

เอกสารประกอบการเรียนรายวิชารายวิชา ว32101 วิทยาศาสตร์  
เรื่อง พันธุกรรม  
เล่มที่ 2 โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม

### มาตรฐานการเรียนรู้

**มาตรฐาน ว1.2** เข้าใจกระบวนการ และความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ตัวชี้วัด

ว1.2 ม.4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

**มาตรฐาน ว8.1** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายรูปร่าง ลักษณะ และจำนวนชุดของโครโมโซมของเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

### สาระการเรียนรู้

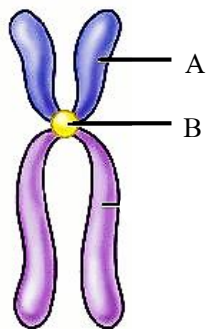
1. โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม

แบบทดสอบก่อนเรียนรายวิชา ว32101 วิทยาศาสตร์  
เรื่อง พันธุกรรม  
เล่มที่ 2 โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ภายในเวลา 10 นาที (10 คะแนน)



ใช้ภาพนี้ในการตอบคำถามข้อ 1 – 2

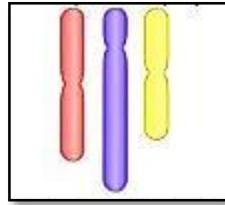


- จากภาพ ตำแหน่ง A บนโครโมโซม เรียกว่าอะไร
  - เส้นใยสปินเดิล
  - เซนโทรเมียร์
  - โครมาทิด
  - โครมาทิน
- จากภาพ ตำแหน่ง B บนโครโมโซมเรียกว่าอะไร
  - นิวเคลียส
  - ไคนโทคอร์
  - นิวคลีโอไลส
  - เซนโทรเมียร์
- โครโมโซมของมนุษย์ระหว่างเพศหญิงและเพศชาย จะมีจำนวนโครโมโซมต่างกันอยู่เท่าใด
  - 1 คู่
  - 2 คู่
  - 22 คู่
  - 23 คู่

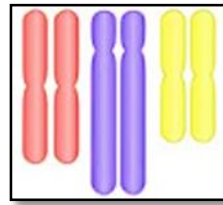


4. วัวมีเซลล์ร่างกาย ( $2n$ ) เท่ากับ 60 จะมีเซลล์สืบพันธุ์ ( $n$ ) เป็นเท่าใด
  - ก. 10
  - ข. 20
  - ค. 30
  - ง. 40
  
5. โครโมโซมร่างกายที่มีรูปร่างลักษณะเหมือนกันเป็นคู่ ๆ แต่ละคู่เรียกว่าอะไร
  - ก. โครมาทิด
  - ข. เซนโทรเมียร์
  - ค. ฮอโมโลกัสโครโมโซม
  - ง. เฮเทอโรไซกัสโครโมโซม
  
6. ถ้าจะศึกษาโครโมโซมที่มีอยู่ภายในเซลล์ของคนที่มีทั้ง X และ Y ควรศึกษาจากเซลล์ใด
  - ก. ได้ทุกเซลล์ของร่างกาย
  - ข. เม็ดเลือดแดงผู้ชาย
  - ค. เซลล์ร่างกายผู้ชาย
  - ง. อสุจิ
  
7. โครโมโซม คืออะไร
  - ก. สารพันธุกรรมในร่างกายของมนุษย์เป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ
  - ข. สารพิษชนิดหนึ่งที่มีโทษต่อร่างกายมนุษย์
  - ค. สารแอนติบอดีในร่างกายมนุษย์
  - ง. สารแห่งความสุข
  
8. สิ่งใดที่เป็นตัวกำหนดเพศของทารก
  - ก. ขนาดของไข่
  - ข. ขนาดของอสุจิ
  - ค. โครโมโซมของไข่
  - ง. โครโมโซมของอสุจิ

9. จากภาพ A และ B มีจำนวนชุดโครโมโซมเท่าใด



A



B

	A	B
ก.	haploid	diploid
ข.	diploid	haploid
ค.	diploid	diploid
ง.	haploid	haploid

10. เมื่อจัดเรียงลำดับองค์ประกอบที่อยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ตั้งแต่หน่วยใหญ่จนถึงหน่วยย่อยสุด จะเรียงลำดับได้อย่างไร

- ก. ดีเอ็นเอ → โครโมโซม → ยีน
- ข. โครโมโซม → ดีเอ็นเอ → ยีน
- ค. โครโมโซม → ยีน → ดีเอ็นเอ
- ง. ยีน → โครโมโซม → ดีเอ็นเอ





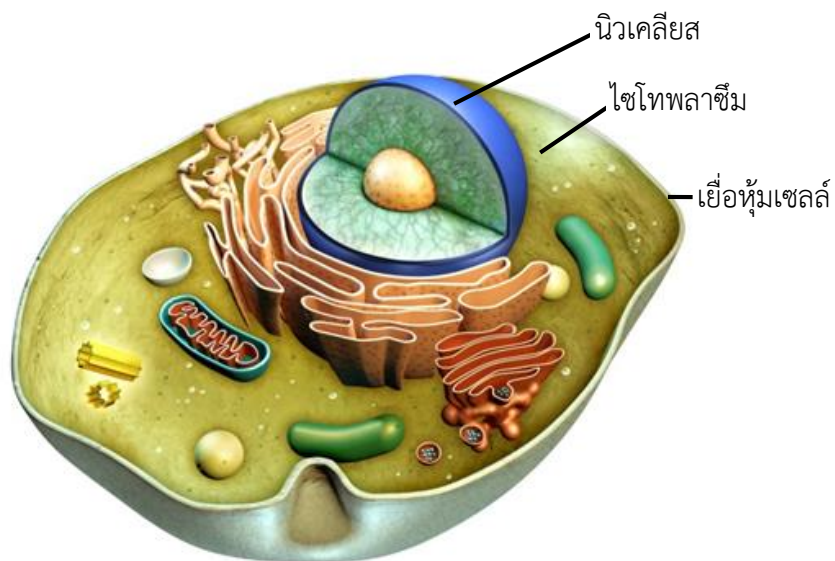
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนรายวิชา ว32101 วิทยาศาสตร์  
เรื่อง พันธุกรรม  
เล่มที่ 2 โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม

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



คนโบราณเชื่อกันว่า ลักษณะทางพันธุกรรมถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ทางสายเลือด แต่ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์พบว่า ลักษณะที่ปรากฏในลูกเป็นผลเนื่องมาจากการถ่ายทอดยีนจากพ่อและแม่โดยผ่านเซลล์สืบพันธุ์

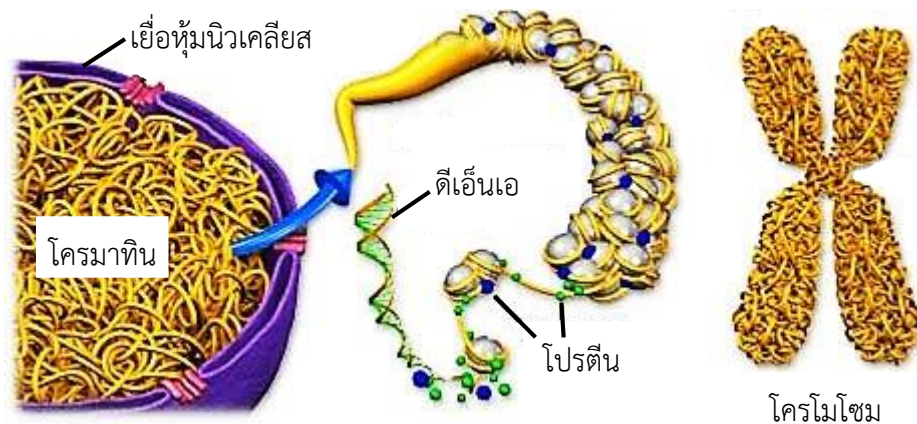
จากความรู้พื้นฐานเราทราบว่า หน่วยพื้นฐานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต คือ เซลล์ ซึ่งประกอบด้วย นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และเยื่อหุ้มเซลล์ ดังภาพที่ 2.1 และตำแหน่งนิวเคลียสที่อยู่ในเซลล์มีหน้าที่สำคัญคือ ควบคุมการทำงานและกระบวนการต่าง ๆ ในเซลล์ รวมทั้งการแบ่งเซลล์และลักษณะทางพันธุกรรม



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของเซลล์

ที่มา : [https://ciiid.washington.edu/sites/default/files/shutterstock\\_226624456.jpg](https://ciiid.washington.edu/sites/default/files/shutterstock_226624456.jpg)  
(20 เม.ย. 2558)

ลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต ซึ่งถ่ายทอดจากบรรพบุรุษไปยังรุ่นต่อไปได้ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของคน และสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมโดยยีนที่อยู่บนโครโมโซม (chromosome) ซึ่งอยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โครโมโซมเกิดจากการขดพันตัวกันแน่นของสายโครมาติน (chromatin) และสายโครมาตินเกิดจากการพันกันของสายดีเอ็นเอกับก้อนโปรตีนเกาะกันอยู่ค่อนข้างแน่นมีลักษณะคล้ายสายลูกปัด โดยโมเลกุลดีเอ็นเอเป็นสายเชื่อมอยู่ระหว่างเม็ดลูกปัด ดังภาพที่ 2.2

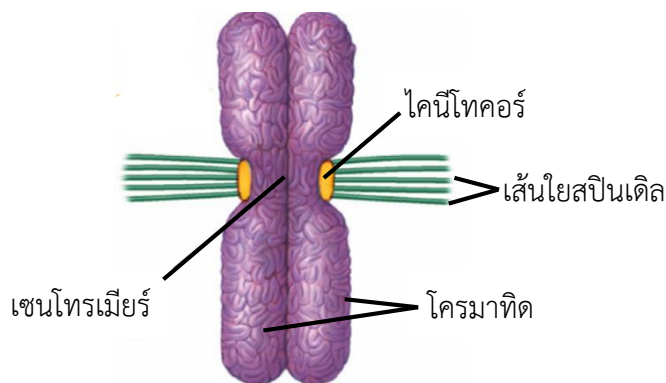


ภาพที่ 2.2 โครมาตินในนิวเคลียสและโครโมโซม

ที่มา : <http://www.thaibiotech.info/Picture/chromatin.jpg> (20 เม.ย. 2558)

#### ส่วนประกอบโครโมโซม

1. โครมาทิด (chromatid) เป็นแขนแต่ละข้างของโครโมโซม
  2. เซนโทรเมียร์ (centromere) เป็นตำแหน่งที่โครมาทิดมาติดกัน และมีโปรตีนไคนีโทคอร์ (kinetochore) เป็นตำแหน่งที่ให้เส้นใยสปินเดิล (spindle fiber) มาจับขณะที่ทำการแบ่งเซลล์
- ดังภาพที่ 2.3



ภาพ 2.3 โครงสร้างของโครโมโซม

ที่มา : <https://2.bp.blogspot.com/-zosOMLZcS7w> (20 เม.ย. 2558)

การนับจำนวนโครโมโซม ต้องนับจากจำนวนเซนโทรเมียร์ ดังภาพที่ 2.4



ภาพ 2.4 จำนวนโครมาทิดในหนึ่งโครโมโซม

ที่มา : <https://biology.stackexchange.com/questions/29656/chromosome-and-chromatid-numbers-during-cell-cycle-phases> (20 เม.ย. 2558)

### ประเภทของโครโมโซม

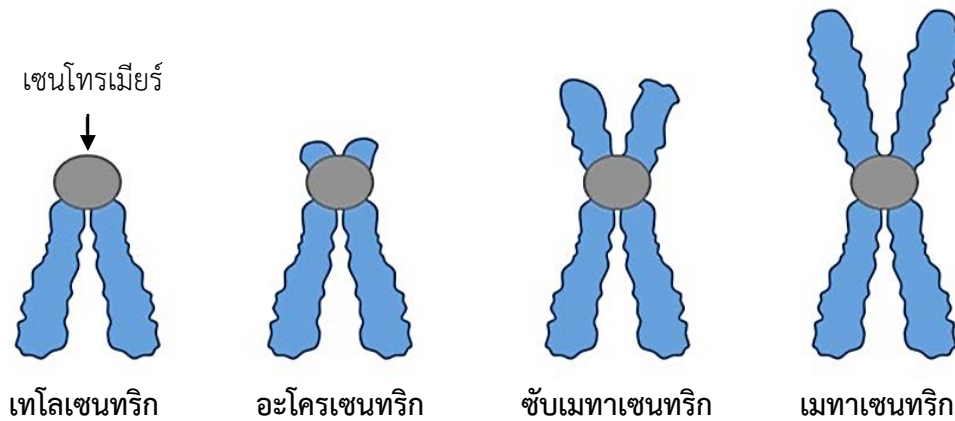
เมื่อย้อมสีโครโมโซมแล้วนำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบเห็นโครโมโซมจำนวนมาก โครโมโซมจะมีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ สามารถแบ่งประเภทของโครโมโซมได้ตามตำแหน่งเซนโทรเมียร์ที่พบในโครโมโซมนั้น ๆ

โครโมโซมแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

1. เทโลเซนทริกโครโมโซม (telocentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณปลายสุดของโครโมโซม ทำให้โครโมโซมมีเพียงแขนเดียว
2. อะโครเซนทริกโครโมโซม (acrocentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่ใกล้ปลายสุดของด้านใดด้านหนึ่งมากจนทำให้แขนข้างหนึ่งสั้นมาก และแขนอีกข้างหนึ่งยาว
3. ซับเมทาเซนทริกโครโมโซม (submetacentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่ระหว่างด้านปลาย และกึ่งกลางของโครโมโซมคล้ายอะโครเซนทริก แต่โครโมโซมมีลักษณะขดอยู่ที่กึ่งกลางโครโมโซมของแขนยาวจึงทำให้เกิดลักษณะคล้ายเมทาเซนทริกโครโมโซม
4. เมทาเซนทริกโครโมโซม (metacentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณกึ่งกลางของแท่งโครโมโซม ทำให้แขนทั้งสองด้านมองแล้วมีความยาวเท่ากันเป็นสมมาตร

ดังภาพที่ 2.5





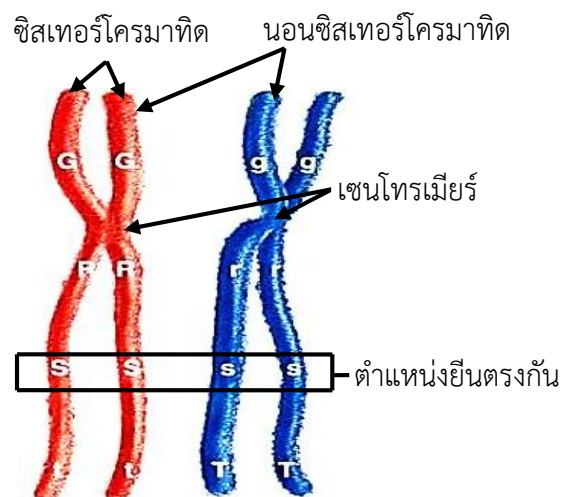
ภาพที่ 2.5 ตำแหน่งของเซนโทรเมียร์บนโครโมโซมที่เป็นตัวกำหนดประเภทของโครโมโซม  
ที่มา : [http://ib.bioninja.com.au/\\_Media/types-of-chromosomes\\_med.jpeg](http://ib.bioninja.com.au/_Media/types-of-chromosomes_med.jpeg)  
(20 เม.ย. 2558)

**ฮอมอโลกัสโครโมโซม** (homologous chromosome) คือ โครโมโซมที่เป็นคู่ที่เหมือนกัน มียีน (gene) ที่ควบคุมลักษณะเดียวกันอยู่บนตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซมที่เป็นคู่กัน

**โครมาทิด** สามารถแบ่งตามการอยู่บนโครโมโซมดังนี้

1. โครมาทิดที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกันจะเรียกว่า ซิสเทอร์โครมาทิด (sister chromatid)
2. โครมาทิดที่อยู่ต่างโครโมโซมกัน เรียกว่า นอนซิสเทอร์โครมาทิด (nonsister chromatid)

ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ฮอมอโลกัสโครโมโซม

ที่มา : <http://1.bp.blogspot.com/-UXGhpZhivDI/VhZ7MGP1pvl> (20 เม.ย. 2558)

### ข้อสังเกต

ฮอมอโลกัสโครโมโซม (homologous chromosome)  
หรือโครโมโซมคู่เหมือน คูได้จาก 3 อย่าง คือ

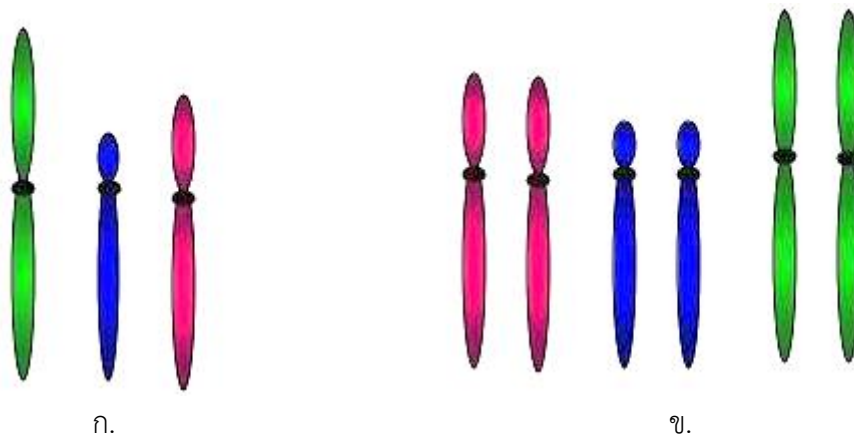
1. รูปร่างและขนาดเท่ากัน
2. ตำแหน่งเซนโทรเมียร์ตรงกัน
3. ตำแหน่งของยีนตรงกัน



### จำนวนชุดโครโมโซม

สิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือ

1. เซลล์ร่างกาย (somatic cell) ซึ่งพบตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ภายในเซลล์ร่างกายจะมีโครโมโซมที่มีลักษณะเหมือนกันเป็น 2 ชุด เรียกว่า  $2n$  หรือ **ดิพลอยด์** (diploid)
2. เซลล์สืบพันธุ์ (sex cell) ได้แก่ ไข่ และสperm ซึ่งพบแต่เฉพาะอวัยวะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ ภายในเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเพียงชุดเดียว เรียกว่า  $n$  หรือ **แฮพลอยด์** (haploid)  
( $n$  หมายถึง ชุดของโครโมโซม) ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 จำนวนชุดโครโมโซม

ก. แฮพลอยด์ ข. ดิพลอยด์

ที่มา : [https://www.tes.com/lessons/P7ieRB10\\_V4v3Q/topic-3-2-chromosomes](https://www.tes.com/lessons/P7ieRB10_V4v3Q/topic-3-2-chromosomes)  
(20 เม.ย. 2558)

โครโมโซมของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะมีเหมือนกันเป็นคู่ ๆ ทั้งรูปร่าง ขนาด และตำแหน่งยีนบนโครโมโซม จำนวนโครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะเป็นเลขคู่ และสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน รวมทั้งรูปร่าง และขนาดก็ต่างกันด้วย ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนโครโมโซมในเซลล์สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

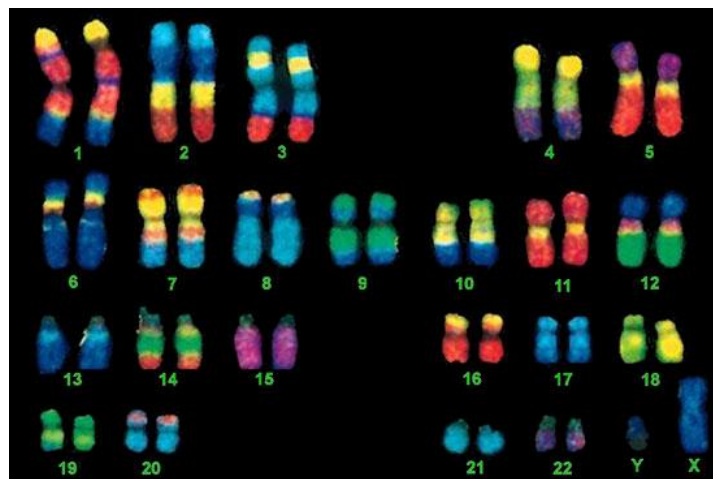
สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)	
	เซลล์ร่างกาย (2n)	เซลล์สืบพันธุ์ (n)
หัวหอม	16	8
ข้าวโพด	20	10
กล้วยตานี	22	11
แตงโม	22	11
มะเขือเทศ	24	12
ถั่วลิสงเตา	14	7
เฟิน	1200	600
แมลงหวี่	8	4
กบ	26	13
แมว	38	19
สุกร	40	20
กระต่าย	44	22
มนุษย์	46	23
วัว	60	30
ม้า	66	33
สุนัข	78	39
ลิงชิมแปนซี	48	24
หนู	42	21
ตัวไหม	56	28
ไก่	78	39
นกพิราบ	80	40
ยุงก้นปล่อง	6	3
แมลงวัน	8	4

โครโมโซมของมนุษย์ มี 2 ชนิด คือ

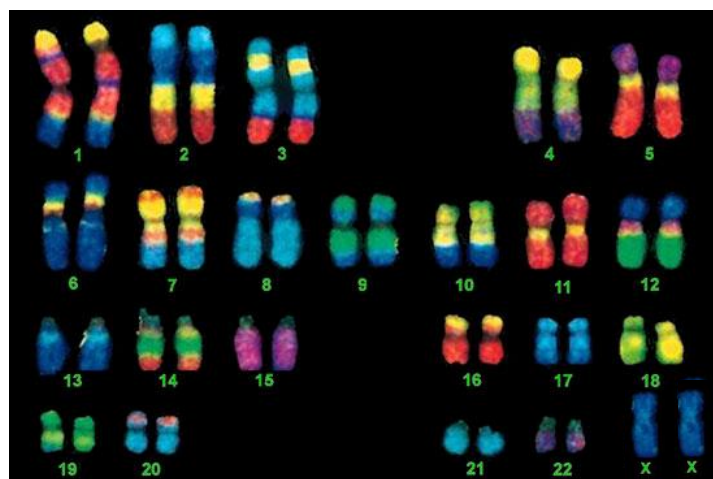
1. โครโมโซมร่างกาย หรือ ออโตโซม (autosome) เป็นโครโมโซมที่มียีนควบคุมลักษณะต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเพศ พบได้เหมือนกันทั้งในเพศชายและเพศหญิง ในคนมี 22 คู่ หรือ 44 โครโมโซม ครึ่งหนึ่งได้รับมาจากพ่อ และอีกครึ่งหนึ่งได้รับมาจากแม่

2. โครโมโซมเพศ (sex chromosome) ในเพศชาย และหญิงจะแตกต่างกัน มี 1 คู่ หรือ 2 โครโมโซม เพศหญิงเป็น XX เพศชายเป็น XY

การศึกษาโครโมโซมของมนุษย์นิยมใช้เซลล์เม็ดเลือดขาวมาเพาะในน้ำยา แล้วกระตุ้นให้เซลล์แบ่งตัวจนถึงระยะที่โครโมโซมจัดเรียงตัวอยู่กลางเซลล์ ซึ่งเป็นระยะที่สามารถเห็นลักษณะของโครโมโซมได้ชัดเจน แล้วแบ่งโครโมโซมจัดไว้เป็นกลุ่ม ๆ โดยจำแนกตามลักษณะ และขนาด เรียกว่า คาร์ิโอไทป์ (karyotype) ดังภาพที่ 2.8



ก.



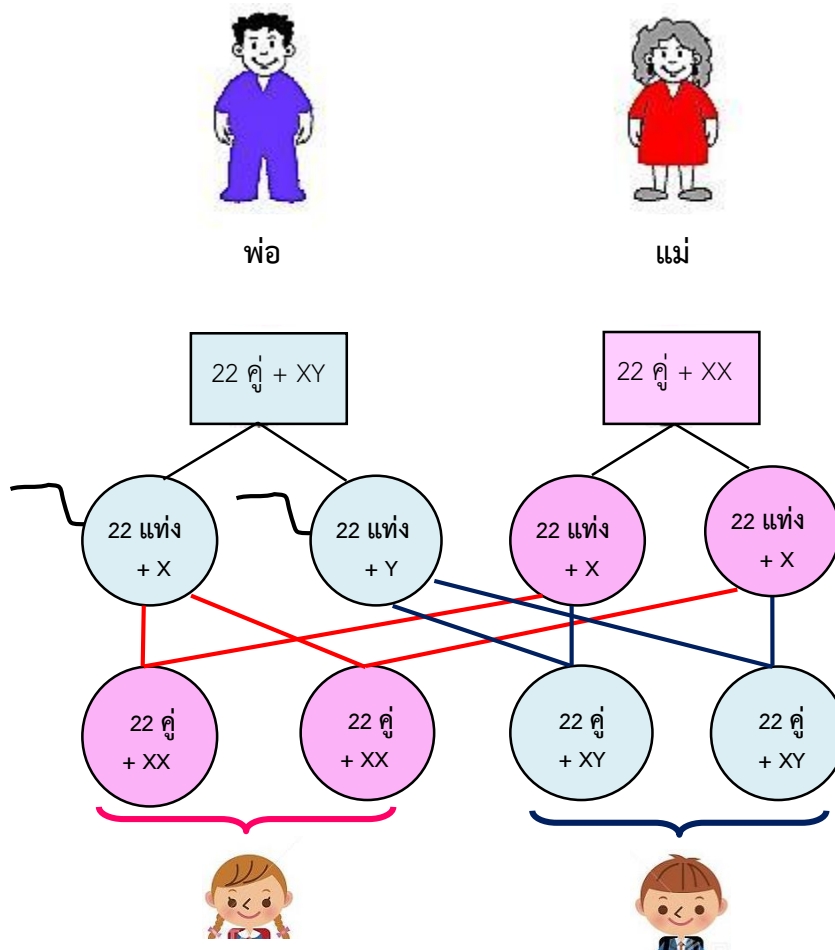
ข.

ภาพที่ 2.8 โครโมโซมของมนุษย์ ก. เพศชาย 46,XY ข. เพศหญิง 46,XX  
ที่มา : [https://images.thaiza.com/31/31\\_20130307171235.jpg](https://images.thaiza.com/31/31_20130307171235.jpg) (20 เม.ย. 2558)

### การกำเนิดเพศหญิงและเพศชาย

พ่อแม่บางคู่ต้องการลูกหญิง บางคู่ต้องการลูกชาย ด้วยเหตุผลบางประการนี้ โอกาสในการให้กำเนิดลูกเพศหญิง หรือเพศชายนั้นเกิดจากโครโมโซมของเพศผู้ที่เป็นพ่อ และแม่นำมารวมกัน เมื่อมีการสร้างอสุจิในชาย และการสร้างไข่ในหญิง เซลล์อสุจิและเซลล์ไข่จะมีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งเดียวของจำนวนโครโมโซมในแต่ละเซลล์ คือ เซลล์ร่างกายมี 46 แท่ง ดังนั้น เซลล์สืบพันธุ์จะมีโครโมโซม 23 แท่งเท่านั้น โดยเซลล์อสุจิจะเป็น  $22 + X$  และเซลล์อสุจิบางตัวจะเป็น  $22 + Y$  ส่วนในเซลล์ไข่จะมีโครโมโซมลักษณะเดียว คือ  $22 + X$

โดยลักษณะดังกล่าว จะพบว่าอสุจิจะเป็นตัวกำหนดเพศที่ทารกเกิด คือ ถ้าอสุจิที่มีโครโมโซม  $22 + X$  ไปผสมกับไข่ จะได้เป็นเด็กผู้หญิง ที่มีโครโมโซม  $22 \text{ คู่} + XX$  แต่ถ้าอสุจิที่มีโครโมโซม  $22 + Y$  ไปผสมกับไข่ จะได้เด็กผู้ชาย ซึ่งมีโครโมโซม  $22 \text{ คู่} + XY$  ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 การเกิดเพศหญิงและชาย

ที่มา : ราชดา ยาวิชัย (21 ก.ค. 2558)

ถ้าเซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์อื่น ๆ ในร่างกาย สิ่งมีชีวิตในรุ่นต่อ ๆ ไปจะมีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นกว่าเดิมหนึ่งเท่าไปทุกรุ่น เช่น ทั้งพ่อและแม่ต่างมีจำนวนโครโมโซม 46 แท่ง ถ้าเซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์ร่างกาย ลูกที่เกิดมาจะมีจำนวนโครโมโซมถึง 92 แท่ง ด้วยเหตุนี้เซลล์สืบพันธุ์จึงต้องมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย เมื่อเกิดการปฏิสนธิจะมีการรวมตัวของโครโมโซมของพ่อครึ่งหนึ่ง (23 แท่ง) และของแม่ครึ่งหนึ่ง (23 แท่ง) ทำให้ได้โครโมโซมเป็น 46 แท่งเท่าเดิม และจากภาพ 2.9 จะพบว่าการเกิดลูกหญิง หรือลูกชายแต่ละครั้งมีโอกาสดังกล่าว ๆ กัน



## สรุปท้ายเล่มที่ 2

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษไปยังรุ่นต่อไปถูกควบคุมโดยยีนที่อยู่บนโครโมโซม (chromosome) ซึ่งอยู่ภายในนิวเคลียส

โครโมโซมเกิดจากการขดพันตัวกันแน่นของสายโครมาทิน (chromatin) และสายโครมาทินเกิดจากการพันกันของสายดีเอ็นเอกับก้อนโปรตีน

### ส่วนประกอบโครโมโซม

1. โครมาทิด (chromatid) เป็นแขนแต่ละข้างของโครโมโซม
2. เซนโทรเมียร์ (centromere) เป็นตำแหน่งที่โครมาทิดมาติดกัน และมีโปรตีนไคนีโทคอร์ (kinetochore) เป็นตำแหน่งที่ให้เส้นใยสปินเดิล (spindle fiber) มาจับขณะที่ทำการแบ่งเซลล์

**ประเภทของโครโมโซม** แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

1. เทโลเซนทริกโครโมโซม (telocentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณปลายสุดของโครโมโซม
2. อะโครเซนทริกโครโมโซม (acrocentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่ใกล้ปลายสุดของด้านใดด้านหนึ่ง
3. ซับเมทาเซนทริกโครโมโซม (submetacentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่ระหว่างด้านปลายใกล้กึ่งกลางของโครโมโซม
4. เมทาเซนทริกโครโมโซม (metacentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณกึ่งกลางของแท่งโครโมโซม

**ฮอมอโลกัสโครโมโซม (homologous chromosome)** คือ โครโมโซมที่เป็นคู่ที่เหมือนกันมียีน (gene) ที่ควบคุมลักษณะเดียวกันอยู่บนตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซมที่เป็นคู่กัน

**โครมาทิด** สามารถแบ่งตามการอยู่บนโครโมโซมดังนี้

1. โครมาทิดที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกันจะเรียกว่า ซิสเทอร์โครมาทิด (sister chromatid)
2. โครมาทิดที่อยู่ต่างโครโมโซมกัน เรียกว่า นอนซิสเทอร์โครมาทิด (nonsister chromatid)

**โครโมโซมของมนุษย์** มี 2 ชนิด คือ

1. โครโมโซมร่างกาย หรือ ออโตโซม (autosome)
2. โครโมโซมเพศ (sex chromosome) เพศหญิงเป็น XX เพศชายเป็น XY



## กิจกรรมท้ายเล่มที่ 2

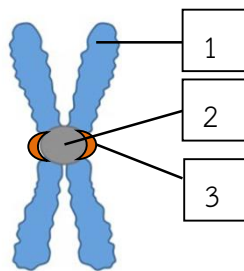
### กิจกรรมที่ 2.1 โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1. โครโมโซมพบได้ที่ตำแหน่งใดของเซลล์

.....

2. จากรูป หมายเลข 1 หมายเลข 2 และหมายเลข 3 คืออะไร



.....  
.....

3. จำนวนชุดโครโมโซมร่างกาย เท่ากับ .....  
จำนวนชุดโครโมโซมเซลล์สืบพันธุ์ เท่ากับ.....

4. ฮอมอโลกัสโครโมโซม (homologous chromosome) คืออะไร

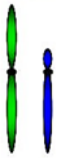
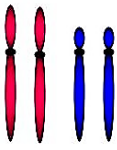


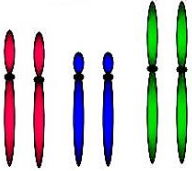


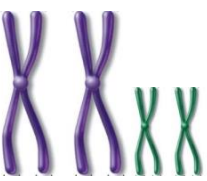
.....  
.....

5. เติมข้อมูลในตารางแสดงเซลล์สืบพันธุ์ และเซลล์ร่างกายสิ่งมีชีวิตให้สมบูรณ์ (6 คะแนน)

สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)	
	เซลล์ร่างกาย (2n)	เซลล์สืบพันธุ์ (n)
ข้าวโพด		10
ถั่วลิ้นเตา	14	
มนุษย์	46	
ไก่		39
ยุงก้นปล่อง		3
แมลงวัน	8	



6. จากภาพจงบอกจำนวนชุดโครโมโซมเป็น  $2n$  (diploid) หรือ  $n$  (haploid) (8 คะแนน)

ภาพ	จำนวนชุดโครโมโซม
	
	
	
	
	
	
	
	

7. สัญลักษณ์ของโครโมโซมเพศชาย คืออะไร

.....

8. สัญลักษณ์ของโครโมโซมเพศหญิง คืออะไร

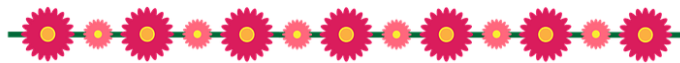
.....

9. โครโมโซมร่างกาย (autosome) มีจำนวนเท่าใด

.....

10. โครโมโซมเพศ (sex chromosome) มีจำนวนเท่าใด

.....



## เฉลยกิจกรรมท้ายเล่มที่ 2

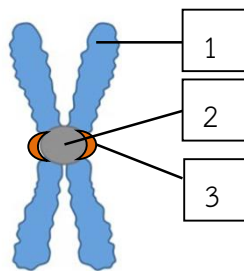
### กิจกรรมที่ 2.1 โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1. โครโมโซมพบได้ที่ตำแหน่งใดของเซลล์

นิวเคลียส

2. จากรูป หมายเลข 1 หมายเลข 2 และหมายเลข 3 คืออะไร



หมายเลข 1 คือ โครมาทิด หมายเลข 2 คือ เซนโทรเมียร์ หมายเลข 3 คือ ไคนโทคอร์

3. จำนวนชุดโครโมโซมร่างกาย เท่ากับ  $2n$  (diploid)

จำนวนชุดโครโมโซมเซลล์สืบพันธุ์ เท่ากับ  $n$  (haploid)


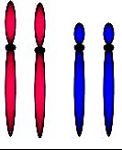


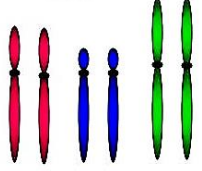
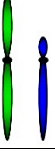

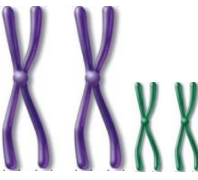
4. ฮอมอโลกัสโครโมโซม (homologous chromosome) คืออะไร

โครโมโซมที่เป็นคู่ที่เหมือนกัน มียีน (gene) ที่ควบคุมลักษณะเดียวกันอยู่บนตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซมที่เป็นคู่กัน

5. เติมข้อมูลในตารางแสดงเซลล์สืบพันธุ์ และเซลล์ร่างกายสิ่งมีชีวิตให้สมบูรณ์ (6 คะแนน)

สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (แท่ง)	
	เซลล์ร่างกาย ( $2n$ )	เซลล์สืบพันธุ์ ( $n$ )
ข้าวโพด	20	10
ถั่วลิสง	14	7
มนุษย์	46	23
ไก่	78	39
ยุงก้นปล่อง	6	3
แมลงวัน	8	4

6. จากภาพจงบอกจำนวนชุดโครโมโซมเป็น  $2n$  (diploid) หรือ  $n$  (haploid) (8 คะแนน)

ภาพ	จำนวนชุดโครโมโซม
	$n$ (haploid)
	$2n$ (diploid)
	$2n$ (diploid)
	$n$ (haploid)
	$2n$ (diploid)
	$n$ (haploid)
	$n$ (haploid)
	$2n$ (diploid)

7. สัญลักษณ์ของโครโมโซมเพศชาย คืออะไร  
XY
8. สัญลักษณ์ของโครโมโซมเพศหญิง คืออะไร  
XX
9. โครโมโซมร่างกาย (autosome) มีจำนวนเท่าใด  
22 คู่ หรือ 44 แท่ง
10. โครโมโซมเพศ (sex chromosome) มีจำนวนเท่าใด  
1 คู่ หรือ 2 แท่ง



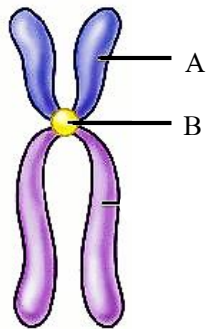
แบบทดสอบหลังเรียนรายวิชา ว32101 วิทยาศาสตร์  
เรื่อง พันธุกรรม  
เล่มที่ 2 โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ภายในเวลา 10 นาที (10 คะแนน)



- โครโมโซมร่างกายที่มีรูปร่างลักษณะเหมือนกันเป็นคู่ ๆ แต่ละคู่เรียกว่าอะไร
  - โครมาทิด
  - เซนโทรเมียร์
  - ฮอมอโลกัสโครโมโซม
  - เฮเทอโรไซกัสโครโมโซม
- ถ้าจะศึกษาโครโมโซมที่มีอยู่ภายในเซลล์ของคนที่มีทั้ง X และ Y ควรศึกษาจากเซลล์ใด
  - ได้ทุกเซลล์ของร่างกาย
  - เม็ดเลือดแดงผู้ชาย
  - เซลล์ร่างกายผู้ชาย
  - อสุจิ
- โครโมโซมของมนุษย์ระหว่างเพศหญิงและเพศชาย จะมีจำนวนโครโมโซมต่างกันอยู่เท่าใด
  - 1 คู่
  - 2 คู่
  - 22 คู่
  - 23 คู่
- ัวมีเซลล์ร่างกาย ( $2n$ ) เท่ากับ 60 จะมีเซลล์สืบพันธุ์ ( $n$ ) เป็นเท่าใด
  - 10
  - 20
  - 30
  - 40

ใช้ภาพนี้ในการตอบคำถามข้อ 5 – 6

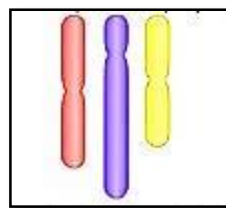


5. จากภาพ ตำแหน่ง A บนโครโมโซม เรียกว่าอะไร
  - ก. เส้นใยสปินเดิล
  - ข. เซนโทรเมียร์
  - ค. โครมาทิด
  - ง. โครมาทิน
  
6. จากภาพ ตำแหน่ง B บนโครโมโซมเรียกว่าอะไร
  - ก. นิวเคลียส
  - ข. ไคนโทคอร์
  - ค. นิวคลีโอลัส
  - ง. เซนโทรเมียร์
  
7. โครโมโซม คืออะไร
  - ก. สารพันธุกรรมในร่างกายของมนุษย์เป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ
  - ข. สารพิษชนิดหนึ่งที่มีโทษต่อร่างกายมนุษย์
  - ค. สารแอนติบอดีในร่างกายมนุษย์
  - ง. สารแห่งความสุข
  
8. สิ่งใดที่เป็นตัวกำหนดเพศของทารก
  - ก. ขนาดของไข่
  - ข. ขนาดของอสุจิ
  - ค. โครโมโซมของไข่
  - ง. โครโมโซมของอสุจิ

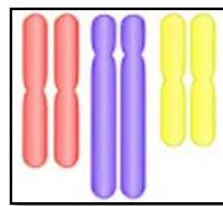
9. เมื่อจัดเรียงลำดับองค์ประกอบที่อยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์ตั้งแต่หน่วยใหญ่จนถึงหน่วยย่อยสุด จะเรียงลำดับได้อย่างไร

- ก. ดีเอ็นเอ → โครโมโซม → ยีน
- ข. โครโมโซม → ดีเอ็นเอ → ยีน
- ค. โครโมโซม → ยีน → ดีเอ็นเอ
- ง. ยีน → โครโมโซม → ดีเอ็นเอ

10. จากภาพ A และ B มีจำนวนชุดโครโมโซมเท่าใด



A



B

	A	B
ก.	haploid	diploid
ข.	diploid	haploid
ค.	diploid	diploid
ง.	haploid	haploid





เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนรายวิชา ว32101 วิทยาศาสตร์  
เรื่อง พันธุกรรม  
เล่มที่ 2 โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม

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

### บรรณานุกรม

- ชีววิทยา. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.thaibiotech.info/Picture/chromatin.jpg>. 20 เมษายน 2558.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และนางลักษณ์ สุวรรณพินิจ. ชีววิทยา 2 ว 048. กรุงเทพมหานคร : ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง, ม.ป.ป..
- ฝ่ายวิชาการ พิบิซี. คู่มือเตรียมสอบ วิทยาศาสตร์ ม. 4 - 5- 6 . กรุงเทพมหานคร : เยลโล่การพิมพ์, ม.ป.ป..
- ยีนและโครโมโซม. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [https://images.thaiza.com/31/31\\_20130307171235.jpg](https://images.thaiza.com/31/31_20130307171235.jpg). 20 เมษายน 2558.
- ยุพา ผลโศก. ชีววิทยา เล่ม 5. กรุงเทพมหานคร : ธรรมบัณฑิต, มปป.
- เย็นฤทัย ดีอินทร์. HI-SPEED ลุยโจทย์ข้อสอบ วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (O – NET). กรุงเทพมหานคร : ธรรมบัณฑิต, ม.ป.ป..
- เว็บไซต์เพื่อการศึกษา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://1.bp.blogspot.com/-UXGhpZhivDI/VhZ7MGP1pvl>. 20 เมษายน 2558.
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.). คู่มือครู ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 . กรุงเทพมหานคร : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.), 2557.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 สำหรับนักเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : องค์การค้ำของ สกสศ. , 2558.
- \_\_\_\_\_. หนังสือเรียนพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 สำหรับนักเรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร : องค์การค้ำของ สกสศ. , 2558.
- สามารถ ต่ายขาว และจุติมา จันทรตระกูล. หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน ชีววิทยา 4-6. นนทบุรี : เอมพันธ์, 2558.
- Biology Stack Exchange. (Online). Available : <https://2.bp.blogspot.com/-zosOMLZcS7w>. 20 เมษายน 2558.
- CCS Bio Blog: Viral Eukaryogenesis. (Online). Available : [https://ciiid.washington.edu/sites/default/files/shutterstock\\_226624456.jpg](https://ciiid.washington.edu/sites/default/files/shutterstock_226624456.jpg). 20 เมษายน 2558.
- Chromosomes. (Online). Available : [https://www.tes.com/lessons/P7ieRB10\\_V4v3Q/topic-3-2-chromosomes](https://www.tes.com/lessons/P7ieRB10_V4v3Q/topic-3-2-chromosomes). 20 เมษายน 2558.
- Chromosome Types. (Online). Available : [http://ib.bioninja.com.au/\\_Media/types-of-chromosomes\\_med.jpeg](http://ib.bioninja.com.au/_Media/types-of-chromosomes_med.jpeg). 20 เมษายน 2558.

Differences between Centromere and Kinetochore. (Online). Available :

**ที่มาของภาพอินเทอร์เน็ต (Internet)**

โครงสร้างของโครโมโซม. แหล่งที่มา : <https://2.bp.blogspot.com/-zosOMLZcS7w>.

สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 เมษายน 2558.

โครงสร้างของเซลล์. แหล่งที่มา : [https://ciiid.washington.edu/sites/default/files/shutterstock\\_226624456.jpg](https://ciiid.washington.edu/sites/default/files/shutterstock_226624456.jpg).

สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 เมษายน 2558.

โครมาทินในนิวเคลียสและโครโมโซม. แหล่งที่มา : <http://www.thaibiotech.info/Picture/chromatin.jpg>.

สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 เมษายน 2558.

โครโมโซมของมนุษย์, เพศชาย 46,XY, เพศหญิง 46,XX. แหล่งที่มา :

[https://images.thaiza.com/31/31\\_20130307171235..jpg](https://images.thaiza.com/31/31_20130307171235..jpg).

สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 เมษายน 2558.

จำนวนโครมาทิดในหนึ่งโครโมโซม. แหล่งที่มา : <https://biology.stackexchange.com/questions/29656/chromosome-and-chromatid-numbers-during-cell-cycle-phases>.

สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 เมษายน 2558.

จำนวนชุดโครโมโซม แฮพลอยด์ ดิพลอยด์. แหล่งที่มา : [https://www.tes.com/lessons/P7ieRB10\\_V4v3Q/topic-3-2-chromosomes](https://www.tes.com/lessons/P7ieRB10_V4v3Q/topic-3-2-chromosomes).

สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 เมษายน 2558.

ตำแหน่งของเซนโทรเมียร์บนโครโมโซมที่เป็นตัวกำหนดประเภทของโครโมโซม. แหล่งที่มา :

[http://ib.bioninja.com.au/\\_Media/types-of-chromosomes\\_med.jpeg](http://ib.bioninja.com.au/_Media/types-of-chromosomes_med.jpeg)

สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 เมษายน 2558.

ฮอมอโลกัสโครโมโซม. แหล่งที่มา : <http://1.bp.blogspot.com/-UXGhpZhivDI/VhZ7MGP1pvl>.

สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 เมษายน 2558.

### ภาพประกอบบทเรียน

การเกิดเพศหญิงและชาย. ภาพโดย รชาดา ยาวิชัย. วันที่ 21 กรกฎาคม 2558.