

# บทที่ 7

## วัตฤนาโนชีวภาพ

รายวิชานาโนเทคโนโลยี ว 40223

นางสาวสิริหทัย ศรีขวัณใจ

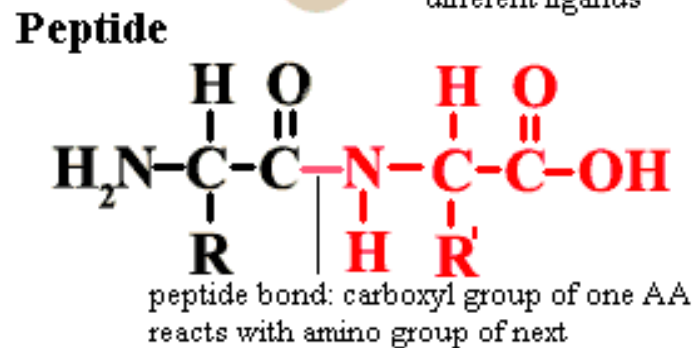
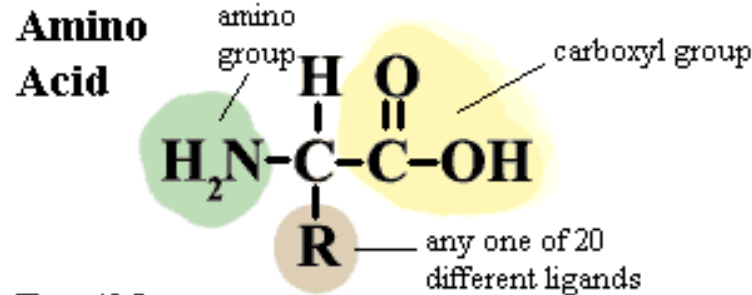
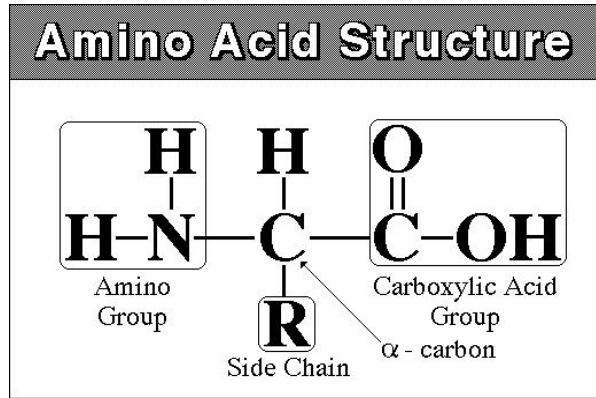
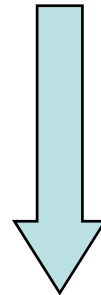
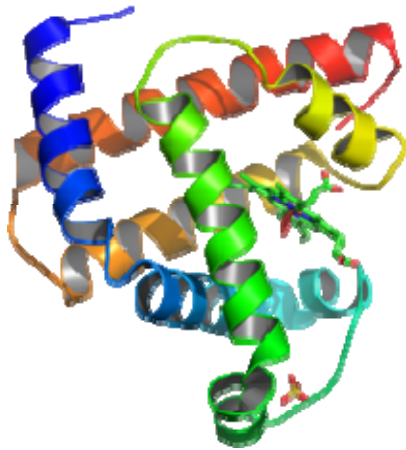
ครูวิชาการ สาขาวิชาเคมี

# ขนาดของวัตถุนาโนชีวภาพ

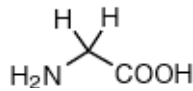
| วัตถุชีวภาพ          | ขนาดของวัตถุชีวภาพ                            | หน่วย         |
|----------------------|---|---------------|
| Glycine              | ~0.42   | nm            |
| Amino acid           | ~0.6  | nm            |
| Protein              | 4-50  | nm            |
| Polypeptide nanowire | 4-50  | nm            |
| DNA                  | เส้นผ่านศูนย์กลาง 2                           | nm            |
| Chromosome           | ยาว 6 $\mu\text{m}$ x กว้าง 1.4 $\mu\text{m}$ | $\mu\text{m}$ |
| Collagen             | 1   | nm            |
| Tendon               | 10-50   | cm            |
| Virus                | 10-200  | nm            |
|                      | 1-100   | ..            |

# Protein

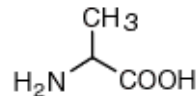
ประกอบด้วยกรดอะมิโน ต่อกันหลายๆตัว



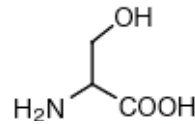
### Small



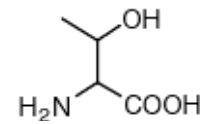
Glycine (Gly, G)  
MW: 57.05



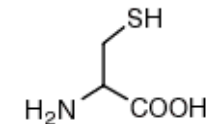
Alanine (Ala, A)  
MW: 71.09



Serine (Ser, S)  
MW: 87.08, pK<sub>a</sub> ~ 16

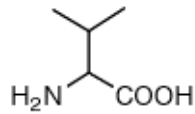


Threonine (Thr, T)  
MW: 101.11, pK<sub>a</sub> ~ 16

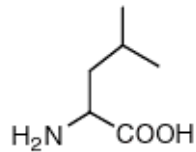


Cysteine (Cys, C)  
MW: 103.15, pK<sub>a</sub> = 8.35

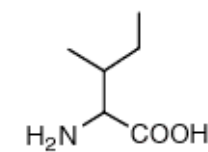
### Hydrophobic



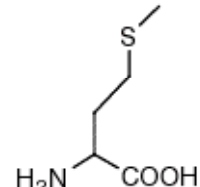
Valine (Val, V)  
MW: 99.14



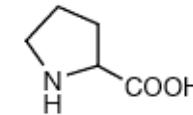
Leucine (Leu, L)  
MW: 113.16



Isoleucine (Ile, I)  
MW: 113.16

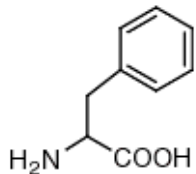


Methionine (Met, M)  
MW: 131.19

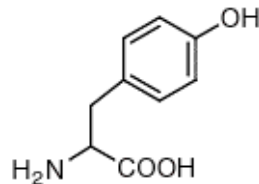


Proline (Pro, P)  
MW: 97.12

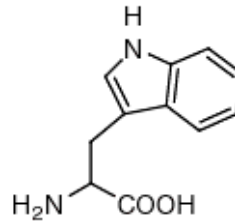
### Aromatic



Phenylalanine (Phe, F)  
MW: 147.18

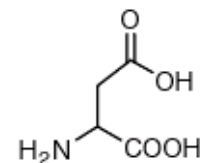


Tyrosine (Tyr, Y)  
MW: 163.18

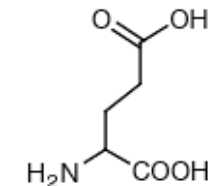


Tryptophan (Trp, W)  
MW: 186.21

### Acidic

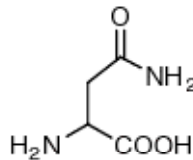


Aspartic Acid (Asp, D)  
MW: 115.09, pK<sub>a</sub> = 3.9

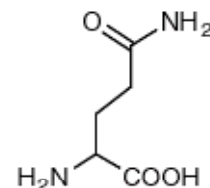


Glutamic Acid (Glu, E)  
MW: 129.12, pK<sub>a</sub> = 4.07

### Amide

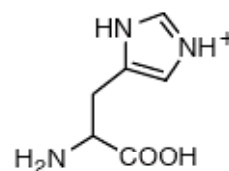


Asparagine (Asn, N)  
MW: 114.11

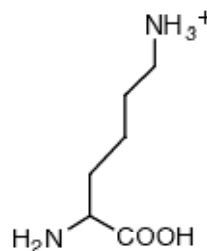


Glutamine (Gln, Q)  
MW: 128.14

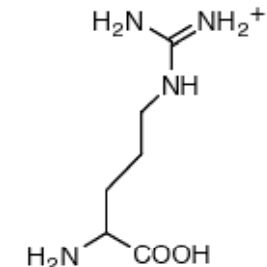
### Basic



Histidine (His, H)  
MW: 137.14, pK<sub>a</sub> = 6.04

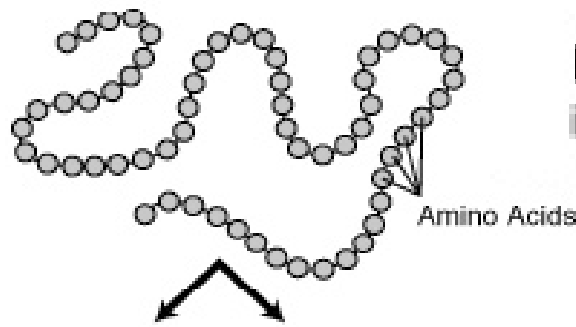


Lysine (Lys, K)  
MW: 128.17, pK<sub>a</sub> = 10.79

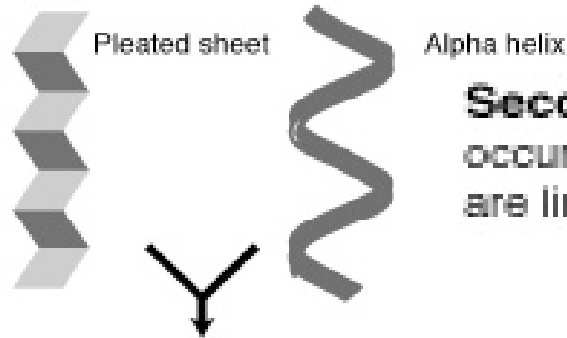


Arginine (Arg, R)  
MW: 156.19, pK<sub>a</sub> = 12.48

# โครงสร้างของโปรตีน แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

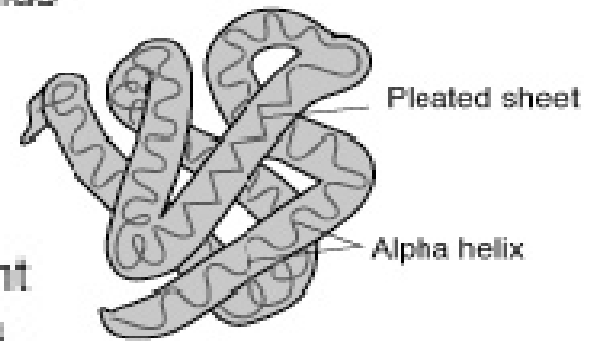


**Primary protein structure**  
is sequence of a chain of amino acids

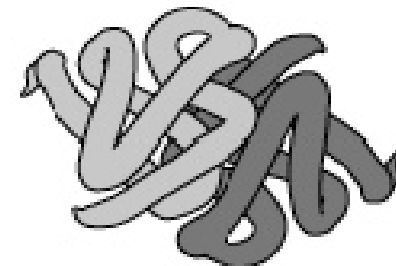


**Secondary protein structure**  
occurs when the sequence of amino acids  
are linked by hydrogen bonds

**Tertiary protein structure**  
occurs when certain attractions are present  
between alpha helices and pleated sheets.



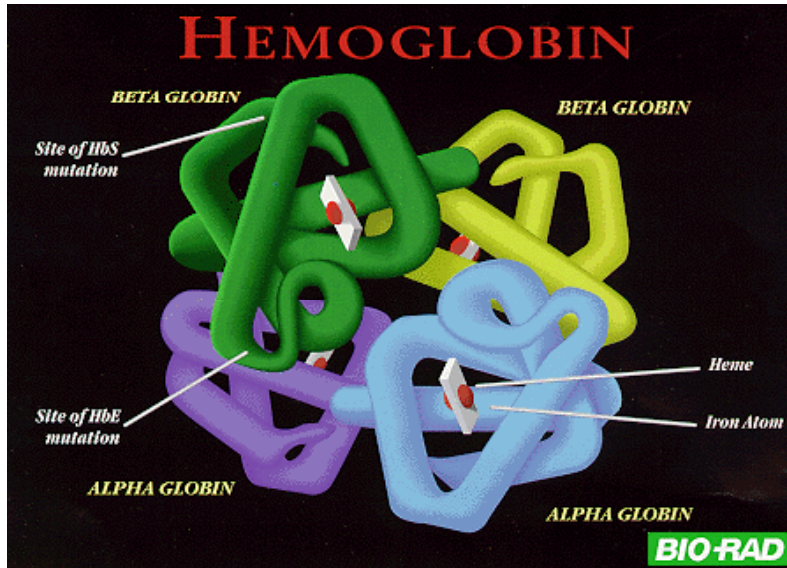
**Quaternary protein structure**  
is a protein consisting of more than one  
amino acid chain.



# ขนาดของวัตถุนาโนชีวภาพ

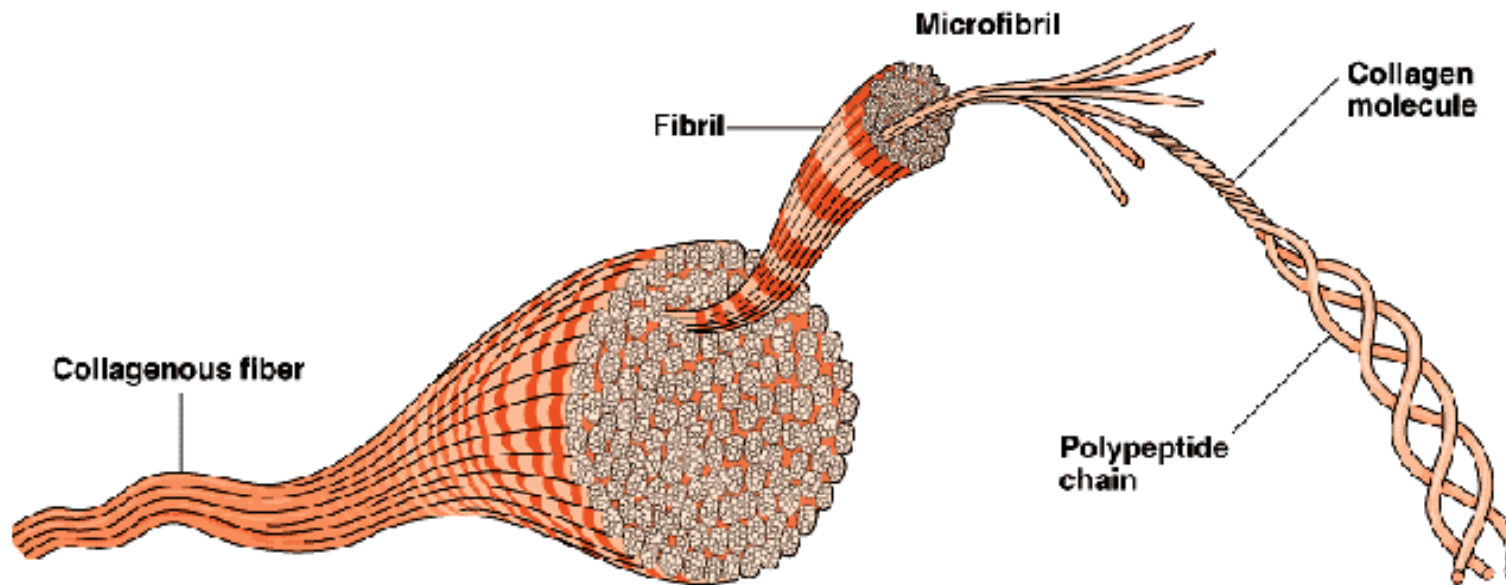
| Class      | Material                           | Size (nm) |
|------------|------------------------------------|-----------|
| Amino acid | Glycine (smallest amino acid)      | 0.42      |
|            | Tryptophan (largest amino acid)    | 0.67      |
| Nucleotide | ATP                                | 0.95      |
| Proteins   | Insulin, polypeptide hormone       | 2.2       |
|            | Hemoglobin, carries oxygen         | 7.0       |
|            | Albumin, in white egg              | 9.0       |
|            | Elastin, cell-supporting materials | 5.0       |
|            | Ribosome                           | 30        |
| Viruses    | Influenza                          | 60        |
|            | Tobacco mosaic                     | 120       |
|            | Bacteriophage T <sub>2</sub>       | 140       |

# ตัวอย่างของโปรตีนที่มีโครงสร้างพื้นฐานนาโน



ฮีโมโกลบิน เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเม็ดเลือดแดง ทำหน้าที่นำออกซิเจนไปหล่อเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อตามอวัยวะต่างๆของร่างกาย ในแต่ละอนุของฮีโมโกลบิน ประกอบด้วยโกลบิน 2 ชนิด คือ ชนิดที่อยู่ในกลุ่มแอลฟา (α-globin chain cluster) และชนิดที่อยู่ในกลุ่มบีตา (β-globin chain cluster) ชนิดละ 2 สาย จับอยู่ด้วยกันเป็น tetramer ตัวอย่างเช่น ฮีโมโกลบินเอ (HbA) ประกอบด้วยสายแอลฟาโกลบิน 2 สาย และสายบีตาโกลบิน 2 สาย มีสูตรโครงสร้าง คือ  $\alpha_2\beta_2$  เป็นต้น

# Collagen



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Collagen เป็นส่วนประกอบโปรตีน 25-50% ในสัตว์เลี้ยงด้วยนม เป็นส่วนประกอบหลักในการเชื่อมต่อของเนื้อเยื่อ ส่วนใหญ่พบที่กระดูกอ่อน กระดูก เส้นเอ็น ฟังซีด ผิวหนัง และคอร์เนียของลูกตา โครงสร้างมีลักษณะ เป็น triple helices ของ GlyProXxx โดยที่ Xxx = Proline (Pro) or hydroxyproline (Hpro)



# ตัวหนอนไหม



- **ลักษณะและส่วนประกอบของเส้นไหม**

- เส้นไหมที่หนอนไหมพ่นออกมา นั้น ประกอบด้วยสาร Sericin และ Fibroin มีคุณสมบัติเป็นสารโปรตีน เกิดจากการรวมตัวของ amino acid หลายชนิด ซึ่งมาจากการสังเคราะห์ของต่อมไหม

- Sericin ซึ่งผลิตได้จากต่อมไหมส่วนหน้า ทำหน้าที่เหมือนกาวและสารหล่อลื่นแก่สารซึ่งเป็นตัวเส้นไหม
- สารนี้จะเป็นส่วนของสีเส้นไหมในกรณีซึ่งพันธุ์ไหมนั้น ๆ มีสี เช่น สีเหลือง เหลืองอมน้ำตาล เหลืองอมเขียว เป็นต้น

**Fibroin** มีคุณสมบัติเป็นสาร โปรตีน เกิดจากการรวมตัว  
ของ **amino acid** หลายชนิด ได้แก่ glycine 46%,  
alanine 26% และ serine 12%

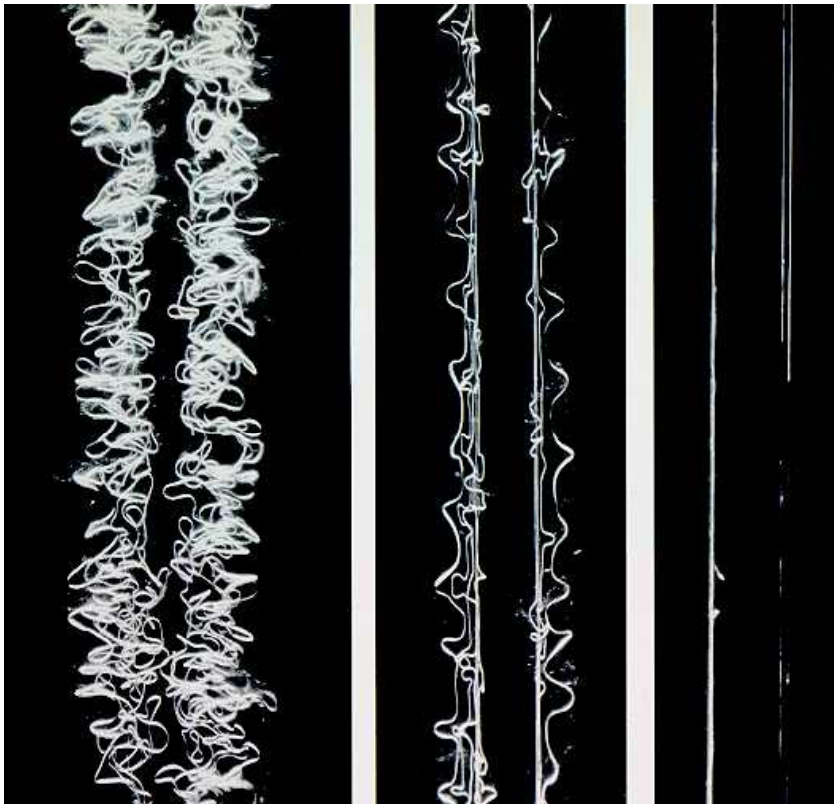
และมีลำดับแบบซ้ำของเฮกซะเพปไทด์ ดังนี้

*-GlyAlaGlyAlaGlySer-*

# Spider silk

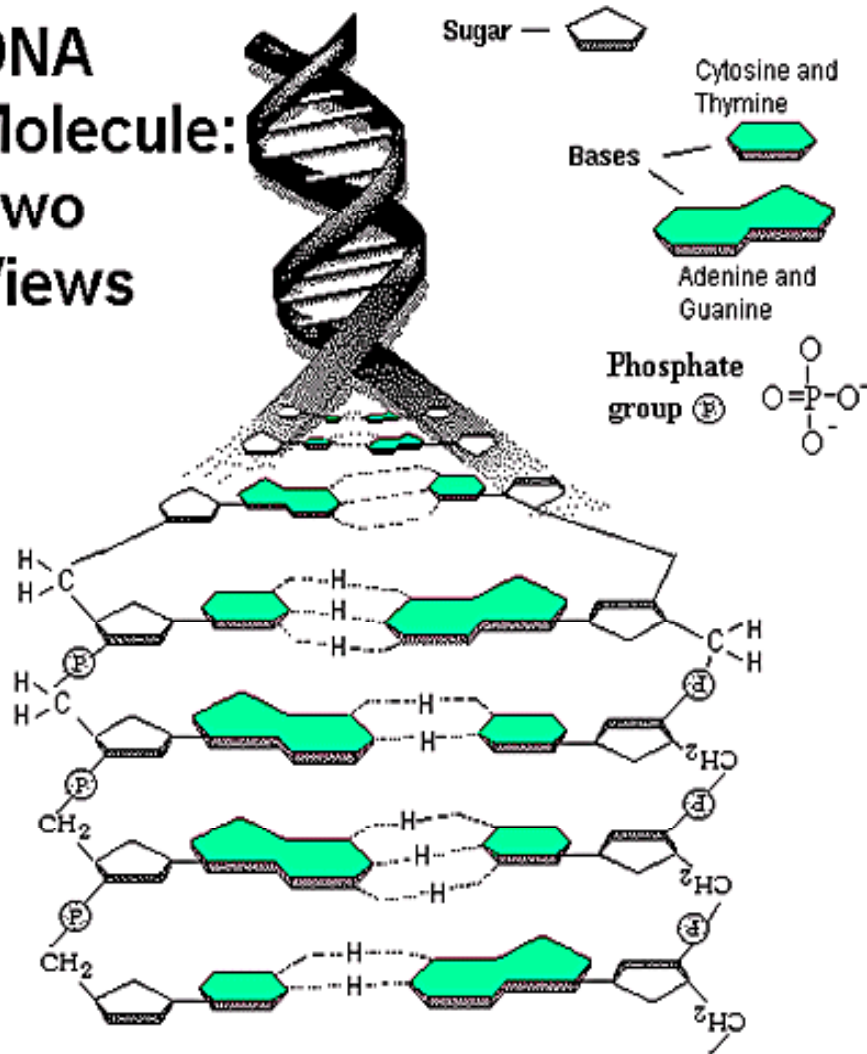


สามารถผลิตเส้นไหมได้เหมือนกับตัวหนอนไหม เช่นเดียวกัน  
มีองค์ประกอบจากโปรตีน ที่ส่วนใหญ่เกิดจากกรดอะมิโน  
Gly+Ala, หรือ Ala อย่างเดียว



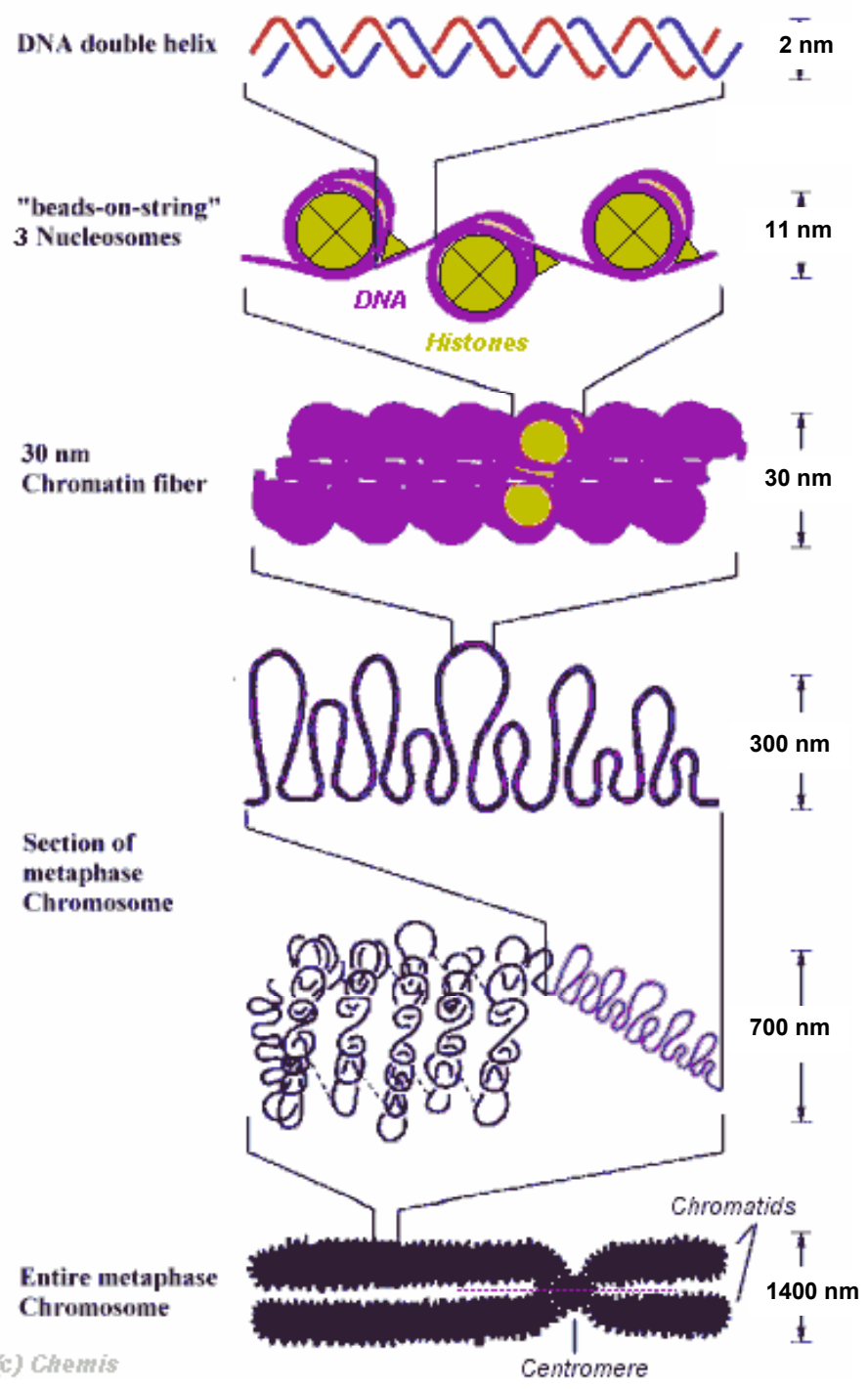
# DNA

## DNA Molecule: Two Views



**DNA-** deoxyribonucleic acid  
composed of three parts:

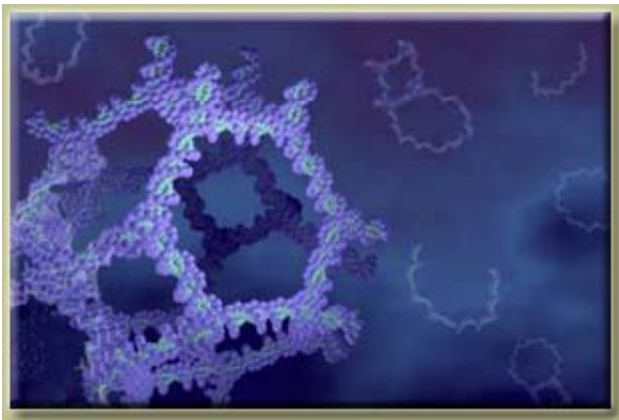
1. nitrogenous bases:  
Adenine (A), Guanine (G),  
Cytosine (C), Thymine (T)
2. sugar (ribose)
3. phosphate group



(c) Chemis

การบิดเกลียวและการพันงอระหว่าง  
 การห่อตัวของ DNA จนเป็นโครโมโซม  
 ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

มีผู้ทำการทดลองสังเคราะห์โครงสร้างดีเอ็นเอขึ้น โดยอาศัยการจับกันระหว่างคู่เบส คือ A จับกับ T และ C จับกับ G โครงสร้างที่มีการสังเคราะห์ขึ้นก็อย่างเช่น การตัดแปลงเป็น โครงสร้างที่มีลักษณะเป็นจุดทางแยก (branch junction) เป็นโครงสร้างแบบกล่องลูกบาศก์ หรือแม้แต่เป็น โครงสร้างแบบรูปแปดหน้า (truncated octahedron) ซึ่งโครงสร้างดีเอ็นเอที่มีการออกแบบ และสังเคราะห์ขึ้นมาเป็นพิเศษเหล่านี้ ผู้ที่ทำการศึกษาคาดว่าอาจจะสามารถนำไปใช้ เพื่อสร้างเป็นจักรกลนาโน หรือใช้เป็น โครงสร้างพื้นฐานสำหรับสิ่งมีชีวิตต่อไปได้ และส่งผลให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีคุณสมบัติหรือลักษณะที่พิเศษแตกต่างไปจากเดิม

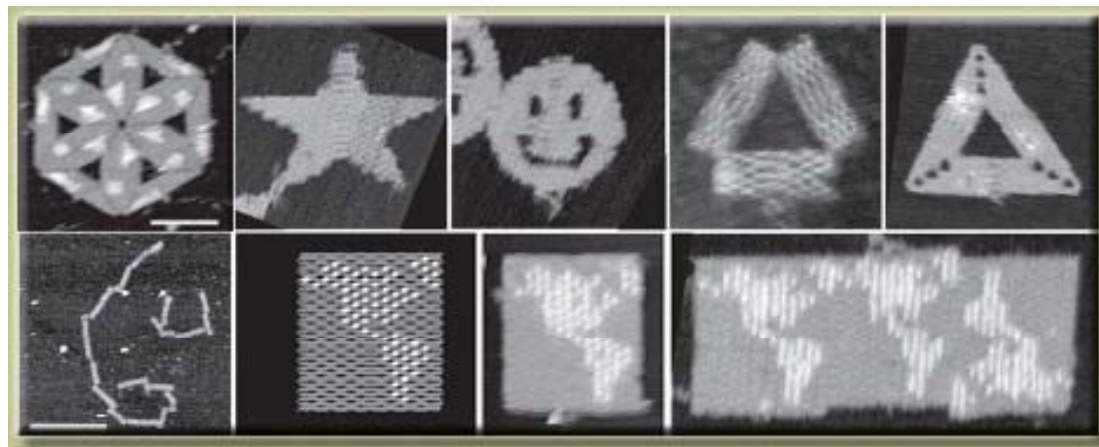


โครงสร้างดีเอ็นเอแบบรูปเหลี่ยมแปดหน้า

ล่าสุดมีการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการสังเคราะห์โครงสร้างนาโนขึ้นมาจากดีเอ็นเอ โดยการใช้เทคนิคนาโนในการนำดีเอ็นเอมาจัดเรียงตัวประกอบกันเป็นใบหน้าของตัวการ์ตูน ที่มีใบหน้ายิ้มแย้ม หรือที่เรียกกันว่า สไมลี่ (smiley)

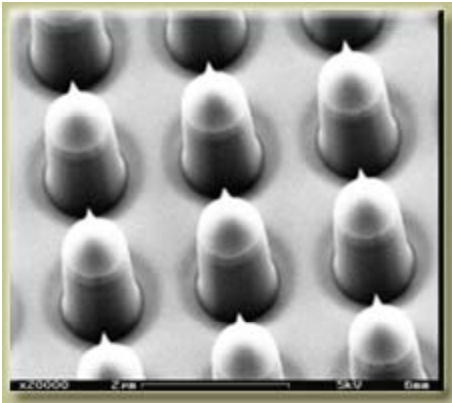
โดยผู้ที่ศึกษาได้ทำการสร้างเจ้าสไมลี่มากถึง 50,000 ล้านตัว

และยังมีการใช้เทคนิคนี้ในการสร้างโครงสร้างระดับนาโนเป็นรูปของดาว  
เกล็ดหิมะ สามเหลี่ยม ดอกไม้หรือแม้แต่แผนที่จำลองประเทศสหรัฐ  
ในอัตราส่วน 1 นาโนเมตรต่อระยะทางจริง 120 กิโลเมตร





นักวิทยาศาสตร์ได้จำลองมอเตอร์นาโนขึ้น จากการจำลองโปรตีนเอทีพีซินเทส โดยใช้ निकเกิด



มอเตอร์นาโนสังเคราะห์ของ ATP synthase  
โดยใช้การเรียงแถวของ निकเกิด สูง 200 nm กว้าง 80 nm

ส่วน (C) เป็นส่วนที่เป็นฐานรองของมอเตอร์นาโนสังเคราะห์นี้ โดยเป็นส่วนประกอบของ निकเกิด  
ส่วน (D) เป็นส่วนปลายสุดของมอเตอร์นาโนสังเคราะห์นี้ก็จะประกอบยึดติดด้วยใบพัดนาโน (nanopropeller) ที่มีความยาวระหว่าง 750-1400 nm และมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 nm  
ส่วน (E) เป็นจุดหมุนของมอเตอร์สังเคราะห์นี้ จนสุดท้ายได้เป็นโครงสร้างที่สมบูรณ์