้
คะแนนระหว่าง	0 - 4	อยู่ในเกณฑ์	ปรับปรุงแก้ไข



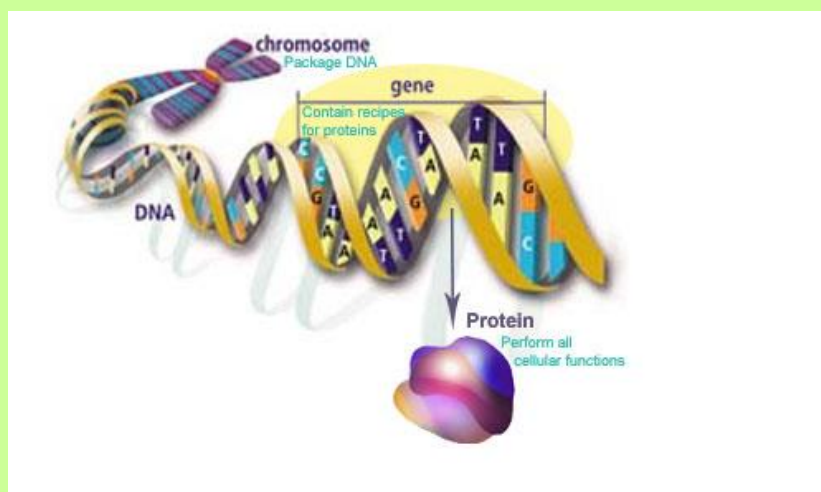
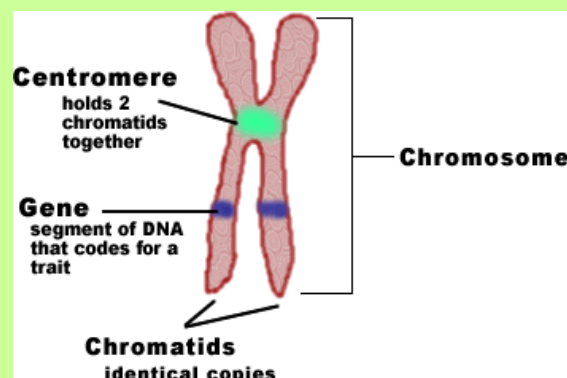
แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ
นักเรียนตอบถูกต้อง.....ข้อ

ใบความรู้ที่ 1

รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม

นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่าเซลล์ที่ยังไม่มีการแบ่งเซลล์นั้น โครโมโซมจะมีลักษณะเป็นเส้นเล็กยาวขดพันกันอยู่ภายในนิวเคลียสเรียกว่า **โครมาทิน** เมื่อมีการแบ่งเซลล์ โครโมโซมจะจำลองตัวเองเป็นเส้นที่เหมือนกันทุกประการในระยะอินเตอร์เฟส แล้วจึงขดสั้นและหนาขึ้น สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนที่สุดในระยะเมทาเฟส จากการย้อมด้วยสีย้อม DNA เช่น สีแอสีโทคาร์มิน หรือ ฮีมาทอซาลิน เป็นต้น

สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอาจมีโครโมโซมที่มีรูปร่างแบบเดียวหรือหลายแบบก็ได้ นักเรียนสามารถศึกษาโครโมโซมแบบต่าง ๆ ได้ดังภาพ ข้างล่าง



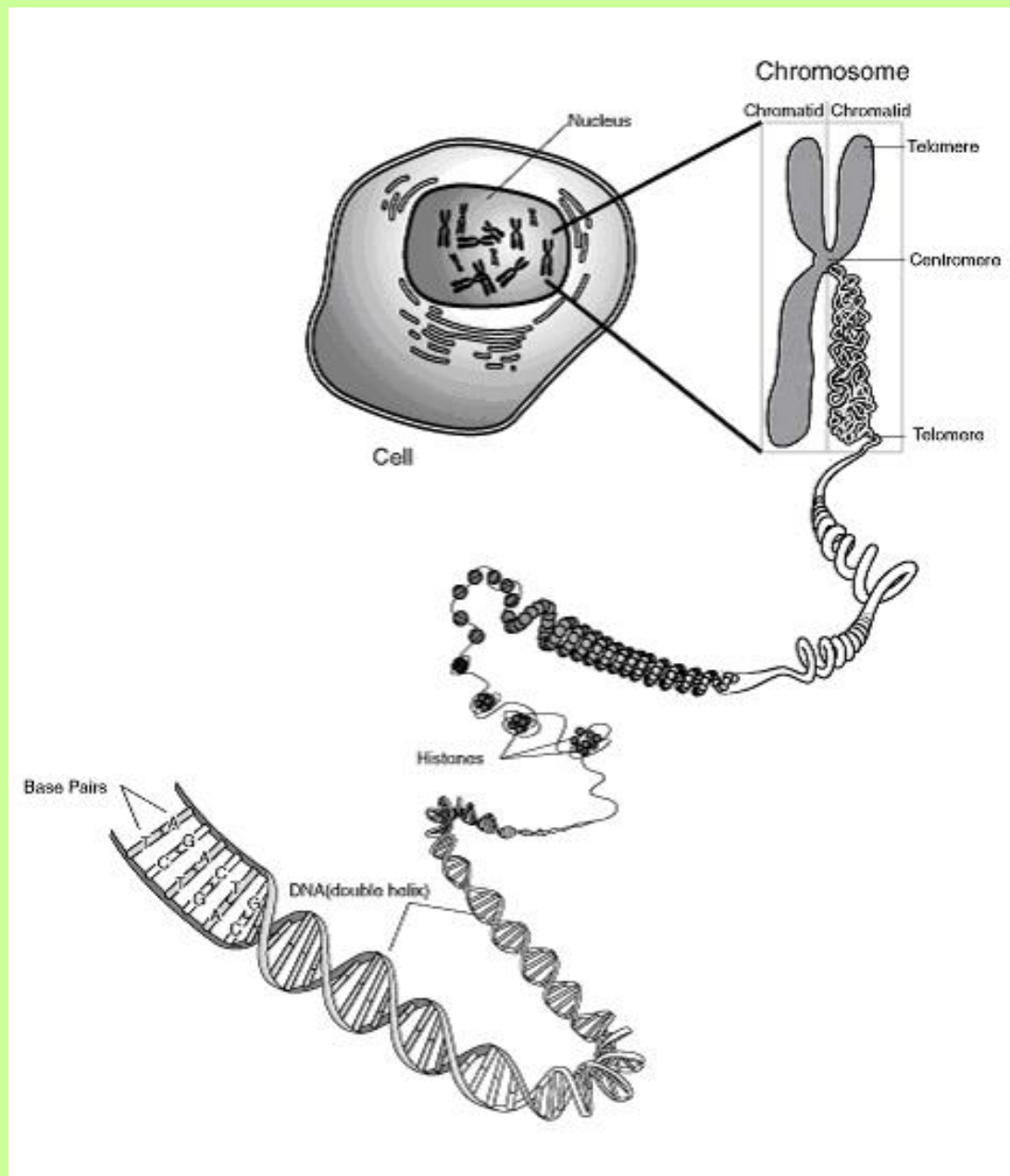
ภาพที่ 1 โครโมโซม

(ที่มา : <http://www.biologycorner.com/bio1/celldivision-chromosomes.html>)

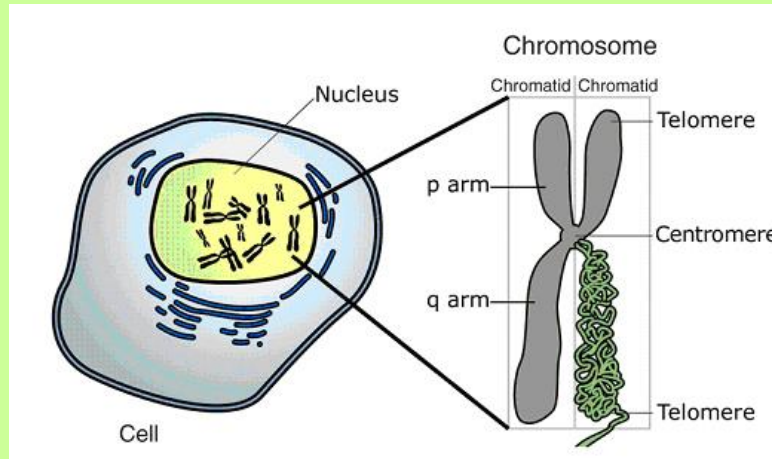
ในสิ่งมีชีวิตที่เซลล์ร่างกาย มีโครโมโซม 2 ชุด เรียกว่า ดิพลอยด์ เช่น คน โดยโครโมโซมชุดหนึ่งได้รับมาจากพ่อ อีกชุดหนึ่งได้รับมาจากแม่ เมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมที่เป็นคู่กันจะมาเข้าคู่กัน แล้วยแยกออกจากกันไปสู่เซลล์ลูกที่สร้างขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมในเซลล์ลูกที่เกิดขึ้นจะลดลงครึ่งหนึ่งเรียกว่า แฮพลอยด์ โดยทั่วไปแล้วสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีจำนวนโครโมโซมคงที่ ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (2n)	สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (2n)
มนุษย์ (<i>Homo sapiens</i>)	46	สน (<i>Pinus ponderosa</i>)	24
ลิงชิมแปนซี (<i>Pan troglodytes</i>)	48	กะหล่ำปลี (<i>Brassica oleracea</i>)	18
ม้า (<i>Equus caballus</i>)	64	ถั่วลันเตา (<i>Pisum sativum</i>)	14
สุนัข (<i>Canis familiaris</i>)	78	ฝ้าย (<i>Gossypium hirsutum</i>)	52
แมว (<i>Felis domesticus</i>)	38	มะเขือเทศ (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	24
หนู (<i>Mus musculus</i>)	40	หอม (<i>Allium cepa</i>)	16
ไก่ (<i>Gallus domesticus</i>)	78	ยาสูบ (<i>Nicotiana tabacum</i>)	48
กบ (<i>Rana pipiens</i>)	26	ข้าว (<i>Oryza sativa</i>)	24
ผึ้ง (<i>Apis mellifera</i>)	32	ข้าวโพด (<i>Zea mays</i>)	20
แมลงวัน (<i>Musca domestica</i>)	12	กล้วย (<i>Musa paradisiaca</i>)	22
แมลงหวี่ (<i>Drosophila melanogaster</i>)	8	แตงโม (<i>Citrullus vulgaris</i>)	22
ยุงก้นปล่อง (<i>Anopheles dirus</i>)	6	ชา (<i>Camellia sinensis</i>)	30

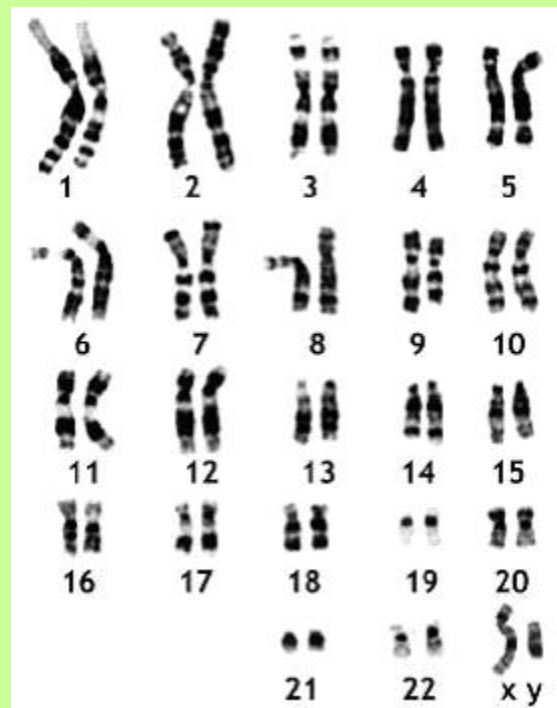


ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของโครโมโซม



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของโครโมโซม

(ที่มา : http://images1.clinicaltools.com/images/gene/chromosome2_large.jpg)



ภาพที่ 4 แสดงโครโมโซมของมนุษย์

โครโมโซมของมนุษย์

โครโมโซมของมนุษย์มีจำนวน 23 คู่ นั้น แบ่งเป็นเป็น ออโตโซม 22 คู่ อีก1คู่เป็น โครโมโซมเพศ ในหญิงจะเป็น XX ในชายจะเป็น XY โดยโครโมโซม Y จะมีขนาดเล็กและมียื่นอยู่เล็กน้อย ได้แก่ ยีนที่ควบคุมขนบนใบหูก็อยู่บนโครโมโซม Y ดังนั้นลักษณะการมีขนบนหูจะถูกถ่ายทอดโดยตรง จากพ่อ ไปยังลูกชายสืบต่อไปยังหลานชาย และสืบต่อไปเรื่อยๆในทายาทที่เป็นชาย ดังนั้น การมีขนที่หูจึงไม่ปรากฏในลูกสาวหรือหลานสาว

ส่วนลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซม X ได้แก่ ตาบอดสี เลือดไหลไม่หยุด (haemophilia) ผู้ชายมี โครโมโซม X เพียงแท่งเดียว ส่วนอีกแท่งเป็น โครโมโซม Y ดังนั้น แม้ได้รับยีนด้อยที่ผิดปกติติดมากับโครโมโซม X เพียงตัวเดียว ก็สามารถแสดงลักษณะทางพันธุกรรมนั้นออกมาได้ ส่วนผู้หญิงมี โครโมโซม X อยู่ 2 แท่ง ถ้าได้รับยีนด้อยที่ผิดปกติติดมากับ โครโมโซม X 1 แท่ง ก็จะไม่แสดง อาการของโรคพันธุกรรมให้ปรากฏ ทั้งนี้เพราะยีนปกติที่เหลืออีกตัวจะข่มลักษณะด้อยเอาไว้ ดังนั้นเราจะพบ ตาบอดสีในผู้ชายมากกว่าผู้หญิง

การที่ลูกจะเป็นชายหรือหญิงนั้นขึ้นอยู่กับโครโมโซมเพศที่ได้รับจากพ่อ เนื่องจากแม่ให้ได้เฉพาะโครโมโซม X ถ้าลูกได้รับโครโมโซม Y จากพ่อก็จะเป็นลูกชาย ถ้าได้รับโครโมโซม X จากพ่อก็จะเป็นลูกสาว ในลูกชายนั้นจะได้รับ โครโมโซม Y จากพ่อเท่านั้น (เพราะแม่ไม่มีโครโมโซม Y) เพราะฉะนั้น โครโมโซม X ก็จะได้รับจากแม่เท่านั้น ดังนั้น หากลูกชายตาบอดสี แสดงว่าแม่มีลักษณะตาบอดสีแฝงตัวอยู่ในโครโมโซม X อย่างน้อย 1 ตัว ของแม่ และหากชายที่ตาบอดสีมีลูกสาว ลักษณะนั้นตาบอดสีก็จะแฝงไปยัง โครโมโซม X 1 ตัว ที่ได้ถ่ายทอดไปยังลูกสาวอย่างแน่นอน





กิจกรรมที่ 1 รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

1. จากศึกษาการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส จะเห็นโครโมโซมชัดเจนมากในระยะใด เซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสจะมีจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ตั้งต้น กับเซลล์ลูกเป็นอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

2. โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะมีขนาด และรูปร่างเป็นอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

3. การแบ่งรูปร่าง และลักษณะของโครโมโซมอาศัยโครงสร้างใดเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง (2 คะแนน)

.....

.....

.....

4. จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือไม่อย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

5. จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับระดับความซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตหรือไม่ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

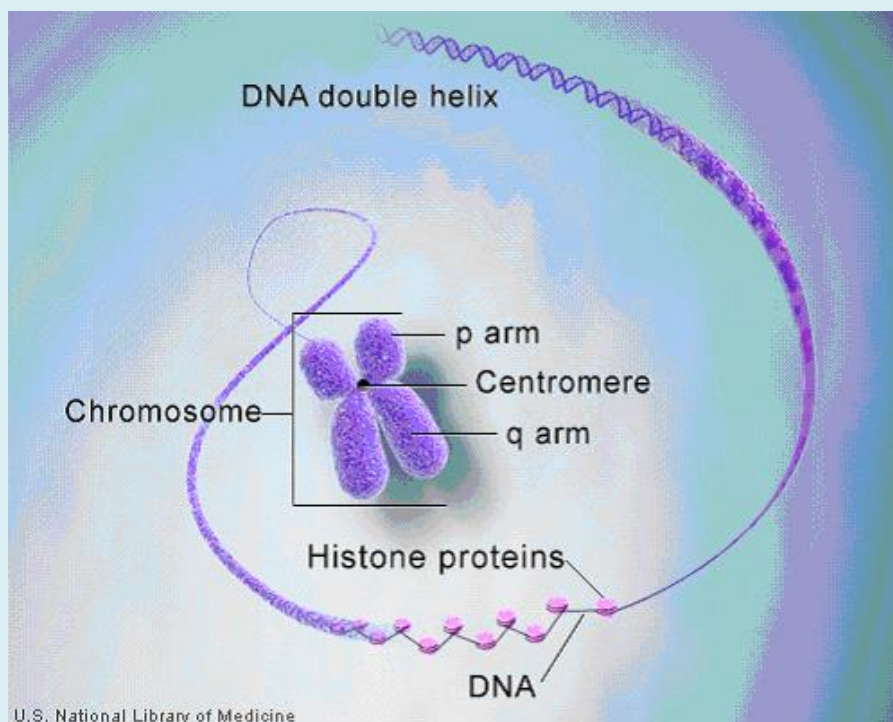
กิจกรรมมีจำนวน 5 ข้อ นักเรียนตอบถูกต้อง ข้อ

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนระหว่าง	9 - 10	อยู่ในเกณฑ์	ดีมาก
คะแนนระหว่าง	7 - 8	อยู่ในเกณฑ์	ดี
คะแนนระหว่าง	5 - 6	อยู่ในเกณฑ์	พอใช้
คะแนนระหว่าง	0 - 4	อยู่ในเกณฑ์	ปรับปรุงแก้ไข



ใบความรู้ที่ 2 ส่วนประกอบของโครโมโซม

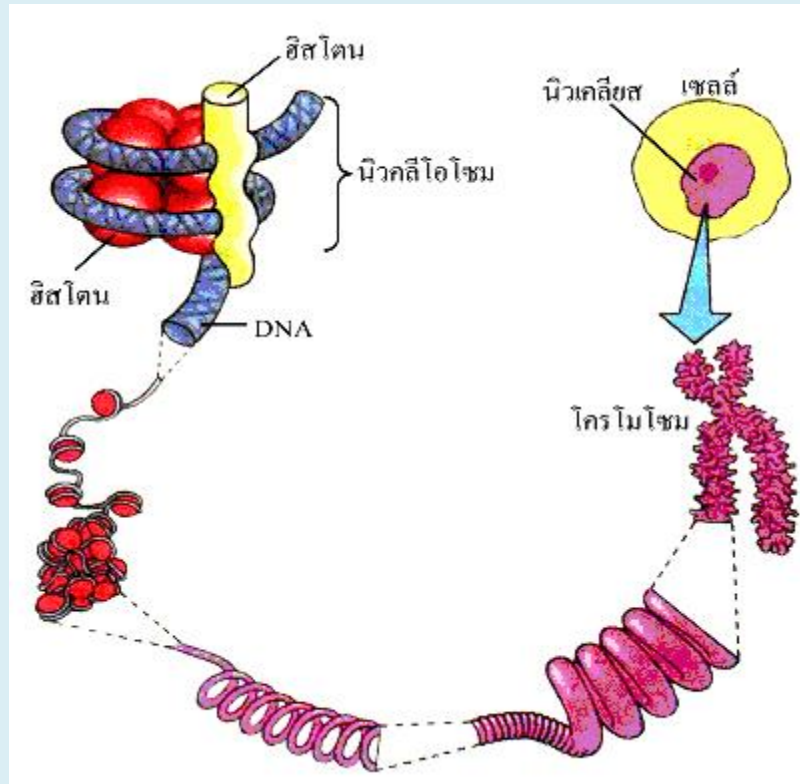


ภาพที่ 5 ส่วนประกอบโครโมโซม

(ที่มา : <http://ghr.nlm.nih.gov/handbook/illustrations/chromosomestructure.jpg>)

ถ้าหากจะประมาณสัดส่วนระหว่าง DNA และโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของโครโมโซมของยูคาริโอต จะพบว่าประกอบด้วย DNA 1 ใน 3 และอีก 2 ใน 3 เป็นโปรตีน โดยส่วนที่เป็นโปรตีนจะเป็น **ฮิสโตน** (histone) และ**นอนฮิสโตน** (non-histone) อย่างละประมาณเท่าๆกัน

ในปี พ.ศ. 2427 นักวิทยาศาสตร์พบว่าฮิสโตนเป็นโปรตีนที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะมิโนที่มีประจุบวก เช่น ไลซีน และอาร์จินีน ทำให้มีสมบัติในการเกาะจับกับสาย DNA ซึ่งมีประจุลบได้เป็นอย่างดี และทำให้เกิดการสร้าง**สมดุขของประจุ** ของโครมาทินด้วย โดยการที่สาย DNA พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตนคล้ายเม็ดลูกปัด เรียกโครงสร้างนี้ว่า **นิวคลีโอโซม (nucleosome)** โดยจะมีฮิสโตนบางชนิดเชื่อมต่อระหว่างเม็ดลูกปัดแต่ละเม็ด ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 DNA และฮิสโตนที่ประกอบกันเป็นโครโมโซมของยูคาริโอต

ส่วนของโปรตีนฮิสโตนนั้นมีมากมายหลายชนิด อาจเป็นร้อยหรือพันชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยโปรตีนเหล่านี้จะมีหน้าที่แตกต่างกันไป บางชนิดมีหน้าที่ช่วยในการขดตัวของ DNA หรือบางชนิดก็เกี่ยวข้องกับการจำลองตัวเองของ DNA (DNA replication) หรือการแสดงออกของยีน เป็นต้น

สำหรับในโพรคาริโอต เช่น แบคทีเรีย *E. coli* มีจำนวนโครโมโซมชุดเดียว เป็นรูปวงแหวนอยู่ในไซโตพลาสซึม ประกอบด้วย DNA 1 โมเลกุล และไม่มีฮิสโตนเป็นองค์ประกอบ

สารพันธุกรรมทั้งหมดของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งๆ เรียกว่า จีโนม (genome) จากการศึกษพบว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีขนาดของจีโนมและจำนวนยีนแตกต่างกัน ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3 แสดงขนาดจีโนมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

สิ่งมีชีวิต	ขนาดของจีโนม (ล้านคู่เบส)	จำนวนยีนโดยประมาณ
มนุษย์ (<i>Homo sapiens</i>)	3,200	80,000
หนู (<i>Mus musculus</i>)	3,000	80,000
แมลงหวี่ (<i>Drosophila</i> sp.)	120	10,000
หนอนคืบกลม (<i>Caenorhabditis elegans</i>)	100	13,000
พืชในวงศ์ผักกาดชนิดหนึ่ง (<i>Arabidopsis thaliana</i>)	100	25,000
ยีสต์ (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	15	6,000
แบคทีเรีย (<i>Escherichia coli</i>)	4	4,000





กิจกรรมที่ 2 ส่วนประกอบของโครโมโซม

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

1. โครโมโซมมีส่วนประกอบอะไรบ้าง (3 คะแนน)

.....

.....

.....

2. นิวคลีโอโซม คืออะไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

3. โครโมโซมของยูคาริโอต และโพรคาริโอตมีลักษณะอย่างไร (3 คะแนน)

.....

.....

.....

4. จีโนม (genome) คืออะไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

กิจกรรมมีจำนวน 4 ข้อ นักเรียนตอบถูกต้อง ข้อ

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนระหว่าง	9 - 10	อยู่ในเกณฑ์	ดีมาก
คะแนนระหว่าง	7 - 8	อยู่ในเกณฑ์	ดี
คะแนนระหว่าง	5 - 6	อยู่ในเกณฑ์	พอใช้
คะแนนระหว่าง	0 - 4	อยู่ในเกณฑ์	ปรับปรุงแก้ไข



แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง โครโมโซม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบแบบปรนัยมีจำนวน 10 ข้อ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบ แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. โปรตีนฮิสโตนมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะมิโนชนิดใดและมีสมบัติอย่างไร
 - ก. กรดอะมิโนที่มีประจุลบ มีสมบัติในการเกาะจับกับสาย DNA ที่มีประจุบวก
 - ข. กรดอะมิโนที่มีประจุบวก มีสมบัติในการเกาะจับกับสาย DNA ที่มีประจุลบ
 - ค. กรดอะมิโนที่มีประจุลบ มีสมบัติในการสร้างคัลลิกสโมลของโครโมโซม
 - ง. กรดอะมิโนที่มีประจุบวก มีสมบัติในการสร้างลักษณะทางพันธุกรรม
2. ข้อใดเป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอโซม
 - ก. ฮิสโตน และ ไรโบโซม
 - ข. ฮิสโตน และ DNA
 - ค. DNA และ ไรโบโซม
 - ง. ฮิสโตน, DNA และ ไรโบโซม
3. คำว่า "จีโนม" มีความหมายสอดคล้องกับข้อใด
 - ก. สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
 - ข. โครโมโซมในเซลล์ร่างกาย
 - ค. ลักษณะทางพันธุกรรมทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต
 - ง. ข้อมูลพันธุกรรมทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต
4. การศึกษาโครโมโซมของคน มีการเลือกเซลล์ชนิดต่าง ๆ เพื่อการศึกษา ทั้งนี้เพราะเซลล์แต่ละชนิดมีความเหมาะสมตามวัตถุประสงค์แตกต่างกัน การเลือกเซลล์ศึกษาในข้อใดที่ไม่ถูกต้อง
 - ก. ตรวจมะเร็งในเซลล์เม็ดเลือดขาวจะใช้เซลล์ไขกระดูก
 - ข. ศึกษาลักษณะ ขนาด จำนวนโครโมโซมเพื่อทำคาร์ิโอไทป์ใช้ลิ้มโฟสต์
 - ค. ศึกษาความผิดปกติทางพันธุกรรมใช้เซลล์กล้ามเนื้อ
 - ง. วินิจฉัยความผิดปกติหรือโรคบางอย่างของทารกใช้ชิ้นเนื้อรก



5. โปรตีนที่มักพบอยู่ในโครโมโซม คือ ข้อใด
 - ก. โปรตีนโกลบูลิน
 - ข. โปรตีนอัลบูมิน
 - ค. โปรตีนฮิสโตน
 - ง. โปรตีนกลูเตลิน

6. ออโตโซม (autosome) คือ ข้อใด
 - ก. โครโมโซมที่เพิ่มขึ้นจากปกติ
 - ข. โครโมโซมที่ไม่ใช่โครโมโซมเพศ
 - ค. ออร์แกเนลล์ที่สามารถเพิ่มจำนวนขึ้นเองได้
 - ง. เซลล์ที่สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ด้วยตัวเองได้

7. ข้อใดเป็นหน้าที่ของออโตโซม (autosome) ในสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่
 - ก. ควบคุมการกำหนดเพศในสิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์
 - ข. ควบคุมการกำหนดเพศและลักษณะของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
 - ค. ควบคุมการจับคู่ของยีน หรือการจับคู่ของโครโมโซม
 - ง. ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิต และไม่คอยปรากฏว่าเกี่ยวข้องกับการกำหนดเพศเท่าใดนัก

8. ขณะที่มีการแบ่งเซลล์ จะเห็นโครโมโซมได้ชัดเจนในระยะใด
 - ก. อินเทอร์เฟส
 - ข. โพรเฟส
 - ค. เมทาเฟส
 - ง. แอนาเฟส

9. นิวคลีโอโซม (nucleosome) คือ ส่วนใดของโครโมโซม
 - ก. ส่วนของ DNA ที่พันรอบโปรตีน
 - ข. ส่วนของ DNA ที่ยืดยาวออกเป็นเส้น
 - ค. ส่วนของ DNA ที่เป็นเส้นคู่ประกบกัน
 - ง. ส่วนของ DNA ที่คลายเกลียวออกจากกัน

10. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับส่วนประกอบของโครโมโซม
 - ก. โครโมโซมของยูคาริโอตประกอบด้วย DNA
 - ข. โครโมโซมของยูคาริโอตประกอบด้วยโปรตีน 1 ใน 3 ส่วน
 - ค. โครโมโซมของยูคาริโอตประกอบด้วยโปรตีนและ DNA
 - ง. โครโมโซมของยูคาริโอตประกอบด้วยโปรตีนฮิสโตน และนอนฮิสโตน



กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง โครโมโซม

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

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

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนระหว่าง	9 - 10	อยู่ในเกณฑ์	ดีมาก
คะแนนระหว่าง	7 - 8	อยู่ในเกณฑ์	ดี
คะแนนระหว่าง	5 - 6	อยู่ในเกณฑ์	พอใช้
คะแนนระหว่าง	0 - 4	อยู่ในเกณฑ์	ปรับปรุงแก้ไข



แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ
นักเรียนตอบถูกต้อง.....ข้อ



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
เรื่อง โครโมโซม

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





แนวคำตอบกิจกรรมที่ 1

กิจกรรมที่ 1 รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

1. จากศึกษาการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมขณะที่มี การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส จะเห็นโครโมโซมชัดเจนมากในระยะใด เซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส จะมีจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ตั้งต้น กับเซลล์ลูกเป็นอย่างไร

.....จากศึกษาการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมขณะที่มี การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส จะเห็นโครโมโซมชัดเจนมากในระยะเมทาเฟส และเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์ตั้งต้น ส่วนเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง.....

2. โครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะมีขนาด และรูปร่างเป็นอย่างไร

.....โครโมโซมมีขนาดแตกต่างกัน และรูปร่างของโครโมโซมแตกต่างกัน.....

3. การแบ่งรูปร่าง และลักษณะของโครโมโซมอาศัยโครงสร้างใดเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง

.....การแบ่งรูปร่าง และลักษณะของโครโมโซมอาศัยตำแหน่งเซนโทรเมียร์ โครโมโซมบางแท่งมีตำแหน่งของเซนโทรเมียร์อยู่ตรงกลางของโครโมโซม ทำให้แขน 2 ข้างโครโมโซมยาวเท่ากัน บางแท่งเซนโทรเมียร์ค่อนไปทางปลายด้านใดด้านหนึ่งทำให้แขนด้านหนึ่งยาว อีกด้านหนึ่งสั้น บางแท่งตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ อยู่ด้านปลายสุดของโครโมโซมด้านใดด้านหนึ่งทำให้มีแขนเพียงข้างเดียว.....

4. จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือไม่อย่างไร

.....จากตารางจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน แต่สิ่งมีชีวิตบางชนิดจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน เช่น สุนัข และไก่มีจำนวนโครโมโซม 78 แท่งเท่ากัน ในพืช เช่น ถั่ว และแตงโมมีจำนวนโครโมโซม 22 แท่งเท่ากัน.....

5. จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับระดับความซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตหรือไม่

.....จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตไม่น่าจะมีความสัมพันธ์กับระดับความซับซ้อนของสิ่งมีชีวิต เช่น ไก่มีจำนวนโครโมโซมมากกว่าคน แต่โครงสร้างของคนมีความซับซ้อนมากกว่าไก่ แมลงวัน แมลงหวี่ ยุง กิ้งก่า และผึ้ง เป็นแมลงเหมือนกันมีความซับซ้อนของโครงสร้างใกล้เคียงกัน แต่จำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน.....

แนวคำตอบกิจกรรมที่ 2

กิจกรรมที่ 2 ส่วนประกอบของโครโมโซม

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

1. โครโมโซมมีส่วนประกอบอะไรบ้าง

.....โครโมโซมประกอบด้วยโปรตีน และ DNA โดยมีโปรตีนประมาณ 2 ใน 3 ของโครโมโซม โปรตีนในโครโมโซมมีหน้าที่แตกต่างกัน เช่น โปรตีนบางชนิดช่วยในการขดตัวของ DNA บางชนิดเกี่ยวข้องกับการกระบวนการจำลองตัวเองของ DNA บางชนิดเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีน.....

2. นิวคลีโอโซม คืออะไร

.....ส่วนของสาย DNA ที่พันรอบโปรตีนฮิสโตน เรียกว่า นิวคลีโอโซม.....

3. โครโมโซมของยูคาริโอต และโพรคาริโอตมีลักษณะอย่างไร

.....โครโมโซมของยูคาริโอตจะมีลักษณะเป็นสายยาว แต่ของโพรคาริโอต จะมีลักษณะเป็นวงแหวนและมีขนาดเล็กมาก.....

4. จีโนม (genome) คืออะไร

.....จีโนม (genome) คือ สารพันธุกรรมทั้งหมดของสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ๆ และสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีขนาดของจีโนมและจำนวนยีนแตกต่างกัน.....





เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง โครโมโซม

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



บรรณานุกรม

มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์

สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์.

ชีววิทยา สัตววิทยา 2. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ด้านสุขภาพการพิมพ์, 2552.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว, 2557.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว, 2554.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2551.

สมาน แก้วไวยุทธ. คู่มือเตรียมสอบ ชีววิทยา ม.4-5-6. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง, 2552.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

<https://www.biologycorner.com/bio1/celldivision-chromosomes.html>. 25 พฤษภาคม 2559

http://images1.clinicaltools.com/images/gene/chromosome2_large.jpg 31 พฤษภาคม 2559

<http://ghr.nlm.nih.gov/handbook/illustrations/chromosomestructure.jpg> 4 มิถุนายน 2559

