พันธุศาสตร์โมเลกุล

ดร. ธัชชา ศุกระจันทร์

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพันธุศาสตร์โมเลกุลในประเด็นต่อไปนี้

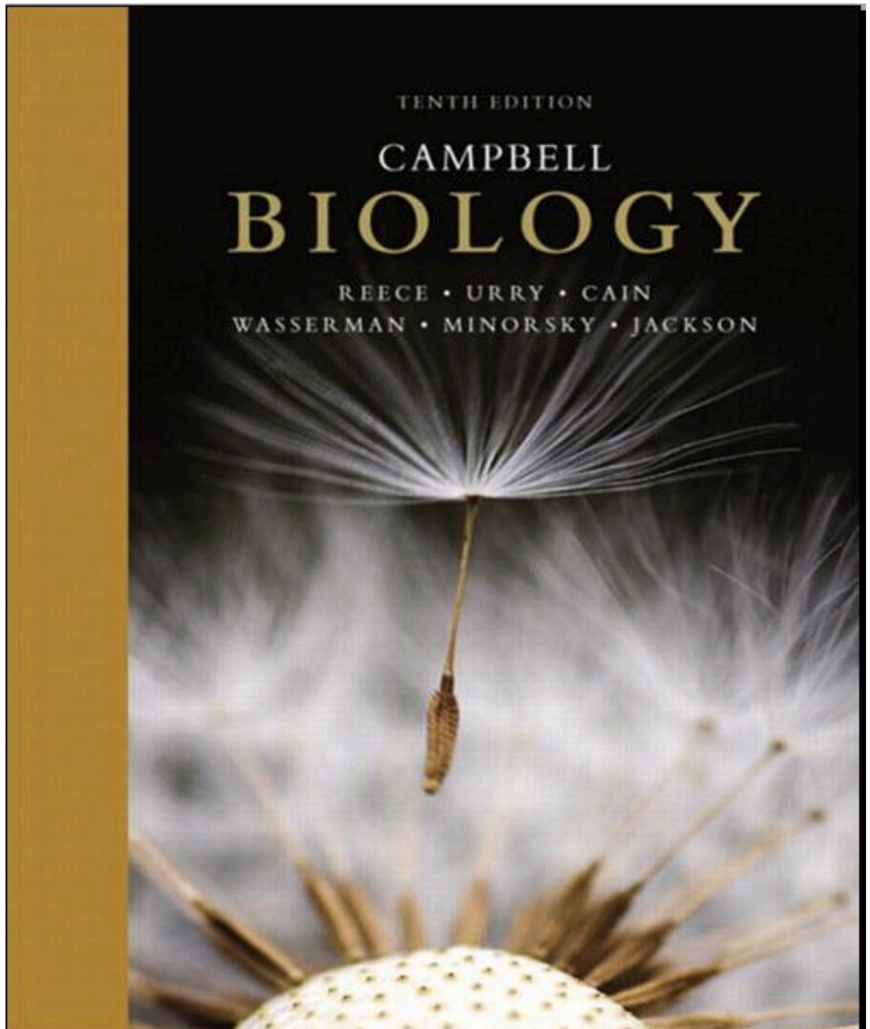
1. สารพันธุกรรม
    - การทดลองที่ยืนยันว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม
    - คุณสมบัติ หน่วยย่อยของกรดนิวคลีอิก
    - โครงสร้าง DNA และ RNA

2. การจำลองตัวเองของ DNA
    - การจำลองตัวเองแบบกึ่งอนุรักษ์
    - โปรตีนและเอนไซม์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง

3. DNA ทำให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างไร
    - The central dogma
    - กลไก Transcription
    - กลไก Translation

4. การควบคุมการทำงานของยีน (gene regulation)
    - ระดับ DNA
    - ระดับ RNA
    - ระดับ protein

ตำราสำหรับอ่านเพิ่มเติม



1. สารพันธุกรรม

คุณสมบัติของสารพันธุกรรม

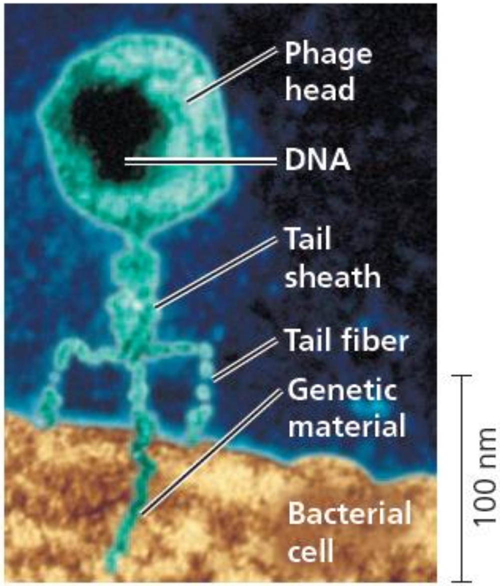
- สามารถเก็บข้อมูลทางพันธุกรรม (genetic information) ทั้งหมดของสิ่งมีชีวิตไว้ได้
- สามารถแสดงลักษณะต่างๆ ตามข้อมูลทางพันธุกรรม (expression) ที่เก็บไว้ได้
- สามารถถ่ายทอด (transmission) ข้อมูลทางพันธุกรรมไปสู่เซลล์รุ่นต่อไปได้
- สามารถจำลองตัว (replication) เพื่อให้ได้โมเลกุลใหม่ที่มีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ
- มีโครงสร้างค่อนข้างถาวร แต่สามารถเกิด variation อันเนื่องมาจากเกิด mutation ได้ด้วยความถี่ค่อนข้างต่ำ

การทดลองที่ยืนยันว่ากรดนิวคลีอิกคือสารพันธุกรรม

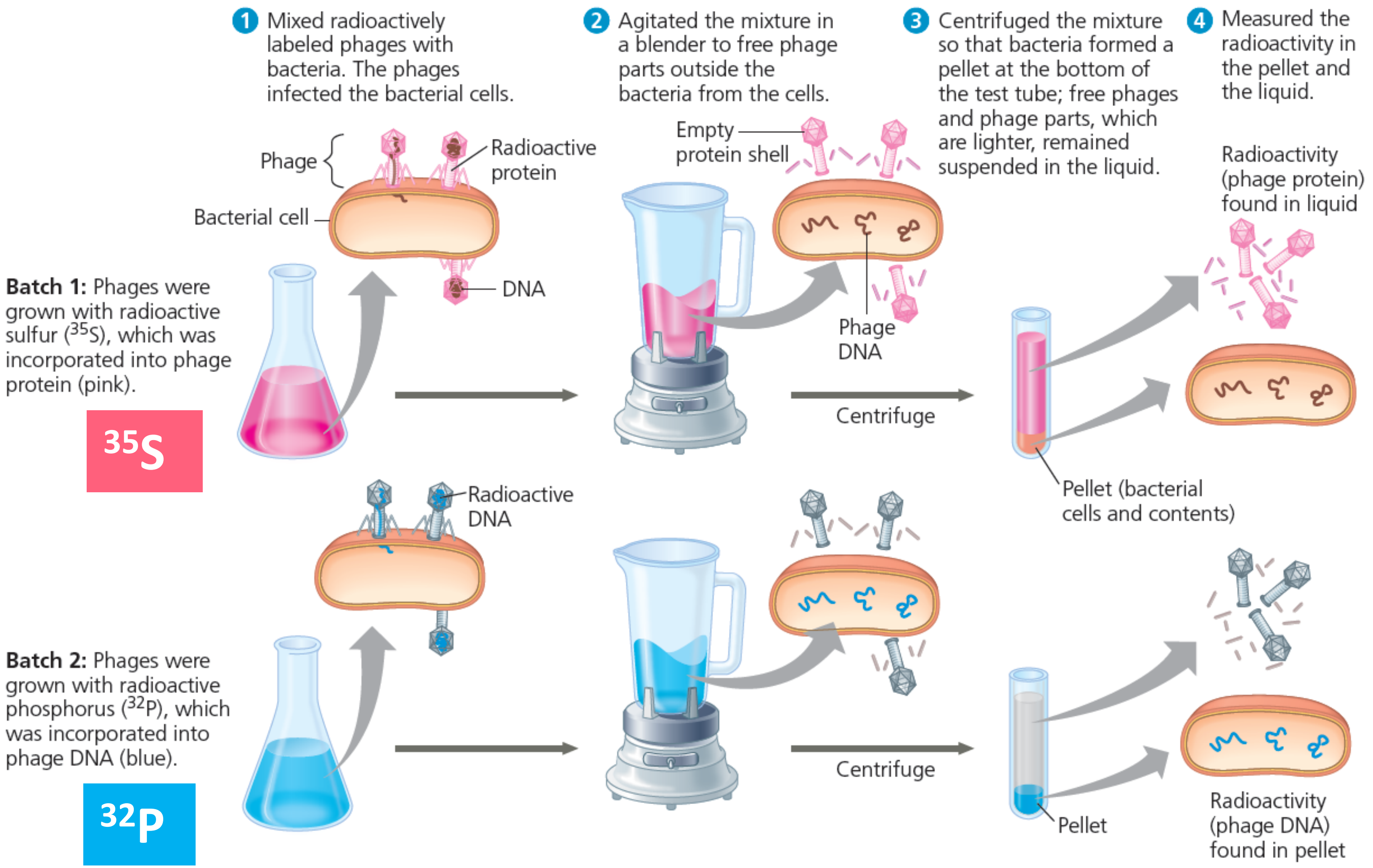
Alfred Hershey และ Martha Chase, 1952

คำถาม : อะไรคือสารพันธุกรรม โปรตีน หรือ ดีเอ็นเอ

การทดลอง : ใช้การบุกรุกของไวรัส bacteriophage T2 เข้าเซลล์แบคทีเรีย *E.Coli* โดยติดฉลากโมเลกุลโปรตีน และ ดีเอ็นเอ ด้วยสารกัมมันตรังสี



▶ Figure 16.3 A virus infecting a bacterial cell. A phage called T2 attaches to a host cell and injects its genetic material through the plasma membrane, while the head and tail parts remain on the outer bacterial surface (colorized TEM).



Results When proteins were labeled (batch 1), radioactivity remained outside the cells, but when DNA was labeled (batch 2), radioactivity was found inside the cells. Bacterial cells containing radioactive phage DNA released new phages with some radioactive phosphorus.

Conclusion Phage DNA entered bacterial cells, but phage proteins did not. Hershey and Chase concluded that DNA, not protein, functions as the genetic material of phage T2.

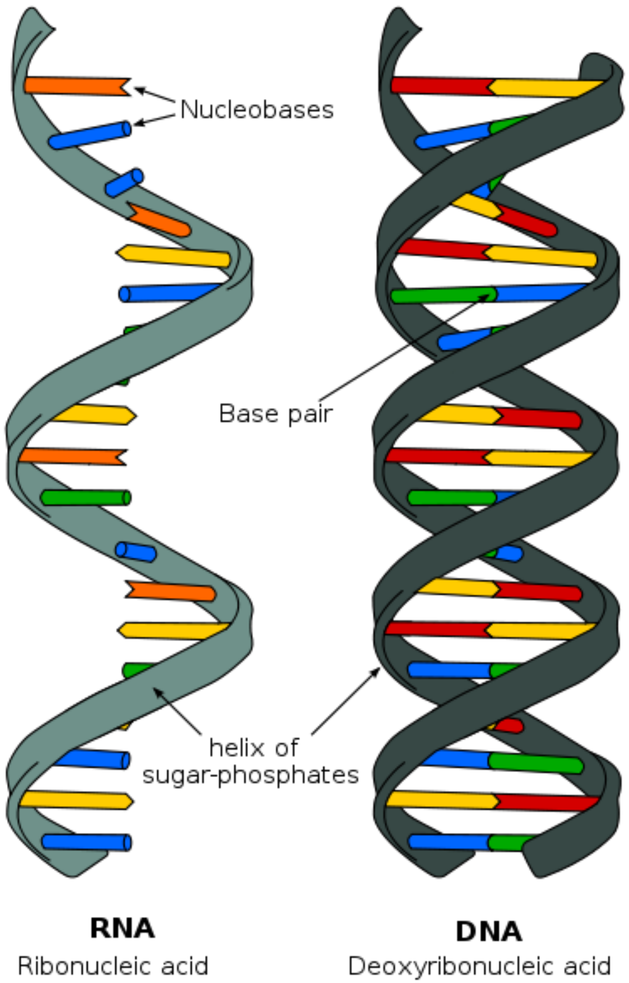
Source: A. D. Hershey and M. Chase, Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage, *Journal of General Physiology* 36:39–56 (1952).

WHAT IF? *How would the results have differed if proteins carried the genetic information?*

DNA ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรมของฝาจ T2

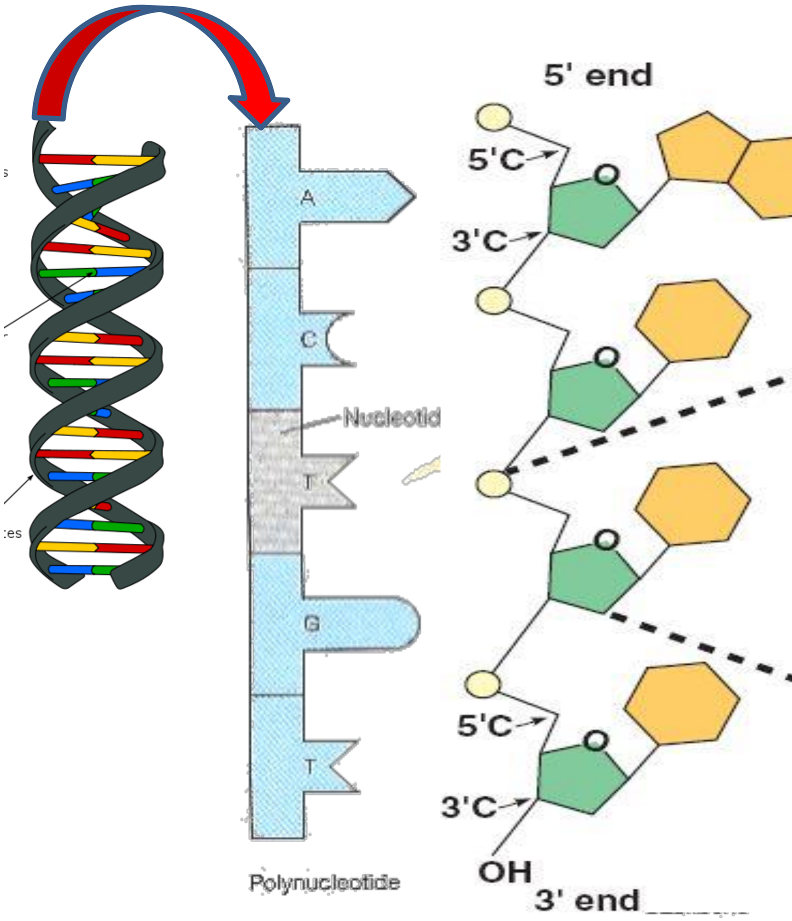
โครงสร้างของกรดนิวคลีอิก

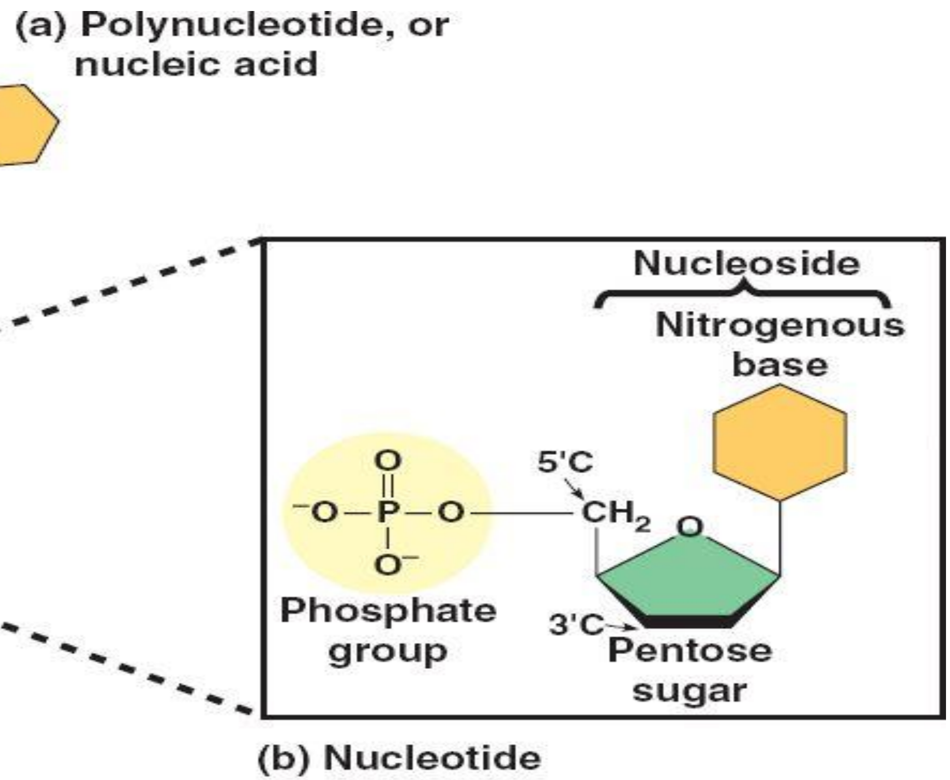
กรดนิวคลีอิกมี 2 ชนิด



1. Ribonucleic acid (RNA)
2. Deoxyribonucleic acid (DNA)

Nucleotide เป็นหน่วยย่อยของกรดนิวคลีอิก



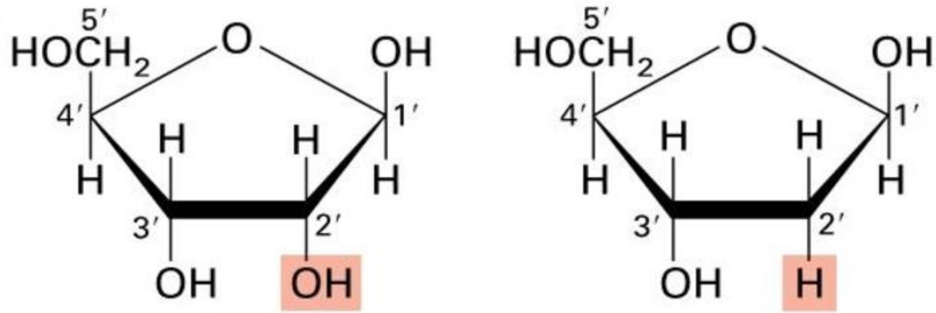


องค์ประกอบของ nucleotide คือ

polynucleotide

1. Pentose sugar
2. Nitrogenous base
3. Phosphate group

1. Pentose sugar

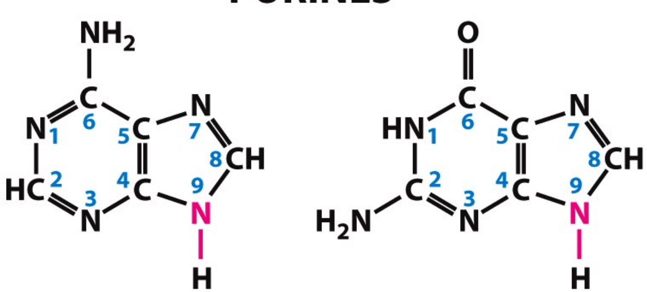


Ribose 2-Deoxyribose

น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม

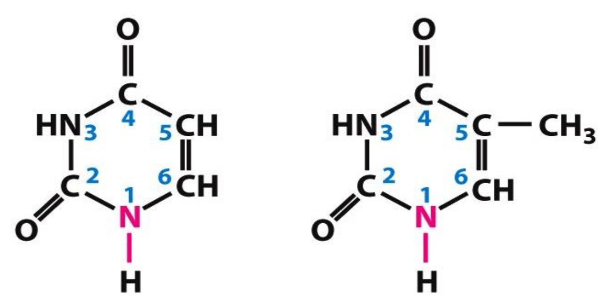
2. Nitrogenous base

PURINES



Adenine (A) Guanine (G)

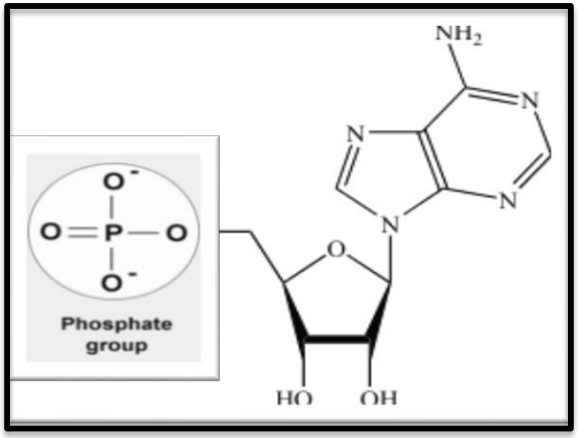
PYRIMIDINES

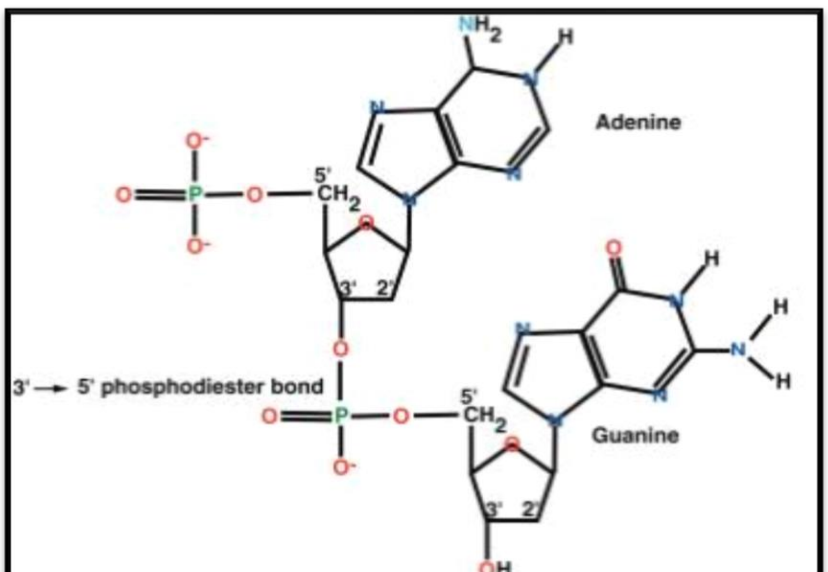


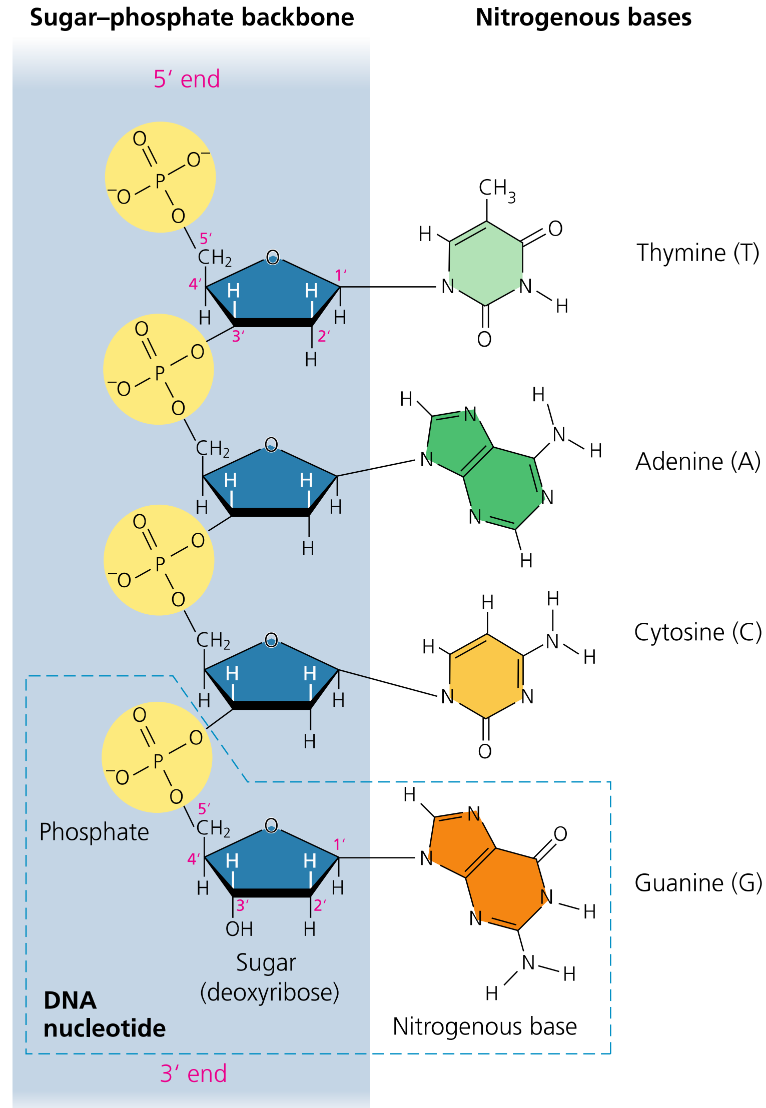
Uracil (U) Thymine (T) Cytosine (C)

Figure 2-17
Molecular Cell Biology, Sixth Edition

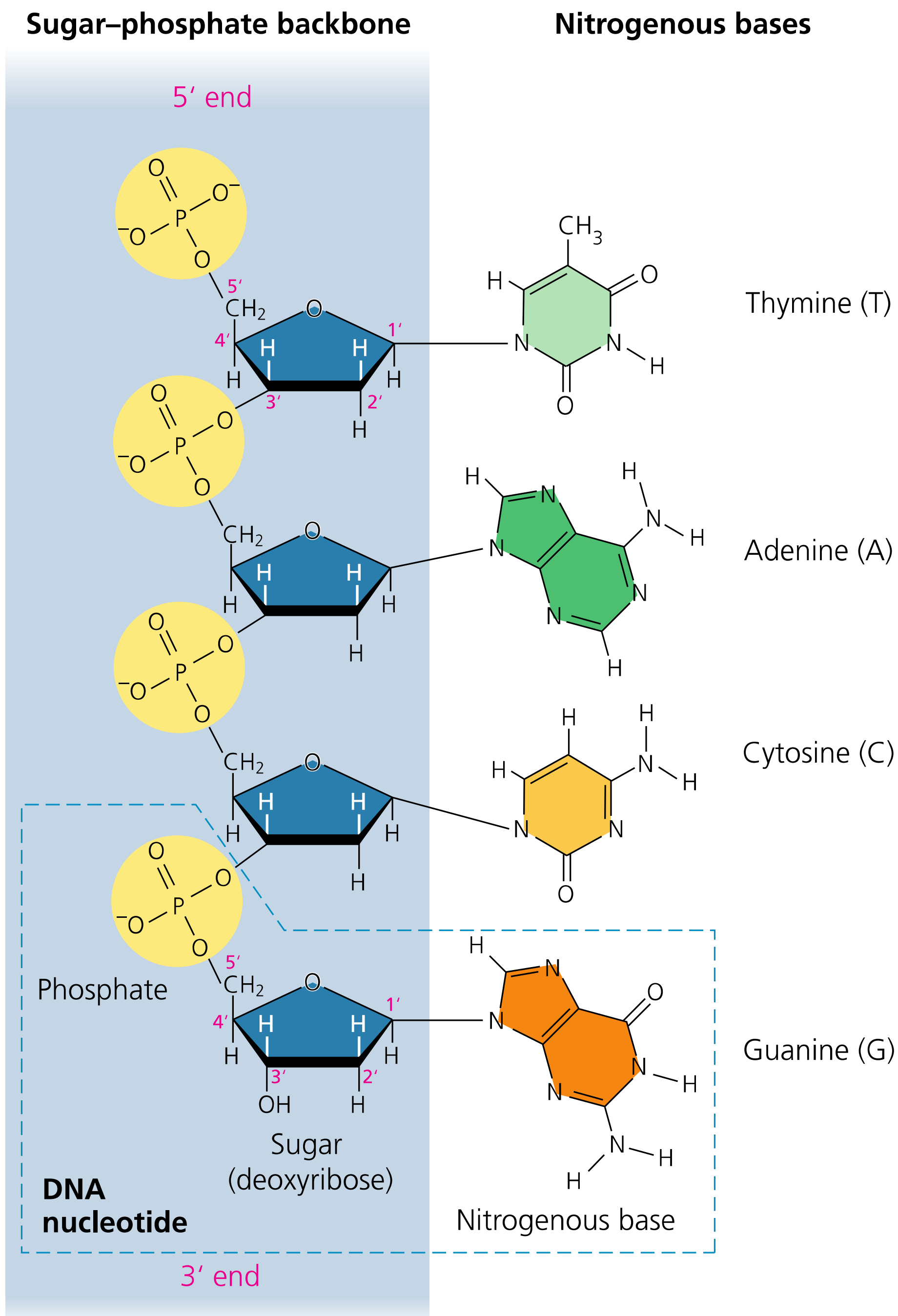
3. Phosphate group







nucleotide มาต่อกันด้วยพันธะ phosphodiester bound กลายเป็น polynucleotide



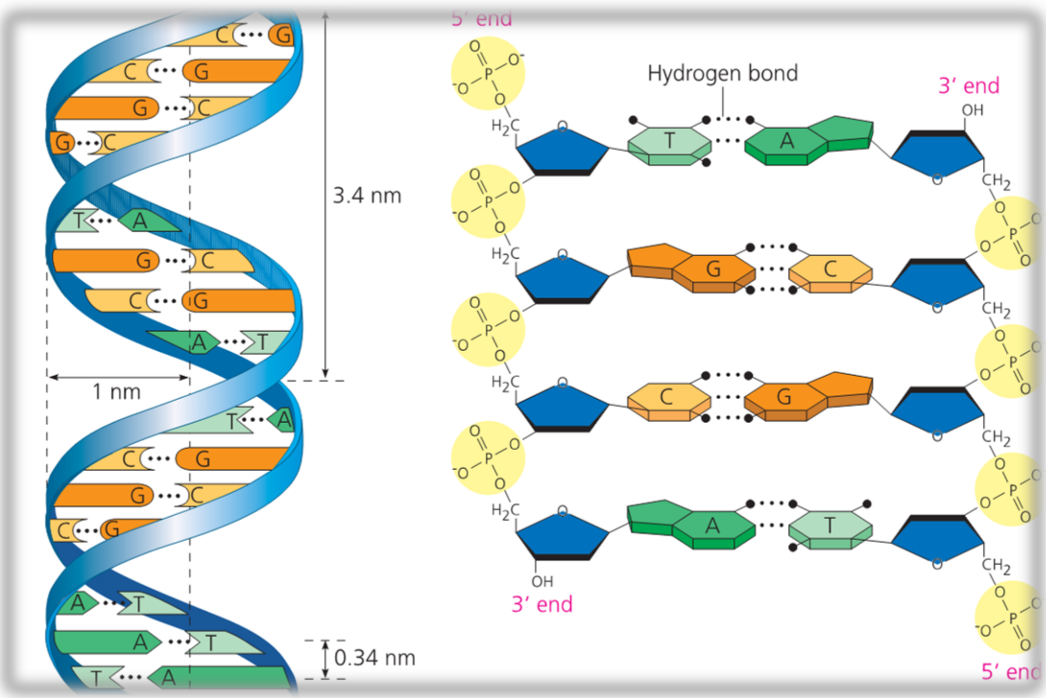
polynucleotide

5’ end phosphate

3’ end hydroxyl group

โครงสร้างของ DNA

ประกอบด้วย polynucleotides 2 สายที่เรียงตัวในทิศทางตรงกันข้าม (antiparallel) พันเป็นเกลียววนขวา (Watson-Crick, 1953)



A จับกับ T

C จับกับ G

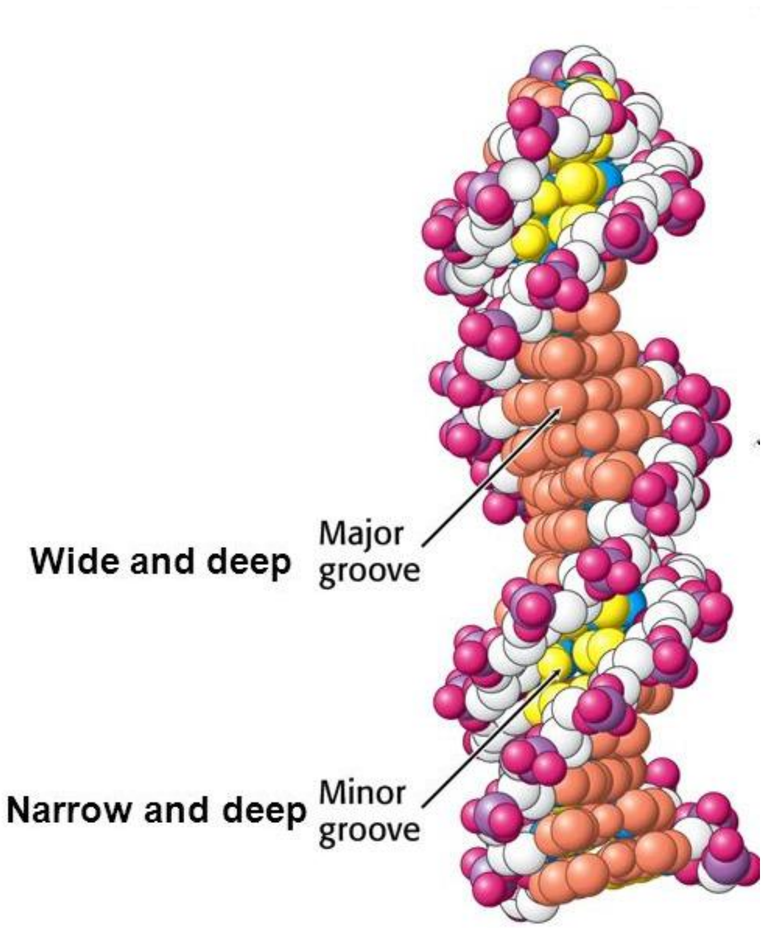
Complementary base pairing

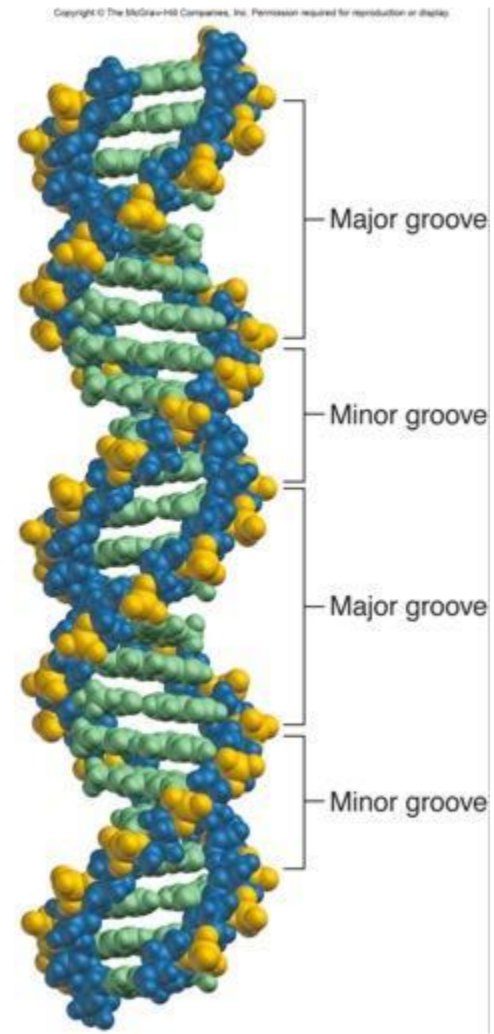
เบสคู่สมของสองสายนิวคลีโอไทด์จับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน

ใน 1 เกลียวของดีเอ็นเอยาว 3.4 nm และ 1 คู่เบสยาว 0.34 nm ถามว่า 1 เกลียวดีเอ็นเอ มีเบสกี่คู่

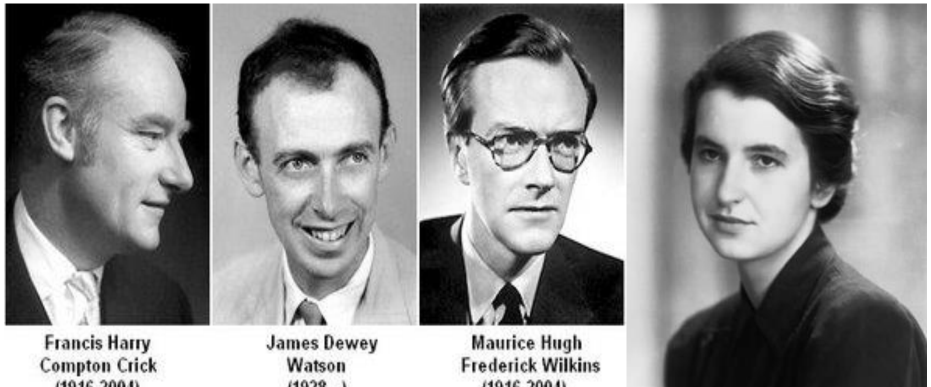
นักศึกษาคิดว่าแรงยึดระหว่างการจับกันของเบสคู่ไหนมีความแข็งแรงมากกว่ากัน

โครงสร้างเกลียวคู่ของ DNA ประกอบด้วย major groove และ minor groove





The discovery of 3D structure of DNA

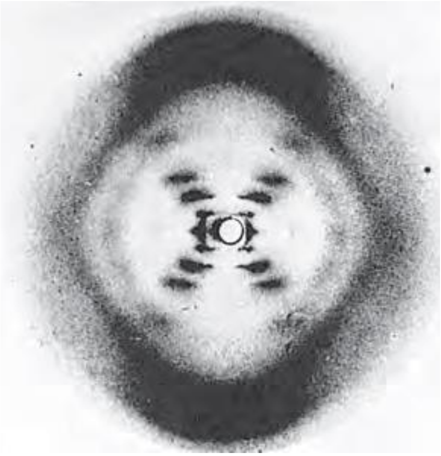


Francis Harry Compton Crick (1916-2004)

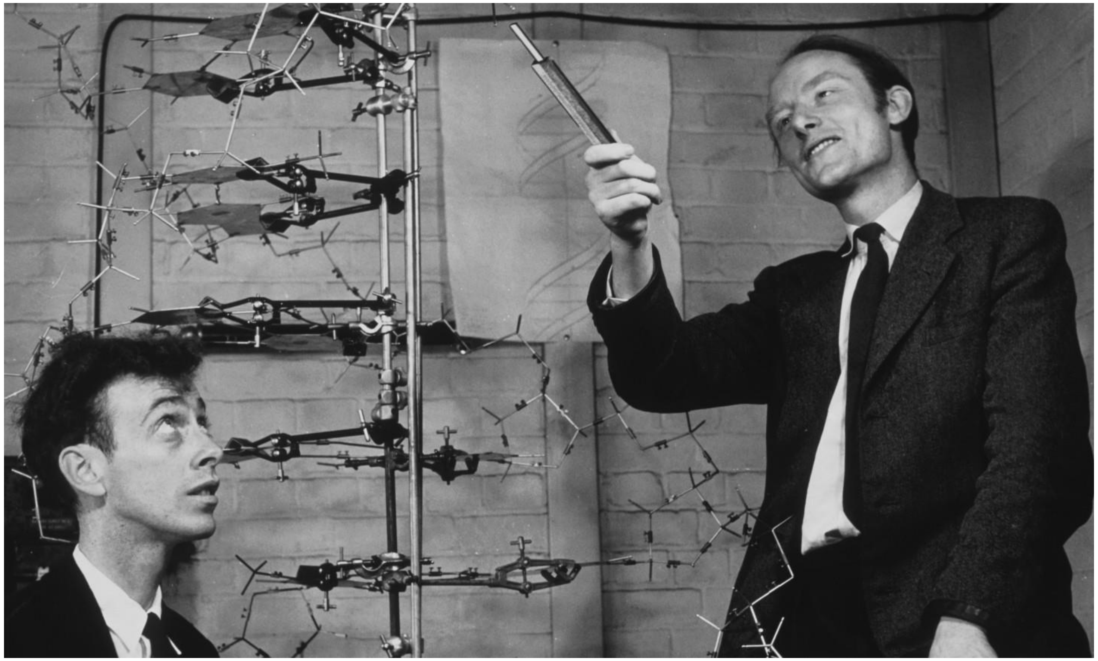
James Dewey Watson (1928 -)

Maurice Hugh Frederick Wilkins (1916-2004)

(a) Rosalind Franklin

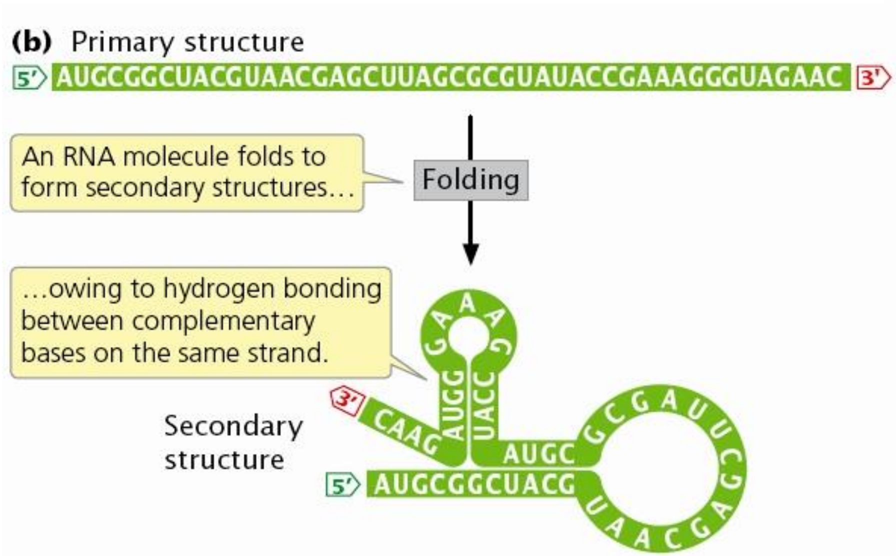


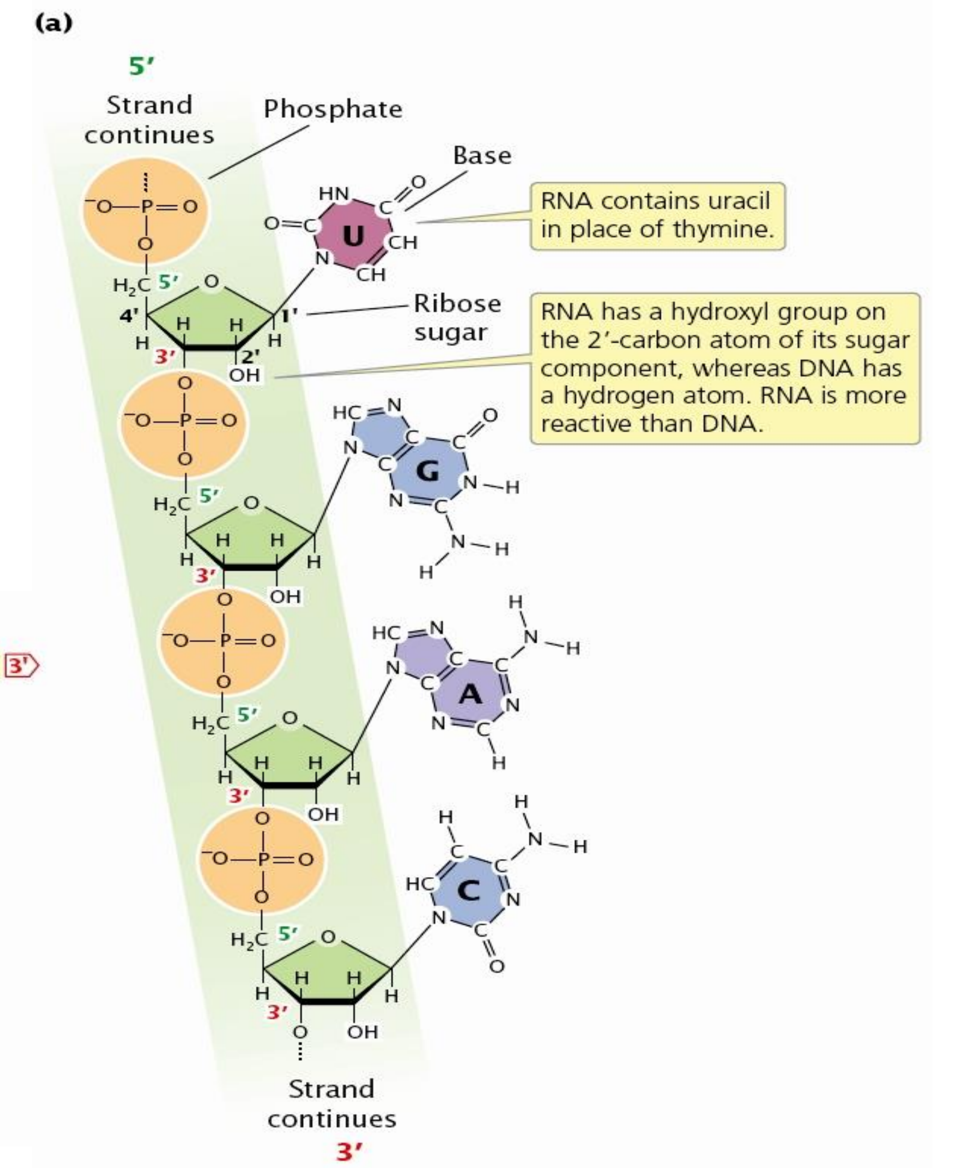
(b) Franklin's X-ray diffraction photograph of DNA



โครงสร้างของ RNA

- ประกอบด้วย polynucleotide 1 สาย
- แต่ละ ribonucleotide ประกอบด้วย
    1. Ribose sugar
    2. Nitrogenous base (A, U, G และ C)
    3. Phosphate group





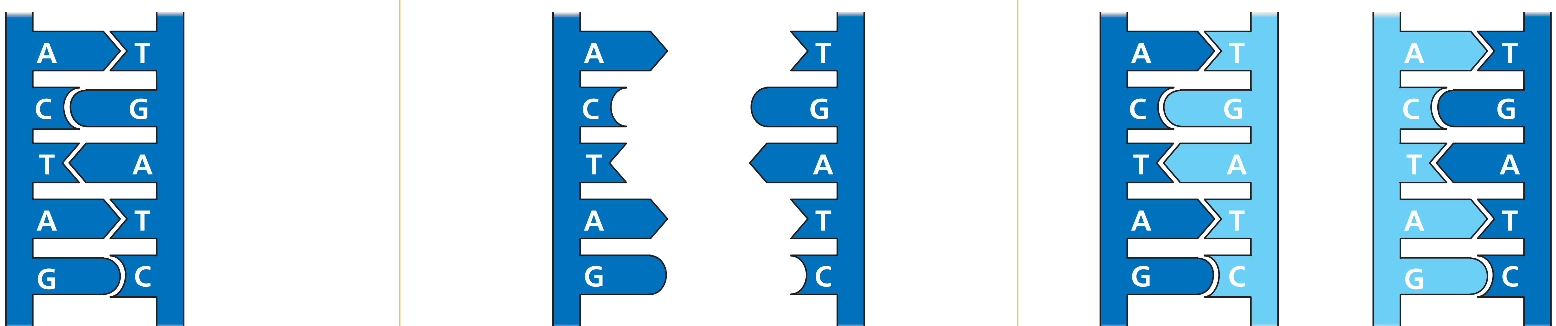
วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพันธุศาสตร์โมเลกุลในประเด็นต่อไปนี้

1. สารพันธุกรรม
    - การทดลองที่ยืนยันว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม
    - คุณสมบัติ หน่วยย่อยของกรดนิวคลีอิก
    - โครงสร้าง DNA และ RNA
2. การจำลองตัวเองของ DNA
    - การจำลองตัวเองแบบกึ่งอนุรักษ์
    - โปรตีนและเอนไซม์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง
3. DNA ทำให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างไร
    - The central dogma
    - กลไก Transcription
    - กลไก Translation
4. การควบคุมการทำงานของยีน (gene regulation)
    - ระดับ DNA
    - ระดับ RNA
    - ระดับ protein

2. การจำลองโมเลกุลของ DNA (DNA replication)

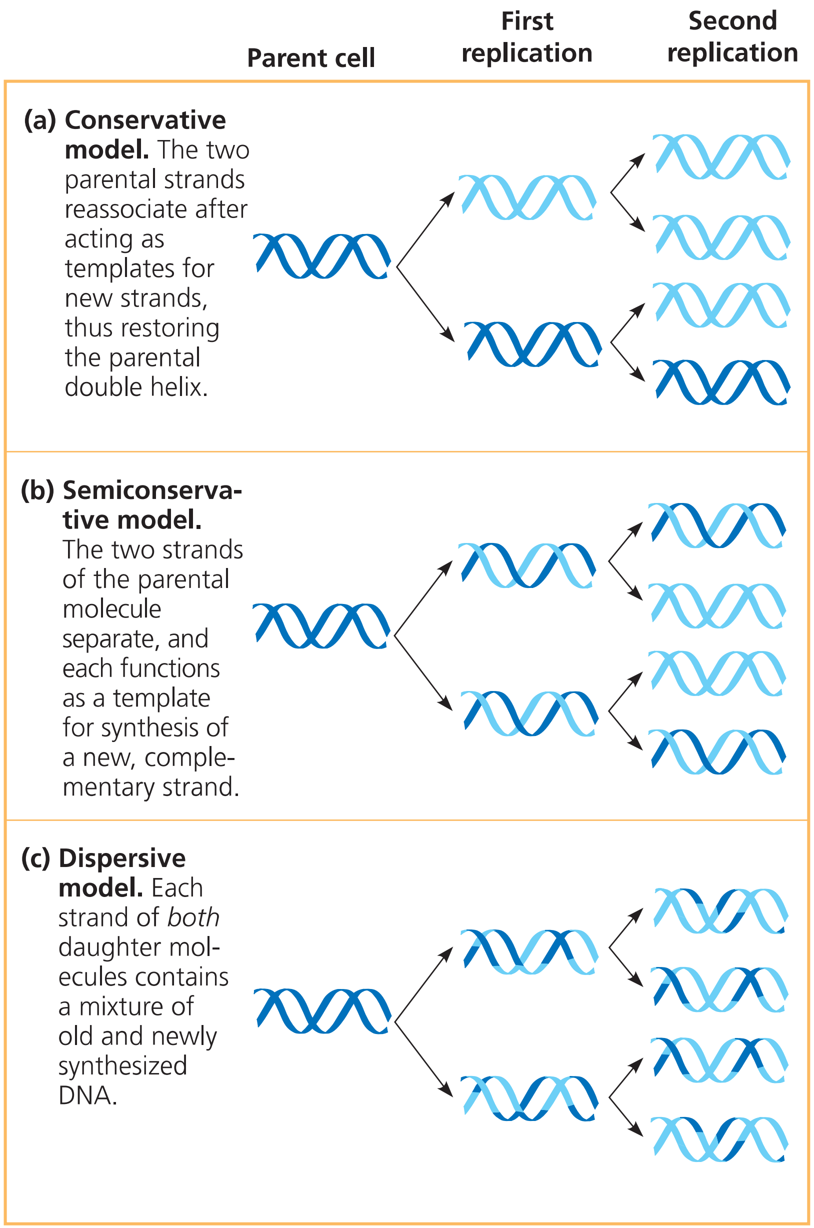
Watson and Crick's model : the semiconservative model



(a) The parental molecule has two complementary strands of DNA. Each base is paired by hydrogen bonding with its specific partner, A with T and G with C.

(b) The first step in replication is separation of the two DNA strands. Each parental strand can now serve as a template that determines the order of nucleotides along a new, complementary strand.

(c) The complementary nucleotides line up and are connected to form the sugar-phosphate backbones of the new strands. Each "daughter" DNA molecule consists of one parental strand (dark blue) and one new strand (light blue).



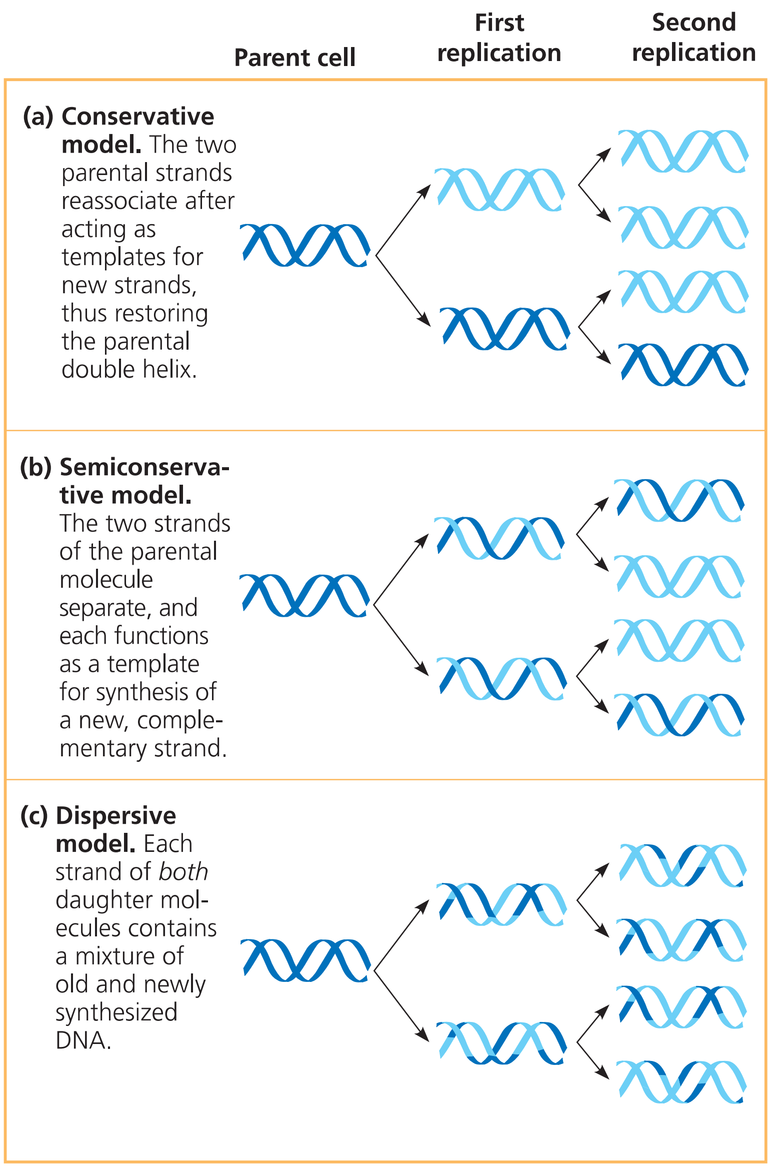
แบบของการจำลองโมเลกุลดีเอ็นเอ

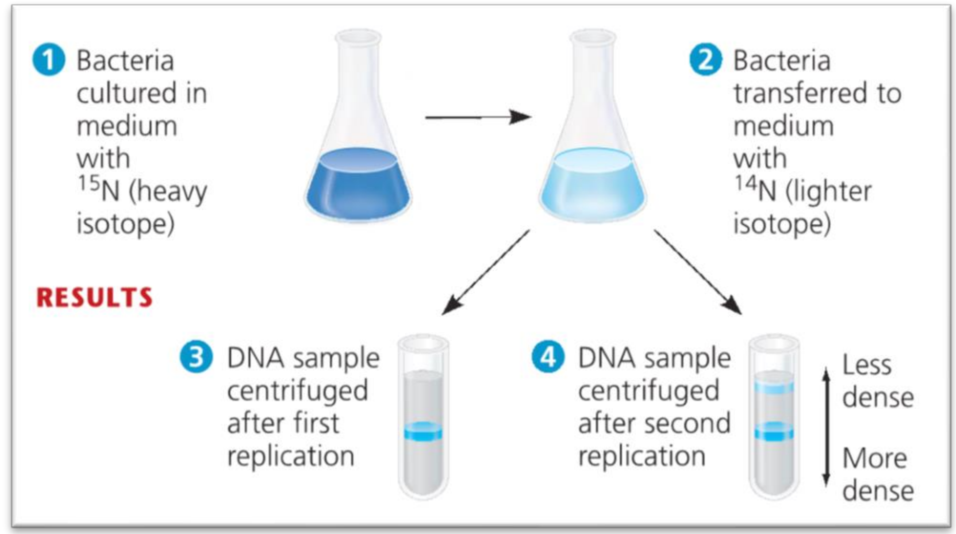
สมมุติฐาน

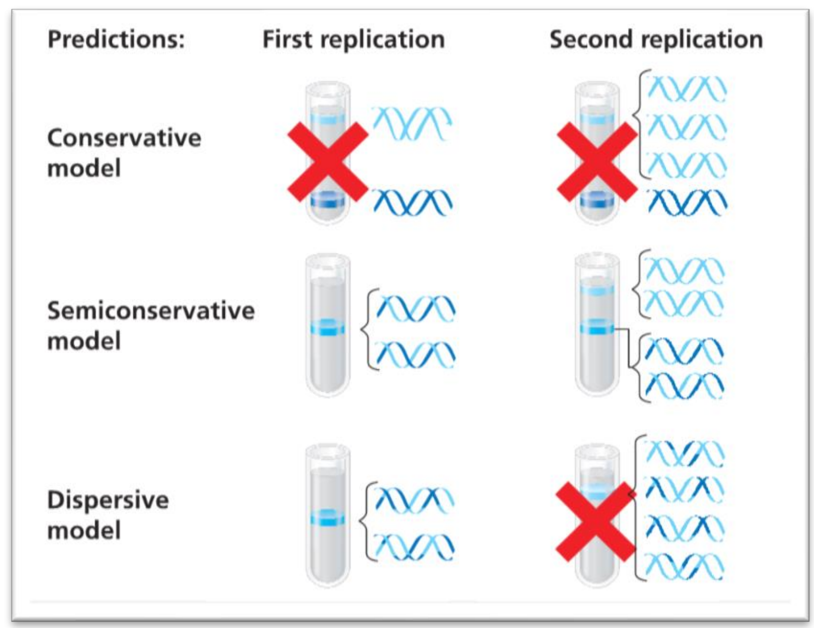
- Conservative model
- Semiconservative model
- Dispersive model

แล้วแบบไหนคือแบบที่ถูกต้อง

การทดลองของ Meselson และ Stahl (1958) สนับสนุนการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์ (semiconservative model)

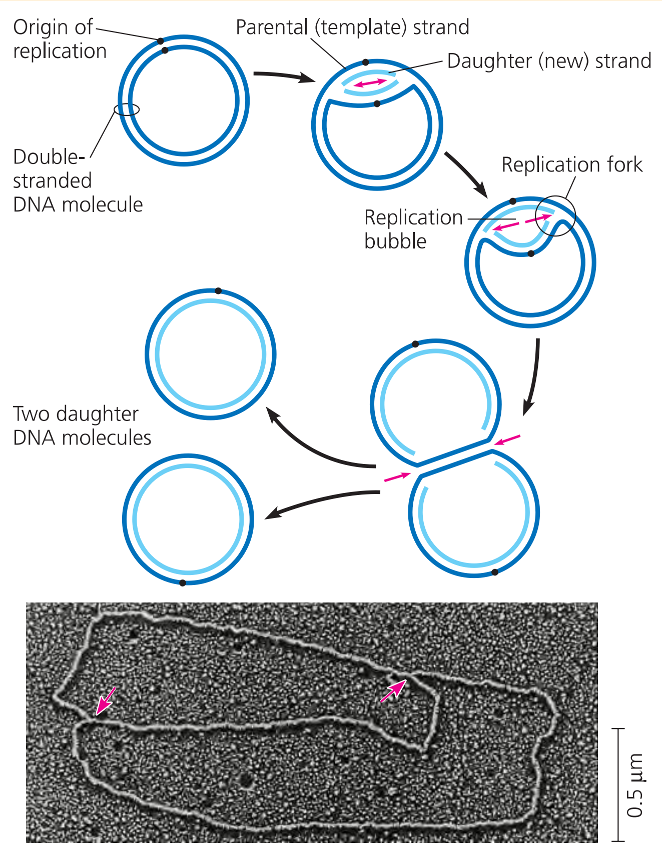




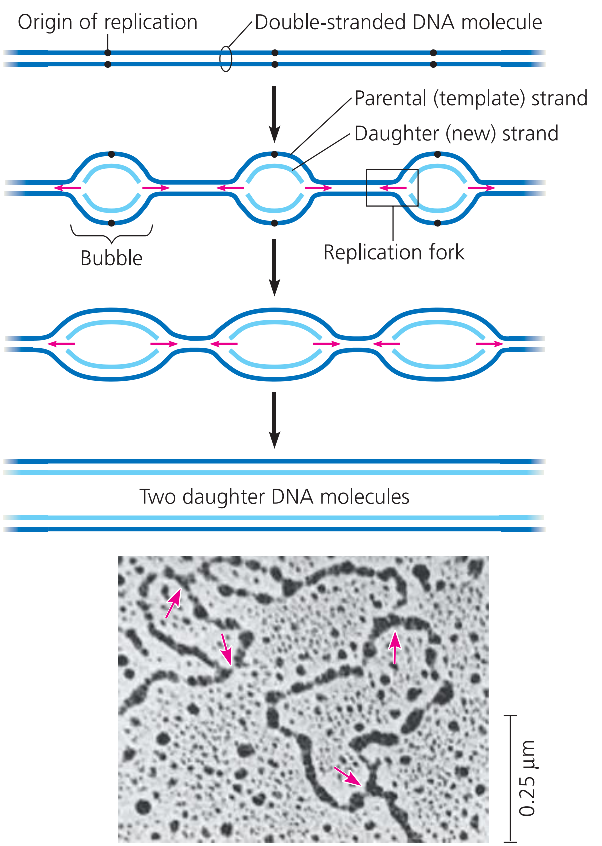


Origin of replication

จุดเริ่มต้นของการจำลองโมเลกุลดีเอ็นเอ (origin of replication) ระหว่างโปรแคริโอตและยูแคริโอตมีความแตกต่างกันอย่างไร



In the circular chromosome of *E. coli* and many other bacteria, only one origin of replication is present. The parental strands separate at the origin, forming a replication bubble with two forks. Replication proceeds in both directions until the forks meet on the other side, resulting in two daughter DNA molecules. The TEM shows a bacterial chromosome with a replication bubble. New and old strands cannot be seen individually in the TEMs.

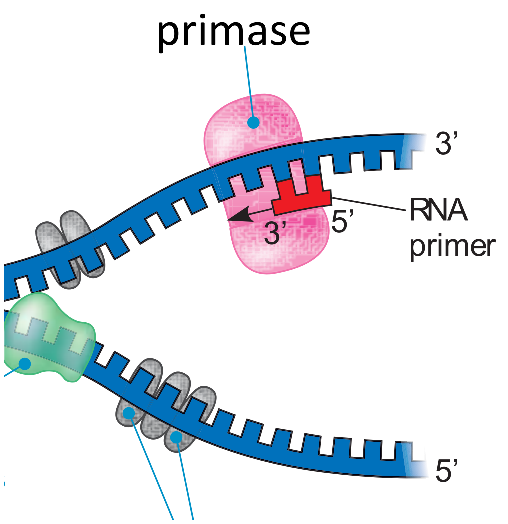


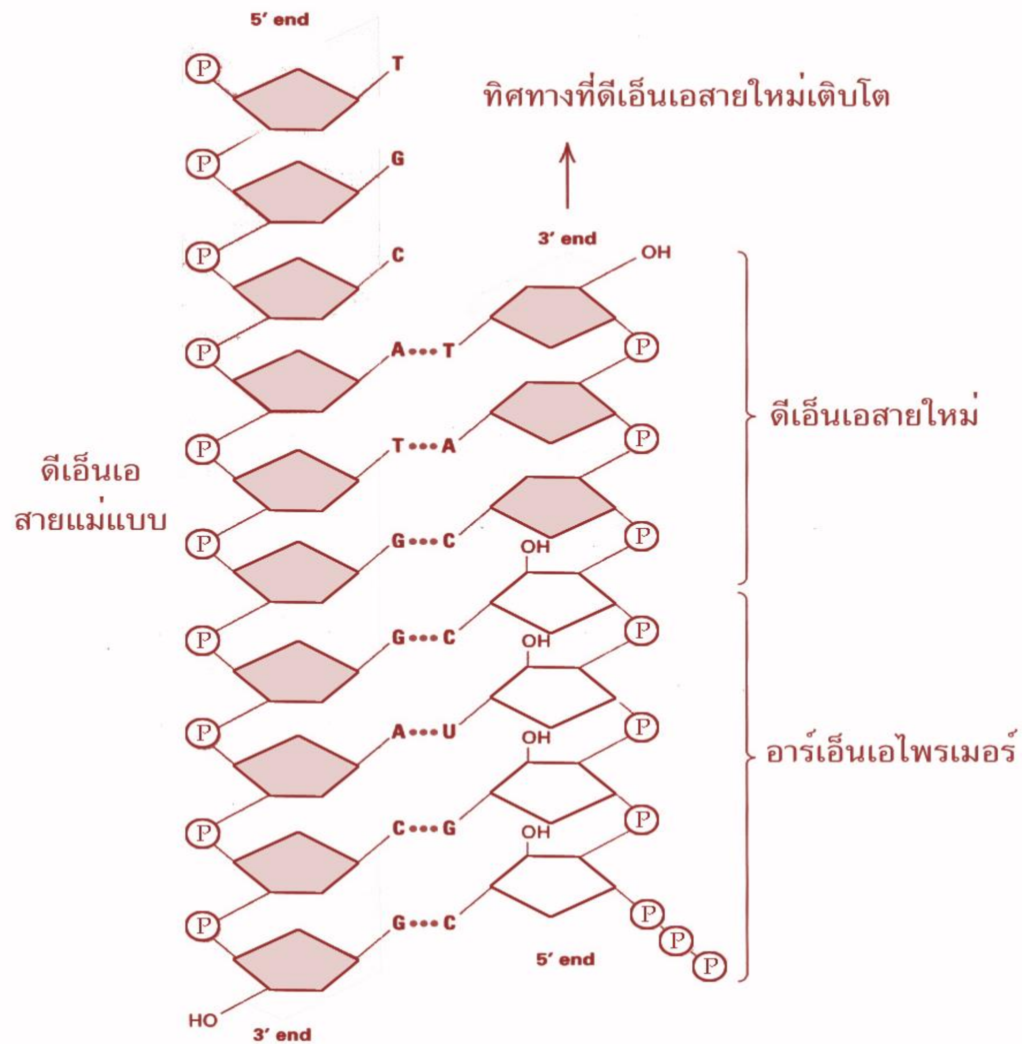
In each linear chromosome of eukaryotes, DNA replication begins when replication bubbles form at many sites along the giant DNA molecule. The bubbles expand as replication proceeds in both directions. Eventually, the bubbles fuse and synthesis of the daughter strands is complete. The TEM shows three replication bubbles along the DNA of a cultured Chinese hamster cell.

DRAW IT *In the TEM in (b), add arrows for the third bubble.*

กลไกการจำลองดีเอ็นเอสายใหม่

- ต้องมี RNA primer
- RNA primer ถูกสร้างโดย RNA primase (prokaryote) หรือ DNA polymerase α (eukaryote)

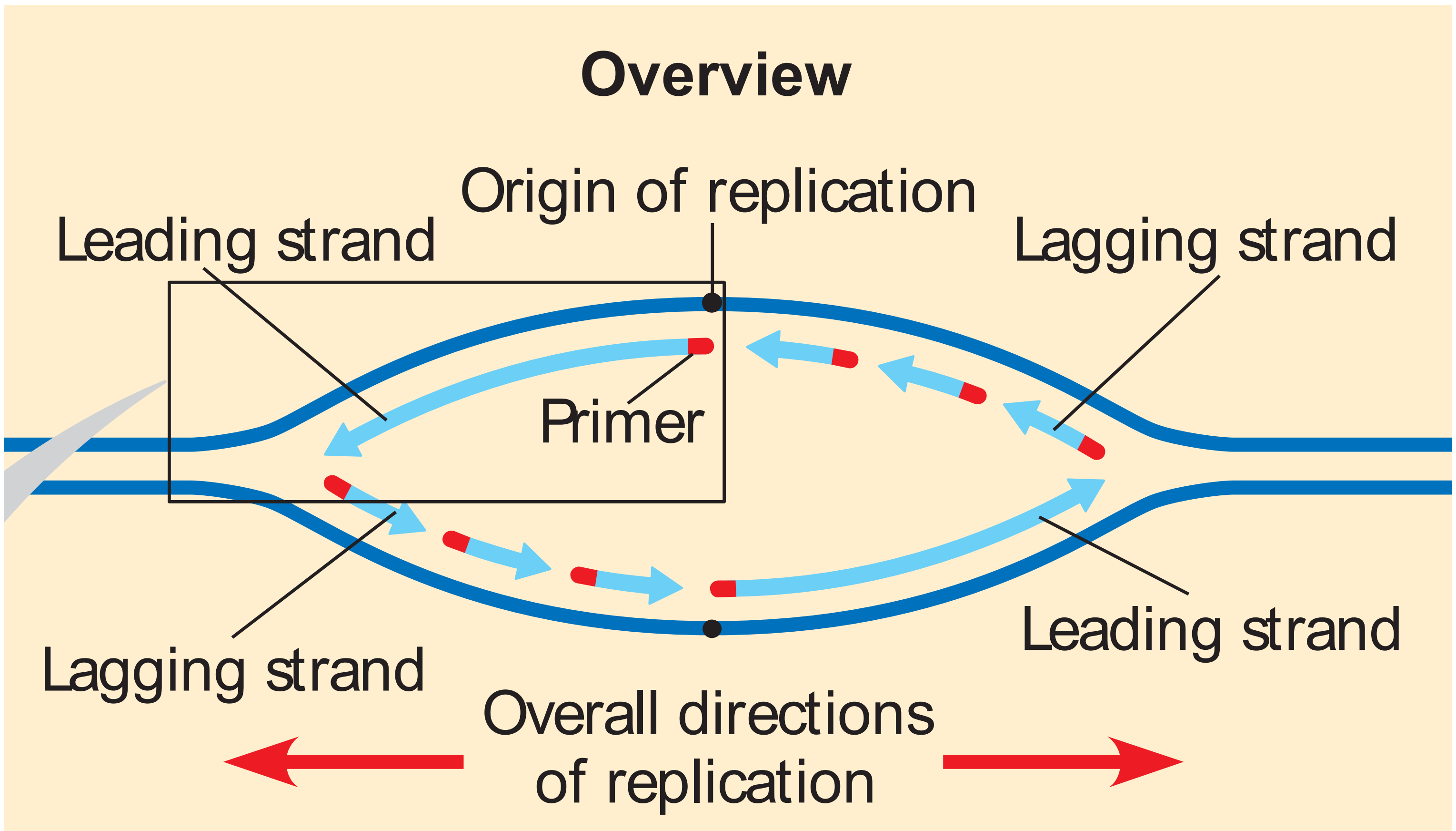




ทิศทางการสังเคราะห์สายใหม่จะเกิดจากด้าน 5’ end ไปด้าน 3’ end เสมอ

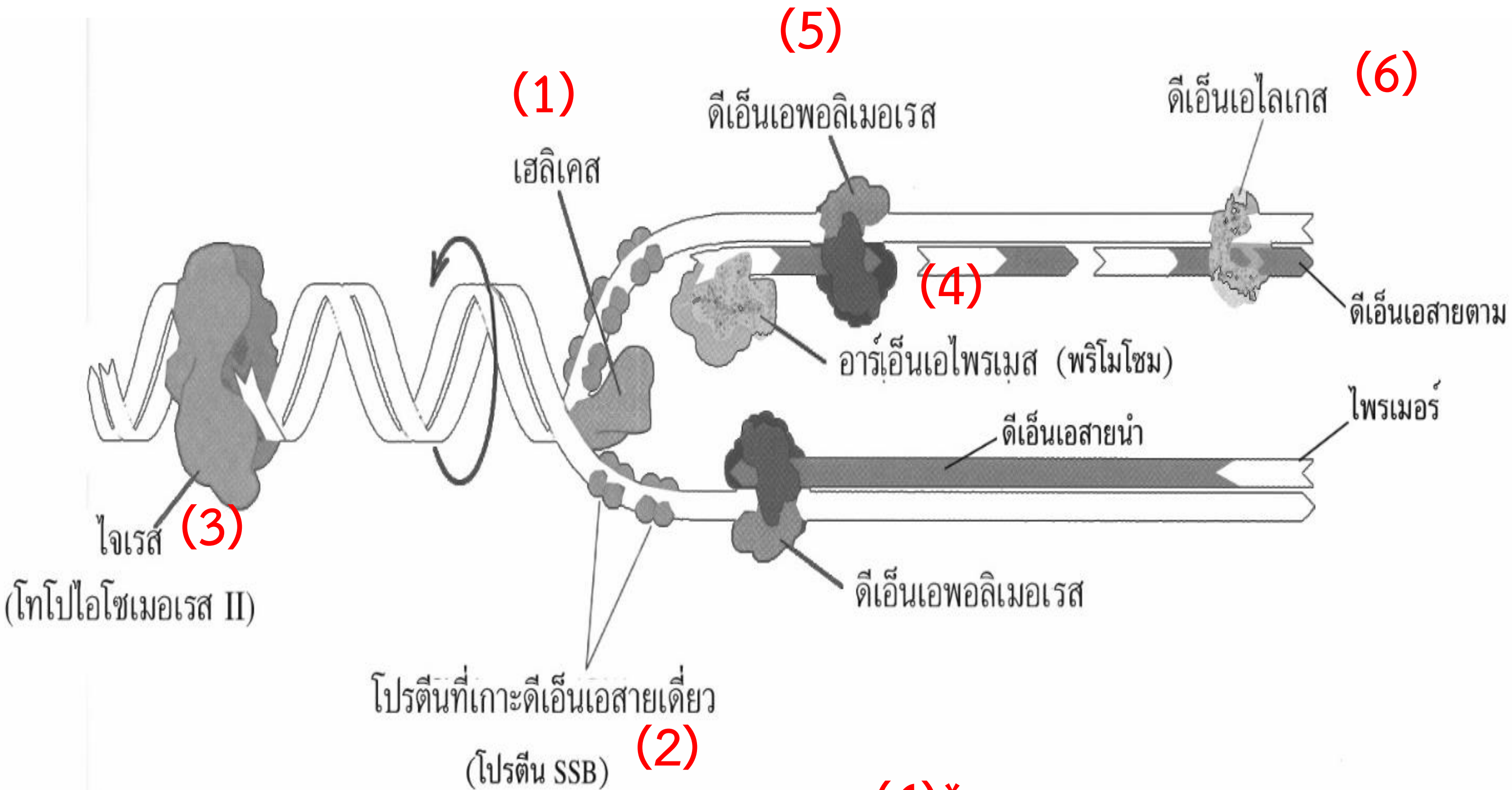
ดีเอ็นเอสายแม่แบบจะมีทิศทางจาก 3’ end ไปด้าน 5’ end เสมอ

การสร้างดีเอ็นเอสายใหม่สองสายจะแตกต่างกัน สายหนึ่งสร้างต่อเนื่องเป็นสายยาว เรียกดีเอ็นเอสายนำ (leading strand) อีกสายไม่สามารถต่อเป็นสายยาวได้ เพราะทิศทางการสร้างสวนทางกับการคลายเกลียวดีเอ็นเอ จึงสร้างเป็นสายสั้นๆ เรียก (lagging strand) หรือเรียกว่า ชิ้นส่วนโอคาซากิ (Okazaki fragment)



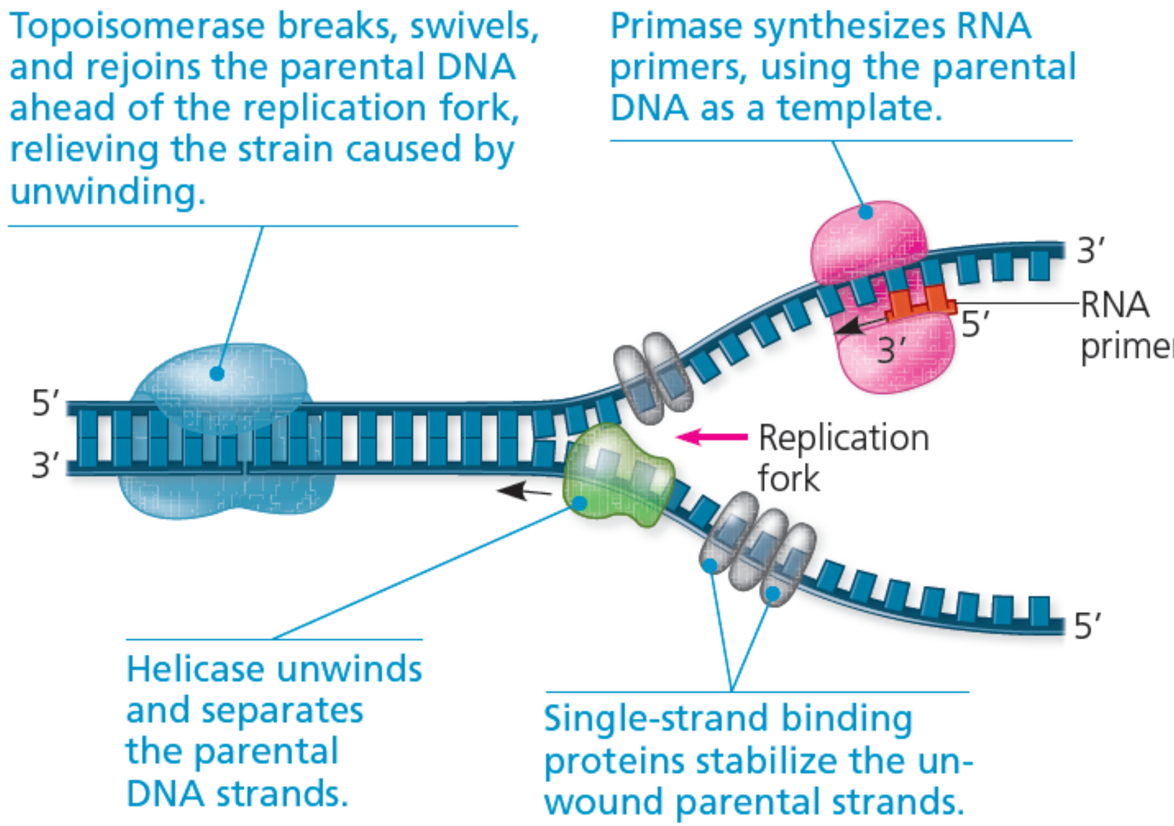
โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการจำลองดีเอ็นเอ

ตำแหน่งที่เกิด DNA replication เรียกว่า replication fork

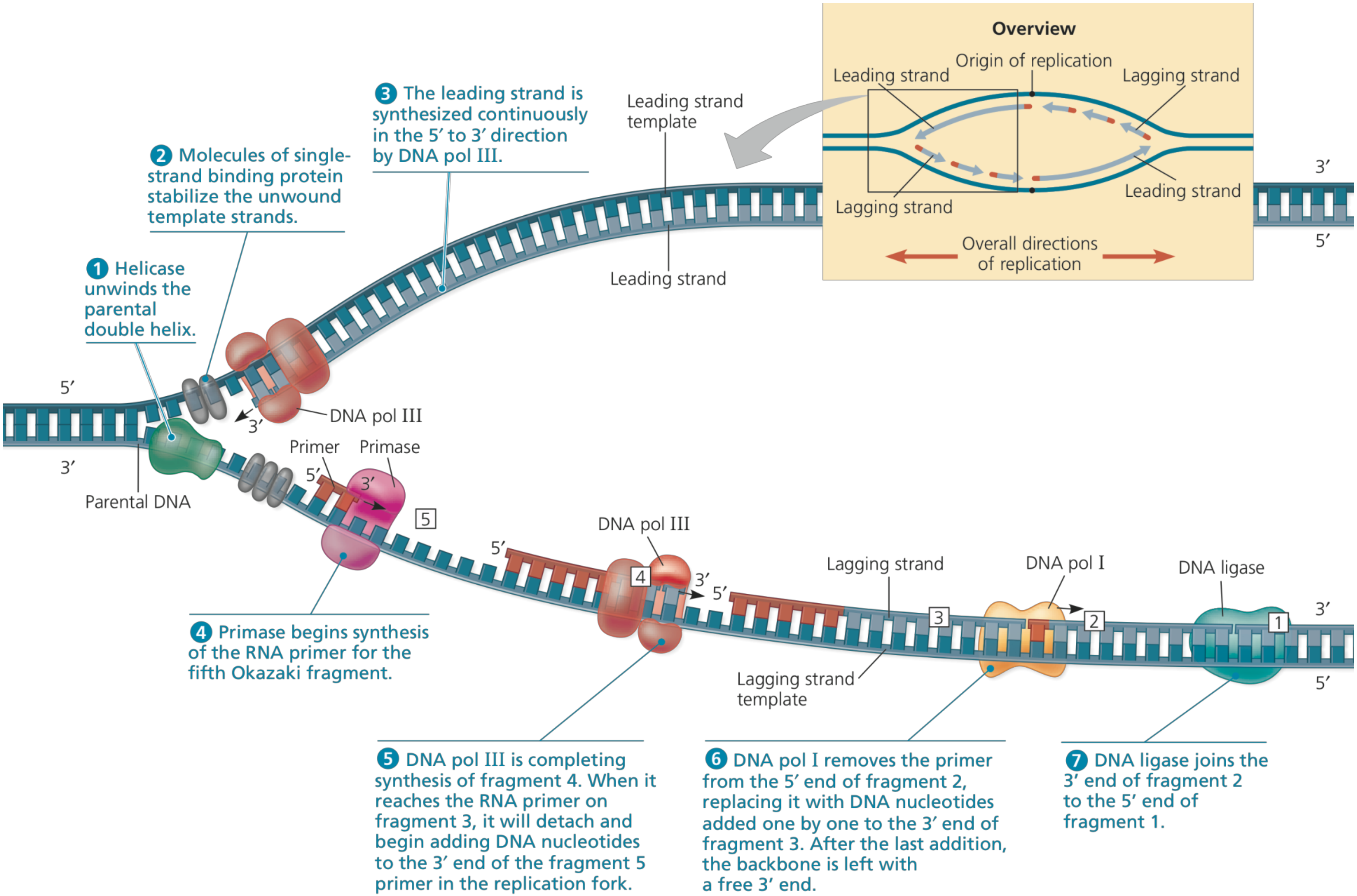


(4)* : prokaryotes → primase

eukaryotes → DNA pol. α



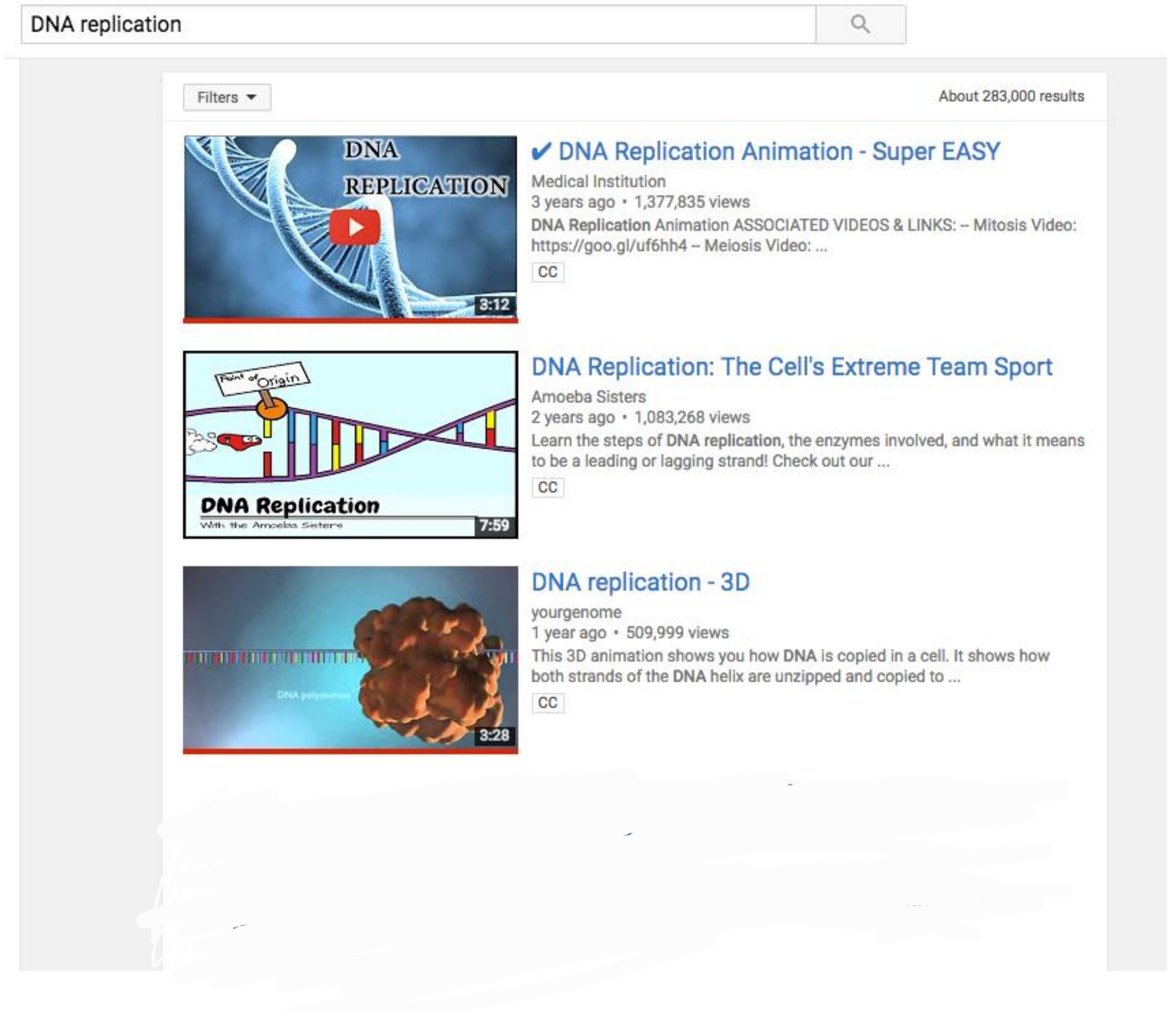
▲ **Figure 16.13 Some of the proteins involved in the initiation of DNA replication.** The same proteins function at both replication forks in a replication bubble. For simplicity, only the left-hand fork is shown, and the DNA bases are drawn much larger in relation to the proteins than they are in reality.


Overview
Origin of replication
Leading strand
Lagging strand
Lagging strand
Leading strand
Overall directions of replication
3 The leading strand is synthesized continuously in the 5′ to 3′ direction by DNA pol III.
Leading strand template
Leading strand
2 Molecules of single-strand binding protein stabilize the unwound template strands.
1 Helicase unwinds the parental double helix.
5′
3′
Parental DNA
DNA pol III
3′
Primer
Primase
5′
3′
5
4 Primase begins synthesis of the RNA primer for the fifth Okazaki fragment.
DNA pol III
5′
4
3′
5′
Lagging strand
3
Lagging strand template
DNA pol I
2
DNA ligase
1
3′
5′
3′
5′
5 DNA pol III is completing synthesis of fragment 4. When it reaches the RNA primer on fragment 3, it will detach and begin adding DNA nucleotides to the 3′ end of the fragment 5 primer in the replication fork.
6 DNA pol I removes the primer from the 5′ end of fragment 2, replacing it with DNA nucleotides added one by one to the 3′ end of fragment 3. After the last addition, the backbone is left with a free 3′ end.
7 DNA ligase joins the 3′ end of fragment 2 to the 5′ end of fragment 1.

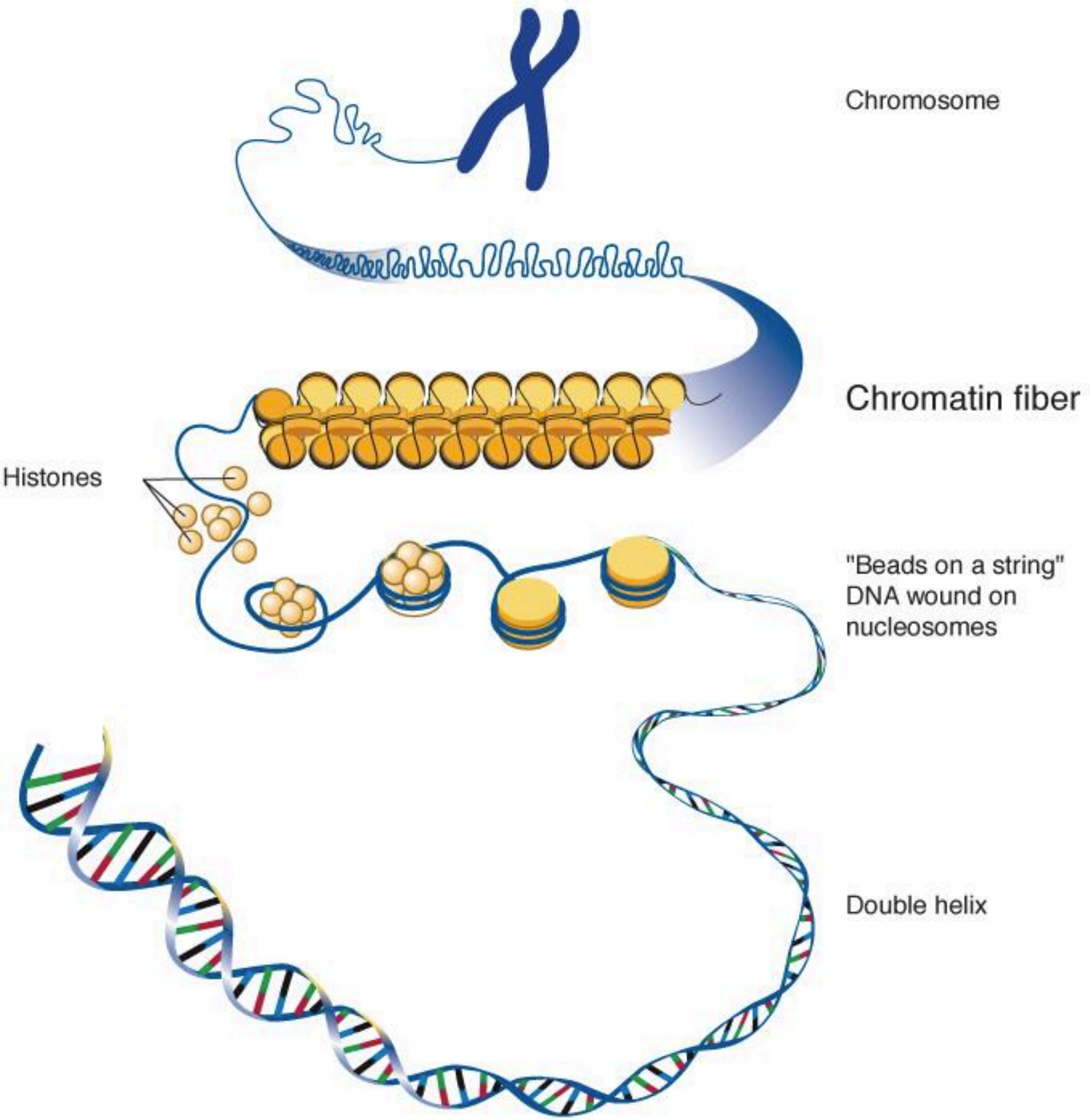
สรุปขั้นตอนการจำลองตัวของดีเอ็นเอ

1. ดีเอ็นเอสายคู่แยกออกจากกันโดยการทำงานของเอนไซม์เฮลิเคส (helicase)
2. Single strand DNA binding protein (SSB) มาเกาะที่ดีเอ็นเอสายเดี่ยวที่แยกจากกันแล้วทั้งสองสาย เพื่อป้องกันไม่ให้ดีเอ็นเอที่แยกจากกันพันกลับเข้าที่เดิม
3. เมื่อสายดีเอ็นเอแม่แบบสองสายโป่งตัวแยกจากกัน จะทำให้เกลียวดีเอ็นเอที่ปลายสุดของโป่งยิ่งขดเกลียวแน่นขึ้น เอนไซม์โทโปไอโซเมอเรส (topoisomerase) จะทำหน้าที่คลายปมเหนือจุดแยกโดยใช้วิธีตัดสายดีเอ็นเอสายหนึ่งเพื่อคลายเกลียวแล้วต่อกลับเข้ากันใหม่
4. มีการใช้เอนไซม์ไพรเมส (primase) สังเคราะห์อาร์เอ็นเอสายสั้นๆเรียกว่า RNA primer ซึ่งมีเบสคู่สมกับดีเอ็นเอแม่แบบมาเกาะกับสายดีเอ็นเอตรงบริเวณจุดเริ่มต้นในการสังเคราะห์สายใหม่
5. ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส (DNA polymerase) จะนำนิวคลีโอไทด์ไตรฟอสเฟต (dATP dGTP dCTP หรือ dTTP) เข้ามาต่อกับอาร์เอ็นเอไพรเมอร์ด้าน 3’ ตามลำดับเบสคู่สมในดีเอ็นเอสายแม่แบบ

เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ นักศึกษาสามารถเข้าไปดูคลิปวิดีโอในยูทูป โดยค้นหาคำว่า DNA replication จะช่วยให้เห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น



การขดตัวของดีเอ็นเอเป็นแท่งโครโมโซม



วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพันธุศาสตร์โมเลกุลในประเด็นต่อไปนี้

1. สารพันธุกรรม
   - การทดลองที่ยืนยันว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม
   - คุณสมบัติ หน่วยย่อยของกรดนิวคลีอิก
   - โครงสร้าง DNA และ RNA

2. การจำลองตัวเองของ DNA
   - การจำลองตัวเองแบบกึ่งอนุรักษ์
   - โปรตีนและเอนไซม์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง

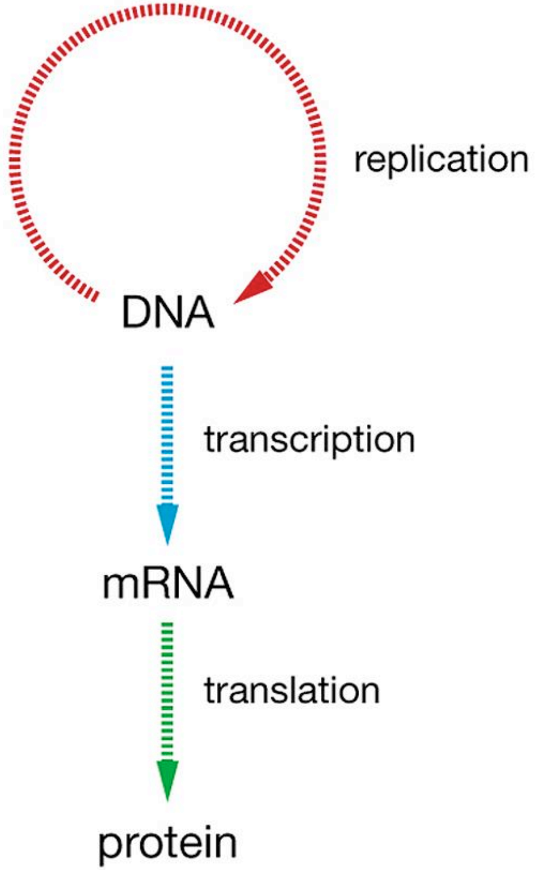
3. DNA ทำให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างไร
   - The central dogma
   - กลไก Transcription
   - กลไก Translation

4. การควบคุมการทำงานของยีน (gene regulation)
   - ระดับ DNA
   - ระดับ RNA
   - ระดับ protein

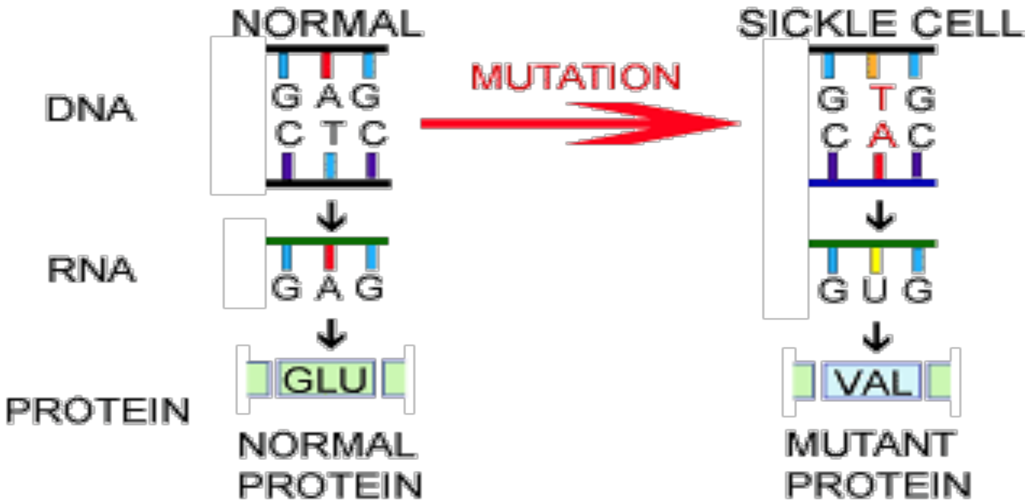
3. DNA ทำให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างไร

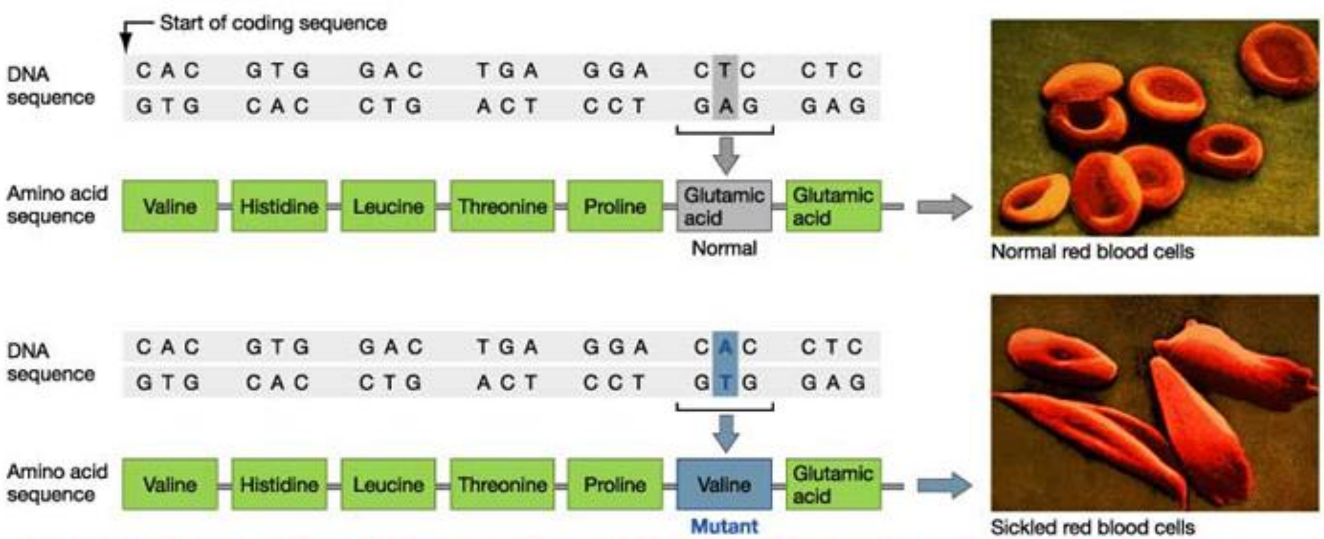
- DNA เป็นเพียงแค่ที่เก็บข้อมูล
- ข้อมูลเหล่านี้ท้ายที่สุดจะต้องถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน

"The central dogma"



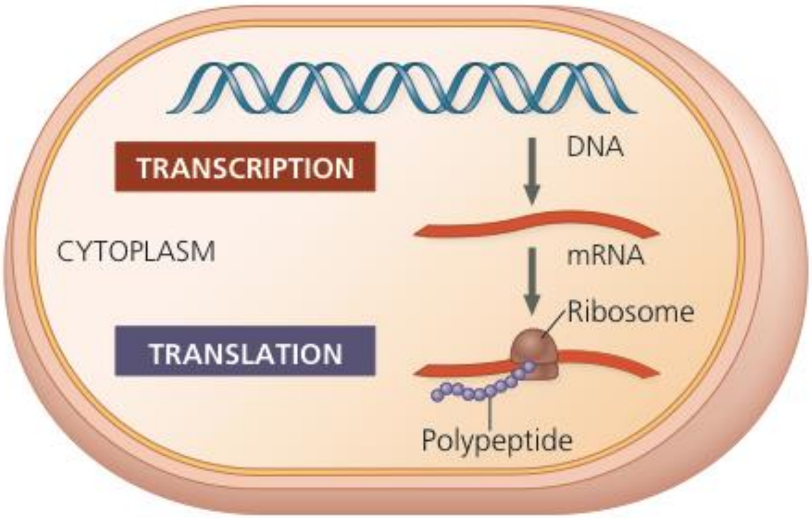
ตัวอย่างความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงในคนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ (sickle cell anemia)



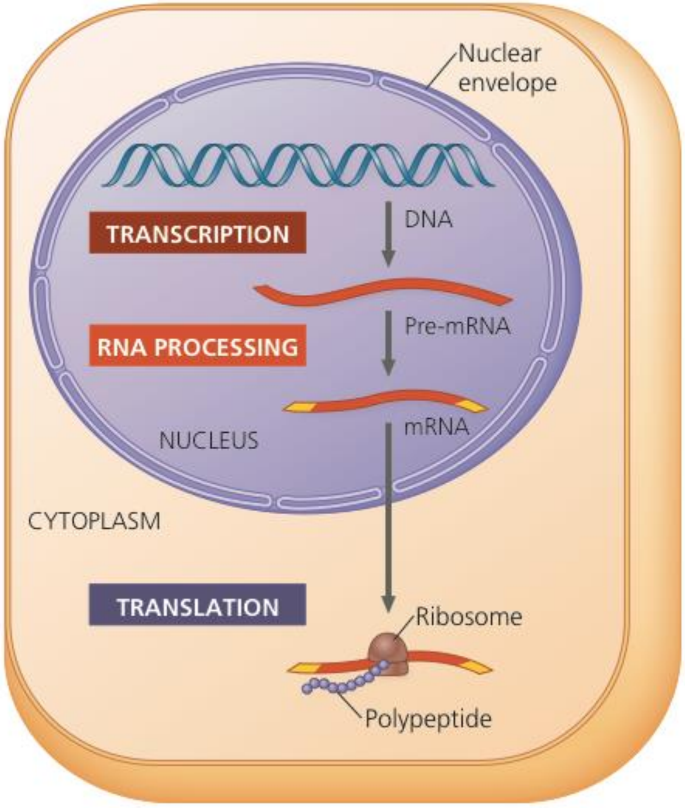


The change in amino acid sequence causes hemoglobin molecules to crystallize when oxygen levels in the blood are low. As a result, red blood cells sickle and get stuck in small blood vessels.

ความแตกต่างของการเกิด transcription และ translation ระหว่างโพรแคริโอตและยูแคริโอต



(a) Bacterial cell. In a bacterial cell, which lacks a nucleus, mRNA produced by transcription is immediately translated without additional processing.

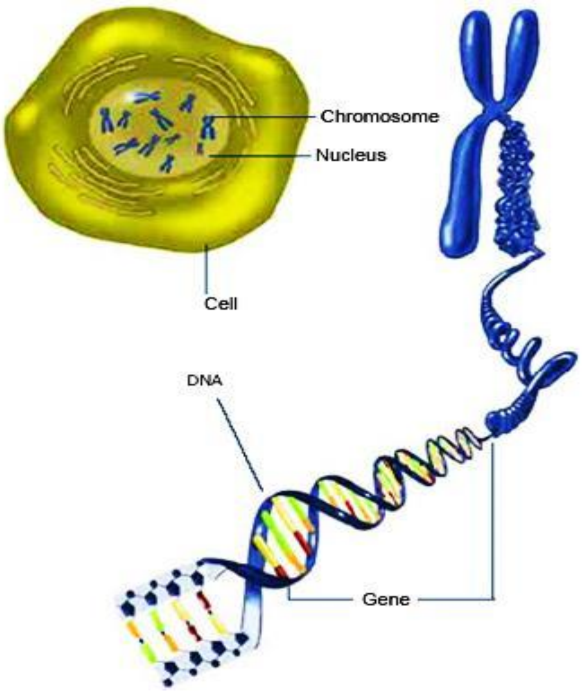


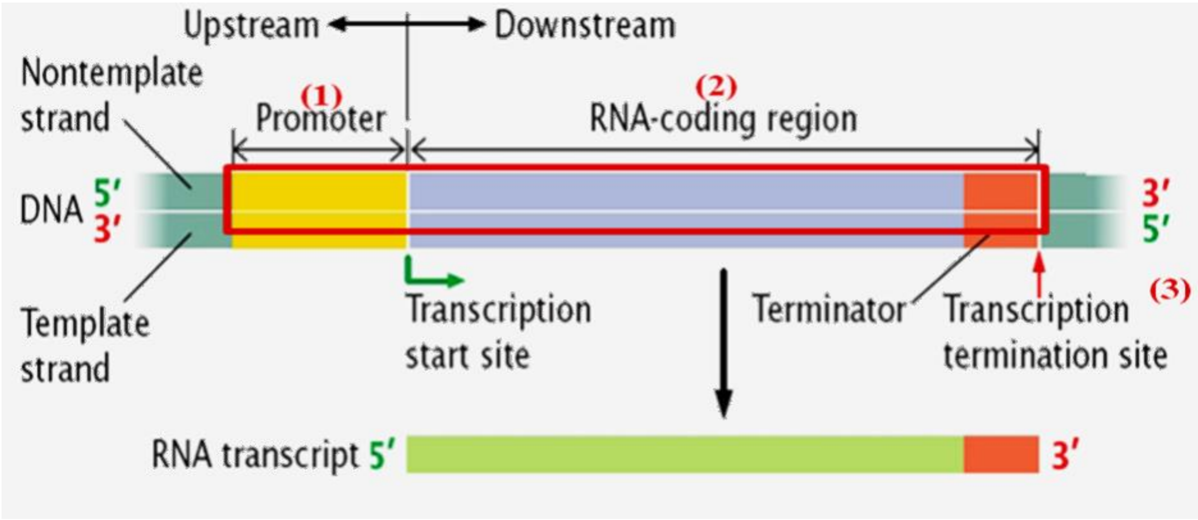
(b) Eukaryotic cell. The nucleus provides a separate compartment for transcription. The original RNA transcript, called pre-mRNA, is processed in various ways before leaving the nucleus as mRNA.

การถอดรหัสจากดีเอ็นเอไปเป็นเมสเซนเจอร์อาร์เอ็นเอ (mRNA)

การถอดรหัส หรือ transcription

หมายถึง กระบวนการสังเคราะห์ RNA ที่มีการใช้ลำดับเบสจาก DNA ในบริเวณที่เป็นยีน เป็นแม่แบบ (template หรือ สาย antisense strand)

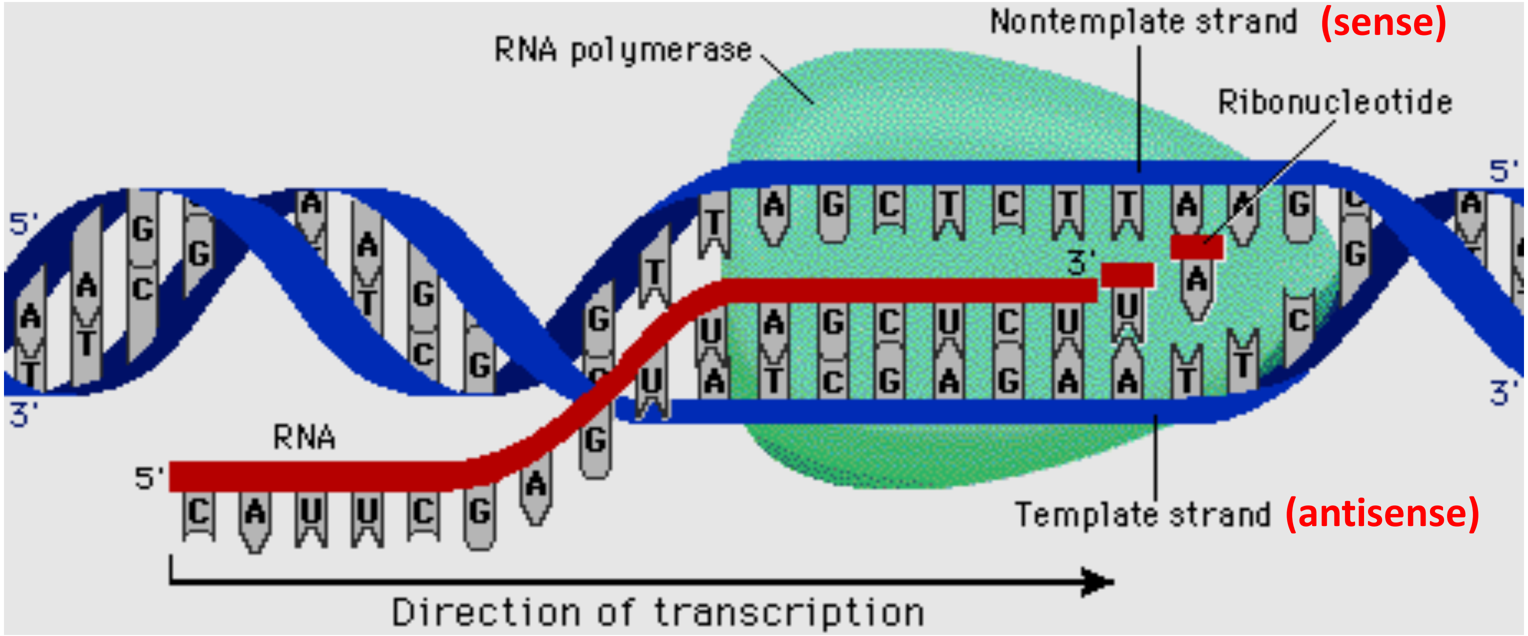




ยีน มีองค์ประกอบหลักคือ promoter, RNA coding region และ terminator

หัวใจหลักของ transcription

- การสังเคราะห์ RNA อาศัยเอนไซม์ RNA polymerase เข้าจับที่ promoter
- สังเคราะห์ในทิศทาง 5’ ไปยัง 3’
- สาย DNA แม่แบบ (template strand) คือสาย antisense (3’→5’)
- ลำดับเบสของสาย RNA ที่ถูกสร้าง จะเหมือนกับสาย coding strand (nontemplate strand หรือ sense strand)



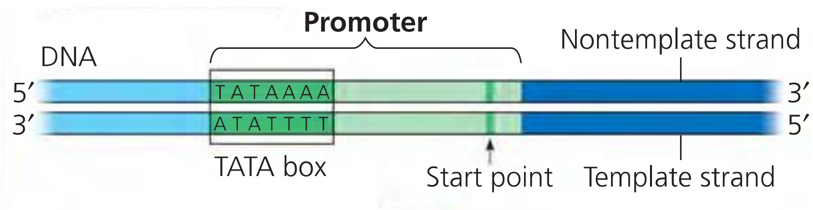
กระบวนการ Transcription

1. Initiation

2. Elongation

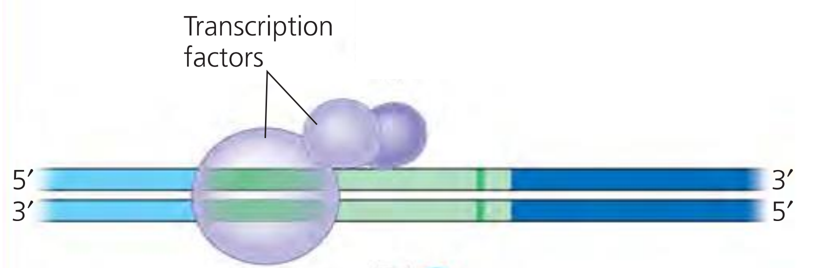
3. Termination

Transcription

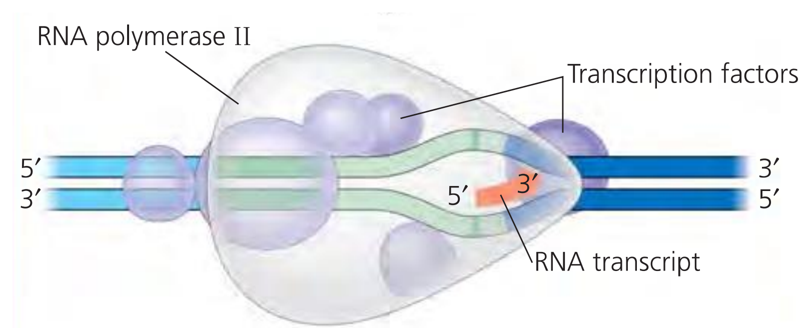


1. Initiation

RNA polymerase ไปจับที่ promoter ตรงตำแหน่ง TATA box จากนั้นจึงเลื่อนไปยัง RNA coding region เริ่มกระบวนการ transcription

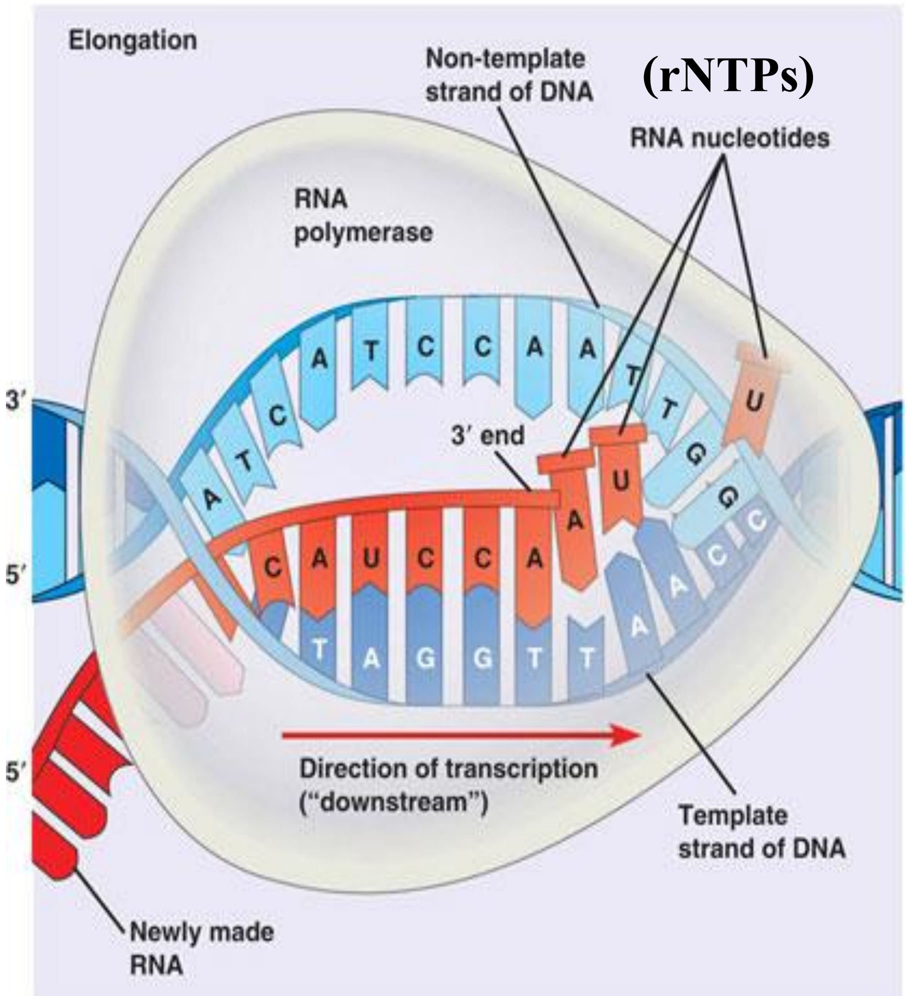


ในยูแคริโอตจะมีกลุ่มโปรตีนที่เรียกว่า transcription factor มาจับกับ RNA polymerase ด้วย



Transcription initiation complex

Transcription

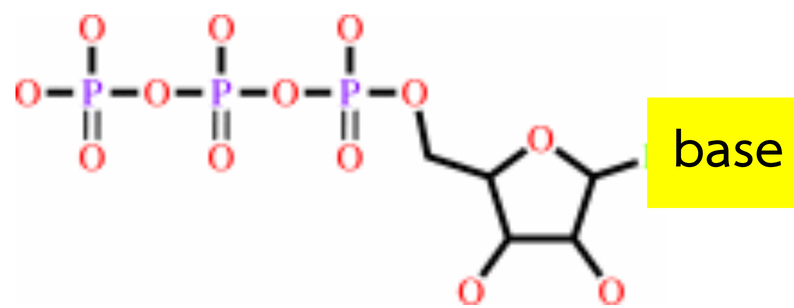


2. Elongation

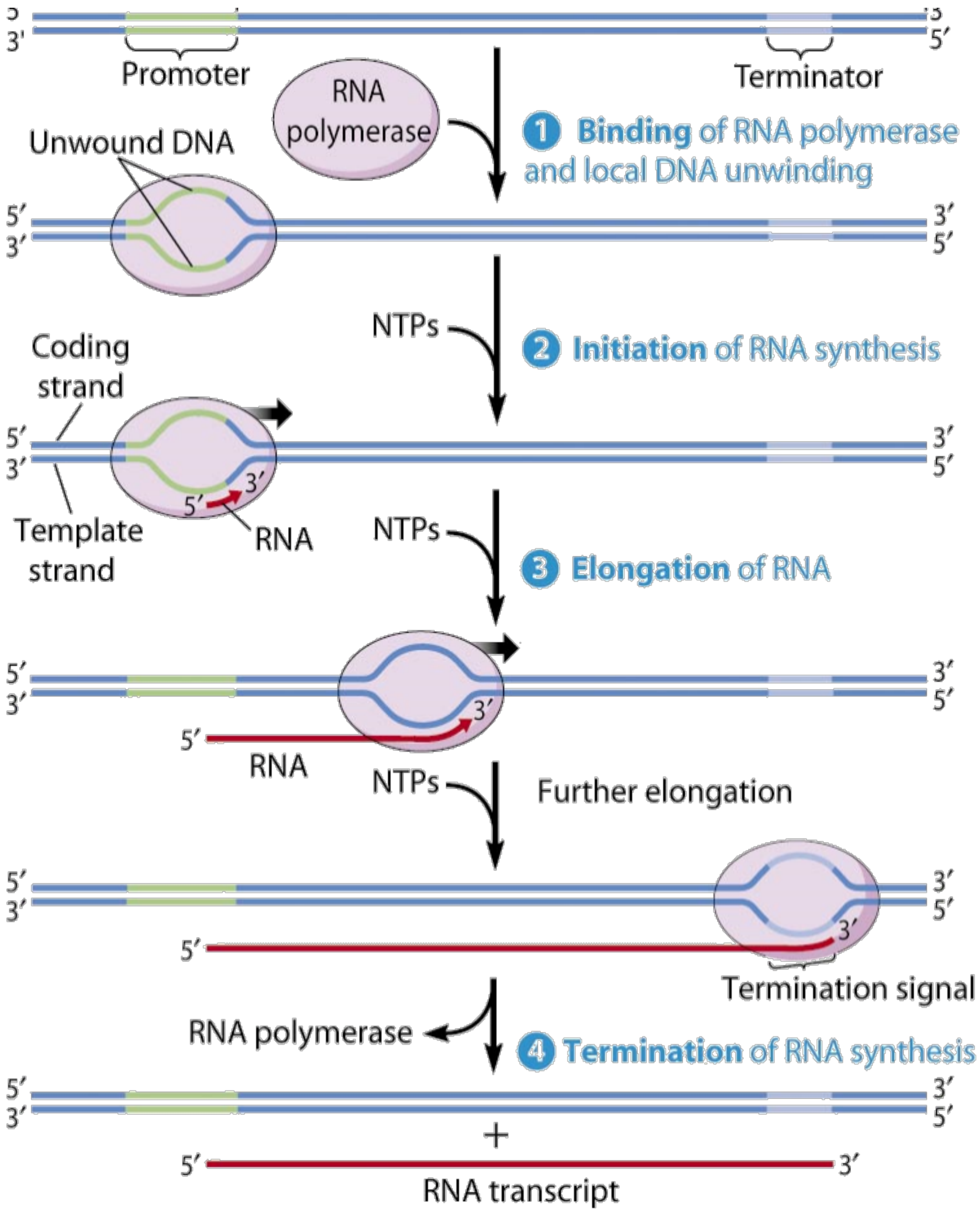
การสังเคราะห์ RNA เกิดจากการทำงานของ RNA polymerase

$$RNA_n + rNTP \rightarrow RNA_{n+1} + PPi$$

rNTPs (ribonucleoside triphosphate)
Complementary base กับ template



Transcription

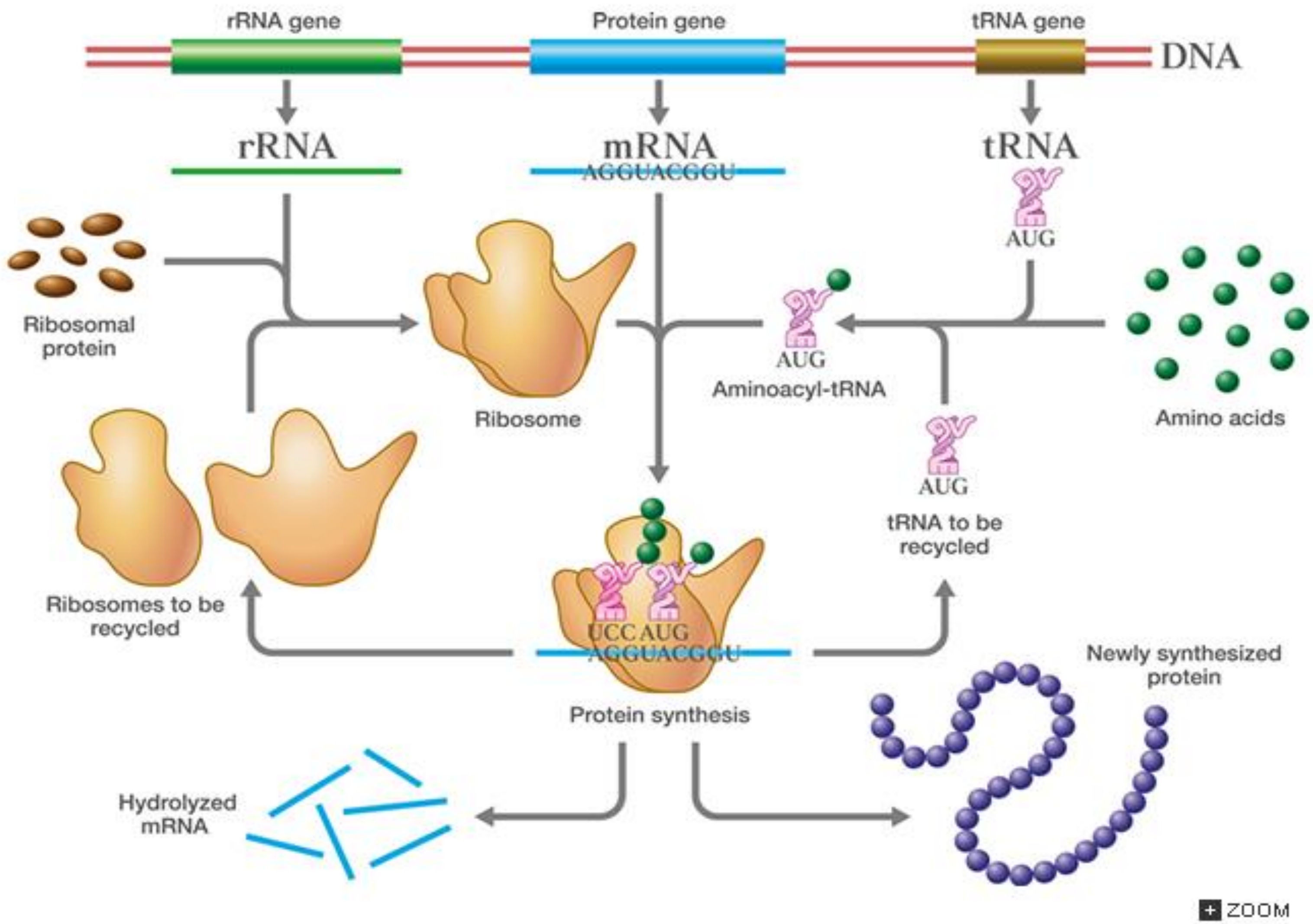


3. Termination

- RNA polymerase สังเคราะห์ RNA ไปเรื่อยๆจะกระทั่งเจอรหัสหยุดที่เรียกว่า terminator บนสายดีเอ็นเอแม่แบบ
- RNA polymerase หลุดออก สิ้นสุดการสร้างสาย RNA

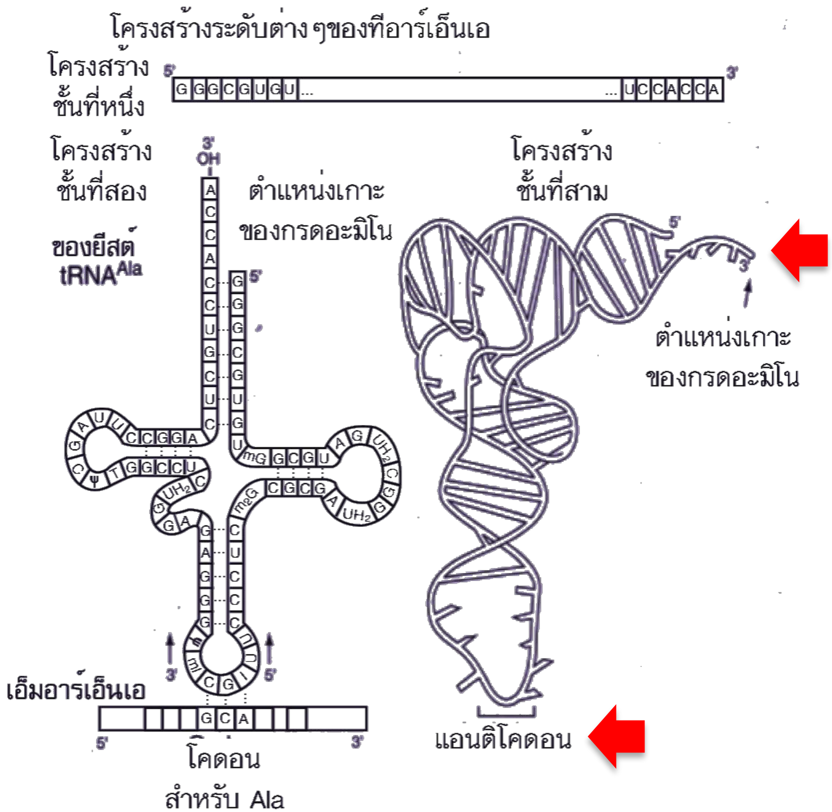
ชนิดของ RNA ที่ได้จาก transcription

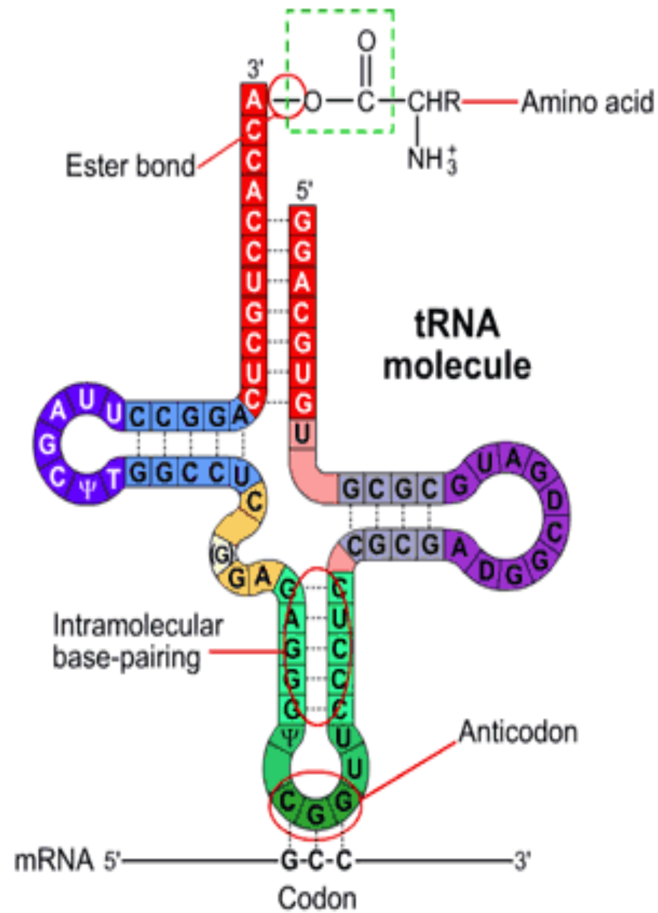
1. Ribosomal RNA (rRNA) 2. Messenger RNA (mRNA) 3. Transfer RNA (tRNA)



1. tRNA

- เล็กสุดในบรรดา RNA มีขนาดประมาณ 73-93 นิวคลีโอไทด์
- ทำงานในกระบวนการ translation
- มีปลายด้าน 3’ เป็นตำแหน่งเกาะของกรดอะมิโน
- มีลำดับเบสสามตัว เรียก anticodon ที่จับกับเบสคู่สมบน RNA

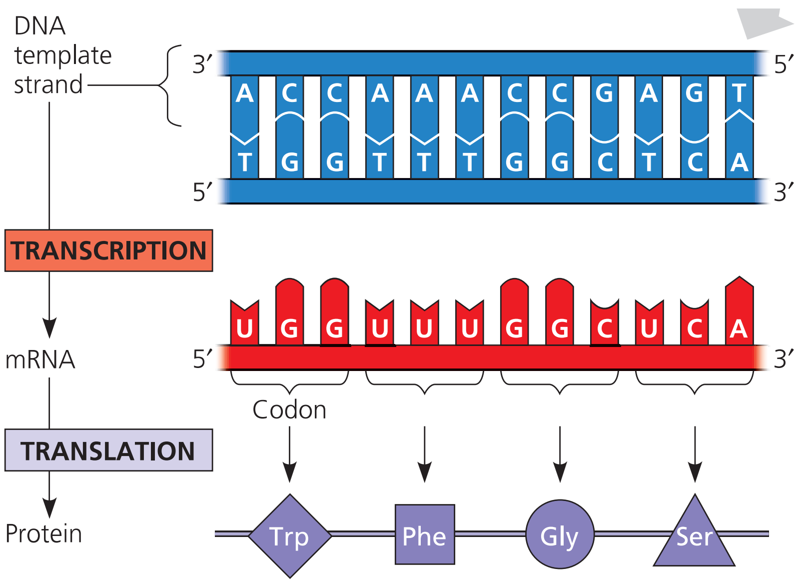




ที่มา : Hartwell *et al.*, 2008.

2. mRNA

- เป็นสายเดี่ยว ขนาดขึ้นอยู่กับยีน
- นำข้อมูลพันธุกรรมมาจากยีนในลักษณะของ Genetic code ในรูปของ Codon ที่ประกอบด้วยเบส 3 ตัวเรียงต่อกัน

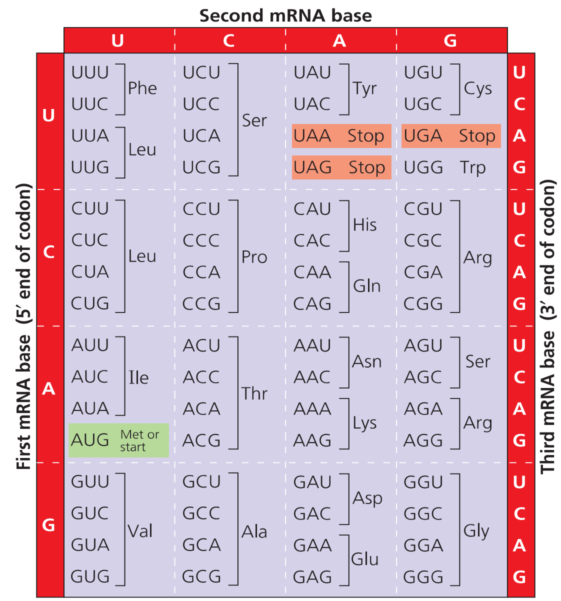


Second mRNA base

First mRNA base (5′ end of codon)	U	C	A	G	Third mRNA base (3′ end of codon)
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC	UCC	UAC	UGC	C
	UUA Leu	UCA	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG	UCG	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC	CCC	CAC	CGC	C
	CUA	CCA	CAA Gln	CGA	A
	CUG	CCG	CAG	CGG	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC	ACC	AAC	AGC	C
	AUA	ACA	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met or start	ACG	AAG	AGG	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC	GCC	GAC	GGC	C
	GUA	GCA	GAA Glu	GGA	A
	GUG	GCG	GAG	GGG	G

ลักษณะทั่วไปของ genetic code

1. มีลักษณะเป็น ribonucleotide sequences
2. แต่ละรหัสประกอบด้วย ribonucleotide 3 หน่วย เรียกว่า triplet code
3. แต่ละรหัสกำหนดกรดอะมิโน 1 ชนิด
4. รหัสพันธุกรรมมีลักษณะเป็น degenerate code (กรดอะมิโนบางชนิด อาจมีรหัสได้มากกว่า 1 รหัส)
5. มี start codon และ stop codons
6. อ่านต่อเนื่องไม่มีการเว้นวรรค หรือกระโดดข้าม
7. ไม่มีการซ้อนทับ (non overlapping)
8. เป็นรหัสที่พบใน virus prokaryotes และ eukaryotes

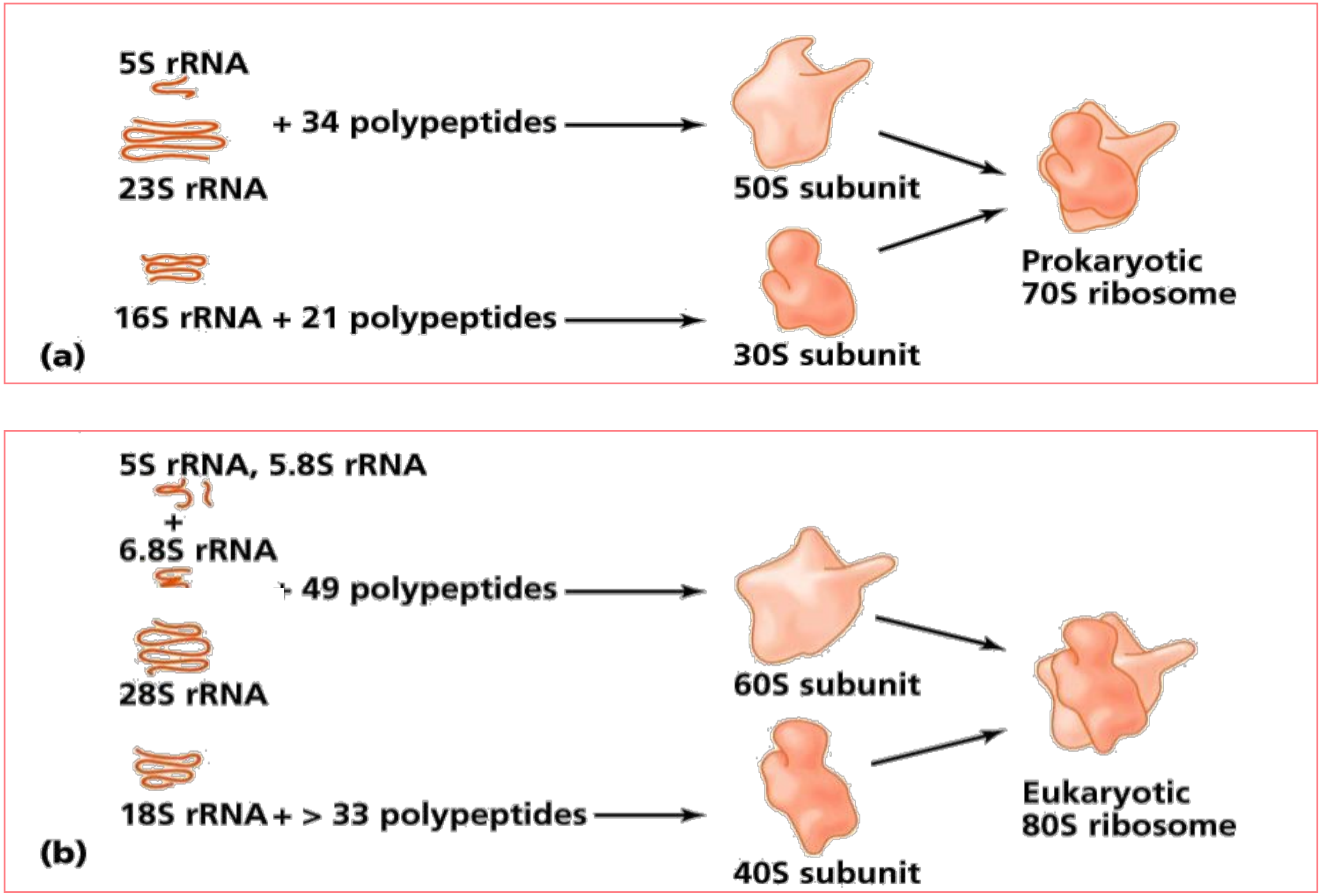


3. rRNA

มีหลายขนาด ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของไรโบโซม

Prokaryote

Eukaryote



S = Svedberg Unit

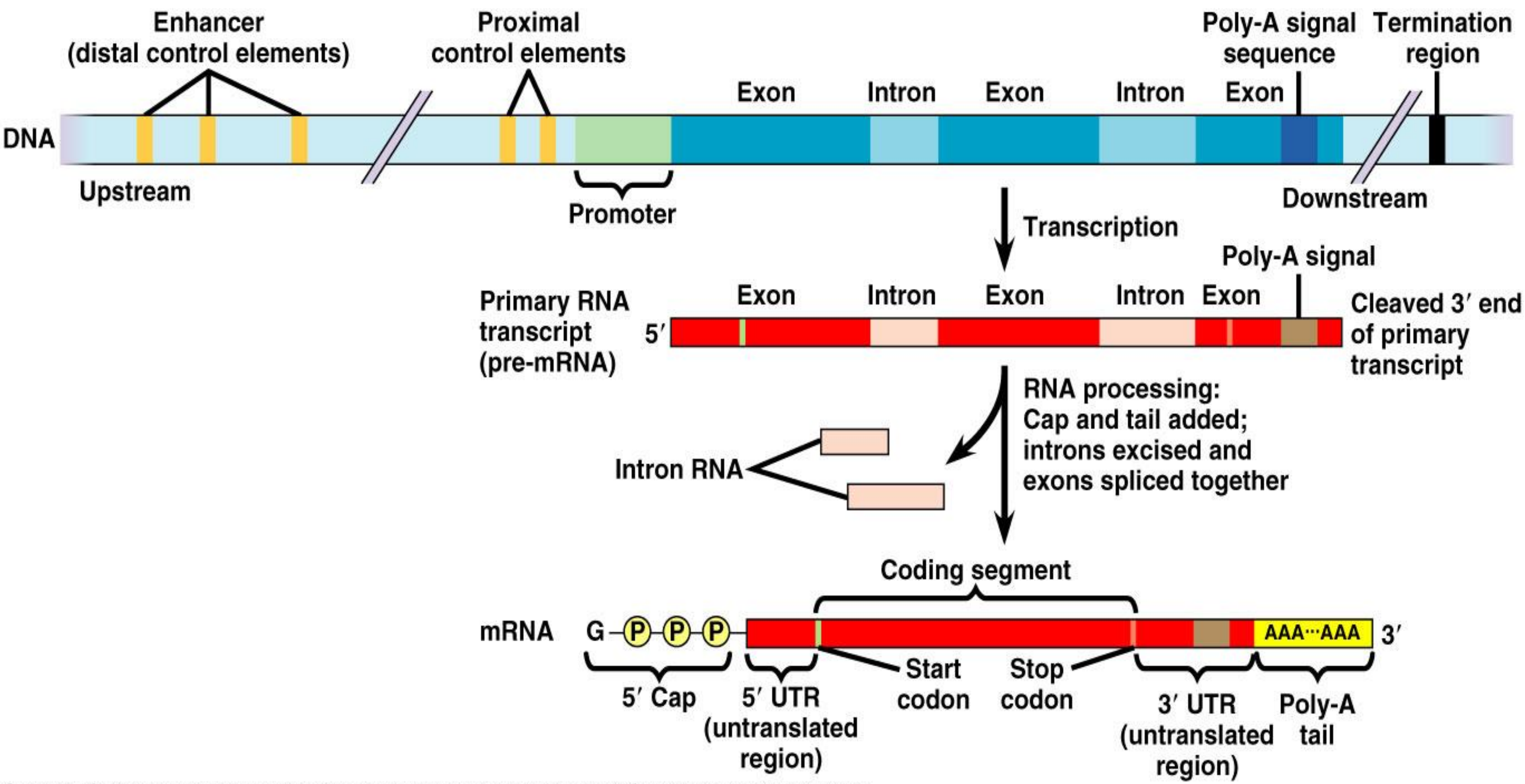
ที่มา : Snustad and Simmons, 2006.

กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายหลังการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ (RNA processing) ในยูแคริโอต

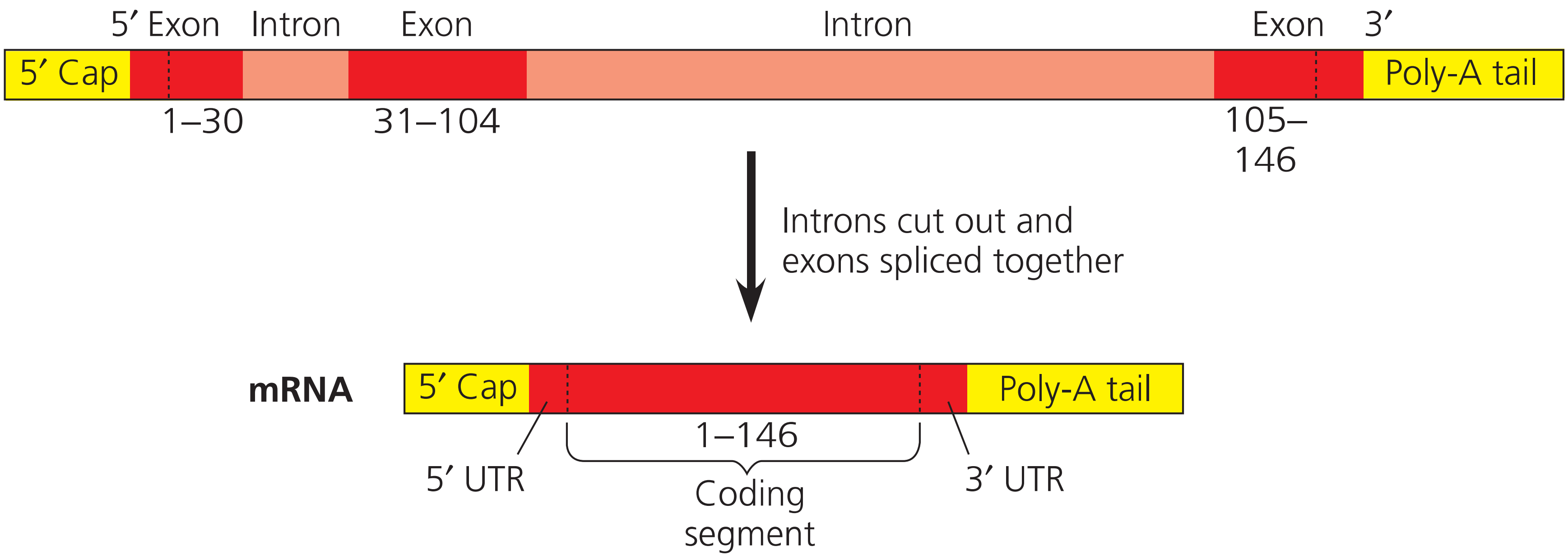
เกิดใน mRNA ของ eukaryote

1. การตัด intron และต่อ exon
2. การเติม 5’ cap (ใส่หมวก)
3. การเติม poly A tail (ต่อหาง)

RNA processing

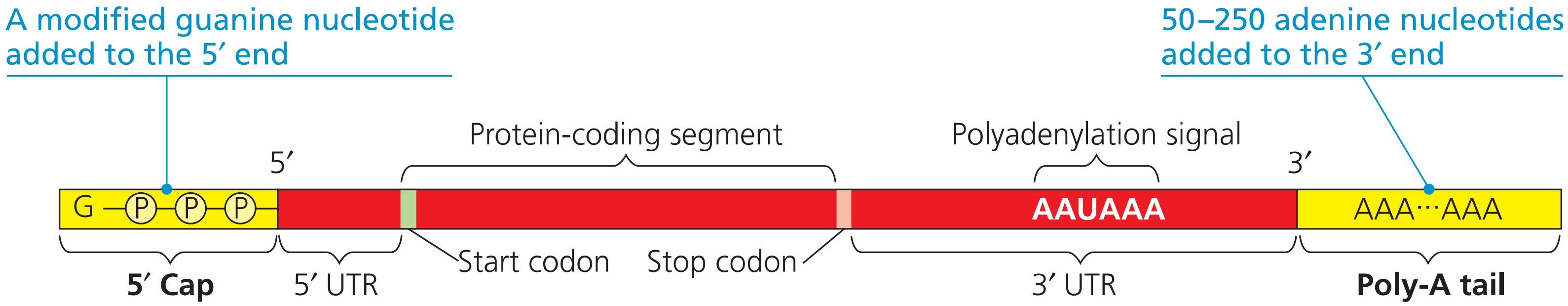


1. การตัด intron และต่อ exon



2. การเติม 5’cap

- เป็นการเติมนิวคลีโอไทด์เพิ่มอีกหนึ่งหน่วยที่ปลาย 5’ ของ mRNA
- นิวคลีโอไทด์ตัวนี้เป็น 7-methyl gaunosine triphosphate

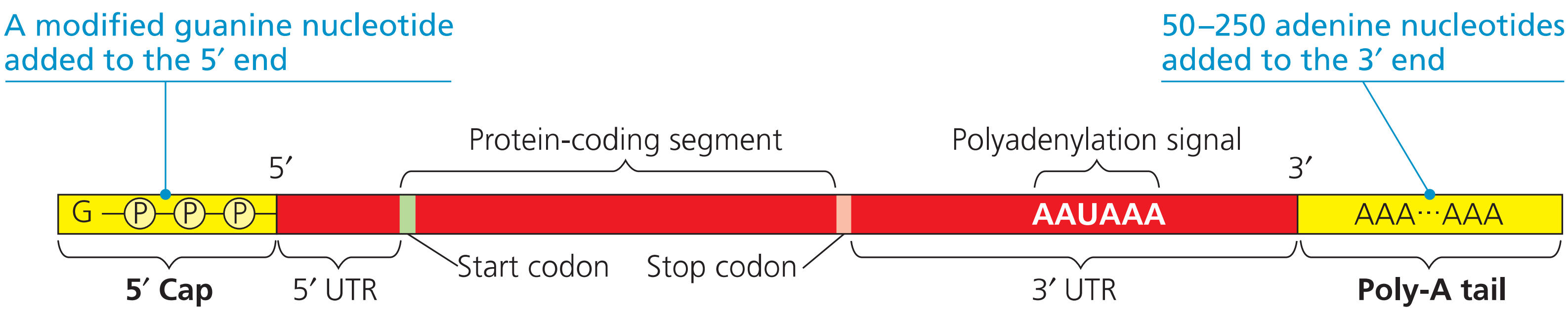


ทำไมต้องเติม 5’cap

- ช่วยเพิ่มความเสถียรของ mRNA
- เป็นตำแหน่งจดจำของโปรตีนบางตัวที่ทำงานในการ translation
- มีส่วนในกระบวนการตัด intron

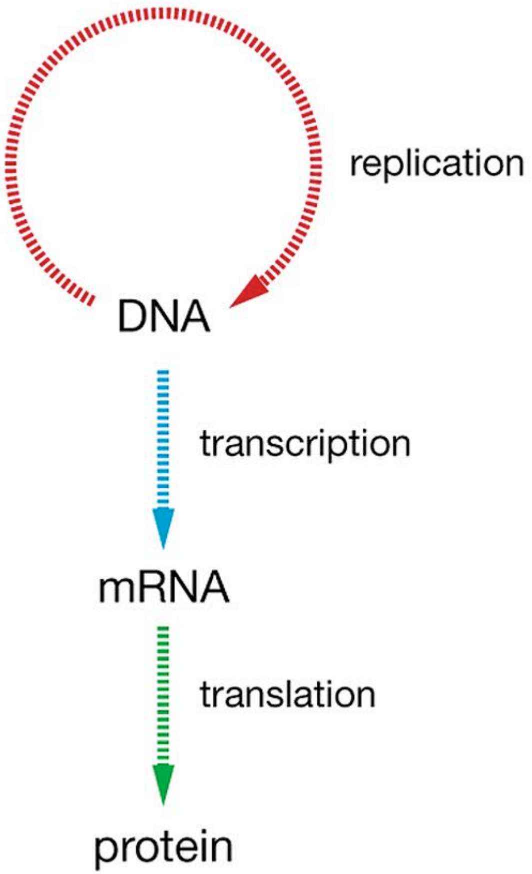
3. การเติม poly A tail

เติมเบสอะดีนีน 50-250 นิวคลีโอไทด์ที่ด้าน 3’ ของ mRNA



เพิ่มความมั่นคงให้กับสาย mRNA เพื่อให้ mRNA ไม่ถูกย่อยสลายโดยง่าย

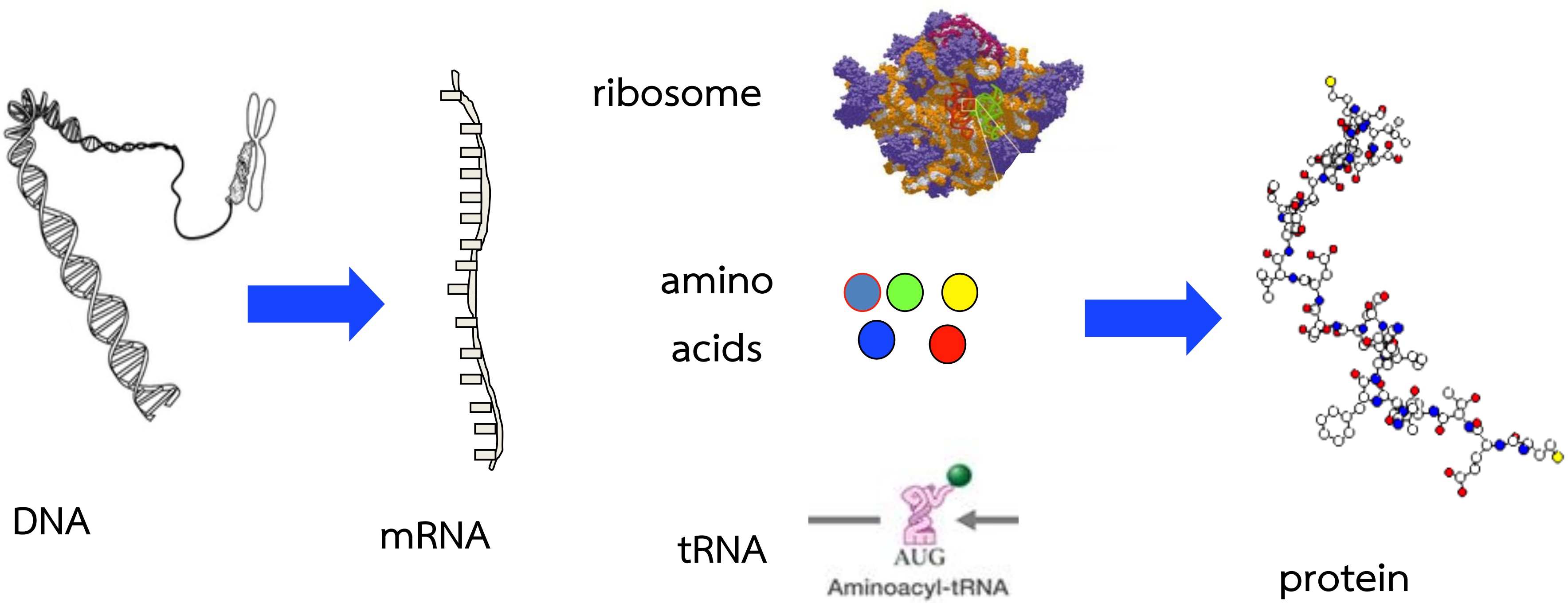
“The central dogma”



การแปลรหัสจาก mRNA ไปเป็นโปรตีน (translation)

สิ่งที่จำเป็นในการแปลรหัส

- mRNA (ถอดรหัสออกมาจากส่วนที่เป็นยีนบนดีเอ็นเอ)
- tRNA with amino acids attached (tRNA ที่มีกรดอะมิโน)
- Ribosomes (ไรโบโซม ซึ่งประกอบด้วย rRNA และ โปรตีน)

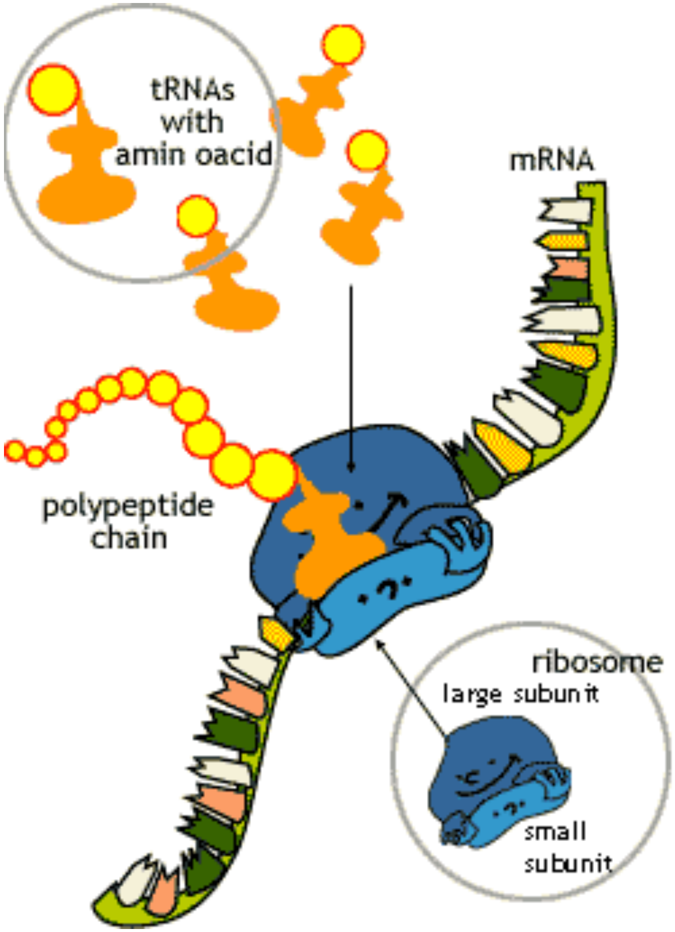


กระบวนการ Translation

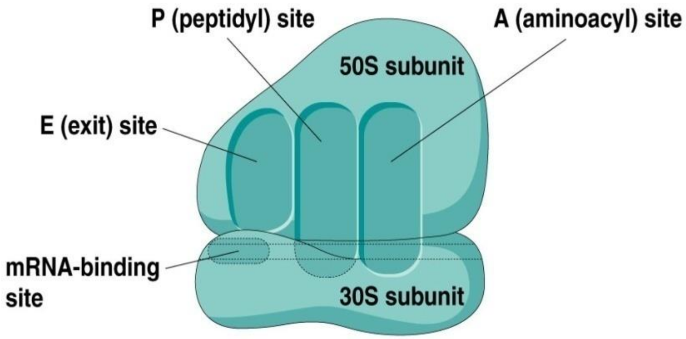
1. Initiation

2. Elongation

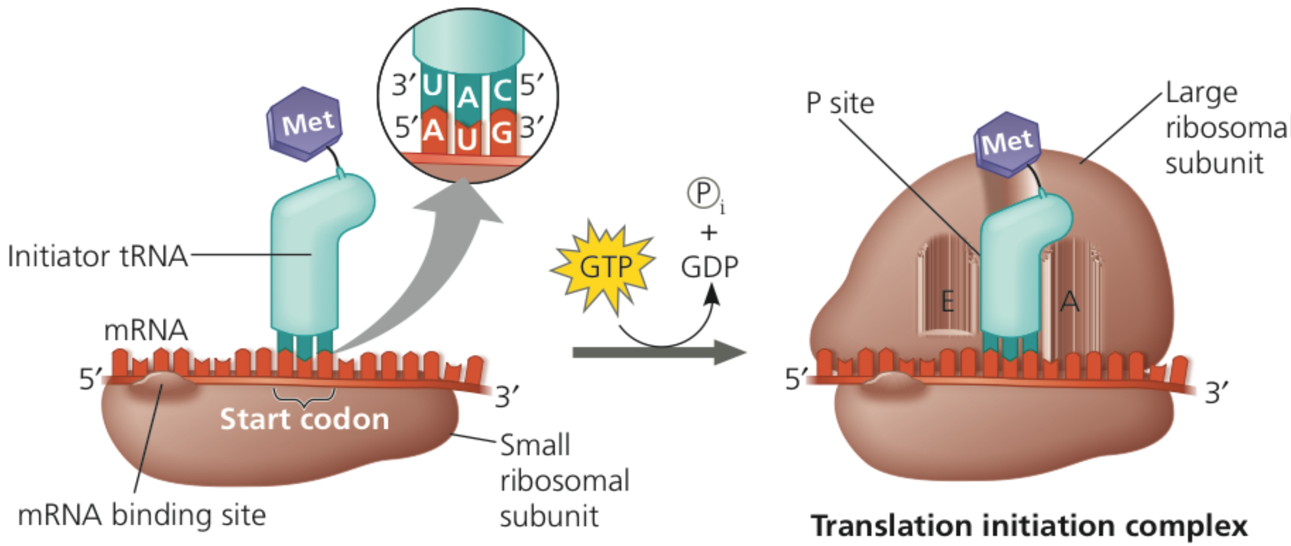
3. Termination



1. Initiation



ribosome

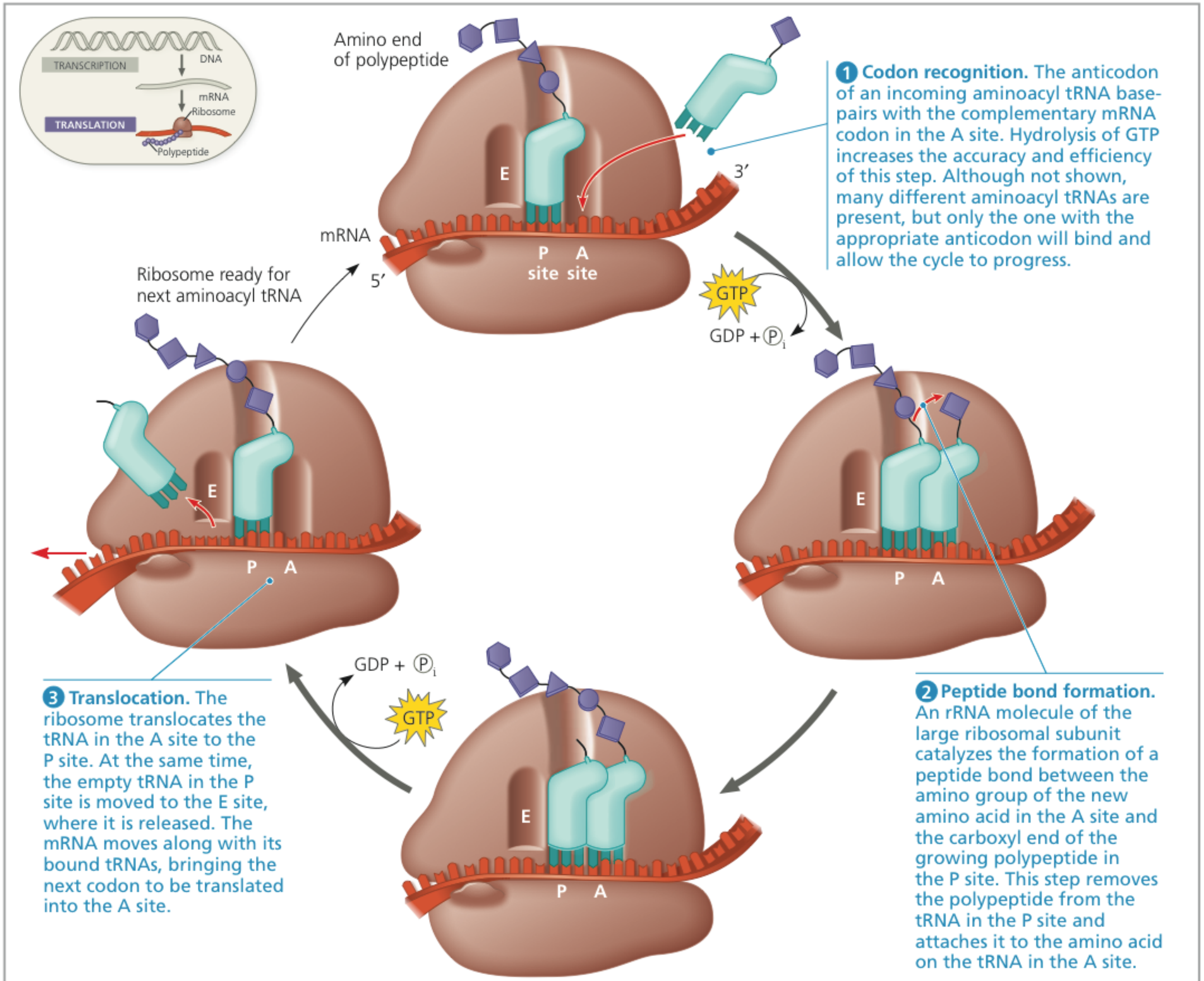


1 A small ribosomal subunit binds to a molecule of mRNA. In a bacterial cell, the mRNA binding site on this subunit recognizes a specific nucleotide sequence on the mRNA just upstream of the start codon. An initiator tRNA, with the anticodon UAC, base-pairs with the start codon, AUG. This tRNA carries the amino acid methionine (Met).

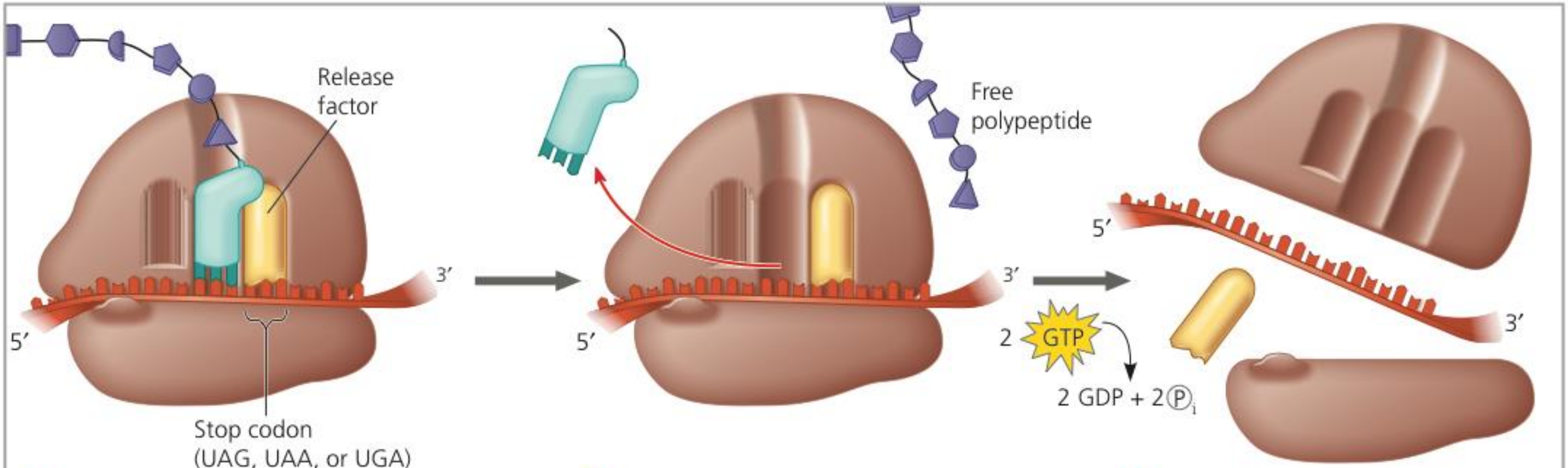
2 The arrival of a large ribosomal subunit completes the initiation complex. Proteins called initiation factors (not shown) are required to bring all the translation components together. Hydrolysis of GTP provides the energy for the assembly. The initiator tRNA is in the P site; the A site is available to the tRNA bearing the next amino acid.

2. Elongation

Peptidyltransferase เป็นเอนไซม์ในไรโบโซมที่ทำหน้าที่ต่อกรดอะมิโนให้เป็นสาย polypeptide



3. Termination



1. When a ribosome reaches a stop codon on mRNA, the A site of the ribosome accepts a "release factor," a protein shaped like a tRNA, instead of an aminoacyl tRNA.
2. The release factor promotes hydrolysis of the bond between the tRNA in the P site and the last amino acid of the polypeptide, thus freeing the polypeptide from the ribosome.
3. The two ribosomal subunits and the other components of the assembly dissociate.

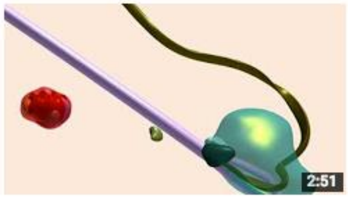
Stop codon: UAA, UAG และ UGA

ดูคลิปวิดีโอเพิ่มเติมเกี่ยวกับ transcription และ translation ได้ในยูทูป

transcription

Filters ▾

About 1,200,000 results



Transcription

ndsuvirtualcell

8 years ago • 1,983,536 views

NDSU Virtual Cell Animations Project animation '**Transcription**'. For more information please see http://vcell.ndsu.edu/animations ...

CC

Transcription and Translation Overview

Armando Hasudungan

2 years ago • 580,875 views

https://www.facebook.com/ArmandoHasudungan Support me: http://www.patreon.com/armando Instagram: ...

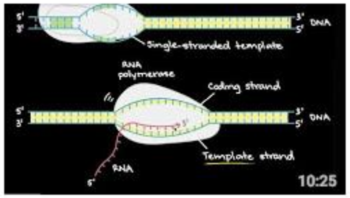
Transcription 1

khanacademymedicine

2 years ago • 251,534 views

Visit us (http://www.khanacademy.org/science/healthcare-and-medicine) for health and medicine content or ...

CC



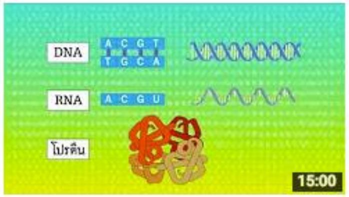
Transcription and mRNA processing | Biomolecules | MCAT | Khan Academy

Khan Academy

7 months ago • 79,188 views

Introduction to **transcription** including the role of RNA polymerase, promoters, terminators, introns and exons. Watch the next ...

CC



การถอดรหัส Transcription

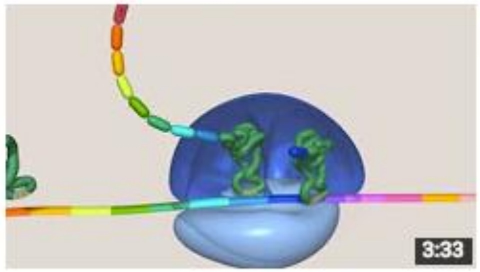
NUTTINGMAN

3 years ago • 53,607 views

translation

Filters

About 7,190,000 results



Translation

ndsuvirtualcell

8 years ago • 2,062,978 views

NDSU Virtual Cell Animations project animation "**Translation**". For more information, see http://vcell.ndsu.nodak.edu/animations ...

CC

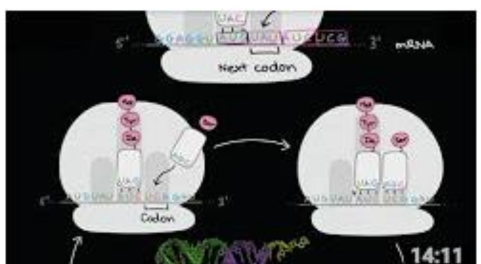
Translation

garlandscience

7 years ago • 521,869 views

To purchase the book:
http://www.garlandscience.com/product/isbn/9780815344544 To see mo...

CC



Translation (mRNA to protein) | Biomolecules | MCAT | Khan Academy

Khan Academy

7 months ago • 62,551 views

An deep dive into how mRNA is **translated** into proteins with the help of ribosomes and tRNA. Watch the next lesson: ...

CC

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพันธุศาสตร์โมเลกุลในประเด็นต่อไปนี้

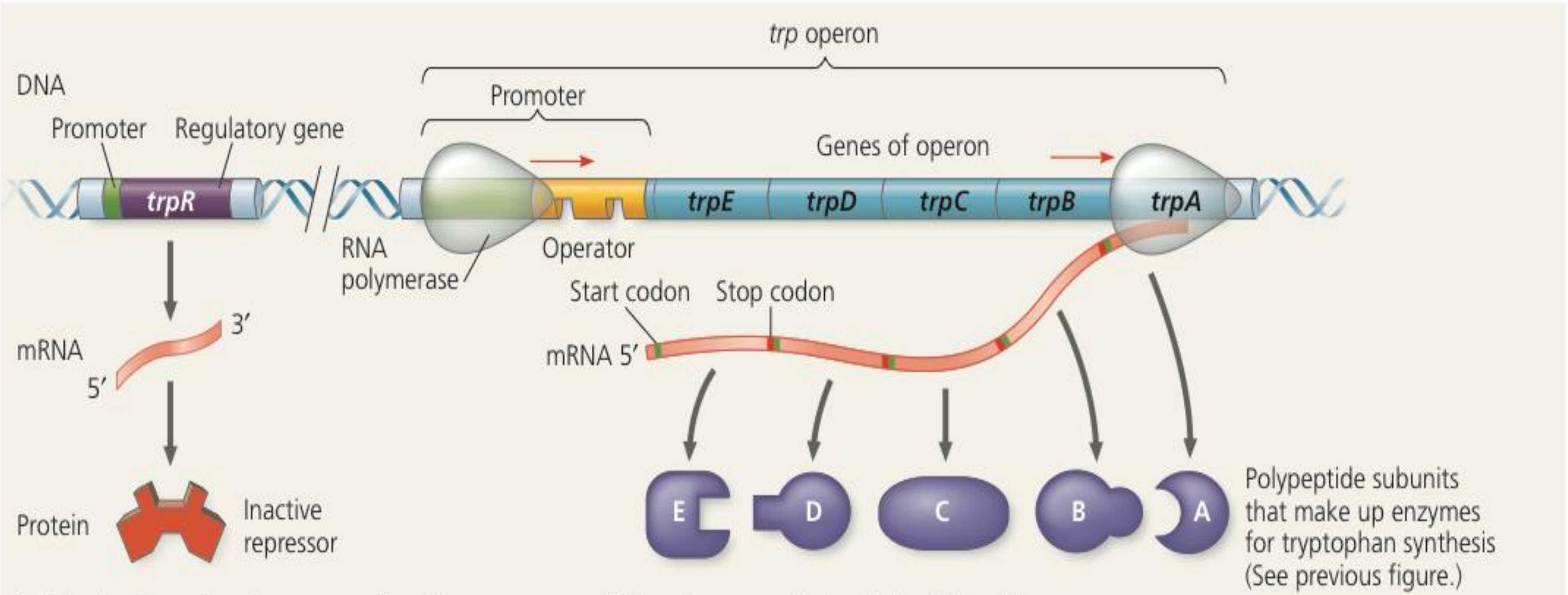
1. สารพันธุกรรม
   - การทดลองที่ยืนยันว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม
   - คุณสมบัติ หน่วยย่อยของกรดนิวคลีอิก
   - โครงสร้าง DNA และ RNA
2. การจำลองตัวเองของ DNA
   - การจำลองตัวเองแบบกึ่งอนุรักษ์
   - โปรตีนและเอนไซม์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง
3. DNA ทำให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างไร
   - The central dogma
   - กลไก Transcription
   - กลไก Translation
4. การควบคุมการทำงานของยีน (gene regulation)
   - ระดับ DNA
   - ระดับ RNA
   - ระดับ protein

3. การควบคุมการทำงานของยีน (gene regulation)

1. การควบคุมการทำงานของยีนในโพรแคริโอต

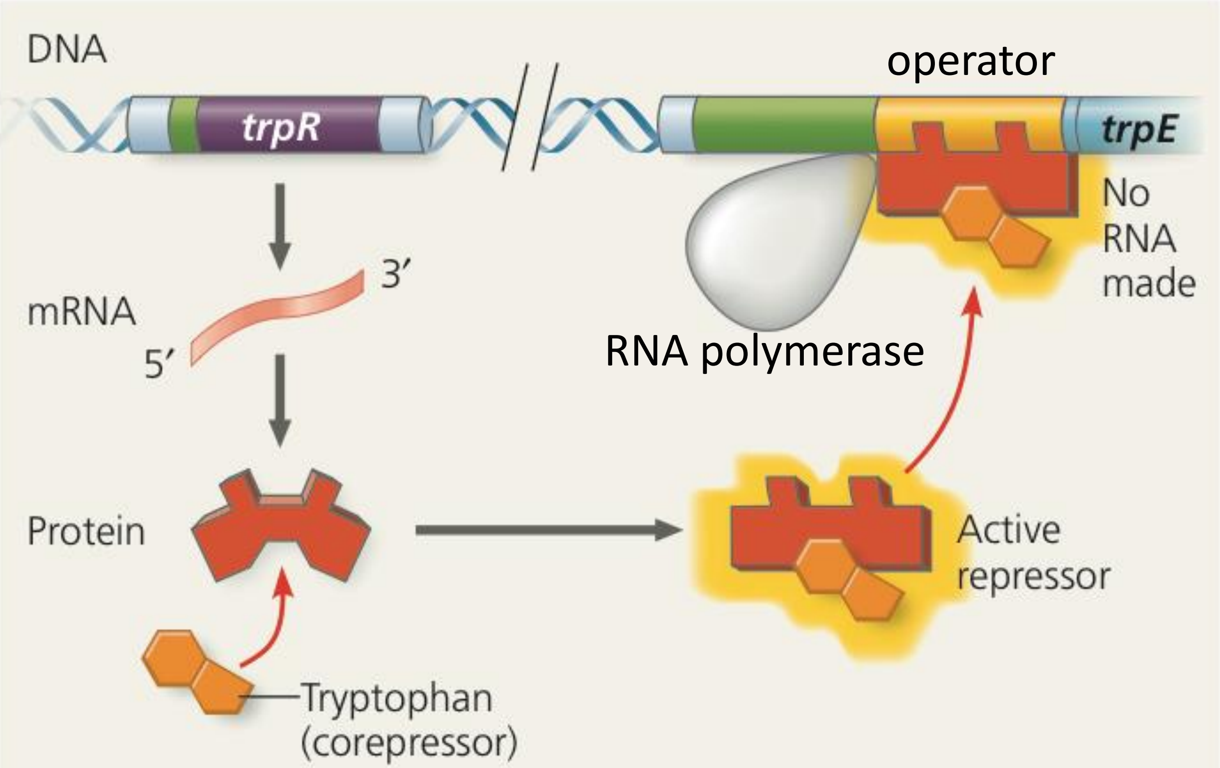
Operon : ยีนหลายยีนที่อยู่ในวิถี metabolism เดียวกัน จะเรียงต่อกัน และมีการใช้โปรโมเตอร์ร่วมกัน

ภาพแสดงลักษณะของ *trp* operon ใน *E. coli*



(a) Tryptophan absent, repressor inactive, operon on. RNA polymerase attaches to the DNA at the operon's promoter and transcribes the operon's genes.

การควบคุมการทำงานของ *trp* operon ใน *E. coli*

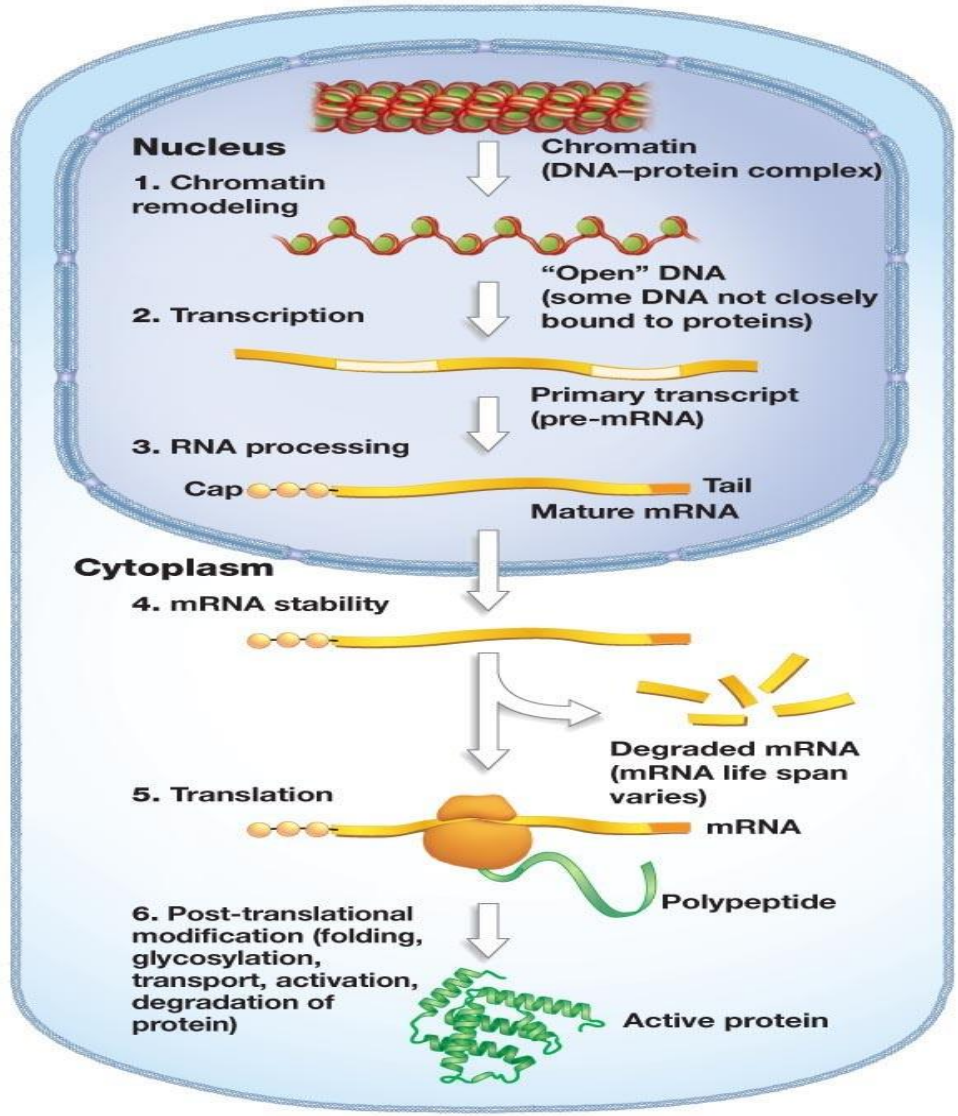


(b) Tryptophan present, repressor active, operon off. As tryptophan accumulates, it inhibits its own production by activating the repressor protein, which binds to the operator, blocking transcription.

2. การควบคุมการทำงานของยีนในยูแคริโอต

มีความซับซ้อนกว่าโพรแคริโอต ควบคุมได้ตั้งแต่ระดับดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และโปรตีน

1. ระดับโครงสร้างของดีเอ็นเอ
2. ระดับทรานสคริปชัน
3. ระดับหลังทรานสคริปชัน
4. อายุการทำงานของอาร์เอ็นเอ
5. ระดับทรานสเลชัน
6. ระดับหลังทรานสเลชัน



เอกสารอ้างอิง

Campbell, N.A. Reece, J.B. and Mitchell. L.G. 1999. Biology. 5th ed. Addison Wesley Longman, Inc. New York.

Freeman, S. 2011. Biological Science 4th ed. Benjamin Cummings, San Francisco.

Hartwell, L.H., Hood, L., Goldberg, M.L., Reynolds, A.E., Silver, L.M. and Veres, R.C. 2008. Genetics. From Gene to Genomes. Mc Graw Gill Companies, Inc. USA.

Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C.A. and Krieger, M. 2008. Molecular Cell Biology 6th ed. W.H. Freeman and Company. New York.

Pierce, B.A. 2005. Genetics. A conceptual approach. W.H. Freeman and Company. New York.

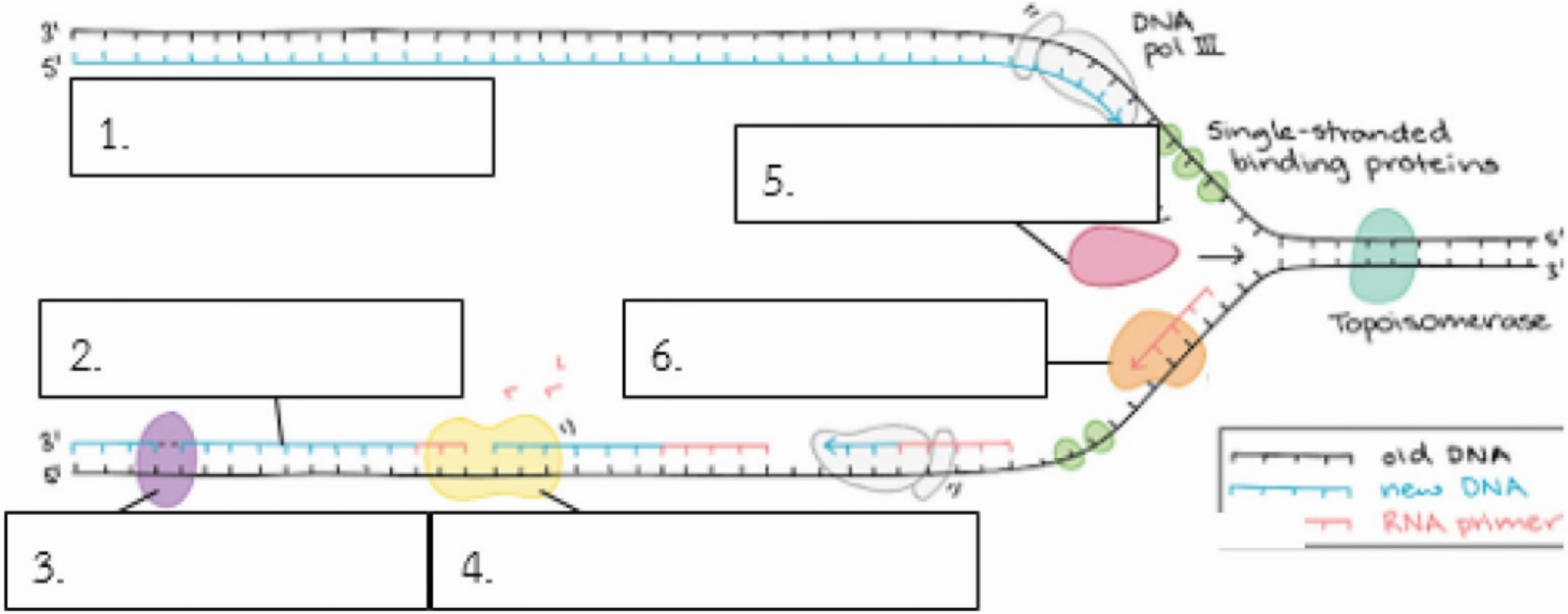
Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. and Jackson, R.B. 2014. Campbell Biology 10th ed. Pearson. USA.

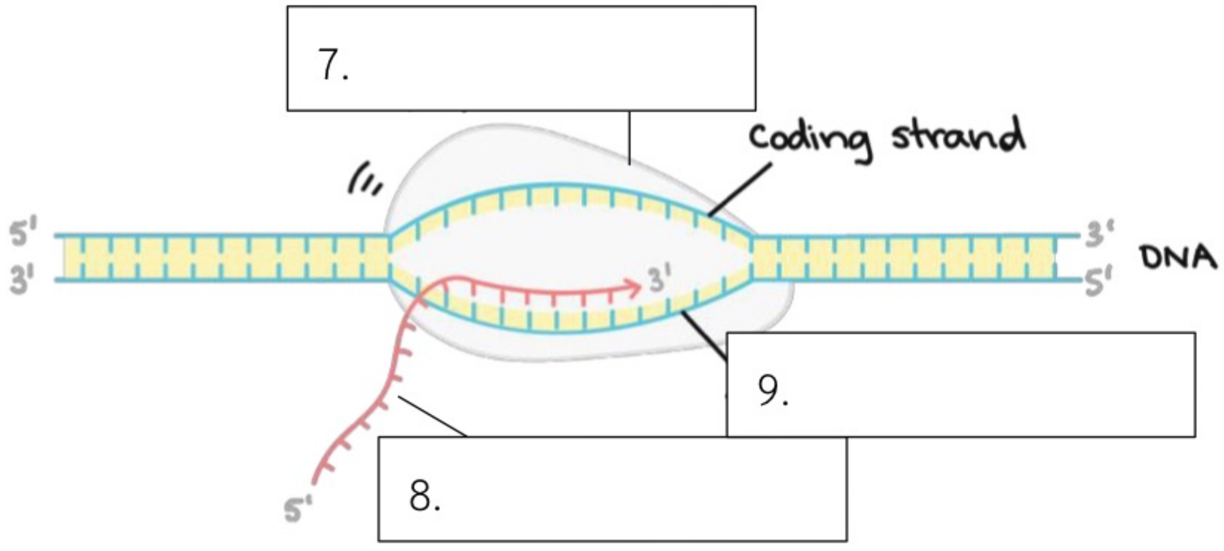
Tymoczko, J. L., Berg, J. M. and Stryer, L. 2013. Biochemistry, A short course 2nd ed. W.H. Freeman and Company. New York.

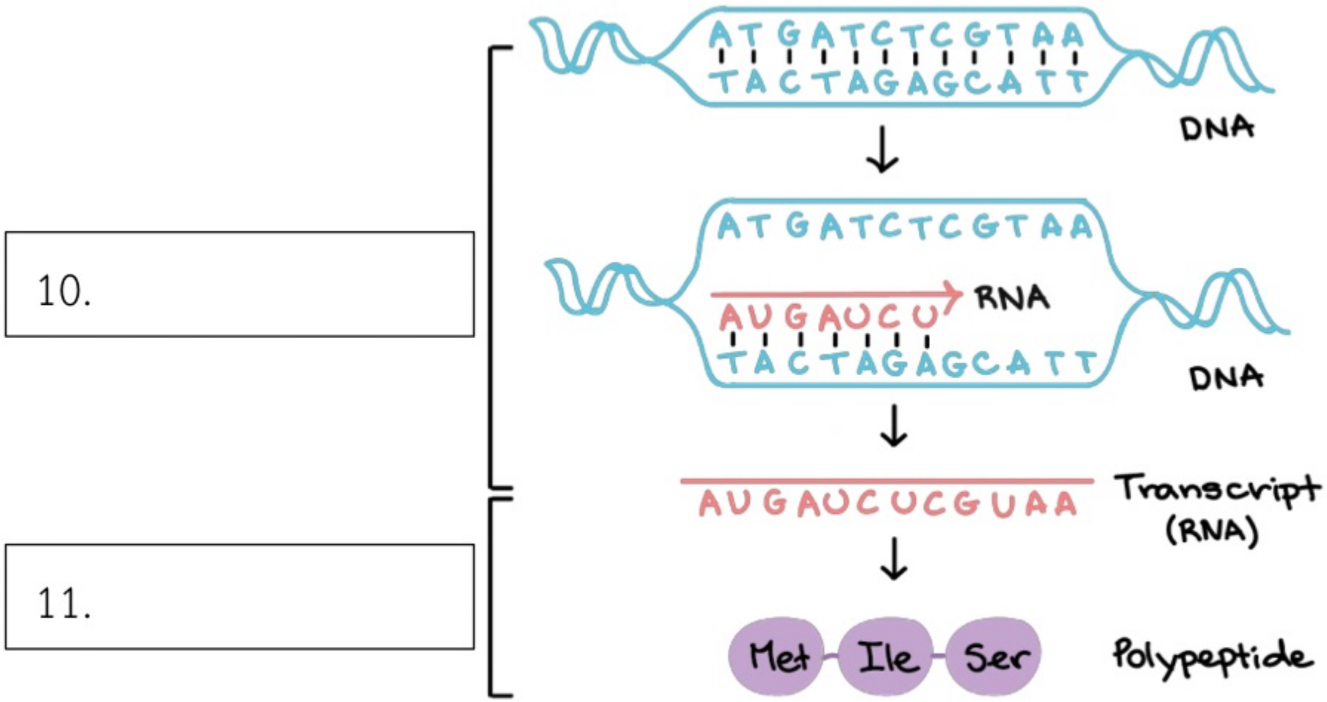
http://www.differencebetween.net/science/difference-between-dna-and-rna/ สืบค้น 29 สิงหาคม 2559

https://www.genome.gov/Glossary/index.cfm?id=32 สืบค้น 29 สิงหาคม 2559

แบบฝึกหัดที่ 1 เติมชื่อเอนไซม์ โครงสร้าง หรือกระบวนการต่อไปนี้




7.
Coding strand
5'
3'
3'
3'
5'
DNA
9.
5'
8.


ATGATCTCGTAA
TACTAGAGCATT
DNA
10.
ATGATCTCGTAA
RNA
AUGAUCU
TACTAGAGCATT
DNA
AUGAUCUCGUAA
Transcript (RNA)
11.
Met
Ile
Ser
Polypeptide