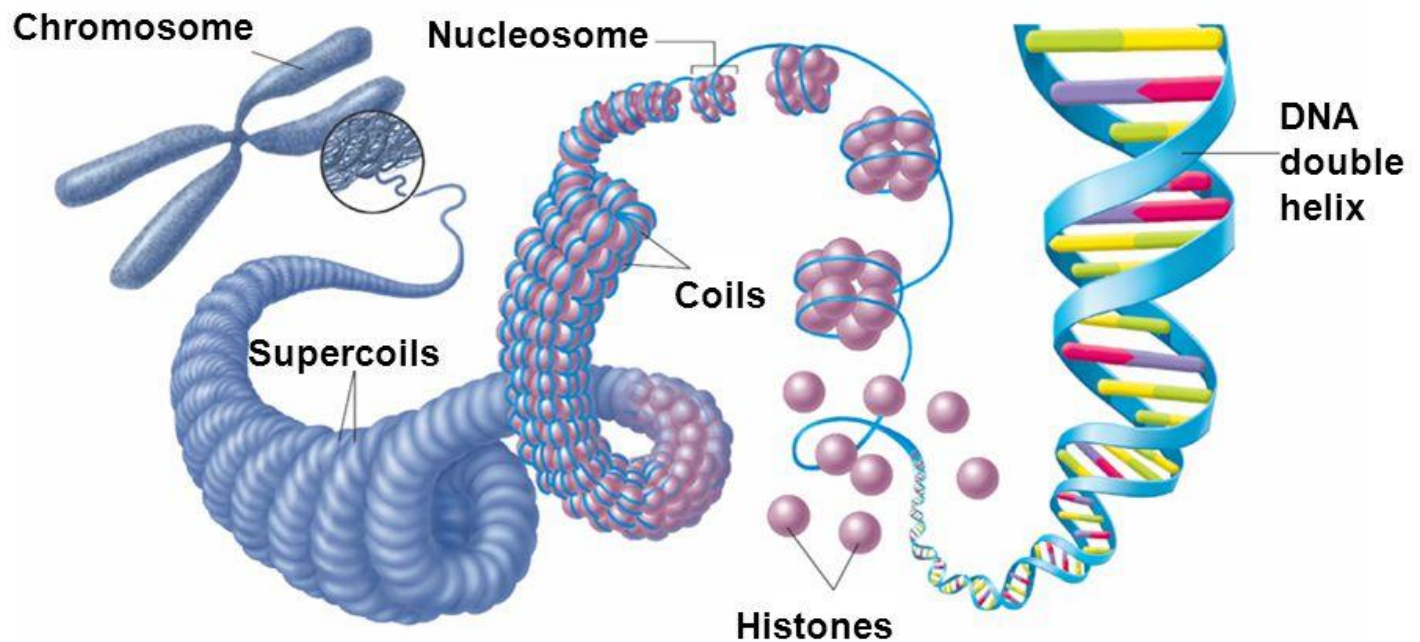


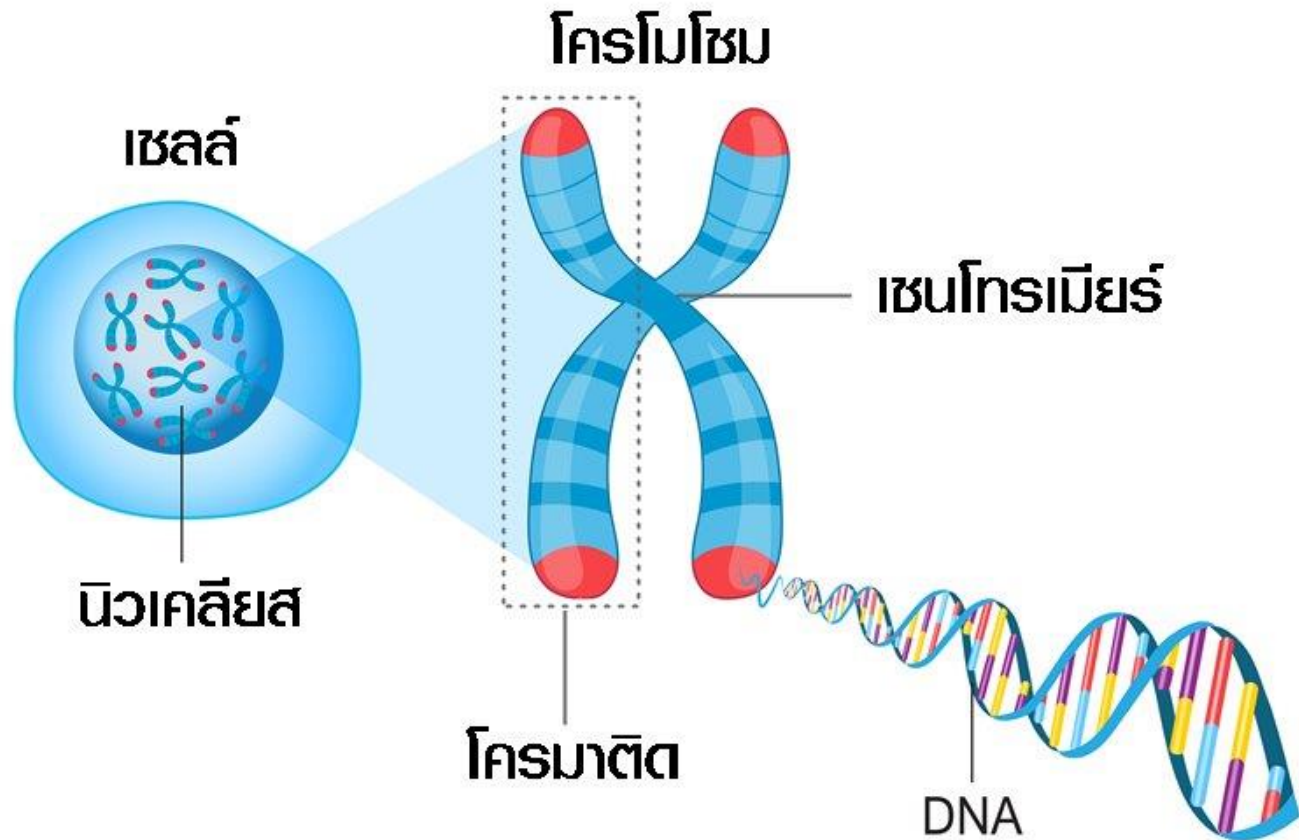
โครโมโซมและสารพันธุกรรม

DNA and Chromosomes

– Eukaryotic Chromosome Structure



รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม

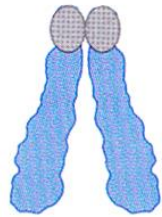


Homologous chromosome

โครโมโซมคู่เหมือนกัน มี 3 ประเภท

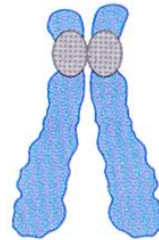
1. มีรูปร่างและขนาดเท่ากัน
2. มี centromere ตรงกัน
3. มี gene ตรงกัน

ประเภทของโครโมโซมจำแนกตามขนาดและตำแหน่งของ centromere



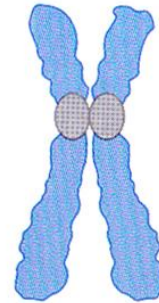
A

เทโรเซนตริก



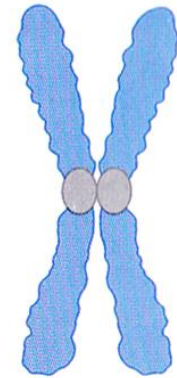
B

อะโครเซนตริก



C

ซับเมทาตริก



D

เมทาตริก

โครโมโซมเพศหญิง	โครโมโซมเพศชาย
------------------------	-----------------------

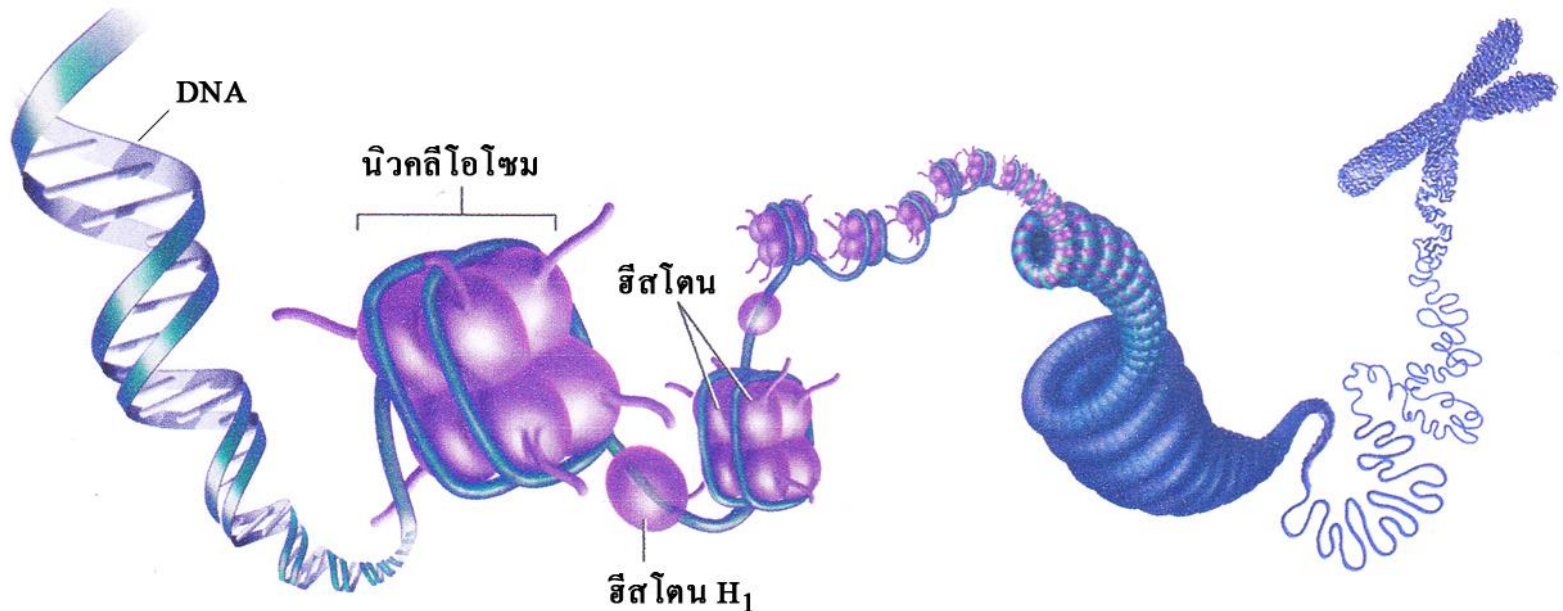
สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (2n)	สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม (2n)
มนุษย์ (<i>Homo sapiens</i>)	46	สน (<i>Pinus ponderosa</i>)	24
ลิงชิมแปนซี (<i>Pan troglodytes</i>)	48	กะหล่ำปลี (<i>Brassica oleracea</i>)	18
ม้า (<i>Equus caballus</i>)	64	ถั่วลันเตา (<i>Pisum sativum</i>)	14
สุนัข (<i>Canis familiaris</i>)	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

? นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้จำนวนโครโมโซมในการระบุปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

จำนวนโครโมโซมไม่สามารถใช้ระบุปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตได้ เพราะสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันอาจมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันได้ เช่น สน มะเขือเทศ และข้าว มีจำนวนโครโมโซม 24 โครโมโซมเท่ากัน

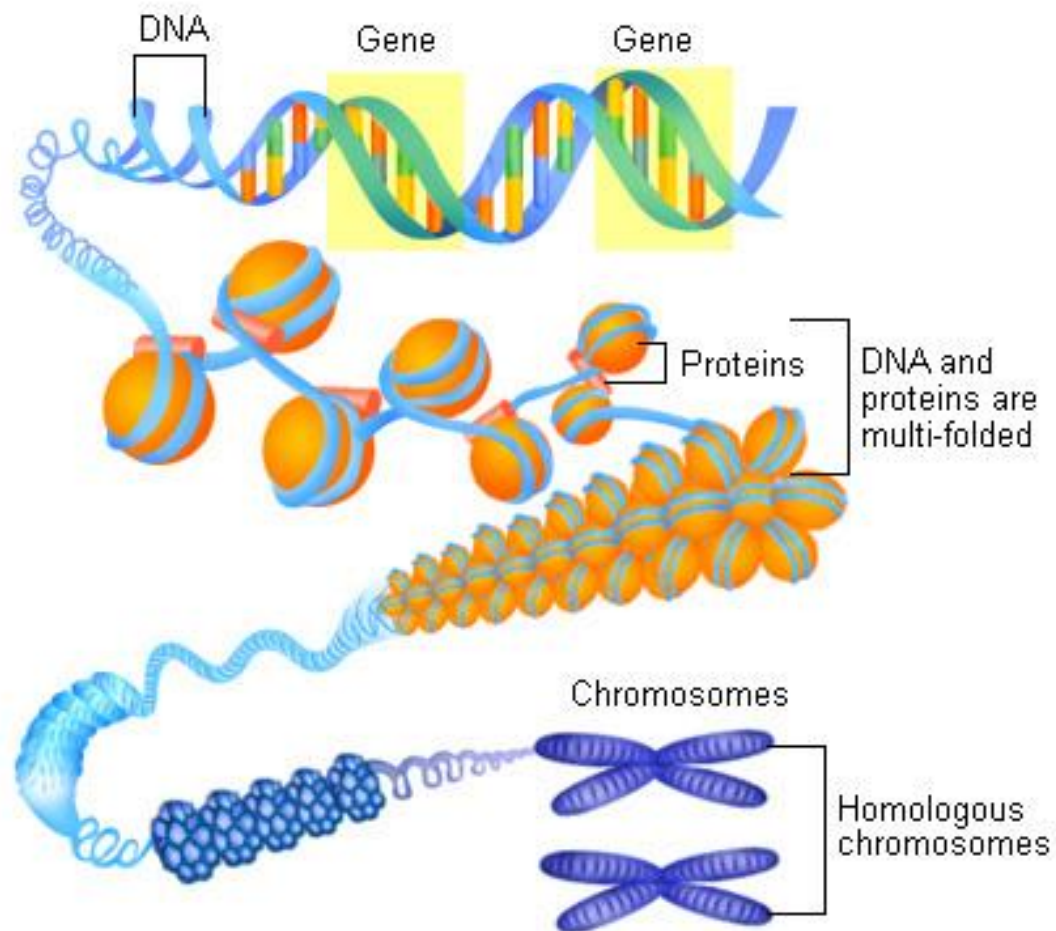
ส่วนประกอบของโครโมโซม

1. DNA 1 ใน 3
2. Histone (ส่วนใหญ่เป็นไลซีนและอาร์จินีน)
และ non histone protein 2 ใน 3



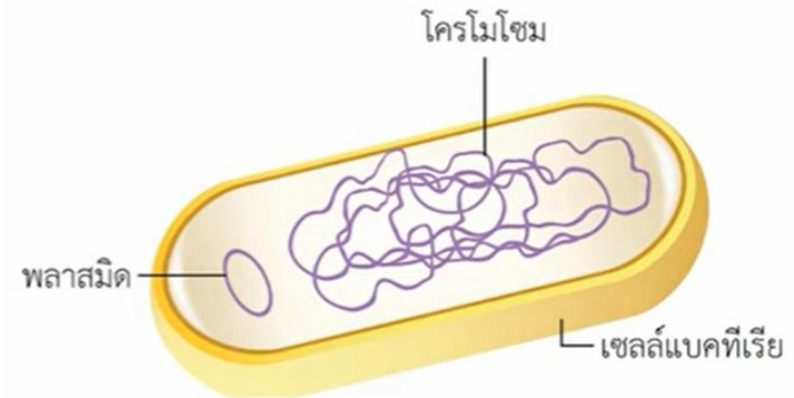
Gene คือ ช่วงของ DNA อยู่บนโครโมโซม ทำหน้าที่ กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม

Genome คือ สารพันธุกรรมทั้งหมดใน 1 เซลล์



โครโมโซมของโพรแคริโอต

- โครโมโซม 1 ชุด
- มีลักษณะเป็นวง
- ไม่มีฮิสโตน



จีโนม (genome)

สารพันธุกรรมทั้งหมดของโครโมโซม 1 ชุด ของสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ๆ

ศึกษาจีโนมเพื่อวิเคราะห์

- ตำแหน่งของยีน
- ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน
- หน้าที่ของยีน



สารพันธุกรรม

นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสารพันธุกรรม

ฟรีดริช มิชเนอร์

รอเบิร์ต ฟอยล์เกน

เฟรเดอริก กริฟฟิท

ฮอสมอลด์ แอเวอร์ , คอลิน แมคลอยด์ , แมคลิน แมคคาร์ที

องค์ประกอบของ DNA

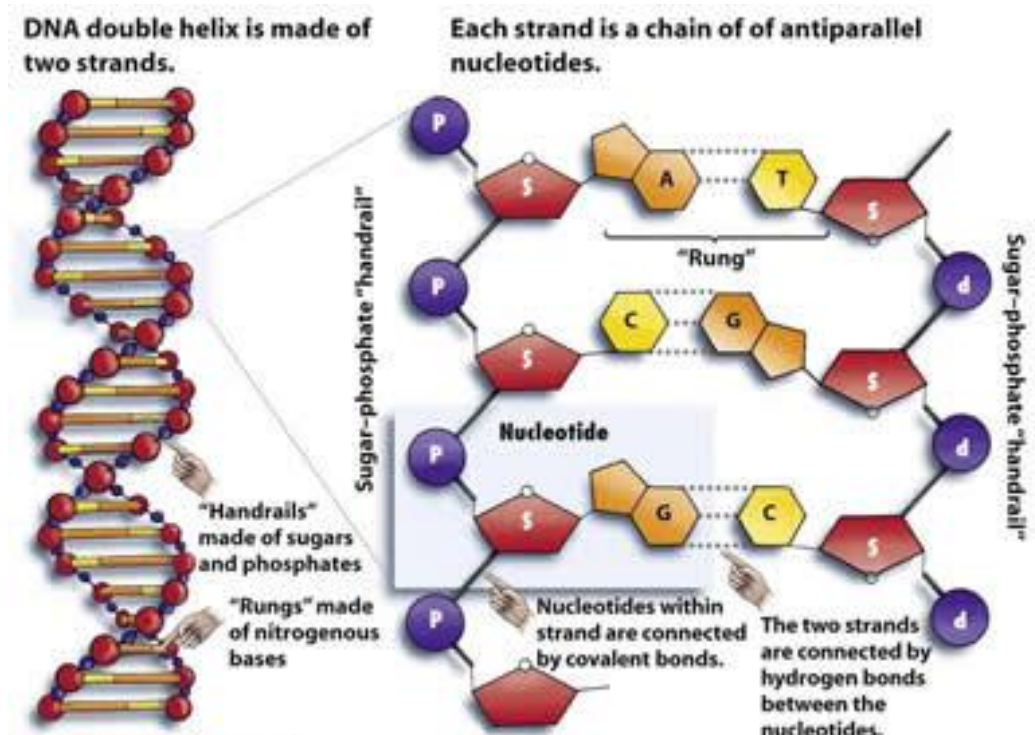
DNA ประกอบด้วย หน่วยย่อย nucleotide

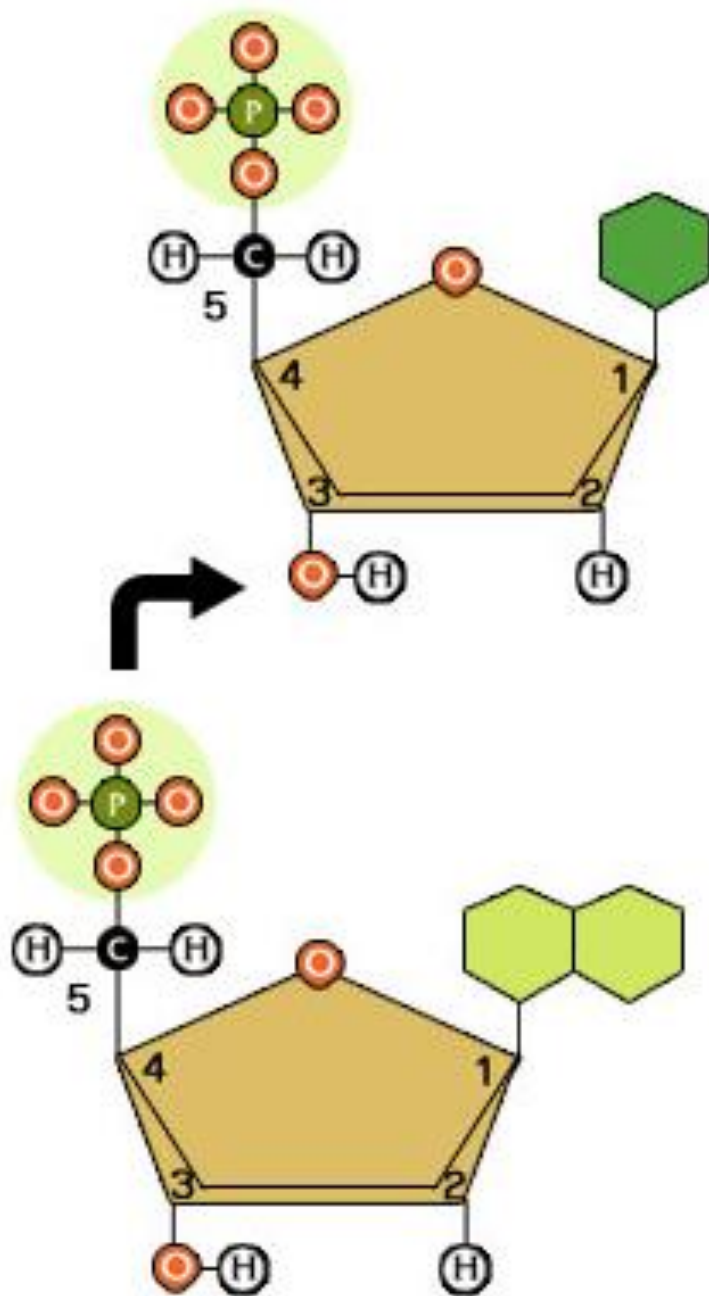
Nucleotide ประกอบด้วย

1. น้ำตาลที่มี C 5 อะตอม ชนิด deoxyribose

2. ไนโตรจีนัสเบส

3. หมู่ฟอสเฟต





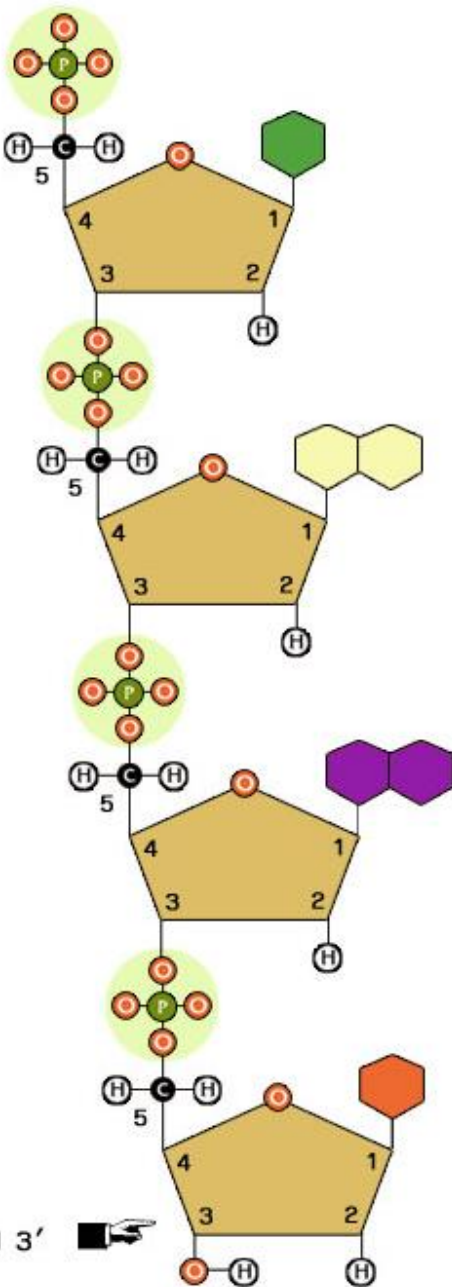
nucleotide

- มีน้ำตาล deoxyribose เป็นแกนหลัก
- มีเบสต่ออยู่ที่ C ตำแหน่งที่ 1

เบส มี 2 ชนิด คือ

- 1) purine มีวง C 2 วง ได้แก่ G และ A
 - 2) pyrimidine เป็นวง C 1 วง ได้แก่ C และ T
- หมู่ฟอสเฟต ต่อ อยู่ที่ C ตำแหน่งที่ 5

ปลาย 5'



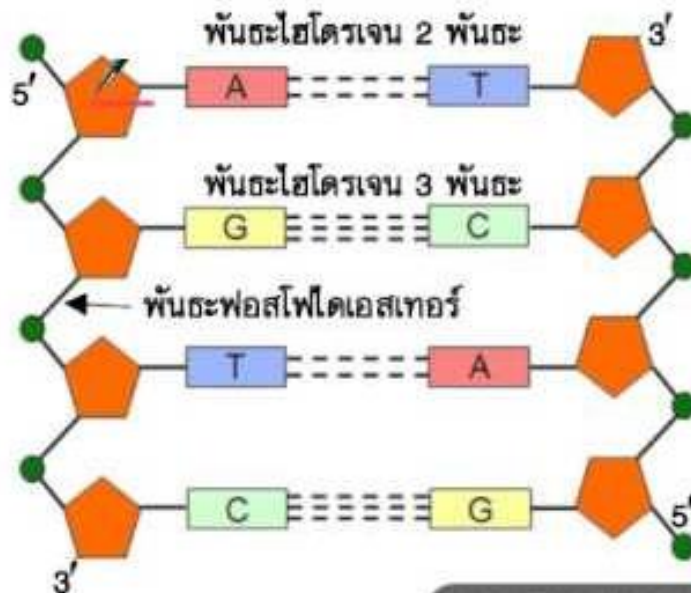
ป.

ปลาย 3'

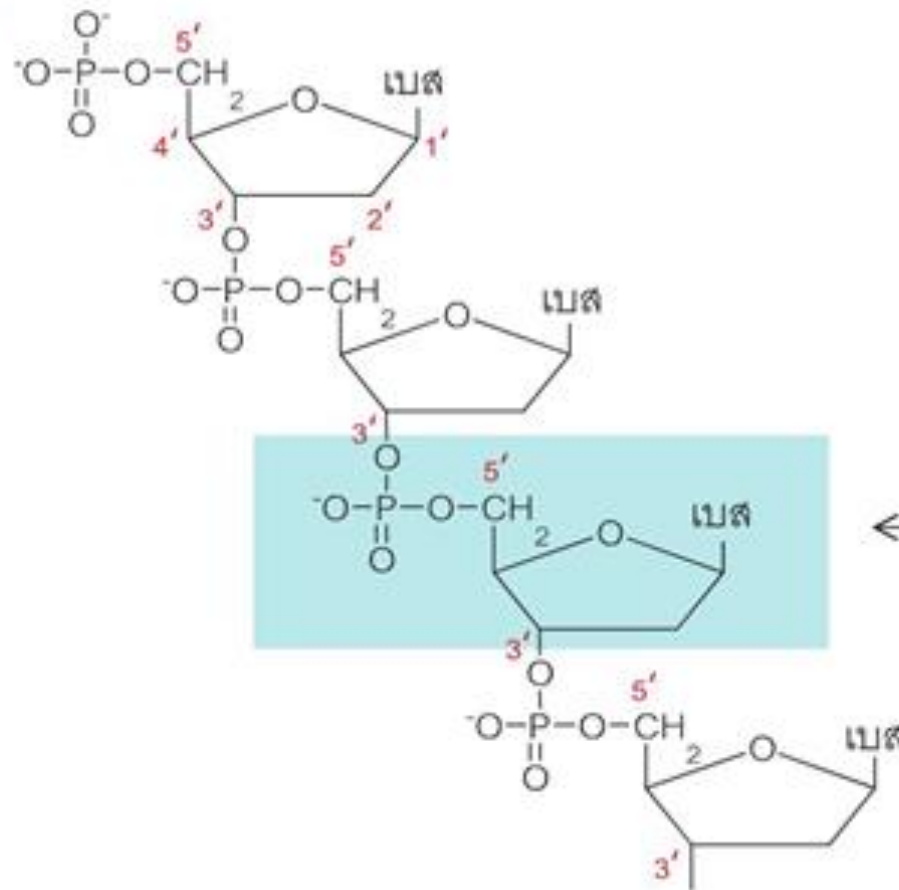


nucleotide เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ
ฟอสโฟไดเอสเตอร์ (phosphodiester bond)
ระหว่าง หมู่ฟอสเฟต อยู่ที่ C ตำแหน่งที่ 5
ของน้ำตาลใน nucleotide หนึ่งกับหมู่
ไฮดรอกซิล ซึ่งต่ออยู่ที่ C ตำแหน่งที่ 3 ของ
น้ำตาลในอีก nucleotide หนึ่ง

เบสคู่สม, พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์, พันธะไฮโดรเจน

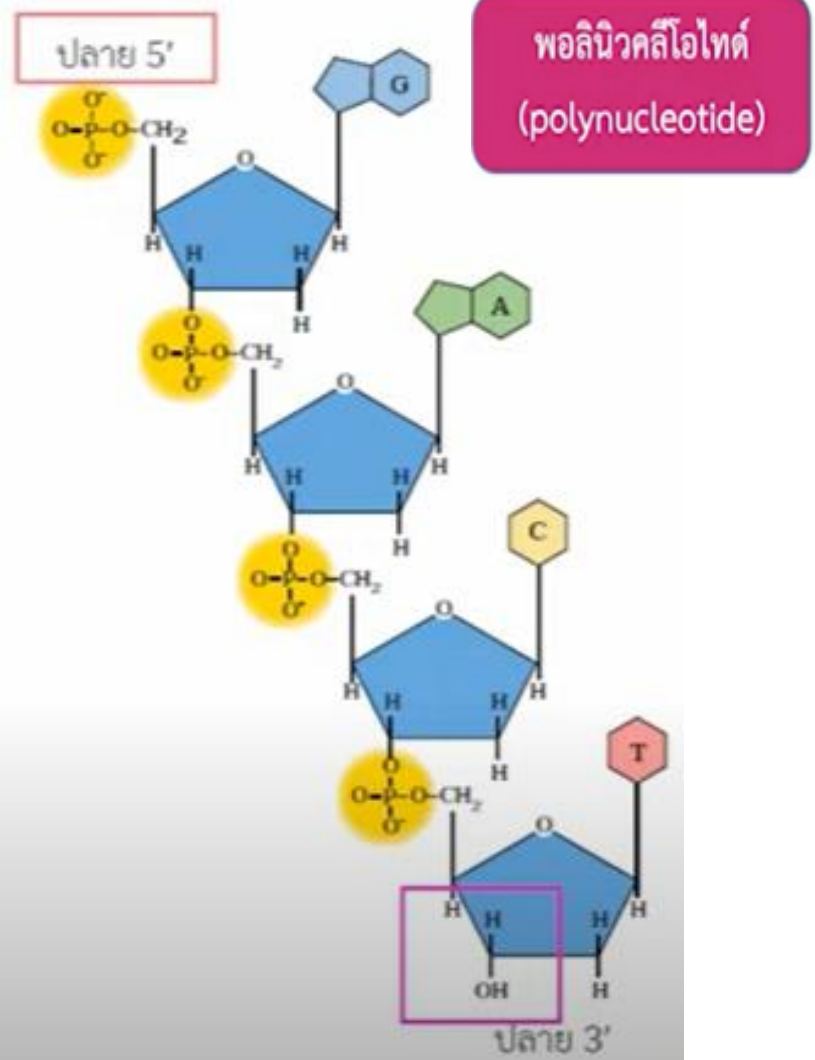
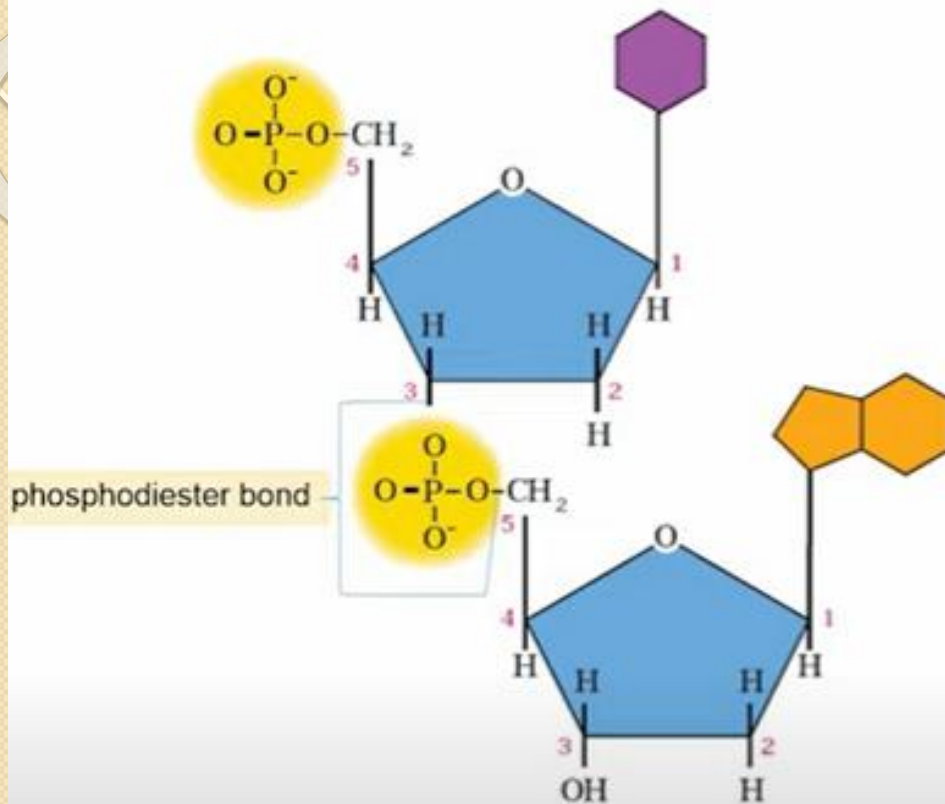


ปลาย 5'



ปลายหมู่ฟอสเฟต อิสระ ต่อยู่ที่ C ตำแหน่งที่ 5 ของน้ำตาลใน nucleotide เรียกว่า ปลาย 5

หมู่ ไฮดรอกซิล ซึ่งต่อยู่ที่ C ตำแหน่งที่ 3 ของน้ำตาลในอีก nucleotide หนึ่ง เรียกว่า ปลาย 3

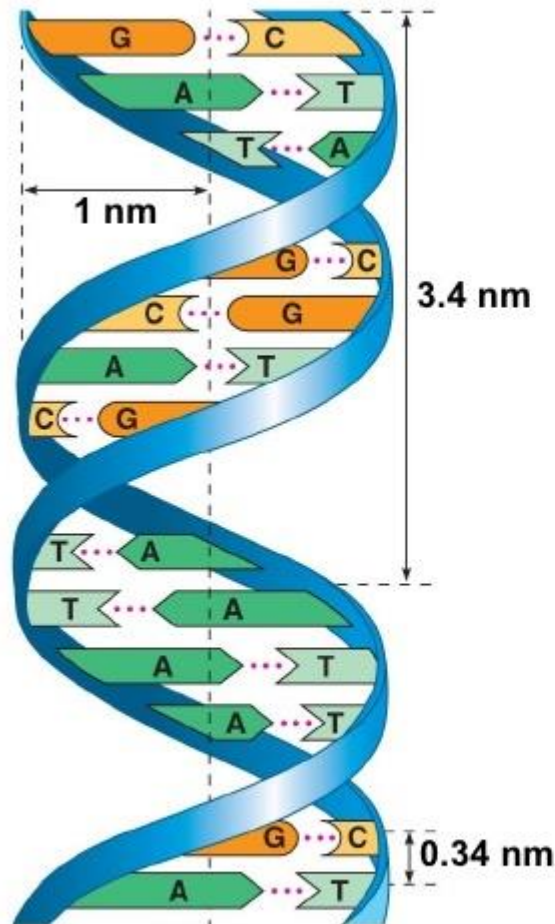




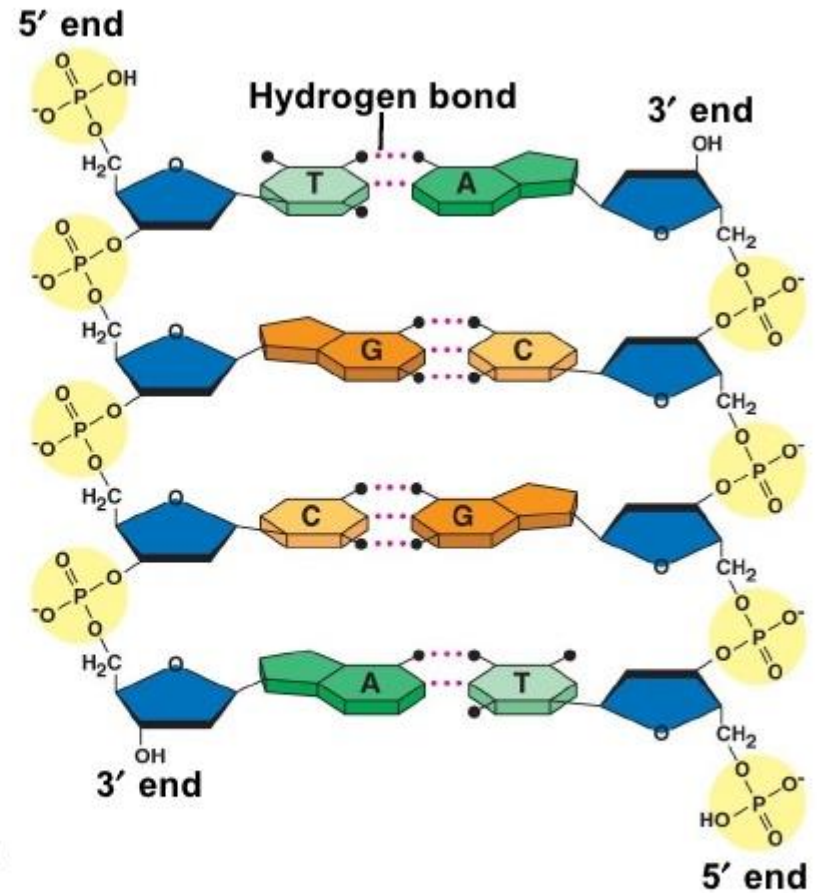
คล้ายกับชั้นบันได

3. polynucleotide 2 สายพันกันบิดเป็นเกลียวคู่เวียนขวาล้วนแบนได้
 เวียน โดยมีน้ำตาล deoxyribose จับกับหมู่ฟอสเฟตกลายเป็นราวบันได

Fig. 16-7a



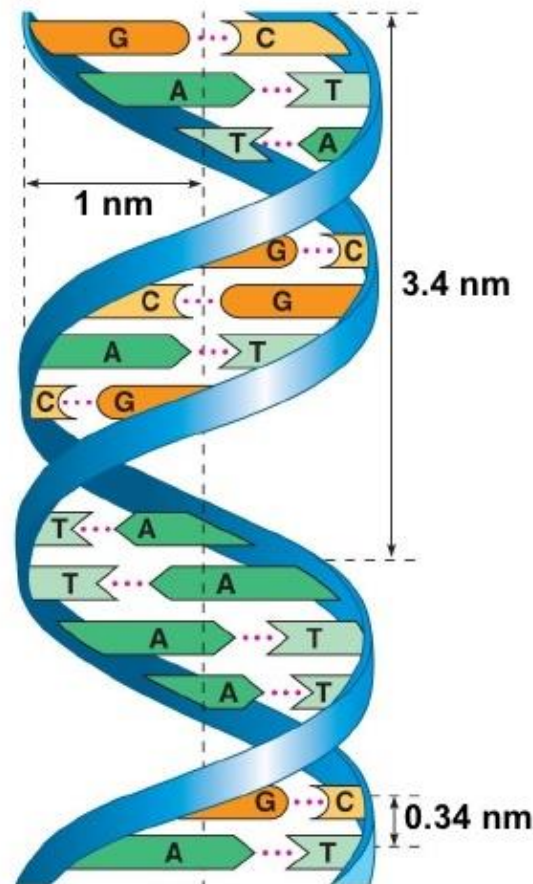
(a) Key features of DNA structure



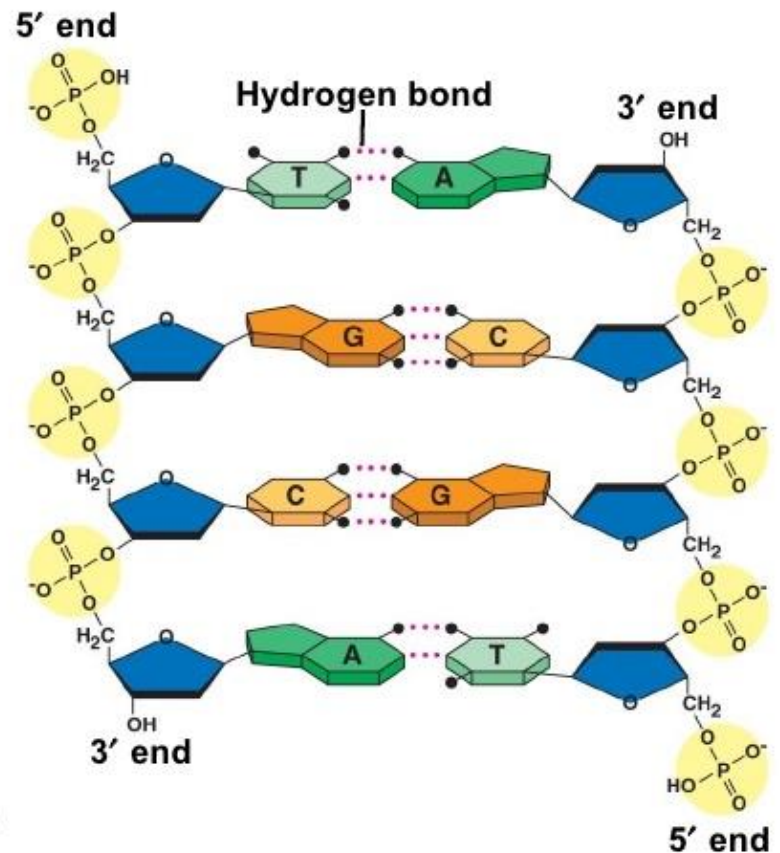
(b) Partial chemical structure

4. เกลียวแต่ละรอบห่างกัน 3.4 nm คู่เบสแต่ละคู่ห่างกัน 0.34 nm
ระยะระหว่างคู่เบสแต่ละคู่เปรียบคล้ายกับระยะระหว่างชั้นบันไดและ
polynucleotide 2 สาย ห่างกัน 2 nm

Fig. 16-7a



(a) Key features of DNA structure



(b) Partial chemical structure

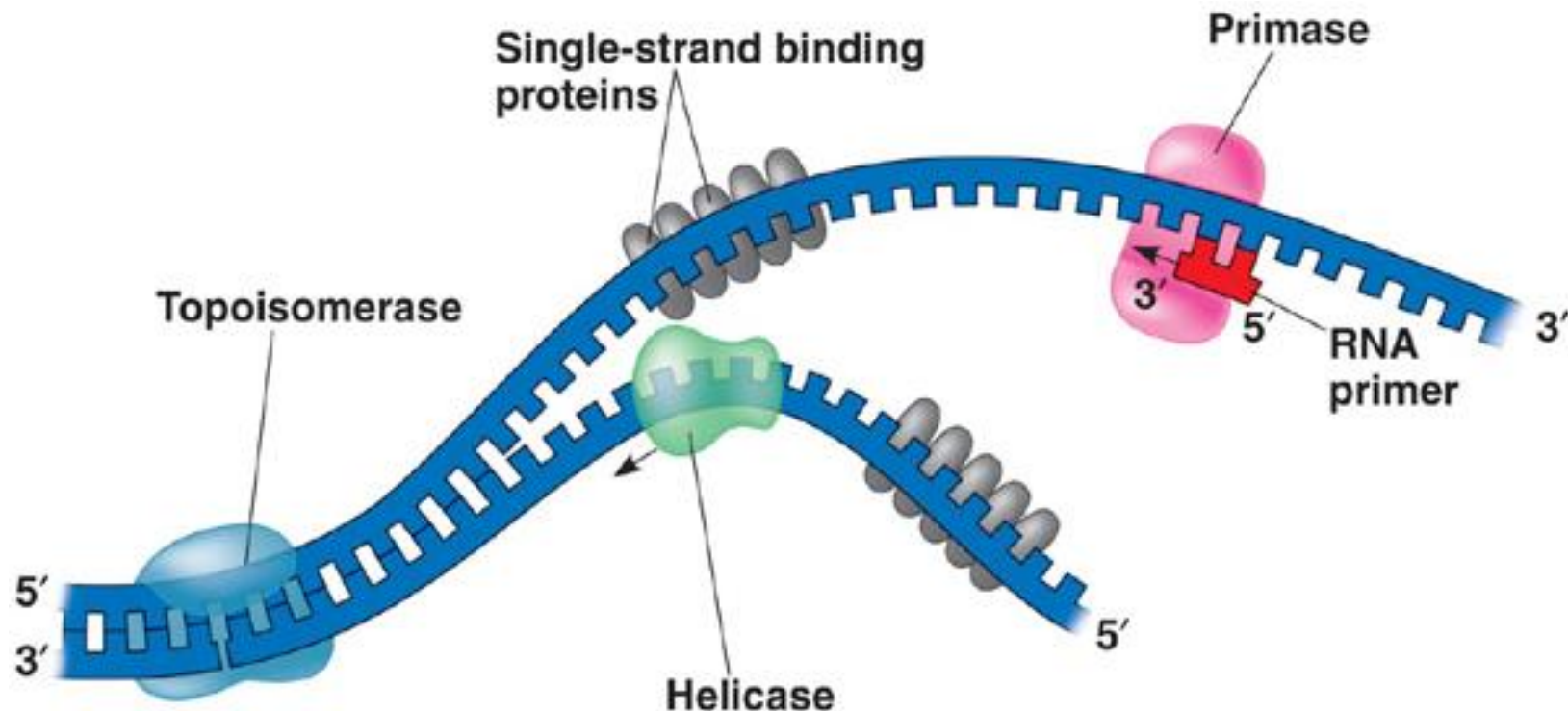
สมบัติของสารพันธุกรรม

สมบัติของสารพันธุกรรม

- เพิ่มจำนวนได้โดยมีลักษณะเหมือนเดิม
- ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
- ควบคุมให้เซลล์สังเคราะห์สารต่าง ๆ
- อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง

การจำลองและสังเคราะห์ DNA

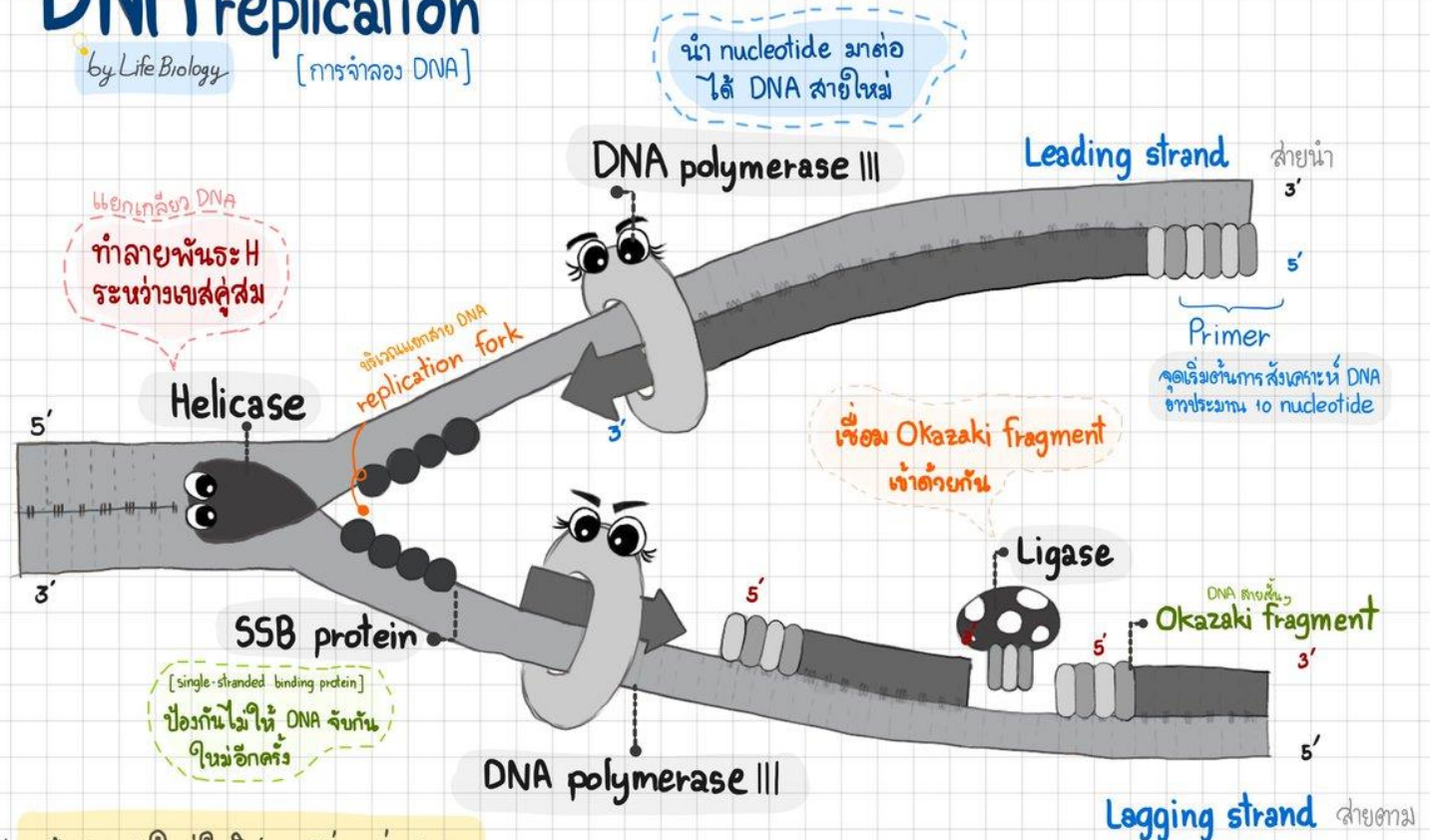
1. เอนไซม์ helicase มาสลายพันธะไฮโดรเจน ระหว่างคู่เบส ทำให้ polynucleotide 2 สาย คลายเกลียว แยกออกจากกัน เป็นสายแม่แบบ (DNA template) 2 สาย มีทิศทางสลับทิศกัน



2. DNA สายที่มีปลาย 5' ไปยังปลาย 3' สวนทางกับการเคลื่อนที่ของ เอนไซม์ helicase จะเป็นแม่แบบของการสร้าง DNA สายใหม่จากทิศทางปลาย 5' ไปยังปลาย 3' อย่างต่อเนื่อง เป็นสายยาว DNA สายใหม่นี้ เรียกว่า ลีดดิ้งสแตรนด์ (leading strand)

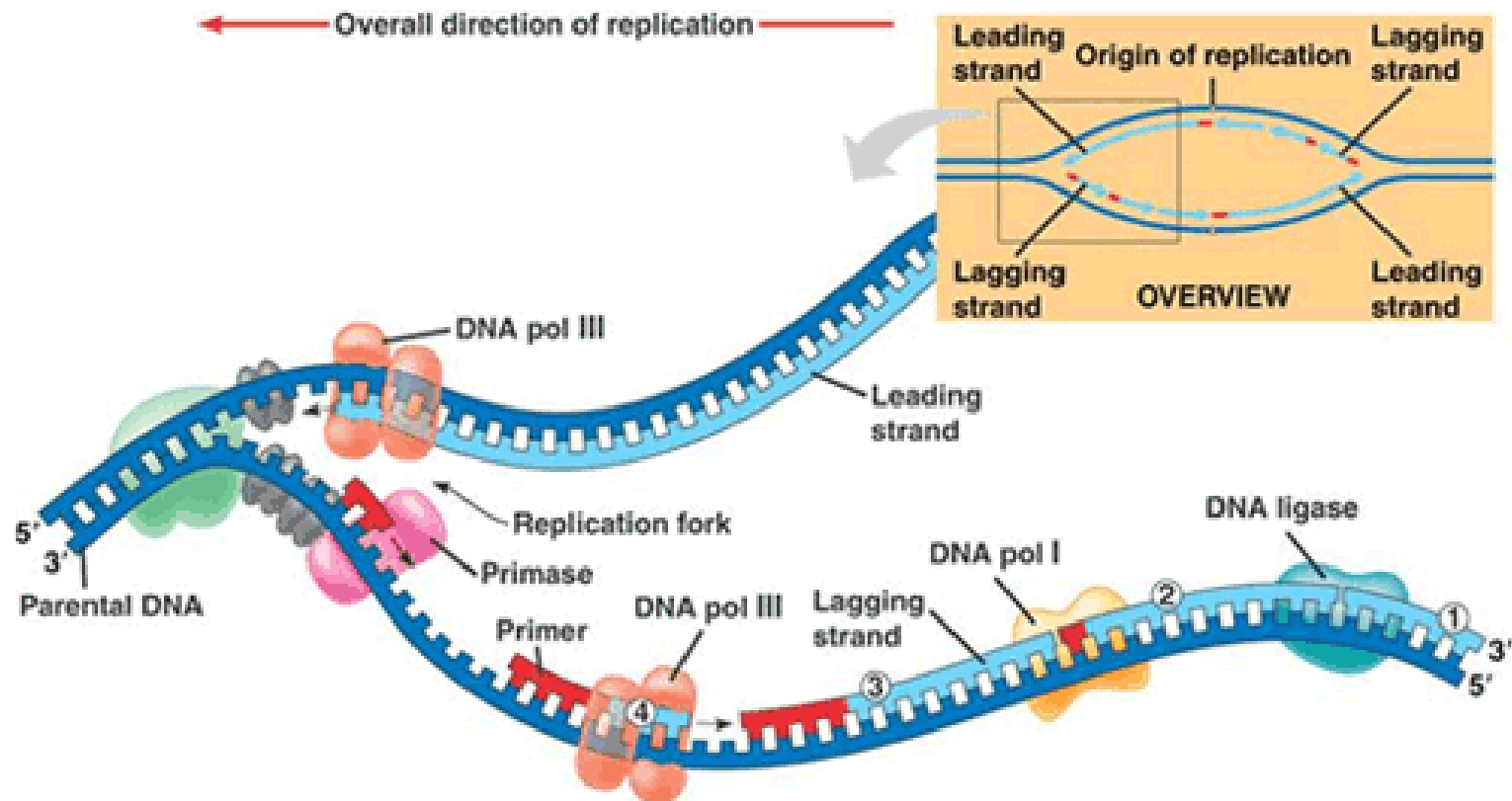
DNA replication

by Life Biology [การจำลอง DNA]

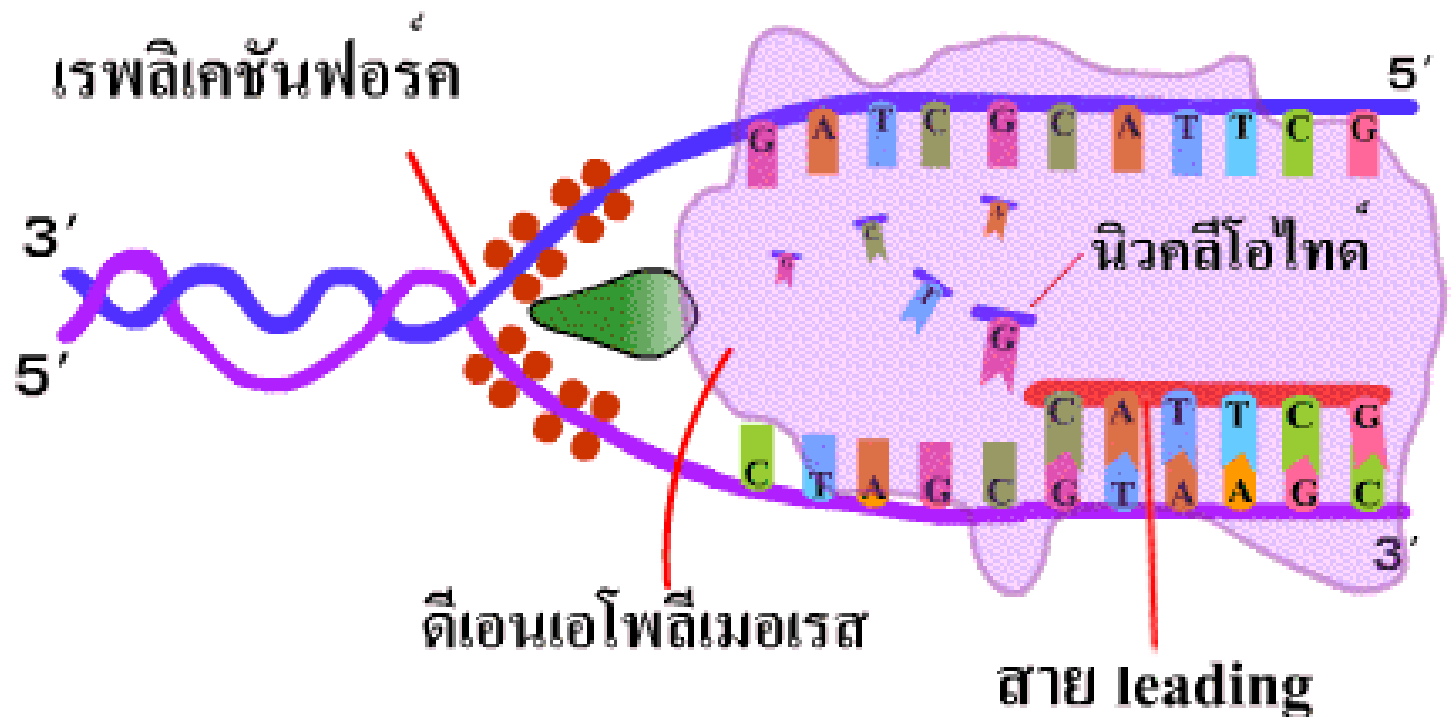


* สร้าง DNA สายใหม่ในทิศทาง 5' → 3' เสมอ

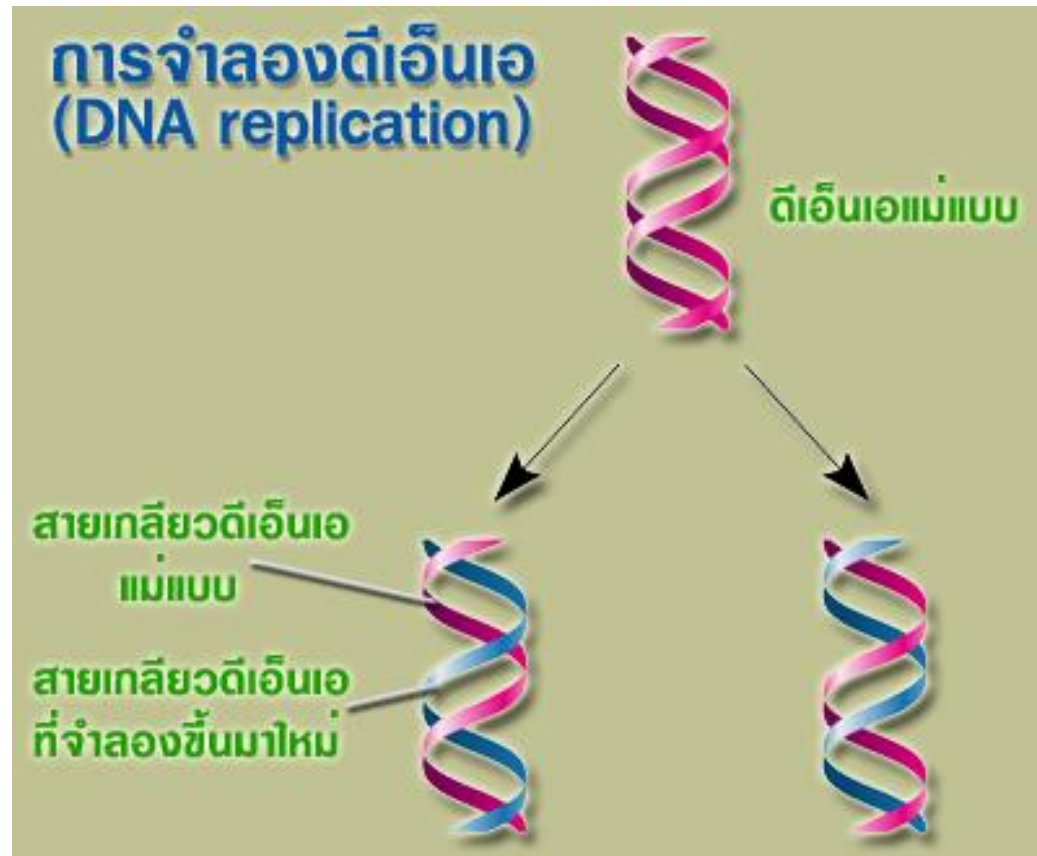
3. DNA สายที่มีปลาย 5' ไปยังปลาย 3' ทิศทางเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของ เอนไซม์ helicase ไม่สามารถสร้างเป็นแม่แบบ เพื่อสร้างสาย DNA ได้อย่างต่อเนื่อง การสร้าง DNA สายใหม่ จึงสร้างเป็นสายสั้น ๆ (primer) และจะมีเอนไซม์ ligase เชื่อม DNA สายใหม่เป็นสายสั้น ๆ เข้าด้วยกัน เป็นสายยาว เรียกว่า แลกกิงสแตรนด์ (lagging strand)



4. การสังเคราะห์ DNA สายใหม่จะมีเอนไซม์ polymerase ทำหน้าที่
เชื่อม nucleotide อิสระ เข้ามาจับกับ nucleotide ของสายแม่แบบ
ที่มีเบสคู่สม คือ A=T C=G

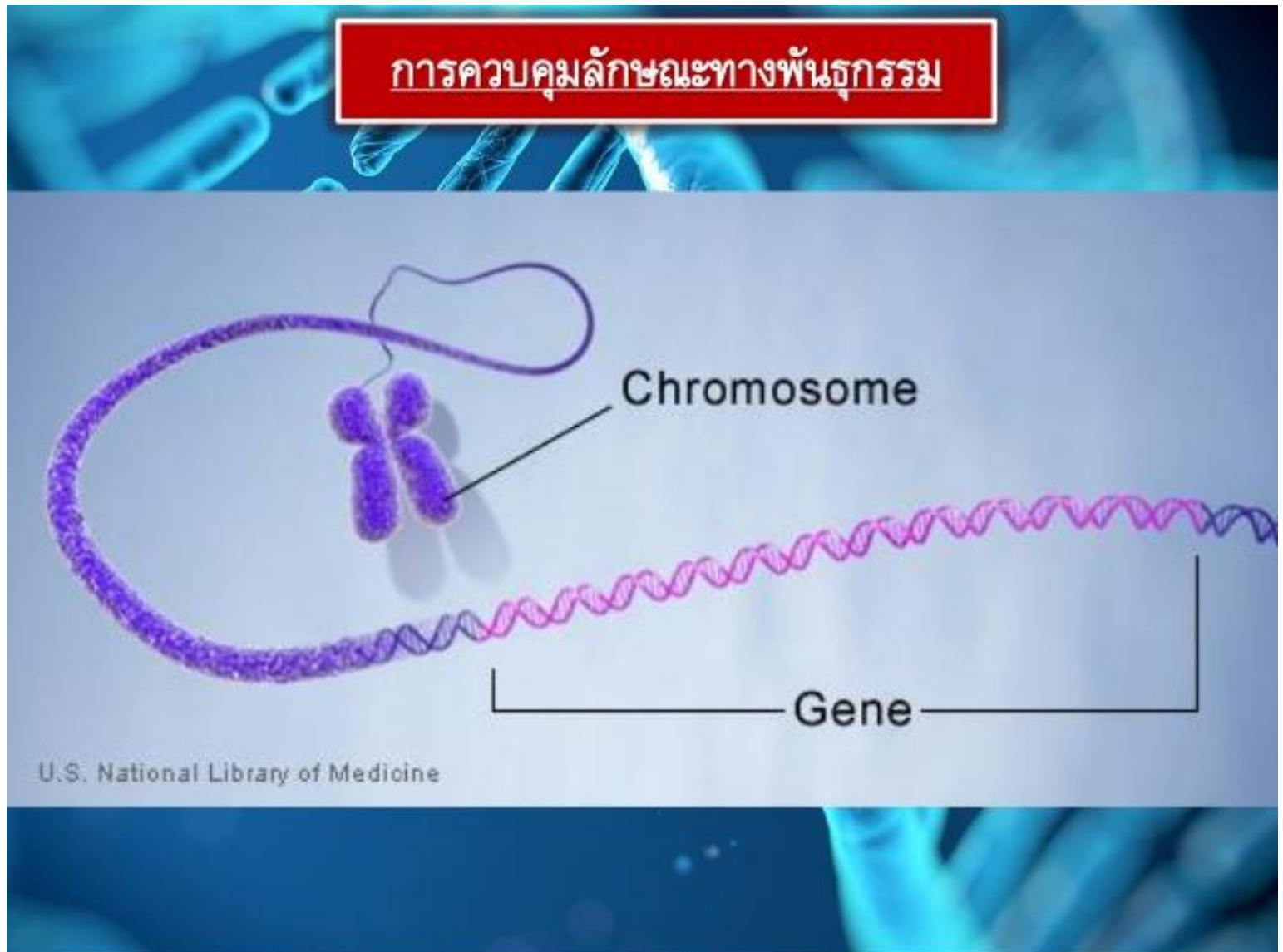


การจำลอง DNA ทำให้มีการเพิ่มโมเลกุลของ DNA จาก 1 เป็น 2 โมเลกุล โดย DNA แต่ละโมเลกุลจะมี polynucleotide สายเดิม 1 สาย และสายใหม่ 1 สาย การจำลอง DNA จึงเป็นแบบกึ่งอนุรักษ์ (semiconservative replication) และการจัดเรียงตัวของ nucleotide ใน DNA ที่สังเคราะห์ใหม่เหมือนกับ DNA โมเลกุลเดิม



กระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ	กระบวนการสังเคราะห์ mRNA
1. ใช้พอลินิวคลีโอไทด์ทั้ง 2 สายเป็นแม่แบบ 2. ใช้เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส 3. ใช้ดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ที่ประกอบด้วยเบส 4 ชนิด คือ A T C G 4. ผลผลิตได้ DNA สายใหม่ 2 สาย	1. ใช้พอลินิวคลีโอไทด์เพียงสายเดียวเป็นแม่แบบ 2. ใช้เอนไซม์อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส 3. ใช้ไรโบนิวคลีโอไทด์ที่ประกอบด้วยเบส 4 ชนิด คือ A U C G 4. ผลผลิตได้ mRNA สายเดียว

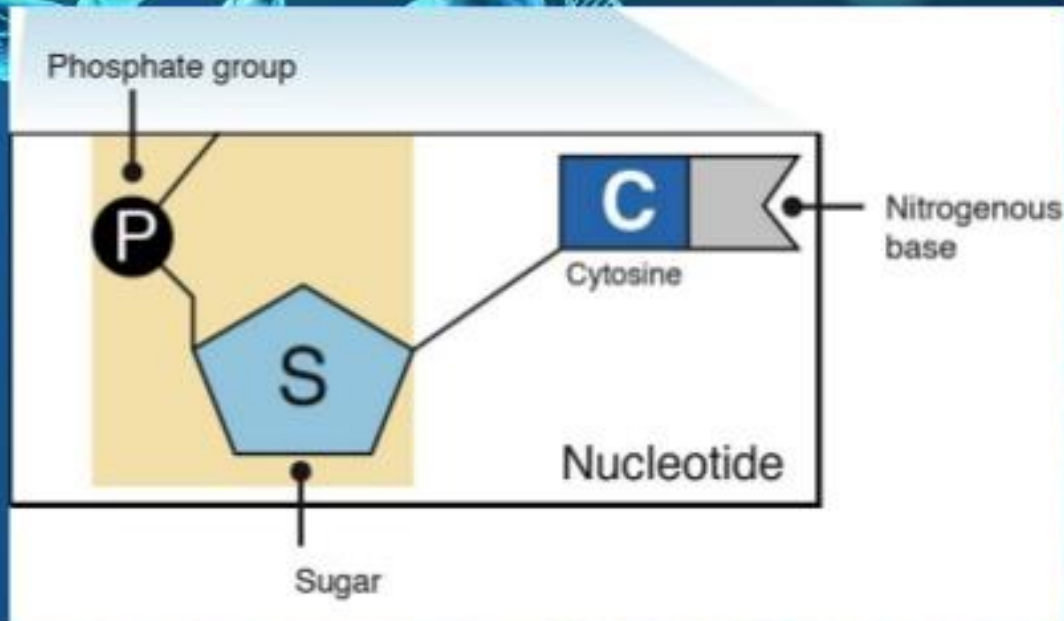
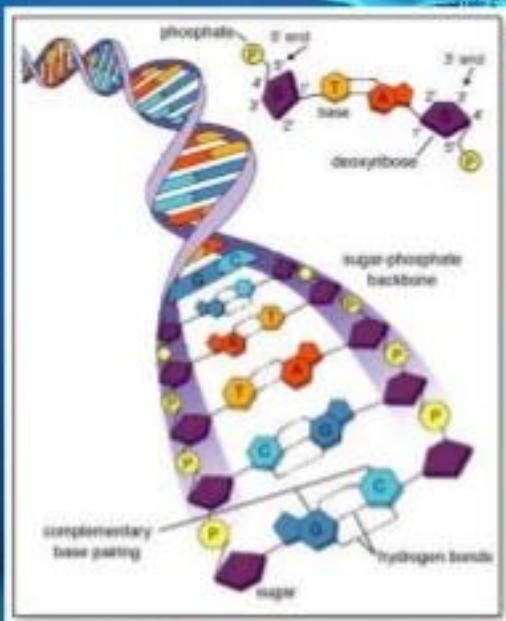
การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA



การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม

😊 ยีน/DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมโดยการสร้างโปรตีน ดังนี้

① ยีน คือ DNA ที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า “นิวคลีโอไทด์” แบ่งตามชนิดของเบส คือ อะดีนีน (A) ,ไทมีน (Thymine), ไซโทซีน (Cytosine) และกวานีน (G)

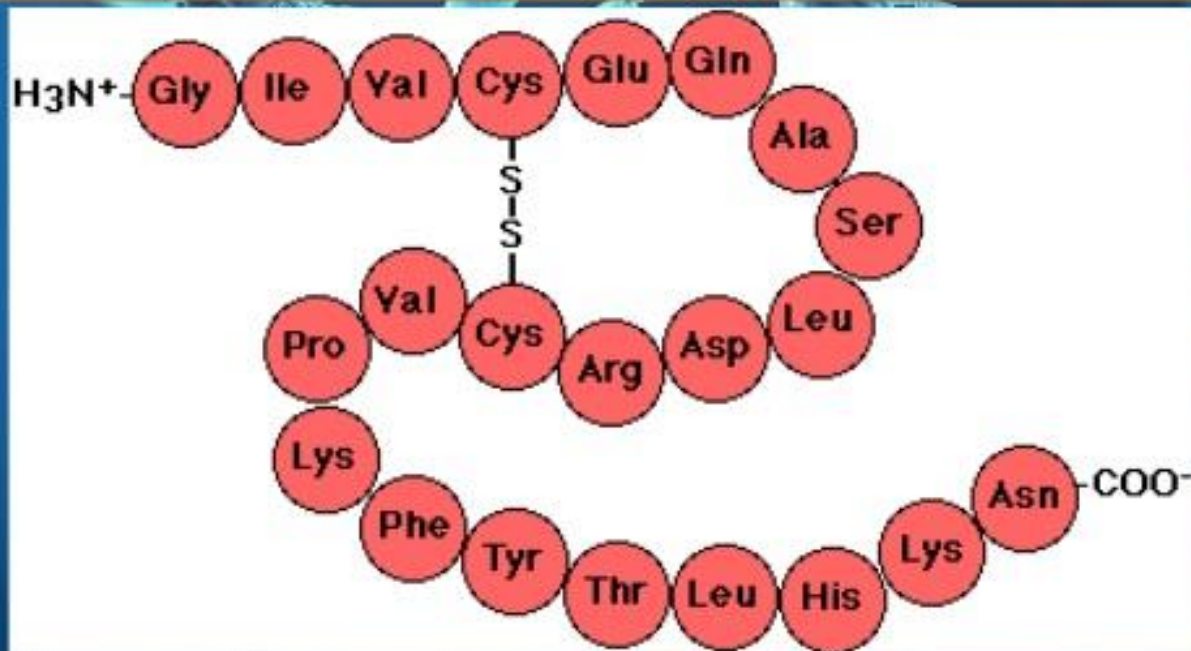


การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม

2 ลักษณะทางพันธุกรรมเกิดจากโครงสร้างของโปรตีน

😊 ซึ่งจะแตกต่างกันที่จำนวนและลำดับการเรียงของกรดอะมิโน

😊 ถ้าจำนวนและการเรียงตัวเปลี่ยน ลักษณะทางพันธุกรรมก็จะเปลี่ยนไปด้วย



แบบฝึกหัด เรื่อง มิวเทชัน (Mutation)

1. มิวเทชัน (Mutation) เกิดขึ้นได้อย่างไร ส่งผลอย่างไรกับสิ่งมีชีวิต
2. มิวเทชัน (Mutation) แบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทเป็นอย่างไร
3. มิวเทชัน (Mutation) มีข้อดี และ ข้อเสีย อย่างไร
4. การเกิดมิวเทชัน (Mutation) ระดับยีน สามารถเกิดขึ้นได้อย่างไรบ้างและส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไรบ้าง พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
5. การเกิดมิวเทชัน (Mutation) ระดับโครโมโซม ทำให้เกิดโรคใดได้บ้าง และเกิดขึ้นตรงตำแหน่งใด อาการเป็นอย่างไร
6. การเกิดมิวเทชัน (Mutation) มีสาเหตุมาจากอะไรบ้าง

Cri du chat syndrome เกิดจากการขาดหายไปของแขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 5 พบในทารกเพศหญิงมากกว่าชาย

อาการ ศีรษะเล็ก หน้ากลม ตาทั้งสองข้างอยู่ห่างกัน ปัญญาอ่อนมาก ลักษณะที่สำคัญคือมีเสียงร้องสูงคล้ายเสียงลูกแมว



Down syndrome พบมากที่สุด เกิดจากการที่มีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกิน มา 1 แห่ง สาเหตุเกิดจากมารดาที่มีอายุมาก สร้างไข่ที่มีโครโมโซมผิดปกติคือ $23 + x$

อาการ คนที่มีอาการดาวน์จะมีสมองเล็ก กะโหลกศีรษะเล็ก ท้ายทอยแบน จมูกเล็กและแฟบ ตาห่าง หางตาชี้ขึ้นบน ช่องปากเล็กจึงดูเหมือนลิ้นโต ลิ้นเป็นร่อง กระดูกยาวช้าทำให้มีตัวสั้นนิ้วสั้น ลายมือเจริญผิดปกติ

