แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7

เนื้อหาประจำบท

- องค์ประกอบของกรดนิวคลิอิก
- ประเภทของกรดนิวคลิอิก
- นิวคลีโอไซด์
- นิวคลีโอไทด์
- กรดนิวคลิอิก
- กรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิก
- กรดไรโบนิวคลิอิก

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบาย องค์ประกอบพื้นฐานของกรดนิวคลิอิกได้
2. มีความรู้และเข้าใจประเภทของกรดนิวคลิอิกโดยใช้เกณฑ์น้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบ
3. สามารถเขียนโครงสร้างของไรโบนิวคลีโอไซด์และดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ได้
5. สามารถเขียนโครงสร้างของไรโบนิวคลีโอไทด์และดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ได้
4. สามารถอธิบายและเขียนการเชื่อมต่อของนิวคลีโอไทด์เพื่อเป็นกรดนิวคลิอิกได้
6. สามารถอธิบาย หน้าที่และโครงสร้างของกรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิกได้
7. สามารถอธิบายหน้าที่และโครงสร้างของกรดไรโบนิวคลิอิกได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

วิธีสอน

1. วิธีบรรยาย ประกอบเอกสารประกอบการสอน และรูปภาพ
2. การยกตัวอย่างประกอบ
3. การอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความสำคัญของกรดนิวคลิอิก
4. นักศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น หนังสือ เอกสาร วารสาร อินเทอร์เนต

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. นักศึกษาฟังคำบรรยาย
2. นักศึกษามีส่วนร่วมในการยกตัวอย่างประกอบ
3. นักศึกษาตอบคำถามในชั้นเรียน
4. นักศึกษาแสดงความคิดเห็น และอภิปรายเนื้อหา
5. นักศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ และรายงานผลการค้นคว้า

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน หนังสือ และตำราต่างๆ
2. Slide Powerpoint Presentation
3. เอกสารสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น อินเทอร์เน็ต ซีดีรอม แผนภูมิ แผ่นภาพ วีดีทัศน์ และ วีซีดี (VCD) ที่เกี่ยวข้อง

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะเรียน

1.1 ความสนใจและความตั้งใจ

1.2 การจดบันทึก

1.3 การตรงต่อเวลา

1.4 การแต่งกาย

2. การอภิปราย และการตอบคำถามหลังเรียน
3. พิจารณาจากการทำแบบฝึกหัด
3. พิจารณาผลงานจากการค้นคว้าทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม
4. การใช้แบบทดสอบ

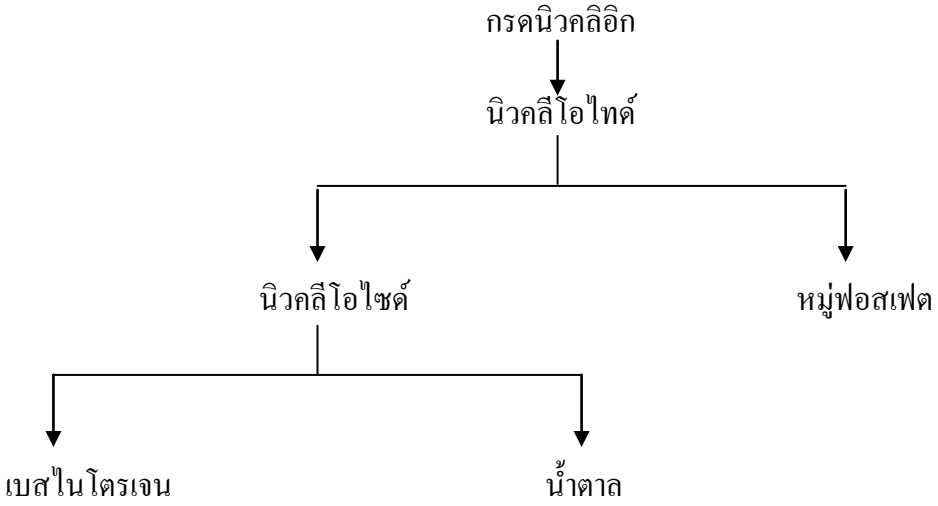
บทที่ 7
กรดนิวคลิอิก

สิ่งมีชีวิตจะมีการรักษาสายพันธุ์ของตน โดยการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษไปสู่ลูกหลาน โดยสารในร่างกายที่ทำหน้าที่เก็บรักษาข้อมูลพันธุกรรมแล้วไปยังรุ่นสู่รุ่น คือ กรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิก หรือดีเอ็นเอ

กรดนิวคลีอิก (Nucleic acid) ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1869 โดยนักสรีรศาสตร์ชาวสวิส ซึ่งได้ศึกษานิวเคลียสของเซลล์เม็ดเลือดขาว และได้พบสารชนิดหนึ่งมีฤทธิ์เป็นกรด จึงให้ชื่อว่า กรดนิวคลีอิก ซึ่งแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการค้นพบแล้วว่า กรดนิวคลีอิกพบได้ในเซลล์ ไม่ได้พบเฉพาะแต่ในนิวเคลียสเท่านั้น แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ยังเรียกสารดังกล่าวว่า กรดนิวคลีอิก หลังจากนั้นจึงมีผู้ค้นพบสูตรโครงสร้าง และหน้าที่ทางชีวภาพ โดยทำหน้าที่เก็บข้อมูลพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต และถ่ายทอดไปยังลูกหลาน ซึ่งก็คือสิ่งที่เมนเดล (Mendel) เรียกว่า ยีน (Gene) นั่นเอง กรดนิวคลิอิกในร่างกายได้แก่ ดีเอ็นเอ (DNA) และอาร์เอ็นเอ (RNA)

7.1 องค์ประกอบของกรดนิวคลิอิก

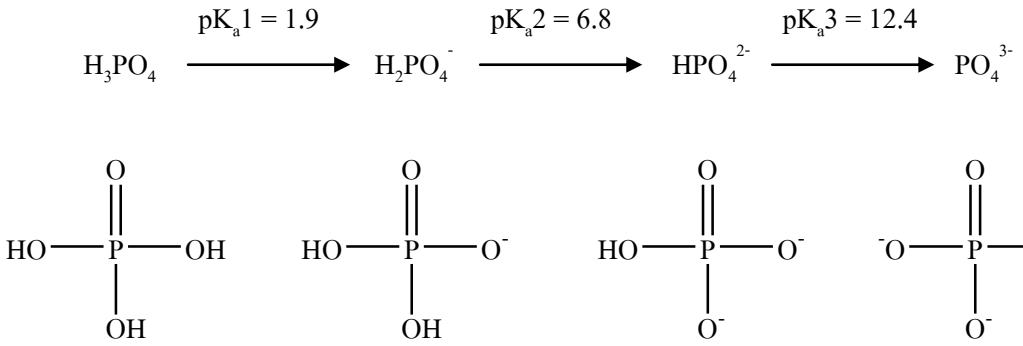
กรดนิวคลิอิก เป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยหน่วยย่อย คือ นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) หลายๆ หน่วยมาเชื่อมต่อกัน ด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ (Phosphodiester bond) ส่วนนิวคลีโอไทด์เป็นสารที่ประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า นิวคลีโอไซด์ (Nucleoside) กับหมู่ฟอสเฟต โดยนิวคลีโอไซด์เป็นสารที่ประกอบด้วยเบสกับน้ำตาล ดังแผนภาพต่อไปนี้



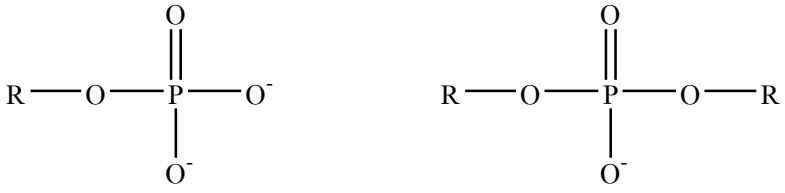
จากแผนภาพจะเห็นว่าหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของกรดนิวคลิอิก ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ หมู่ฟอสเฟต เบสไนโตรเจน และน้ำตาล

7.1.1 หมู่ฟอสเฟต

แหล่งของหมู่ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) คือ กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid, H_3PO_4) ซึ่งจะมีการแตกตัวได้ที่ pH ต่างกันดังนี้



ค่า pH ในร่างกายปกติ คือ 7.4 ดังนั้นกรดฟอสฟอริกส่วนใหญ่จึงอยู่ในรูป HPO_4^{2-} โดยฟอสเฟตที่พบในกรดนิวคลิอิก จะอยู่ในรูปที่เป็นส่วนของพันธะโมโนเอสเทอร์ (Monoester) และพันธะไดเอสเทอร์ (Diester) ดังรูปที่ 7.1



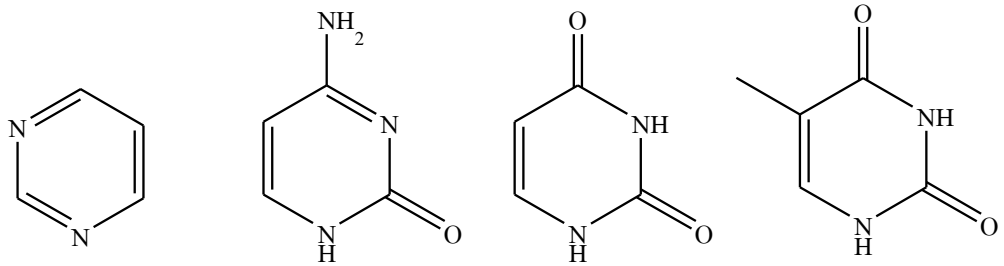
Monoester linkage Diester linkage

รูปที่ 7.1 หมู่ฟอสเฟตในส่วนโมโนเอสเทอร์และไดเอสเทอร์

7.1.2 เบสไนโตรเจน

เบสไนโตรเจน คือ สารที่มีไนโตรเจนอะตอมในโมเลกุล และมีฤทธิ์เป็นเบส เบสไนโตรเจน ที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิกมี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอนุพันธ์ของไพริมิดีน (Pyrimidine) และกลุ่มอนุพันธ์ของเพียวรีน (Purine)

7.1.2.1 เบสกลุ่มอนุพันธ์ของไพริมิดีน โครงสร้างประกอบด้วยวงแหวน 1 วง มีไนโตรเจน 2 อะตอมในวง อนุพันธ์ของไพริมิดีนที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิกมี 3 ชนิด คือ ไซโทซีน (Cytosine, C) ยูราซิล (Urasil, U) และไทมีน (Thymine, T) ดังรูปที่ 7.2

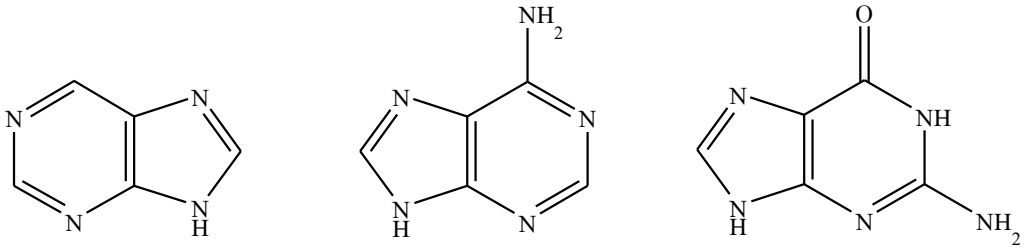


กลุ่มไพริมิดีน ไซโทซีน ยูราซิล ไทมีน

รูปที่ 7.2 เบสกลุ่มอนุพันธ์ของไพริมิดีนที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิก

ไซโทซีน จะพบได้ทั้งในดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอ ส่วนยูราซิลจะพบได้เฉพาะในอาร์เอ็นเอ ในขณะที่ไทมีนจะพบเฉพาะในดีเอ็นเอ

7.1.2.2 เบสกลุ่มอนุพันธ์ของเพียวรีน โครงสร้างประกอบด้วยวงแหวน 2 วง โดยเป็นวงหกเหลี่ยม 1 วง และวงห้าเหลี่ยม 1 วง มีไนโตรเจน 4 อะตอมอยู่ในวง เบสกลุ่มอนุพันธ์ของเพียวรีน ที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิกมี 2 ชนิด คือ อะดีนีน (Adenine, A) และกวานีน (Guanine, G) ดังรูปที่ 7.3 ซึ่งพบได้ทั้งในดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอ

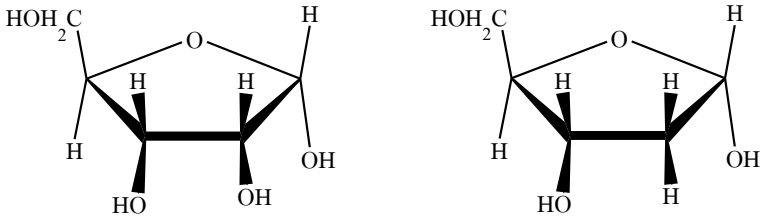


กลุ่มเพียวรีน อะดีนีน กวานีน

รูปที่ 7.3 เบสกลุ่มอนุพันธ์ของเพียวรีนที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิก

7.1.3 น้ำตาล

น้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิก เป็นน้ำตาลในกลุ่มแอลโดเพนโทส (Aldopentose) น้ำตาลที่พบในกรดนิวคลิอิกมี 2 ชนิด คือ น้ำตาลไรโบส (β-D-ribose) และน้ำตาลดีออกซีไรโบส (β-D-2-deoxyribose) ดังรูปที่ 7.4



ไรโบส ดีออกซีไรโบส

รูปที่ 7.4 โครงสร้างของน้ำตาลไรโบสและน้ำตาลดีออกซีไรโบส

ในแต่ละโมเลกุลของกรดนิวคลิอิก ประกอบด้วยน้ำตาลเพียง 1 ชนิด จึงสามารถแบ่งกรดนิวคลิอิกออกได้เป็น 2 ชนิด ตามชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบ

7.2 ประเภทของกรดนิวคลิอิก

กรดนิวคลิอิกแบ่งเป็น 2 ประเภทตามชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบ คือ

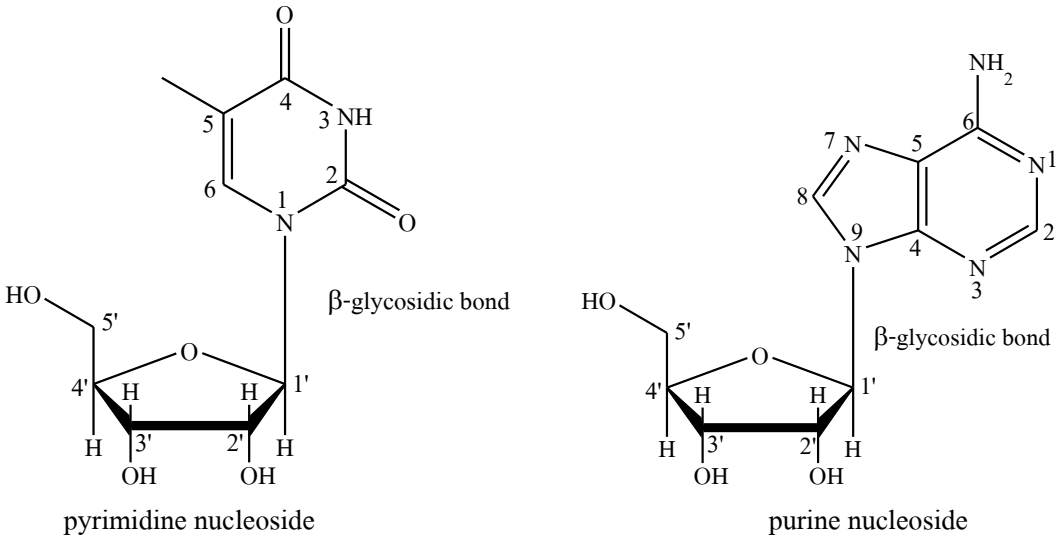
1) กรดไรโบนิวคลิอิก (Ribonucleic acid, RNA) ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส

2) กรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิก (Deoxyribonucleic acid, DNA) ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส อาร์เอ็นเอ และดีเอ็นเอ นอกจากจะแตกต่างกันที่ชนิดของน้ำตาลแล้ว ยังแตกต่างกันที่เบสที่เป็นองค์ประกอบ โดยกรดไรโบนิวคลิอิกมีเบสที่เป็นองค์ประกอบ 4 ชนิด คือ อะดีนีน กวานีน ไซโทซีน และยูราซิล ส่วนกรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิกมีเบสที่เป็นองค์ประกอบ 4 ชนิด คือ อะดีนีน กวานีน ไซโทซีน และไทมีน

ดีเอ็นเอ พบในนิวเคลียสของเซลล์ ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรม ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิต อาร์เอ็นเอ พบในส่วนต่างๆ ของเซลล์ ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์โปรตีน

7.3 นิวคลีโอไซด์

นิวคลีโอไซด์ เป็นสารที่ประกอบด้วยเบสไนโตรเจน และน้ำตาล โดยไนโตรเจนอะตอมของเบสจะเชื่อมกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของน้ำตาล ด้วยพันธะเบตาไกลโคซิดิก (β-glycosidic bond) ในการเกิดพันธะเบตาไกลโคซิดิกนั้น ถ้าเป็นเบสไพริมิดีน พันธะเบตาไกลโคซิดิกจะเกิดระหว่างไนโตรเจนตำแหน่งที่ 1 ของเบสไพริมิดีนกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของน้ำตาล แต่ถ้าเป็นเบสเพียวรีน พันธะเบตาไกลโคซิดิก จะเกิดระหว่างไนโตรเจนตำแหน่งที่ 9 ของเบสเพียวรีนกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของน้ำตาล ดังรูปที่ 7.5

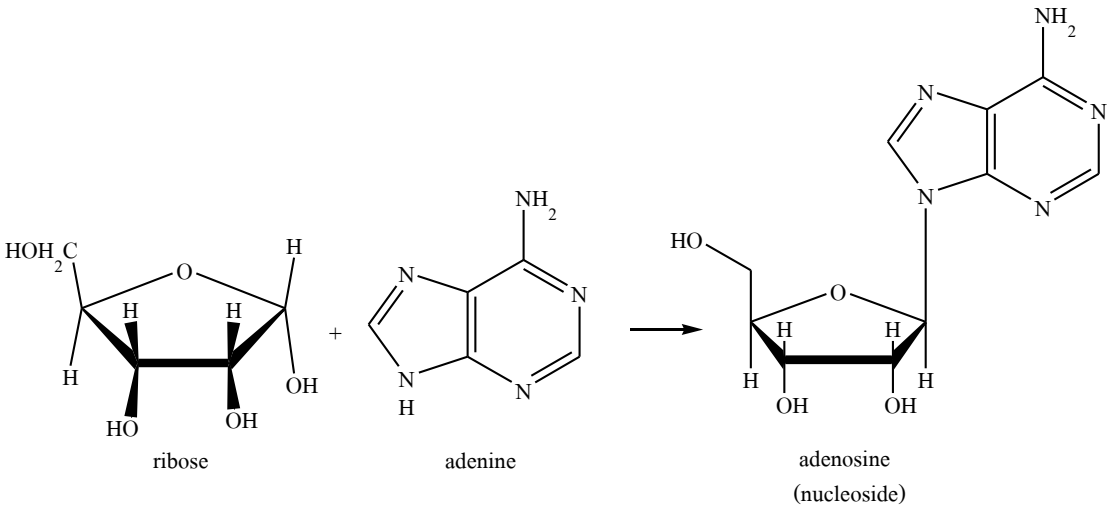


รูปที่ 7.5 โครงสร้างของเพียวรีนนิวคลีโอไซด์และไพริมิดีนนิวคลีโอไซด์

นิวคลีโอไซด์ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบคือ ไรโบนิวคลีโอไซด์ (Ribonucleoside) และดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ (Deoxyribonucleoside)

7.3.1 ไรโบนิวคลีโอไซด์

ไรโบนิวคลีโอไซด์ คือ นิวคลีโอไซด์ที่มีน้ำตาลไรโบสเป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างการเกิดไรโบนิวคลีโอไซด์แสดงดังรูปที่ 7.6



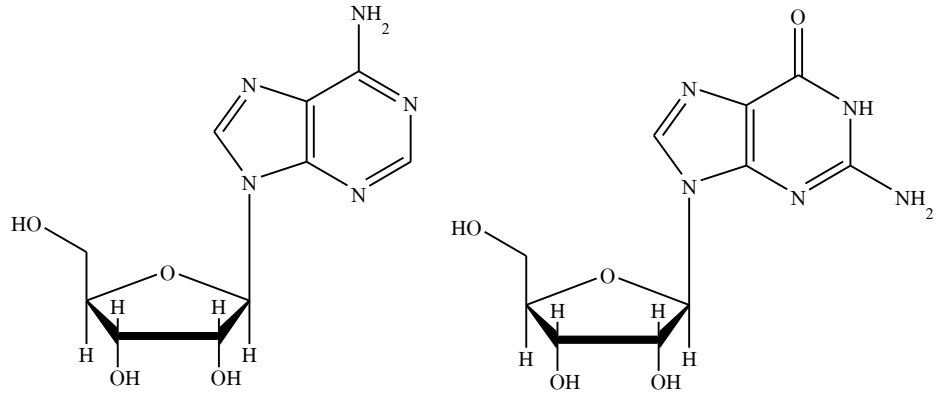
รูปที่ 7.6 การเกิดไรโบนิวคลีโอไซด์

การเรียกชื่อไรโบนิวคลีโอไซด์ จะเรียกชื่อ โดยการแปลงจากชื่อเบสที่เป็นองค์ประกอบ ดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 การเรียกชื่อไรโบนิวคลีโอไซด์

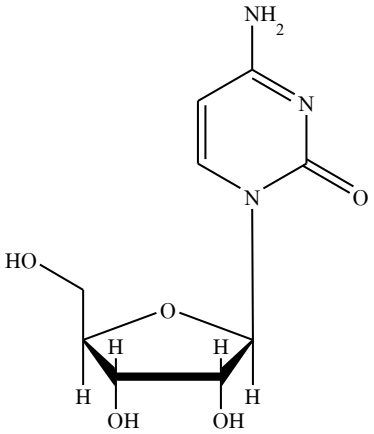
เบส	การเรียกชื่อ
อะดีนีน (Adenine)	อะดีโนซีน (Adenosine)
กวานีน (Guanine)	กวาโนซีน (Guanosine)
ไซโทซีน (Cytosine)	ไซทิดีน (Cytidine)
ยูราซิล (Uracil)	ยูริดีน (Uridine)

จะเห็นได้ว่าไรโบนิวคลีโอไซด์ จะไม่มีเบสไทมีน เนื่องจากเบสไทมีนจะพบได้ในดีเอ็นเอเท่านั้น ดังนั้นเบสไทมีนจะเกาะกับน้ำตาลดีออกซีไรโบสเท่านั้น โครงสร้างของไรโบนิวคลีโอไซด์ แสดงดังรูปที่ 7.7

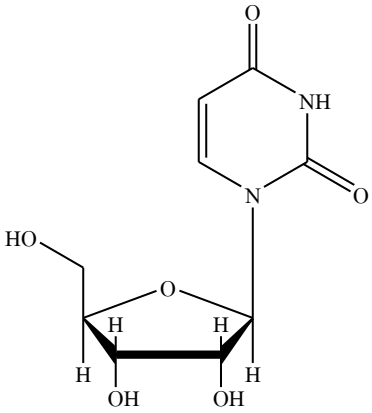


อะดีโนซีน

กวาโนซีน



ไซทิดีน

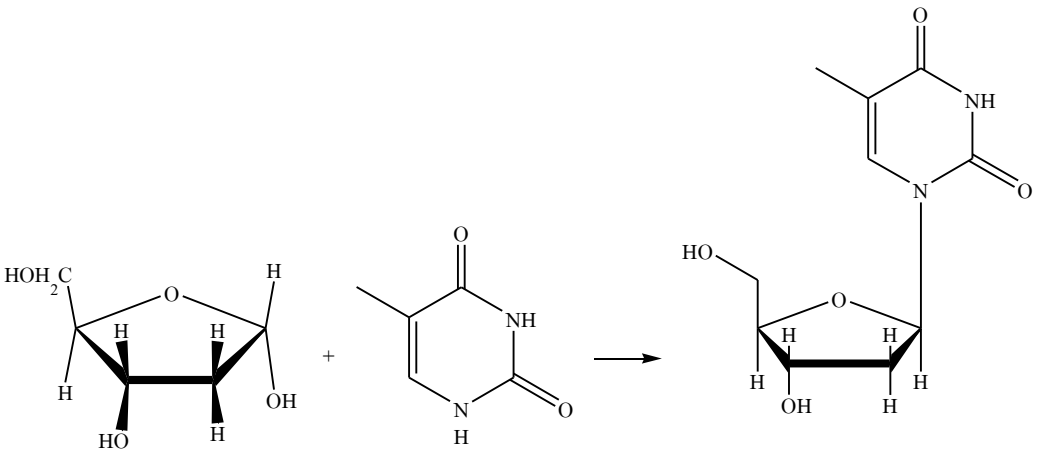


ยูริดีน

รูปที่ 7.7 โครงสร้างของไรโบนิวคลีโอไซด์

7.3.2 ดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์

ดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ คือ นิวคลีโอไซด์ที่มีน้ำตาลดีออกซีไรโบส เป็นองค์ประกอบ ตัวอย่างการเกิดดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์แสดงดังรูปที่ 7.8



ดีออกซีไรโบส ไทมีน ไทมีดีน

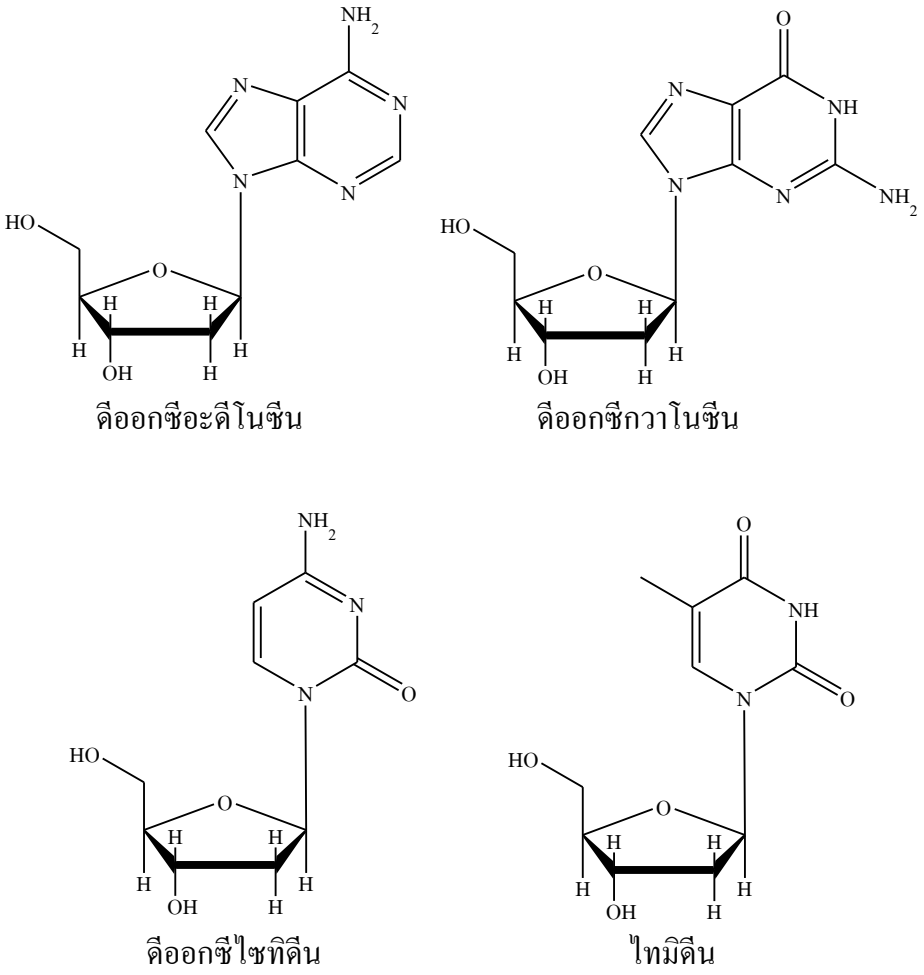
รูปที่ 7.8 การเกิดดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์

การเรียกชื่อดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ จะเรียกชื่อ โดยการแปลงจากชื่อเบสที่เป็นองค์ประกอบเช่นเดียวกับไรโบนิวคลีโอไซด์ แต่จะมีคำว่า ดีออกซี (Deoxy) นำหน้า ดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 การเรียกชื่อดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์

เบส	การเรียกชื่อ
อะดีนีน (Adenine)	ดีออกซีอะดีโนซีน (Deoxyadenosine)
กวานีน (Guanine)	ดีออกซีกวาโนซีน (Deoxyguanosine)
ไซโทซีน (Cytosine)	ดีออกซีไซทิดีน (Deoxycytidine)
ไทมีน (Thymine)	ไทมิดีน (Thymidine)

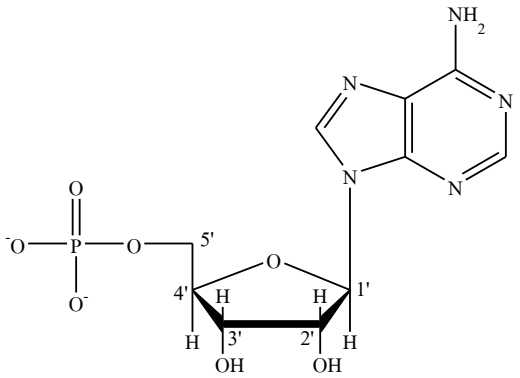
จะเห็นได้ว่าดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ จะไม่มีเบสยูราซิล เนื่องจากเบสยูราซิลจะพบได้เฉพาะในอาร์เอ็นเอ เท่านั้น นั่นคือเบสยูราซิลจะเกาะกับน้ำตาลไรโบสเท่านั้น นอกจากนี้การเรียกชื่อนิวคลีโอไซด์ที่มีเบสไทมีนจะไม่มีคำว่า ดีออกซีนำหน้า เนื่องจากนิวคลีโอไซด์ที่มีเบสไทมีนจะเป็นชนิดดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์เท่านั้น จึงไม่ต้องมีคำดีออกซีนำหน้า โครงสร้างของดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ แสดงดังรูปที่ 7.9



รูปที่ 7.9 โครงสร้างของดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์

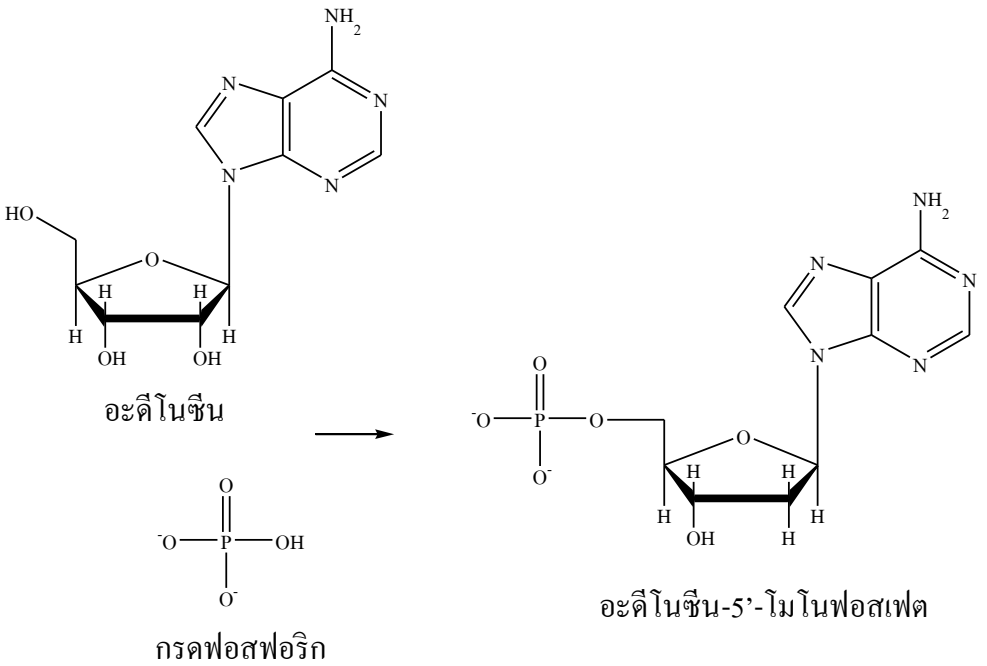
7.4 นิวคลีโอไทด์

นิวคลีโอไทด์เป็นสารที่ประกอบด้วยเบสไนโตรเจน น้ำตาล และหมู่ฟอสเฟต หรือกล่าวได้ว่านิวคลีโอไทด์ คือ นิวคลีโอไซด์ที่มีหมู่ฟอสเฟตนั่นเอง โดยหมู่ฟอสเฟตจะมาเกาะกับนิวคลีโอไซด์ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ดังรูปที่ 7.10



รูปที่ 7.10 ตัวอย่างนิวคลีโอไทด์

ในการเกิดนิวคลีโอไทด์นั้น อาจมีหมู่ฟอสเฟตที่มาเกาะ 1 2 หรือ 3 หมู่ โดยถ้ามีหมู่ฟอสเฟตมาเกาะ 1 หมู่ เรียกว่า นิวคลีโอไซด์-5'-โมโนฟอสเฟต (Nucleoside-5'-monophosphate) ถ้ามีหมู่ฟอสเฟตมาเกาะ 2 หมู่ เรียกว่า นิวคลีโอไซด์-5'-ไดฟอสเฟต (Nucleoside-5'-diphosphate) และถ้ามีหมู่ฟอสเฟตมาเกาะ 3 หมู่ เรียกว่า นิวคลีโอไซด์-5'-ไตรฟอสเฟต (Nucleoside-5'-triphosphate) ตัวอย่างการเกิดนิวคลีโอไทด์ แสดงดังรูปที่ 7.11



รูปที่ 7.11 ตัวอย่างการเกิดนิวคลีโอไทด์

นิวคลีโอไทด์แบ่งได้ 2 ชนิด ตามน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบ คือ ไรโบนิวคลีโอไทด์ (Ribonucleotide) และดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ (Deoxyribonucleotide)

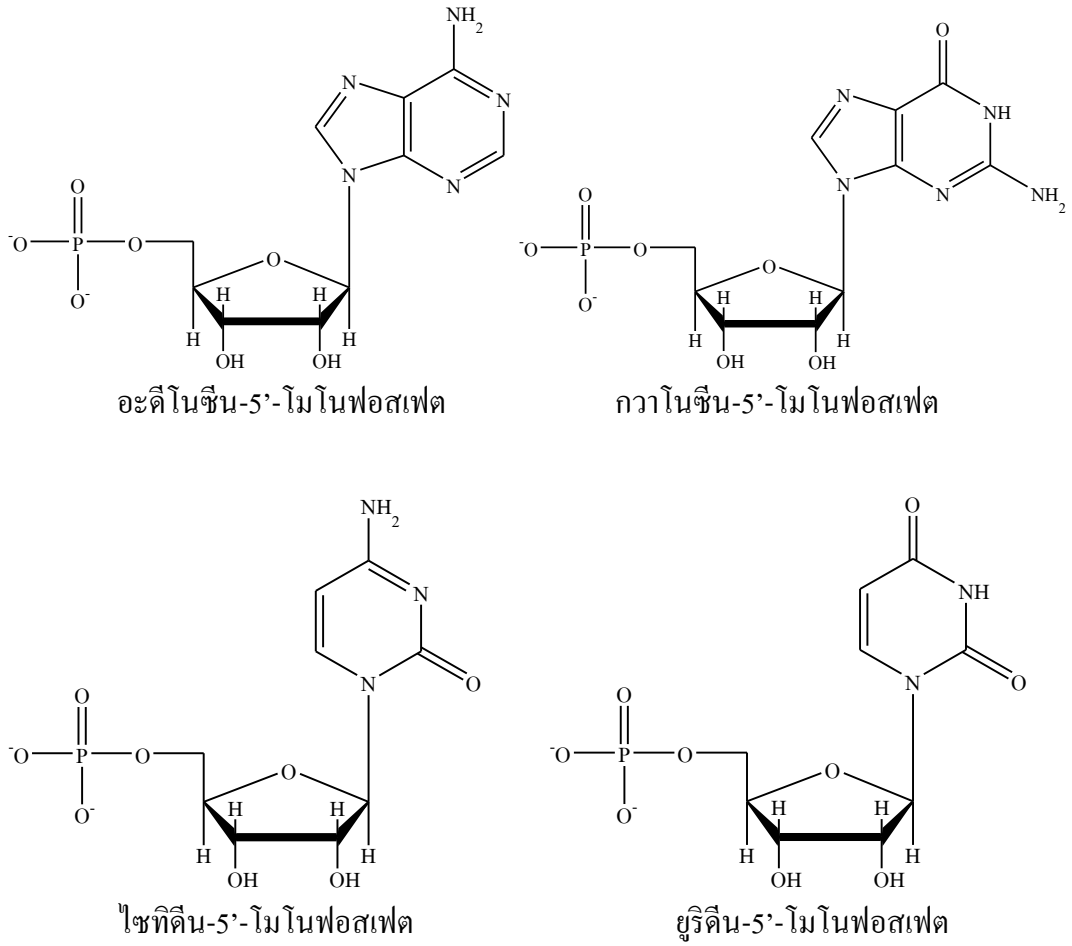
7.4.1 ไรโบนิวคลีโอไทด์

ไรโบนิวคลีโอไทด์ คือ นิวคลีโอไทด์ที่มีน้ำตาลไรโบส เป็นองค์ประกอบ การเรียกชื่อไรโบนิวคลีโอไทด์ ให้เรียกส่วนที่เป็นนิวคลีโอไซด์ก่อน แล้วตามด้วย -5'-โมโนฟอสเฟต (-5'-monophosphate) ถ้ามีหมู่ฟอสเฟตมาเกาะ 1 หมู่ การเรียกชื่อไรโบนิวคลีโอไทด์ แสดงดังตารางที่ 7.3

ตารางที่ 7.3 การเรียกชื่อไรโบนิวคลีโอไทด์

ไรโบนิวคลีโอไซด์	การเรียกชื่อไรโบนิวคลีโอไทด์
อะดีโนซีน (Adenosine)	อะดีโนซีน-5'-โมโนฟอสเฟต (Adenosine-5'-monophosphate)
กวาโนซีน (Guanosine)	กวาโนซีน-5'-โมโนฟอสเฟต (Guanosine-5'-monophosphate)
ไซทิดีน Ccytidine)	ไซทิดีน-5'-โมโนฟอสเฟต (Cytidine-5'-monophosphate)
ยูริดีน (Uridine)	ยูริดีน-5'-โมโนฟอสเฟต (Uridine-5'-monophosphate)

ถ้ามีหมู่ฟอสเฟตมาเกาะ 2 หมู่ ใช้ -5'-ไดฟอสเฟต (-5'-diphosphate) และถ้ามีหมู่ฟอสเฟตมาเกาะ 3 หมู่ ใช้ -5'-ไตรฟอสเฟต (-5'-triphosphate) โครงสร้างของไรโบนิวคลีโอไทด์ แสดงดังรูปที่ 7.12



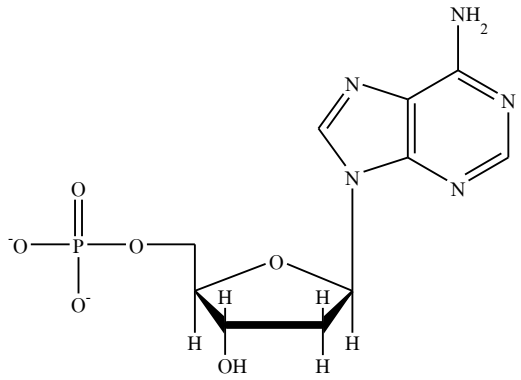
รูปที่ 7.12 โครงสร้างของไรโบนิวคลีโอไทด์

7.4.2 ดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์

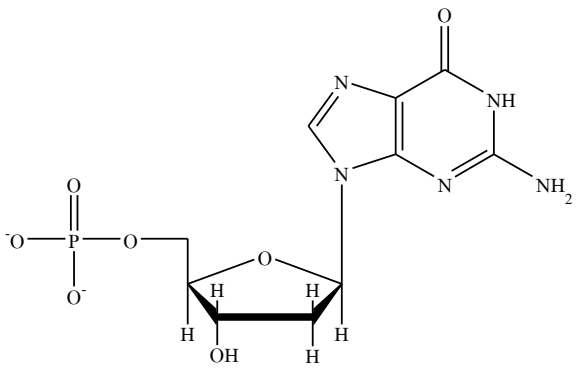
ดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ คือ นิวคลีโอไทด์ ที่มีน้ำตาลดีออกซีไรโบส เป็นองค์ประกอบ การเรียกชื่อดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ ให้เรียกส่วนที่เป็นนิวคลีโอไซด์ก่อน แล้วตามด้วย -5'-โมโนฟอสเฟต (-5'-monophosphate) ถ้ามีหมู่ฟอสเฟตมาเกาะ 1 หมู่ เช่นเดียวกับไรโบนิวคลีโอไทด์ การเรียกชื่อดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ แสดงดังตารางที่ 7.4 โครงสร้างของดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ แสดงดังรูปที่ 7.13

ตารางที่ 7.4 การเรียกชื่อดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์

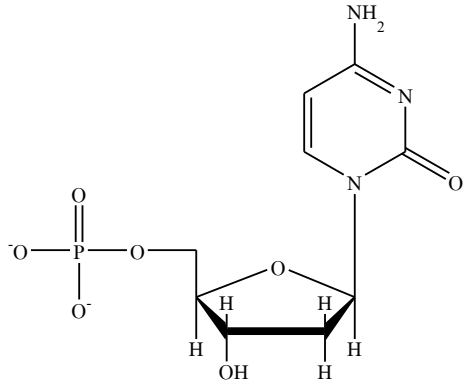
ดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์	การเรียกชื่อดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์
ดีออกซีอะดีโนซีน (Deoxyadenosine)	ดีออกซีอะดีโนซีน-5'-โมโนฟอสเฟต (Deoxyadenosine-5'-monophosphate)
ดีออกซีกวาโนซีน (Deoxyguanosine)	ดีออกซีกวาโนซีน-5'-โมโนฟอสเฟต (Deoxyguanosine-5'-monophosphate)
ดีออกซีไซทิดีน (Cytidine)	ดีออกซีไซทิดีน-5'-โมโนฟอสเฟต (Deoxycytidine-5'-monophosphate)
ไทมิดีน (Thymidine)	ไทมิดีน-5'-โมโนฟอสเฟต (Thymidine-5'-monophosphate)



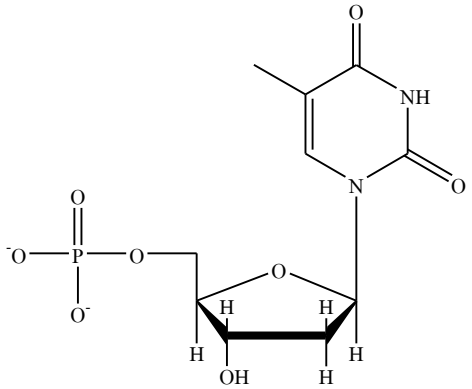
ดีออกซีอะดีโนซีน-5'-โมโนฟอสเฟต



ดีออกซีกวาโนซีน-5'-โมโนฟอสเฟต



ดีออกซีไซทิดีน-5'-โมโนฟอสเฟต



ไทมิดีน-5'-โมโนฟอสเฟต

รูปที่ 7.13 โครงสร้างของดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์

7.4.3 ความสำคัญของนิวคลีโอไทด์

1) นิวคลีโอไทด์เป็นหน่วยโครงสร้างของกรดนิวคลิอิก โดยไรโบนิวคลีโอไทด์เป็นหน่วยโครงสร้างของอาร์เอ็นเอ ส่วนดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์เป็นหน่วยโครงสร้างของดีเอ็นเอ

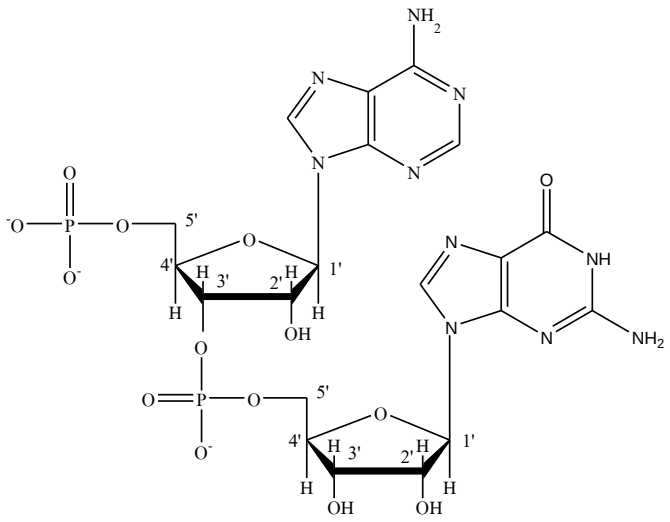
2) นิวคลีโอไทด์ ทำหน้าที่เป็นสารเก็บพลังงาน ซึ่งได้จากการเผาผลาญอาหาร นิวคลีโอไทด์ ที่ทำหน้าที่นี้เป็นพวกที่มีฟอสเฟตมากกว่า 1 หมู่ ที่มีบทบาทมากที่สุดคือ ATP (Adenosinetriphosphate) โดยในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดใช้ ATP เป็นสารพลังงาน

3) นิวคลีโอไทด์เป็นตัวกลางในการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน

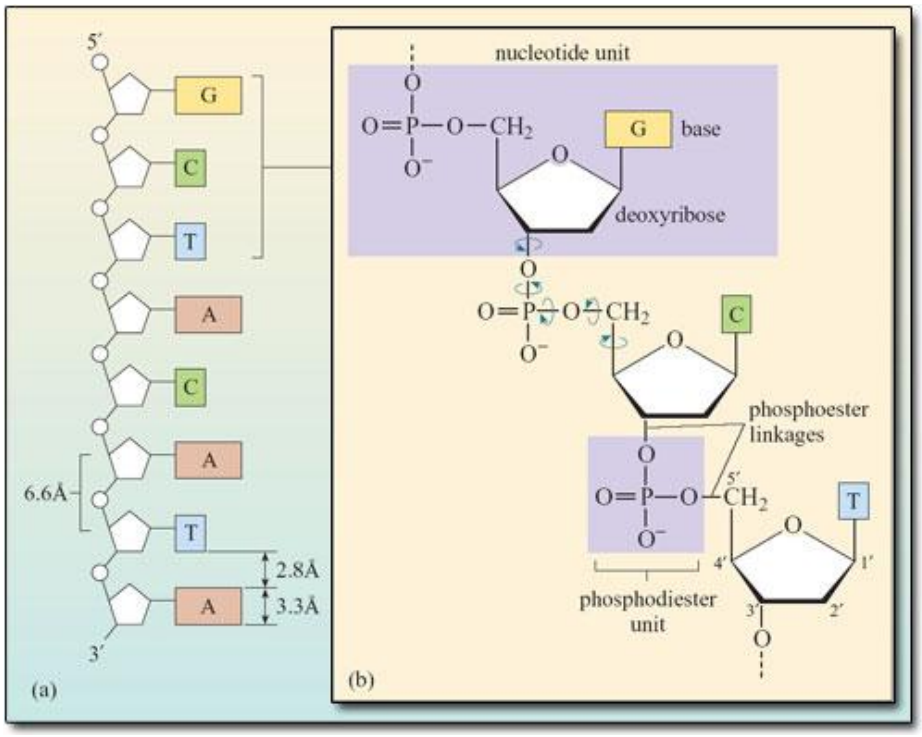
4) นิวคลีโอไทด์เป็นโคเอนไซม์ (Coenzyme) นิวคลีโอไทด์ที่ทำหน้าที่นี้มีทั้งชนิดที่มีและไม่มีโมเลกุลของวิตามินอยู่ในโครงสร้าง เช่น FAD, NAD^+ และ $NADP^+$ (ดาวัลย์ ฉิมภู่, 2548 : 166)

7.5 กรดนิวคลิอิก

กรดนิวคลิอิก คือ นิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วยที่ต่อกันด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ โดยเป็นการเชื่อมกันระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง 3’ ของนิวคลีโอไทด์หน่วยหนึ่ง กับหมู่ฟอสเฟตที่ตำแหน่ง 5’ ของนิวคลีโอไทด์หน่วยถัดไป ดังรูปที่ 7.14 การเชื่อมกันของนิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วยเกิดเป็นพอลินิวคลีโอไทด์ แสดงดังรูปที่ 7.15



รูปที่ 7.14 การเชื่อมกันของนิวคลีโอไทด์ 2 หน่วย



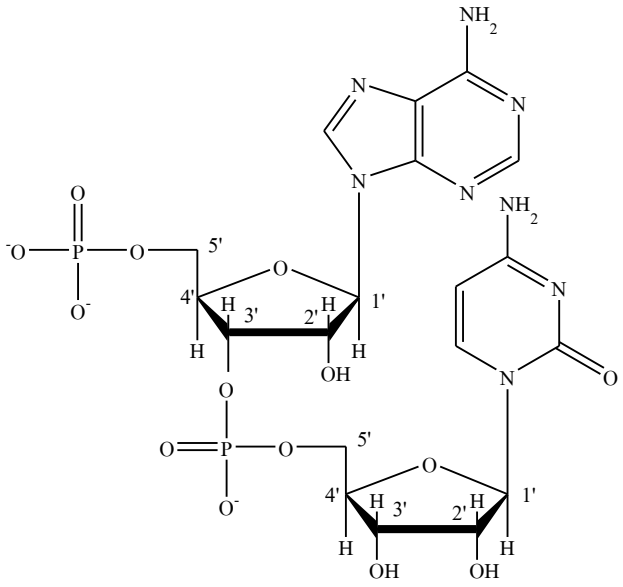
รูปที่ 7.15 โครงสร้างของกรดนิวคลิอิก

a) การเชื่อมกันของนิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วย b) การเกิดพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์

(ที่มา : The Open University, 28 December 2012)

กรดนิวคลิอิกเป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่มาก ในการเขียนโครงสร้างของกรดนิวคลิอิกจะมีความยุ่งยาก และเขียนได้ช้า ดังนั้นจึงมีการเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อของกรดนิวคลิอิก เพื่อความสะดวกในการเขียน การเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อของกรดนิวคลิอิกเขียนได้ 2 วิธี คือ แบบใช้ตัวอักษรอย่างเดียว และแบบใช้ตัวอักษรกับเส้นตรง

การเขียนโครงสร้างแบบย่อโดยใช้ตัวอักษรอย่างเดียว เป็นการเขียนย่อแบบใช้ตัวอักษร การเขียนย่อของพอลิไรโบนิวคลีโอไทด์ มีวิธีการเขียนดังนี้ ใช้ตัวย่อของเบสแทนไรโบนิวคลีโอ-ไซด์ชนิดต่างๆ คือ ใช้ A, G, C, U ใช้แทน อะดีโนซีน กวาโนซีน ไซทิดีน และยูริดิน ตามลำดับ ใช้อักษร p แทนหมู่ฟอสเฟต กำหนดว่า ถ้า p อยู่หน้าตัวย่อของนิวคลีโอไซด์ หมายถึงตำแหน่งของหมู่ฟอสเฟตอยู่ที่ 5’ และถ้า p อยู่หลังแสดงว่าฟอสเฟตอยู่ที่ตำแหน่ง 3’ ดังนั้นถ้าเขียนว่า pApC หมายถึง อะดีโนซีน-5’-ฟอสเฟต เชื่อมต่อกับไซทิดีนด้วยหมู่ฟอสเฟต ซึ่งอยู่ระหว่างตำแหน่ง 3’ ของอะดีโนซีน และตำแหน่งที่ 5’ ของไซทิดีน (ดาวัลย์ ฉิมภู่, 2548 : 171) ดังรูปที่ 7.16

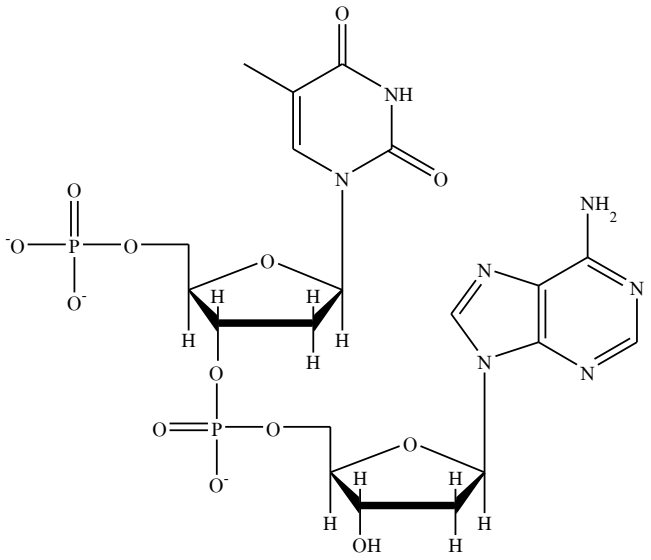


สูตรโครงสร้างแบบย่อ คือ pApC

รูปที่ 7.16 สูตรโครงสร้างของ pApC

นอกจากนี้อาจใช้ขีด (-) แทน p ที่อยู่ระหว่างนิวคลีโอไทด์ เช่น สูตรโครงสร้างแบบย่อ pApCpU อาจเขียนเป็น pA-C-U

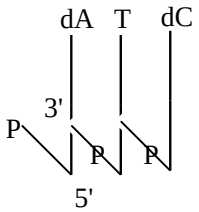
การเขียน ย่อของพอลิดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์มีวิธีเขียนดังนี้ ใช้ตัวย่อของเบสแทนดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ชนิดต่างๆ ได้แก่ dA, dG, dC, T แทนดีออกซีอะดีโนซีน ดีออกซีกวาโนซีน ดีออกซีไซทิดีน และไทมิดีน ตามลำดับ และใช้ p นำหน้าหรือตามหลังดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์เช่นเดียวกับไรโบนิวคลีโอไซด์ เช่น pdCpdA ดังรูปที่ 7.17



สูตรโครงสร้างแบบย่อ คือ pdCpdA

รูปที่ 7.17 สูตรโครงสร้างของ pdCpdA

การเขียนโครงสร้างแบบย่อโดยใช้ตัวอักษรกับเส้นตรง เป็นการเขียนโดยใช้เส้นตรงแทนน้ำตาล โดยถ้าเป็นน้ำตาลชนิดดีออกซีไรโบส จะใช้อักษร d กำกับด้านบนของเส้นตรง ส่วนเบสจะใช้อักษรย่อของเบสแต่ละชนิดนั่นคือ อะดีนีนใช้ A กวานีนใช้ G ไซโทซีนใช้ C ยูราซิลใช้ U และไทมีนใช้ T ส่วนหมู่ฟอสเฟตใช้อักษร p ตัวอย่างการเขียนย่อโดยใช้ตัวอักษรกับเส้นตรง แสดงดังรูปที่ 7.18



รูปที่ 7.18 การเขียนโครงสร้างแบบย่อโดยใช้ตัวอักษรกับเส้นตรงของ pdApTpdC

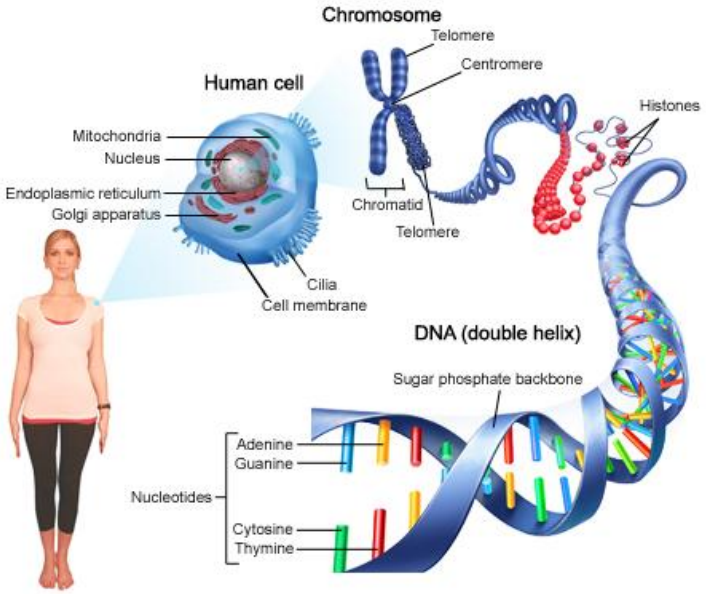
7.6 กรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิก

กรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิก (Deoxyribonucleic acid) หรือดีเอ็นเอ (DNA) คือกรดนิวคลิอิกที่ประกอบด้วยดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วยมาต่อกันเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ดีเอ็นเอมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิด

7.6.1 หน้าที่และแหล่งที่พบ

ดีเอ็นเอ เป็นสารชีวโมเลกุลที่มีความสำคัญต่อการคงอยู่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ กล่าวคือ ดีเอ็นเอ ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิด ยกเว้นไวรัสบางชนิดเท่านั้นที่ใช้อาร์เอ็นเอเป็นสารพันธุกรรม สารพันธุกรรมนี้จะเป็นที่เก็บและถ่ายทอด (Transmission) ข้อมูลทางพันธุกรรม หรือลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต จากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลาน จากเซลล์รุ่นหนึ่งไปสู่เซลล์อีกรุ่นหนึ่ง เป็นตัวควบคุมการแสดงออกของลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต (พัชรี บุญศิริ และคณะ, 2550 : 177)

ดีเอ็นเอ ที่พบในธรรมชาติมีขนาด และรูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของสิ่งมีชีวิต แหล่งที่พบดีเอ็นเอ จะพบในนิวเคลียสของเซลล์ นอกจากนี้ยังพบที่ส่วนอื่นของเซลล์ด้วย เช่น ในเซลล์ของมนุษย์พบดีเอ็นเอในนิวเคลียส โดยจะอยู่บนโครโมโซม ดังรูปที่ 7.19



รูปที่ 7.19 แหล่งที่พบดีเอ็นเอในมนุษย์

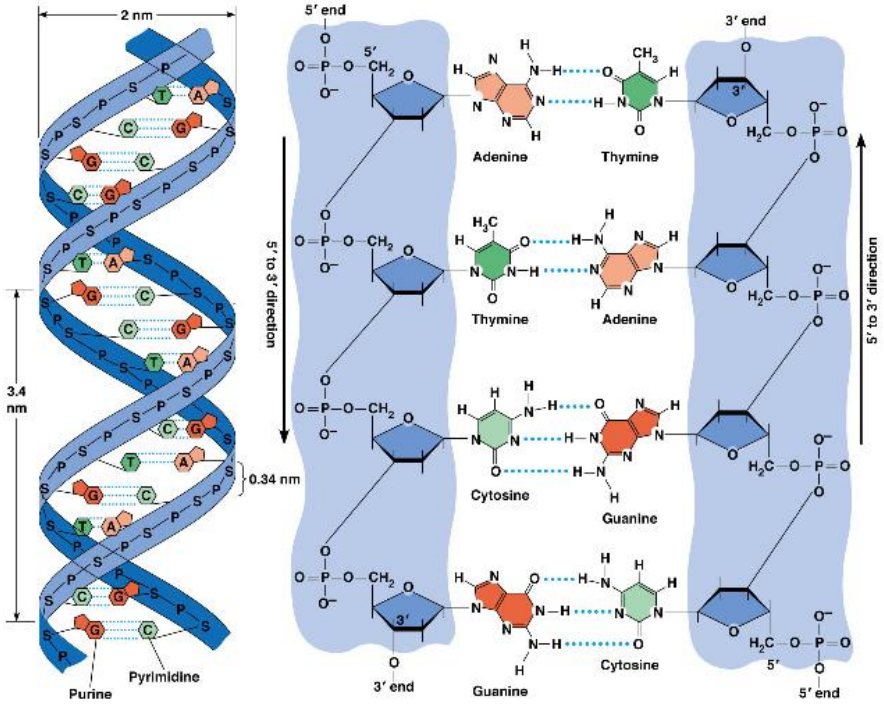
(ที่มา : University of Wisconsin, 11 January 2012)

นอกจากนี้ยังพบในไมโทคอนเดรียอีกด้วย สำหรับพืชจะพบดีเอ็นเอในนิวเคลียส และยังพบได้ในคลอโรพลาสต์

7.6.2 โครงสร้างของดีเอ็นเอ

โครงสร้างของดีเอ็นเอ ประกอบด้วยสายพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายพันกันเป็นเกลียว การค้นพบโครงสร้างเกลียวคู่ (Double helix) ของดีเอ็นเอ ในปี ค.ศ. 1953 โดยเจมส์ ดิวอีย์ วอตสัน

(James Dewey Watson) และฟรานซิส คริก (Francis Crick) ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลของดีเอ็นเอ (DNA structure) ในหัวข้อ “โครงสร้างระดับโมเลกุลของกรดนิวคลิอิก (Molecular Structure of Nucleic Acids)” ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ Nature ฉบับวันที่ 25 เมษายน ค.ศ. 1953 ดีเอ็นเอ เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ 2 สาย ที่พันบิดกันเป็นเกลียวคู่ (Double helix) วนไปทางขวา (Right hand) โดยที่สายพอลินิวคลีโอไทด์ทั้ง 2 สายเรียงสลับสวนทิศทางกัน (Antiparallel) คล้ายบันไดเวียน โดยมีน้ำตาล และหมู่ฟอสเฟตเป็นราวบันได และบันไดแต่ละขั้นคือ เบส 1 คู่ ที่จับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ระหว่างอะดีนีนกับไทมีน (A-T) และกวานีนกับไซโทซีน (G-C) การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ จะทำให้ได้สารพันธุกรรม ที่มีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการจำนวนมากขึ้นเป็น 2 เท่า การเกิดสายพอลินิวคลีโอไทด์จะมีการสร้างสายใหม่ขึ้นมาหนึ่งสาย และมีสายเก่าอยู่หนึ่งสาย ทำหน้าที่เป็นแม่พิมพ์ในขณะที่มีการสังเคราะห์สายใหม่ขึ้นมา” (ศุภศิษฏ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์, 2552 : 128) จากผลงานดังกล่าว ทำให้วอตสัน และคริกได้รับรางวัลโนเบลในปี ค.ศ. 1962 โครงสร้างของดีเอ็นเอ แสดงดังรูปที่ 7.20



โครงสร้างเกลียวคู่ สายพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายจับกันโดยมีทิศสวนทางกัน

รูปที่ 7.20 โครงสร้างของดีเอ็นเอ

(ที่มา : Memorial University of Newfoundland, 1 May 2013)

ลักษณะเกลียวคู่เกิดจากดีเอ็นเอ 2 สายพันกันเป็นเกลียวคู่วนขวาคล้ายบันไดเวียน เบสที่เป็นองค์ประกอบของสายพอลินิวคลีโอไทด์ทั้ง 2 สายจะวางตัวอยู่ในระนาบเดียวกัน และต้องเข้าคู่กันดังนี้ อะดีนีนกับไทมีน (A-T) และกวานีนกับไซโทซีน (G-C) เสมอ เบสแต่ละคู่จับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ดีเอ็นเอทั้ง 2 สายจะจับกันในลักษณะกลับทิศทางกันคือ นิวคลีโอไทด์สายหนึ่งจะมีทิศทางจาก 5’ ⟶ 3’ อีกสายหนึ่งจะมีทิศทางจาก 3’ ⟶ 5’ ดังตัวอย่าง

สายพอลินิวคลีโอไทด์สายที่ 1 5’ - - - - - GCA TTG CAA TTA TGC CAA - - - - - 3’
สายพอลินิวคลีโอไทด์สายที่ 2 3’ - - - - - CGT AAC GTT AAT ACG GTT - - - - - 5’

7.7 กรดไรโบนิวคลิอิก

กรดไรโบนิวคลิอิก (Ribonucleic acid) หรืออาร์เอ็นเอ (RNA) เป็นกรดนิวคลิอิกที่ประกอบด้วยไรโบนิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วยมาต่อกัน

7.7.1 หน้าที่และแหล่งที่พบ

ในเซลล์ยูคาริโอตจะพบอาร์เอ็นเอได้ในนิวเคลียส ไซโทพลาซึมและไมโทคอนเดรีย สำหรับในนิวเคลียสจะพบอาร์เอ็นเอบริเวณนิวคลีโอลัส ในธรรมชาติอาร์เอ็นเอแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

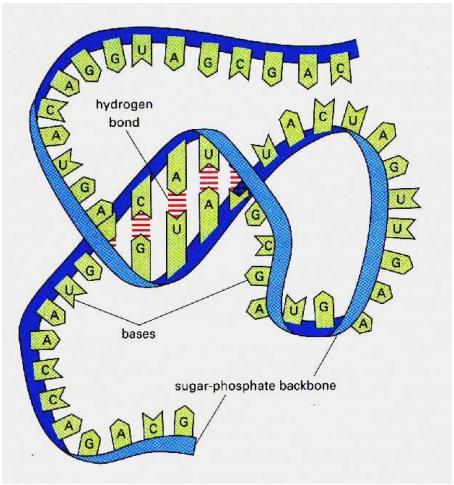
7.7.1.1 อาร์เอ็นเอนำรหัส (m-RNA หรือ Messenger RNA) ทำหน้าที่เป็นตัวถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมจากดีเอ็นเอ เพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน โดยอาร์เอ็นเอนำรหัสจะถูกสังเคราะห์ขึ้นที่นิวเคลียส โดยมีดีเอ็นเอเป็นแม่แบบ จากนั้นอาร์เอ็นเอนำรหัส จะไปที่ไซโทพลาซึม เพื่อเป็นแม่แบบในการสังเคราะห์โปรตีนต่อไป ข้อมูลพันธุกรรมที่อาร์เอ็นเอนำรหัสนำไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนก็คือ ลำดับเบสนั่นเอง อาร์เอ็นเอนำรหัสมีจำนวนนิวคลีโอไทด์ประมาณ 75 – 3,000

7.7.1.2 อาร์เอ็นเอถ่ายโอน (t-RNA หรือ Transfer RNA) ทำหน้าที่นำกรดอะมิโนไปยังไรโบโซมเพื่อเรียงต่อกันเป็นโปรตีน อาร์เอ็นเอถ่ายโอนแต่ละชนิดจะมีความจำเพาะต่อชนิดของกรดอะมิโนนั่นคือ อาร์เอ็นเอถ่ายโอน สามารถนำกรดอะมิโนไปได้เพียงชนิดเดียวเท่านั้น อาร์เอ็นเอถ่ายโอน มีจำนวนนิวคลีโอไทด์ประมาณ 75 – 90

7.7.1.3 อาร์เอ็นเอไรโบโซม (r-RNA หรือ Ribosomal RNA) เป็นส่วนประกอบของไรโบโซม โดยจะรวมกับโปรตีนสร้างเป็นไรโบโซม อาร์เอ็นเอไรโบโซมมีจำนวนนิวคลีโอไทด์ประมาณ 100 – 3,100

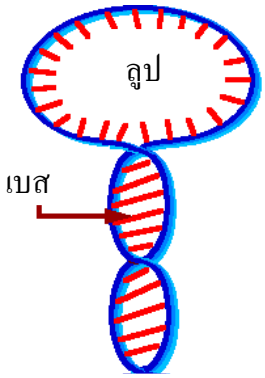
7.7.2 โครงสร้างของอาร์เอ็นเอ

โครงสร้างของอาร์เอ็นเอ ประกอบด้วยสายพอลินิวคลีโอไทด์ 1 สาย ซึ่งจะแตกต่างจากดีเอ็นเอที่เป็นเกลียวคู่ 2 สาย นอกจากนี้อาร์เอ็นเอ ยังแตกต่างจากดีเอ็นเอที่น้ำตาล และเบสที่เป็นองค์ประกอบ โดยในอาร์เอ็นเอจะเป็นน้ำตาลไรโบส ส่วนเบสในอาร์เอ็นเอจะเป็นยูราซิล แทนไทมีน แม้ว่าอาร์เอ็นเอจะมีโครงสร้างเป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์เพียงสายเดียว แต่อาจมีการม้วนพับสายเข้าหากัน และพันกันเองได้เป็นรูปเกลียว โดยเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสอะดีนีนกับยูราซิล และเบสกวานีนกับไซโทซีน ดังรูปที่ 7.21 การเข้าคู่กันของเบสในอาร์เอ็นเอนี้บางครั้งทำให้เกิดโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นบ่วงเหมือนกิ๊บติดผม (Hairpin loop) ดังรูปที่ 7.22



รูปที่ 7.21 การม้วนพับของสายพอลินิวคลีโอไทด์ในอาร์เอ็นเอ

(ที่มา : University of Illinois. (1 May 2013)



รูปที่ 7.22 โครงสร้างของอาร์เอ็นเอที่มีลักษณะเหมือนกิ๊บติดผม

(ที่มา : Student Computing Facility, 1 May 2013)

7.8 สมบัติของกรดนิวคลิอิก

สมบัติของกรดนิวคลิอิก จะขึ้นอยู่กับสารที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ฟอสเฟต เบส และน้ำตาล รวมถึงโครงสร้างของกรดนิวคลิอิก

7.8.1 ความเป็นกรด

ดีเอ็นเอแสดงสมบัติเป็นกรด เนื่องจากมีหมู่ฟอสเฟตเป็นจำนวนมากในโมเลกุล ซึ่งสามารถแตกตัวให้โปรตอนได้ ทำให้ดีเอ็นเอมีประจุลบจึงสามารถจับกับไอออนบวกของโลหะ เช่น Ca^{2+} Mg^{2+} รวมถึงโปรตีนที่เป็นเบสและมีประจุบวก

7.8.2 การดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเลต

เบสเพียวรีน และไพริมิดีนในกรดนิวคลิอิก เป็นสารพวกอะโรมาติก จึงสามารถดูดกลืนคลื่นแสงได้ดี โดยเฉพาะช่วงคลื่นแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet, UV) ความยาวคลื่นประมาณ 260 นาโนเมตร พลังจากแสงเหล่านี้สามารถทำลายเบสบางชนิดในดีเอ็นเอโดยเฉพาะไทมีน ดังนั้นการได้รับแสงอัลตราไวโอเลตในปริมาณมากจึงเป็นอันตรายต่อเซลล์ เพราะอาจทำลายรหัสพันธุกรรมบางส่วนของเซลล์ได้ และเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของเซลล์นั้น เป็นผลให้เซลล์ผิดปกติหรืออาจเกิดการกลาย (Mutation) ได้ (ศุภศิษฏ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์, 2552 : 134)

7.8.3 การแปลงสภาพ

การแปลงสภาพ (Denaturation) คือ การที่สายพอลินิวคลีโอไทด์ทั้งสองสายเกลียวคู่ในดีเอ็นเอแยกออกจากกัน โดยพันธะไฮโดรเจนระหว่างสายถูกทำลาย ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแปลงสภาพ เช่น ความร้อน กรด ด่าง รังสีเอกซ์ และสารเคมีบางชนิด เช่น ยูเรีย เป็นต้น หลังจากที่ดีเอ็นเอเกลียวคู่ถูกทำลายให้แปลงสภาพแล้ว ถ้าปรับสภาวะใหม่ให้เหมาะสม ดีเอ็นเอสายเดี่ยวที่แยกจากกันจะสามารถกลับมาเข้าคู่กันเป็นเกลียวคู่ใหม่ได้อีกครั้ง กระบวนการนี้เรียกว่า การกลับคืนสู่สภาพธรรมชาติ (Renaturation or annealing process) เช่น ถ้าดีเอ็นเอเกลียวคู่เสียสภาพธรรมชาติด้วยความร้อน ถ้าปล่อยให้อุณหภูมิเย็นลง ดีเอ็นเอทั้งสองสายจะกลับมาเข้าคู่กันใหม่เป็น ดีเอ็นเอเกลียวคู่ได้

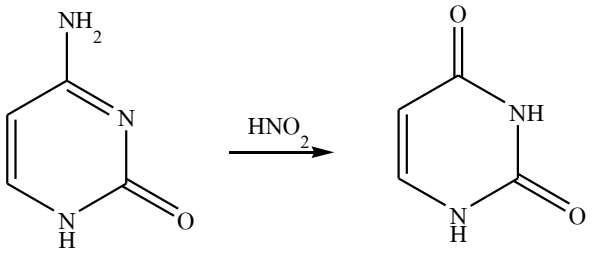
ตัวอย่างการแปลงสภาพของดีเอ็นเอ ได้แก่ การใส่พลังงานให้กับดีเอ็นเอ เพื่อทำลายพันธะไฮโดรเจน และขัดขวางปฏิสัมพันธ์ระหว่างแต่ละชั้นที่ซ้อนกันของคู่เบส ซึ่งโดยปรกติสามารถทำได้โดยการให้ความร้อนแก่ดีเอ็นเอ (คณาจารย์ภาควิชาชีวเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554 : 233)

7.9 การกลาย

การกลาย หรือมิวเทชัน (Mutation) คือ การเปลี่ยนแปลงของเบสที่เป็นองค์ประกอบในดีเอ็นเอ โดยจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางพันธุกรรม ในกระบวนการถอดรหัส (Transcription) ซึ่งจะมีผลทำให้มีการเปลี่ยนลำดับของกรดอะมิโน ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

สารที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (Mutagen) คือ สารที่ทำให้โครงสร้างของดีเอ็นเอเปลี่ยนแปลงไป ที่สำคัญได้แก่ รังสี (Radiation) และสารเคมี รังสีได้แก่ รังสีจากแสงอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) รังสีเอ็กซ์ (X rays) กัมมันตภาพรังสี และรังสีคอสมิก (Cosmic rays) ตัวอย่างเช่น แสงอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์จะทำให้โมเลกุลของดีเอ็นเอของเซลล์ผิวหนังเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้

สารเคมีที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการกลายพันธุ์ ได้แก่ กรดไนตรัส (HNO_2) โดยจะทำให้เกิดปฏิกิริยาดีอะมิเนชัน (Amination) ของเบสไนโตรเจน ตัวอย่างเช่น ทำให้เบสไซโทซีนเปลี่ยนเป็นเบสยูราซิล ดังสมการ



ไซโทซีน ยูราซิล

ปฏิกิริยาดังกล่าว จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโคดอน (Codon) เช่น โคดอน CGG จะเปลี่ยนเป็น UGG สารเคมีอื่นๆ เช่น ไนไตร์ท (Nitrite) ไนเตรท (Nitrate) และไนโตรซามีน (Nitrosamine) สารเหล่านี้สามารถเปลี่ยนไปเป็นกรดไนตรัสในร่างกายได้ โดยในปัจจุบันมีการใช้ไนเตรทและไนไตร์ทเป็นวัตถุกันเสียในอาหาร เช่น โบโลนา (Bologna) และฮอทดอก (Hot dog) เมื่อรับประทานจะทำให้เปลี่ยนเป็นกรดไนตรัส ซึ่งอาจทำให้โมเลกุลของดีเอ็นเอเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ (Stoker H. Stephen, 1998 : 659)

สรุปท้ายบท

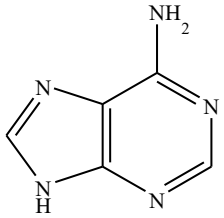
กรดนิวคลิอิก เป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยหน่วยย่อย คือ นิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วยมาเชื่อมต่อกัน ด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ ส่วนนิวคลีโอไทด์เป็นสารที่ประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า นิวคลีโอไซด์กับหมู่ฟอสเฟต โดยนิวคลีโอไซด์เป็นสารที่ประกอบด้วยเบสกับน้ำตาล ดังนั้นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของกรดนิวคลิอิกประกอบด้วย 3 ส่วน คือ หมู่ฟอสเฟต เบสไนโตรเจน และน้ำตาล หมู่ฟอสเฟตสูตรโมเลกุลคือ PO_4^{3-} แหล่งของฟอสเฟตในร่างกายคือ กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เบสไนโตรเจนคือ สารที่มีไนโตรเจนอะตอมในโมเลกุล และมีฤทธิ์เป็นเบส เบสไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิกมี 2 กลุ่มคือ กลุ่มอนุพันธ์ของไพริมิดีนมี 3 ชนิด คือ ไซโทซีน ยูราซิล และไทมีน และกลุ่มอนุพันธ์ของเพียวรีนมี 2 ชนิด คือ อะดีนีน และกวานีน น้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิกเป็นน้ำตาลแอลโดเพนโทส (Aldopentose) มี 2 ชนิดคือ น้ำตาลไรโบส และน้ำตาลดีออกซีไรโบส

กรดนิวคลิอิก แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบ คือ กรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิก หรือดีเอ็นเอประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส และกรดไรโบนิวคลิอิก หรืออาร์เอ็นเอ ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส ดีเอ็นเอเป็นกรดนิวคลิอิกที่ประกอบด้วยดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วยมาต่อกัน ดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิด โดยเก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม หรือลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลาน โครงสร้างของดีเอ็นเอประกอบด้วยสายพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายพันกันเป็นเกลียว ด้วยพันธะไฮโดรเจน ระหว่างอะดีนีนกับไทมีน (A-T) และกวานีนกับไซโทซีน (G-C) อาร์เอ็นเอ เป็นกรดนิวคลิอิก ที่ประกอบด้วยไรโบนิวคลีโอไทด์หลายๆ หน่วยมาต่อกัน อาร์เอ็นเอแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คืออาร์เอ็นเอนำรหัสทำหน้าที่เป็นตัวถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมจากดีเอ็นเอ เพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน อาร์เอ็นเอถ่ายโอน ทำหน้าที่นำกรดอะมิโนไปยังไรโบโซมเพื่อเรียงต่อกันเป็นโปรตีน และอาร์เอ็นเอไรโบโซม เป็นส่วนประกอบของไรโบโซม โครงสร้างของอาร์เอ็นเอประกอบด้วยสายพอลินิวคลีโอไทด์ 1 สาย แต่อาจมีการม้วนพับสายเข้าหากันและพันกันเองได้เป็นรูปเกลียว โดยเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสอะดีนีนกับยูราซิล และเบสกวานีนกับไซโทซีน

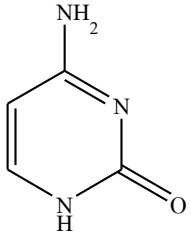
แบบฝึกหัดท้ายบท

1. จงอธิบายความสำคัญของกรดนิวคลิอิกต่อสิ่งมีชีวิต
2. จงเขียนโครงสร้างของหมู่ฟอสเฟตที่เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลิอิกในร่างกาย
3. พิจารณาโครงสร้างของเบสต่อไปนี้ แล้วตอบว่าเบสดังกล่าวอยู่ในกลุ่มใด

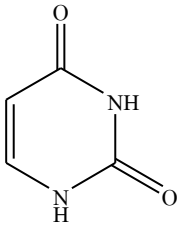
3.1



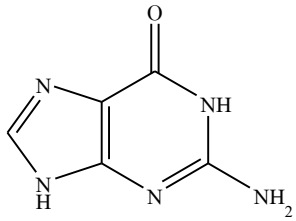
3.2



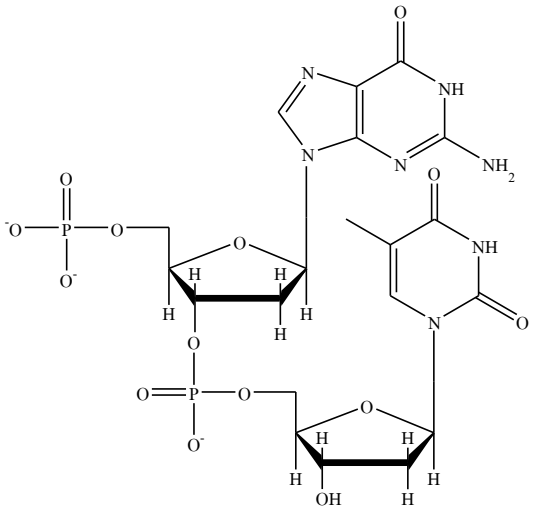
3.3



3.4



4. น้ำตาลที่พบในกรดนิวคลิอิกคือน้ำตาลชนิดใดบ้าง จงเขียนโครงสร้างประกอบ
5. กรดนิวคลิอิกแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ DNA และ RNA เกณฑ์ที่ใช้แบ่งกรดนิวคลิอิกดังกล่าว คือเกณฑ์ใด
6. จงอธิบายความแตกต่างของ DNA และ RNA ในแง่องค์ประกอบ และหน้าที่
7. จงอธิบายโครงสร้างของ DNA ที่เสนอโดยเจมส์ วัตสัน และฟรานซิส คริก พร้อมวาดโครงสร้างประกอบ
8. จงอธิบายโครงสร้างของ RNA
9. จงเขียนโครงสร้างแบบย่อโดยใช้ตัวอักษรอย่างเดียว และตัวอักษรกับเส้นตรง ของสารต่อไปนี้



10. การได้รับแสงอัลตราไวโอเลตในปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อเซลล์ เพราะอาจทำลายรหัสพันธุกรรมบางส่วนของเซลล์ได้ เนื่องจากเหตุผลใด จงอธิบายโดยใช้สมบัติของกรดนิวคลิอิกในด้านการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเลต

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาชีวเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2554). **ชีวเคมี**. กรุงเทพฯ : เซนเกจ เลินนิ่ง (ประเทศไทย) จำกัด.

ดาวัลย์ ฉิมภู่. (2548). **ชีวเคมี**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัชรี บุญศิริ เปรมใจ อารีจิตรานุสรณ์ อุบล ชาอ่อน และปีติ ธุวจิตต์. (2550). **ตำราชีวเคมี**. พิมพ์ครั้งที่ 5. ขอนแก่น : คลังนานาวิทยา.

ศุภศิษฎ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์. (2552). ชีวเคมีพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : ท้อป.

Memorial University of Newfoundland. (1 May 2013). **DNA Structure**. Retrieved from http://www.mun.ca/biology/desmid/brian/BIOL2060/BIOL2060-18/18_04.jpg

Stoker, Stephen H. (1998). **General Organic and Biological**. Boston, NY : Houghton Mifflin.

Student Computing Facility. (1 May 2013). **RNA Structure**. Retrieved from http://www-scf.usc.edu/~chem203/resources/DNA/rna_structure.html

The Open University. (28 December 2012). **Nucleic acid**. Retrieved from http://openlearn.open.ac.uk/file.php/2645/S377_1_003i.jpg

University of Illinois**.** (1 May 2013). **DNA Structure**. Retrieved from http://www.uic.edu/classes/phys/phys461/phys450/ANJUM04/

University of Wisconsin. (11 January 2012). **DNA molecule**. Retrieved from http://whyfiles.org/034clone/images/dna_molecule.gif