รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การสร้างชุดแบบจำลอง ดีเอนเอ (model) เพื่อเป็นสื่อการสอนทางด้านการแพทย์

Invention of DNA model for medicial teaching

งบประมาณรายได้มหาวิทยาลัย

(เงินรายได้คณะแพทยศาสตร์)ประจำปี 2548

นายสมพจน์ หวลมานพ

น่วยศิลปกรรม งานโสตทัศนศึกษา สำนักงานคณบดี

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นาอาชว์ดาม์ ภาคพิธเจริญ, นายไพศาล ขาวสัก

ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

611.01816
ส264ก

679 | การสร้างชุดแบบจำลอง ดีเอนเอ (model) เพื่อเป็นสื่อการสอนทางด้านการแพทย์ : รายงานการวิจัยฉบับ | สมพจน์ หวลมานพ. | 611.01816 ส264ก | 31011104645296

611.018 16
ส264ก

บริจาค

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การสร้างชุดแบบจำลอง ดีเอนเอ (model) เพื่อเป็นสื่อการสอนทางด้านการแพทย์

Invention of DNA model for medicial teaching

งบประมาณรายได้มหาวิทยาลัย
(เงินรายได้คณะแพทยศาสตร์)ประจำปี 2548

16 มิ.ย. 2552

นายสมพจน์ หวลมานพ
หน่วยศิลปกรรม งานโสตทัศนศึกษา สำนักงานคณบดี
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นางอาชว์ดาม์ ภาคพิธเจริญ, นายไพศาล ขาวสัก
ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

S 353734

สารบัญ

สารบัญตาราง
สารบัญภาพ
กิตติกรรมประกาศ
บทคัดย่อ(ภาษาไทย)
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ)
บทที่ 1
- บทนำ 1
บทที่ 2
- เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
บทที่ 3
- วิธีการทดลอง 10
บทที่ 4
- ผลการทดลอง 16
บทที่ 5
- การวิจารณ์ 21
บรรณานุกรม

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะของโครงสร้างดีเอ็นเอ แบบ A, B และ Z-form[5] 8

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 โครงสร้างของเบสเพียวรีน และเบสไพริมิดีน (จาก Singerและ Berg, 1991) 3
รูปที่ 2 โครงสร้างของน้ำตาลไรโบส และน้ำตาลดีออกซีไรโบส 4
รูปที่ 3 โครงสร้างโพลีนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอ 4
รูปที่ 4 โครงสร้างของ double helix DNA (จาก Zubay, 1987) 6
รูปที่ 5 การเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อ (shorthand notation) (จาก Zubay, 1987) 7
รูปที่ 6 โครงสร้างของดีเอ็นเอแบบ A-, B- และ Z- form (จาก Singerและ Berg, 1991) 8
รูปที่ 7 วัสดุ สำหรับสร้างสรรค์ชุดแบบจำลองดีเอนเอ (model) 10
รูปที่ 8 อุปกรณ์ สำหรับสร้างสรรค์ชุดแบบจำลองดีเอนเอ (model) 11
รูปที่ 9 งานต้นแบบ Model DNA 12
รูปที่ 10 งานชุดแบบจำลอง Model DNA 14
รูปที่ 11 ตัวอย่างงานหล่อเรซิ่น(Resin) Model DNA 15
รูปที่ 12 โครงสร้าง DNA แบบเกลียวคู่เวียนขวา (right-handed double helix DNA) 16
รูปที่ 13 โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาล เบส และหมู่ฟอสเฟต 17
รูปที่ 14 โครงสร้างของ DNA เกลียวคู่ 17
รูปที่ 15 งานต้นแบบ Model DNA ขนาดสูง 135 ซม. 18
รูปที่ 16 งานต้นแบบ Model DNA ขนาดสูง 84 ซม. 19
รูปที่ 17 งาน Model DNA ขนาดสูง 84 ซม. 20

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ในการวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณคณะแพทยศาสตร์ ที่ได้พิจารณาเงินงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัย (เงินรายได้คณะแพทยศาสตร์) ปี 2548 ที่ให้โอกาสบุคลากรสายสนับสนุนได้มีโอกาสพัฒนาผลงานทางทักษะ วิชาการ การปฏิบัติงานทางศิลปศึกษา ในการสร้างชุดแบบจำลอง ดีเอนเอ (Model) เพื่อเป็นสื่อการสอนทางด้านแพทย์ครั้งนี้ และเป็นผลงานต้นแบบที่จะสามารถพัฒนาได้ในอนาคตต่อไป

นายสมพจน์ หวลมานพ หัวหน้าผู้วิจัย
นางอาชว์ดาม์ ภาคพิธเจริญ ผู้ร่วมโครงการ
นายไพศาล ขาวสัก ผู้ร่วมโครงการ

บทคัดย่อ

การค้นพบโครงสร้างโมเลกุลของดีเอ็นเอ โดยนักชีววิทยาชื่อ เจมส์ ดี วัตสัน และนักฟิสิกส์ชื่อ ฟรานซิส คริก เมื่อปี พ.ศ. 2496 ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอันยิ่งใหญ่ต่อมนุษยชาติ โดยเฉพาะในด้านวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ทำให้มนุษย์ได้มีความเข้าใจต่อบทบาทและหน้าที่ของดีเอ็นเอมากขึ้น โดยที่ดีเอ็นเอซึ่งเป็นสารพันธุกรรมที่กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของมนุษย์ในแต่ละคนอย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันความรู้ที่เกี่ยวกับดีเอ็นเอได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันมากขึ้น ได้แก่ การพิสูจน์ความเป็นพ่อ แม่ ลูก การพิสูจน์ทราบผู้กระทำผิดในคดีอาชญากรรม หรือการค้นหาบุคคลที่สูญหาย ดังนั้นความเข้าใจในเรื่องดีเอ็นเอ จึงเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็นมากยิ่งขึ้นด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงสร้างของดีเอ็นเอ ที่เป็นพื้นฐานของความเข้าใจ หากสามารถมีสื่อที่ช่วยจำลองให้เห็นโครงสร้าง อาจจะช่วยให้การเรียนรู้ของดีเอ็นเอมีความเข้าใจชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทางคณะผู้จัดทำ จึงได้พัฒนาสื่อแบบจำลองโมเลกุลดีเอ็นเอแบบ 3 มิติ ที่สร้างสรรค์จากวัสดุภายในประเทศ ด้วยกระบวนการทางศิลปศึกษา ใช้กรรมวิธีการจัดทำต้นแบบการหล่อ การหล่อ และการลงสีชุดแบบจำลองรูปร่างโมเลกุลดีเอ็นเอ เพื่อให้การศึกษาเรื่องดีเอ็นเอเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

Abstract

Discovering the structure of DNA is a great chance of biological science study. The structure of DNA was first discovered by James D. Watson and Francis Crick, in 1953. DNA is a nucleic acid molecule that contains the genetic instructions used in the development and function of all living organisms. At present, the knowledge of DNA is extended especially in the medical field. Scientists can use DNA from blood, semen, skin or hair to identify an individual, to prove lost people or parents. This process is called genetic fingerprinting, or more accurately, DNA profiling. With these useful, we need to know and understand more in the background knowledge of DNA, especially the structure of DNA. Thus, the study was designed the 3D structure model of DNA by applying from material source in the country for helping in learning process.

บทที่1
บทนำ

การศึกษาในปัจจุบันนี้จำเป็นต้องปรับปรุงหลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นในศตวรรษหน้า วิธีการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นพื้นฐาน (Problem-based learning (PBL)) [1] ถูกพิจารณาเป็นทางเลือกที่สำคัญอันหนึ่งของการเรียนการสอน การเรียนการสอนแบบ PBL เป็นการเชื่อมช่องว่างระหว่างการศึกษาและการปฏิบัติ ด้วยวิธีแบบองค์รวมบนพื้นฐานการใช้ปัญหาเป็นตัวแทนของการปฏิบัติ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า PBL เป็นการเรียนรู้โดนการค้นพบ (Learning by discovery) หรือ เป็นการเรียนโดยใช้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student centred learning) แทนที่จะเป็นการถ่ายโอนความรู้โดยครู และเพื่อช่วยในการปรับปรุงทักษะ และวิธีการปฏิบัติของนักเรียน " แบบจำลอง (Model)" จึงถูกเลือกและใช้นำเสนอความสัมพันธ์ของหลักสูตรกับวิธีการเรียนของนักเรียน Wittich and Schuller [2] ได้กล่าวถึงแบบจำลองซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. มีลักษณะสามมิติ
2. ลด-เพิ่มขนาดเพื่อให้เหมาะสมต่อการเรียนการสอน
3. แสดงให้เห็นภาพภายในของวัตถุซึ่งธรรมดามองไม่เห็น
4. แสดงให้เห็นเฉพาะส่วนสำคัญเท่านั้น

ซึ่งในทางการแพทย์นั้นเรามักใช้หุ่นจำลองมาใช้เป็นสื่อการสอนซึ่งช่วยแก้ปัญหาเรื่องขนาด โดยของจริงอาจมีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป, ช่วยให้เข้าใจสิ่งที่มีความซับซ้อน เช่น อวัยวะ, อธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือไม่อาจสัมผัสได้ เช่นโครงสร้างของอะตอม, รูปร่างของดีเอ็นเอ และที่สำคัญหุ่นจำลองไม่เน่าเสีย และเก็บไว้ได้นาน เป็นต้น

การสร้างหุ่นจำลองทุกรูปแบบ จำเป็นต้องพิจารณาว่าหุ่นจำลองที่สร้างขึ้นนั้น ต้องการจะเน้นหรือศึกษาอะไรเป็นหลัก เช่นเน้นโครงสร้างสภาพความสูงต่ำของภูมิประเทศ หรือโครงสร้างของเซลล์ เป็นต้น เมื่อมีเป้าหมายชัดเจนแล้วจึงลงมือออกแบบ ในการออกแบบและสร้างก็ต้องพิจารณาถึงวัสดุที่จะสร้าง แล้วจึงสร้างหุ่นจำลองไปตามแบบที่กำหนดไว้ ข้อที่ควรคำนึงถึงสำหรับการสร้างหุ่นจำลองทั่วๆไปคือ

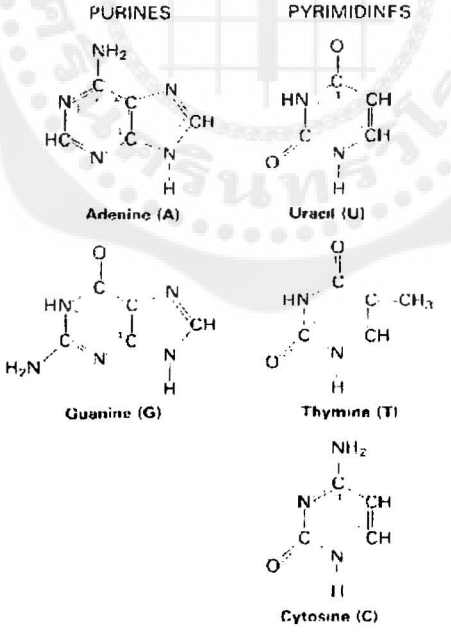
1. พิจารณาโครงสร้างให้ถูกต้อง
2. พิจารณารูปทรงให้ถูกต้อง
3. พิจารณารายละเอียดให้ถูกต้อง
4. พิจารณาถึงความประณีตในผลงาน ฯลฯ

โดยหุ่นจำลองที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าต้องมีคุณสมบัติ 2 ประการคือ ประการหนึ่งมีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของเรื่องที่จะศึกษา และอีกประการหนึ่งสามารถนำไปใช้หาข้อสรุปเพื่อ อธิบาย ทำนาย หรือควบคุมปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ซึ่งคุณสมบัติของหุ่นจำลองทั้ง 2 ประการนี้มีลักษณะขัดแย้งกันเองกล่าวคือถ้าเราสร้างหุ่นจำลองให้สอดคล้องกับสภาพความจริงมากเท่าใด หุ่นจำลองก็จะสลับซับซ้อนมากขึ้น ทำให้การนำหุ่นจำลองไปใช้มีความยุ่งยาก ในทางตรงกันข้ามถ้าเราเน้นความสะดวกในการทำหุ่นจำลองโดยเขียนหุ่นจำลองให้ง่ายเข้าไว้ หุ่นจำลองก็ไม่สอดคล้องกับสภาพความจริงของปรากฏการณ์ ทำให้การนำหุ่นจำลองไปใช้อธิบาย หรือทำนายทำได้จำกัด ดังนั้นการสร้างหุ่นจำลองจึงต้องพยายามสร้างให้ได้ทั้งความสอดคล้องกับสภาพของความเป็นจริงมากที่สุด และในขณะเดียวกันก็สามารถนำไปใช้หาข้อสรุปเพื่ออธิบาย หรือควบคุมปรากฏการณ์นั้นได้มากที่สุดด้วย

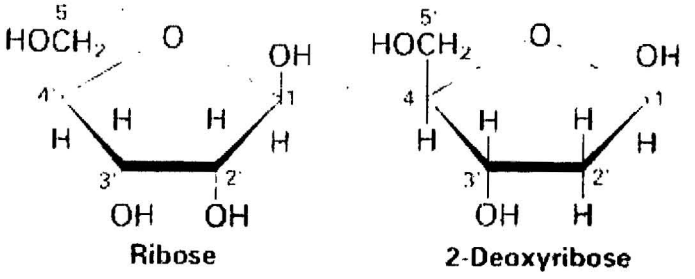
ซึ่งทางคณะผู้วิจัยมีแนวทางค้นคว้าใช้หุ่นจำลองเพื่อเป็นสื่อการสอนอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือไม่อาจสัมผัสได้ เช่นโครงสร้างแบบจำลองดีเอ็นเอ โดย James Watson และ Francis Crick [3] ได้เสนอไว้ในปี ค.ศ. 1953 เป็นโครงสร้างดีเอ็นเอที่อยู่ในโครงรูปสายเกลียวคู่แบบ B (B-conformation) ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเป็นรูปแบบดีเอ็นเอส่วนใหญ่ที่ปรากฏในเซลล์ ซึ่งโครงสร้างจำลองดีเอ็นเอนี้จะต้องมีตำแหน่งที่ถูกต้องในมิติสำคัญทั้งหมด

บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

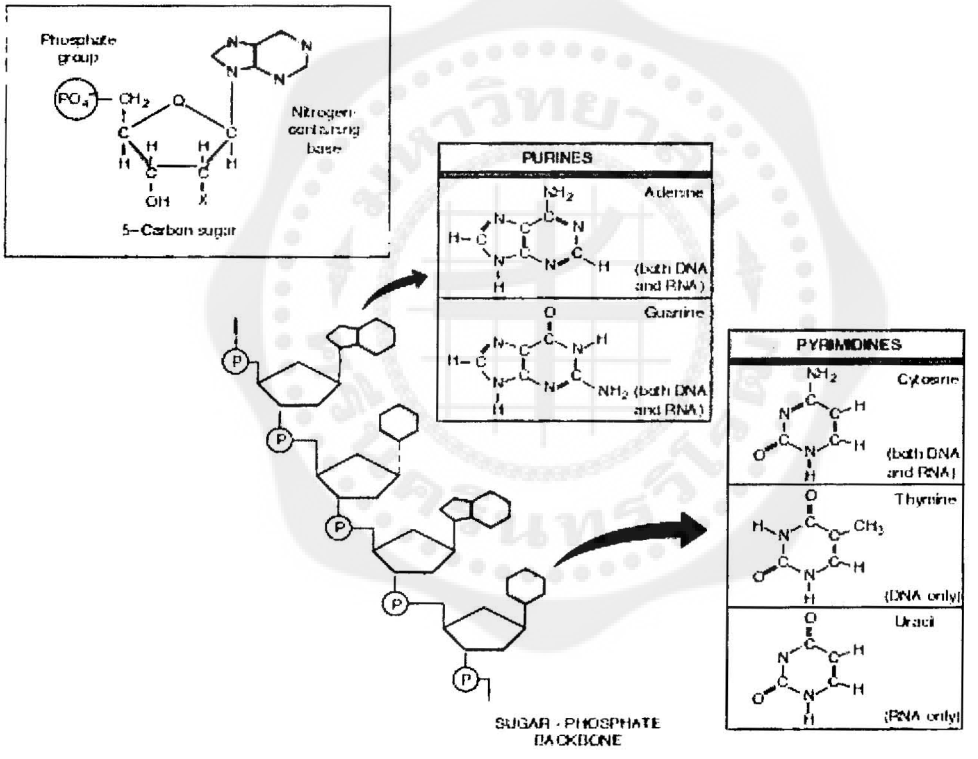
ดีเอ็นเอ หรือ deoxyribonucleic acid (DNA) คือสารพันธุกรรม (genetic material) ซึ่งจะบรรจุข้อมูลทางพันธุกรรม (genetic information) อยู่ภายในโมเลกุล และข้อมูลทางพันธุกรรมนี้จะสามารถส่งต่อหรือสืบทอดไปยังรุ่นลูกรุ่นหลานได้ โดยการถ่ายทอดหรือการส่งผ่านข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต DNA จะอยู่ในนิวเคลียส (nucleus), ไมโตคอนเดรีย (mitochondria) และคลอโรพลาสท์ (chloroplast) DNA มีส่วนประกอบย่อย 3 ส่วน คือ สารประกอบพวกเบส น้ำตาล และหมู่ฟอสเฟต เบสมี 2 ประเภท คือ พิวรีน (purine) ได้แก่ adenine (A) guanine(G) และไพริมิดีน (pyrimidine) ได้แก่ cytosine (C) thymine (T) ซึ่งพบเฉพาะในดีเอ็นเอ และ uracil (U) ซึ่งพบเฉพาะในอาร์เอ็นเอ (ดังรูปที่ 1)[4] เบสนี้จะต่อกับน้ำตาลดีออกซีไรโบส (deoxyribose) (ดังรูปที่ 2) ในกรณีของดีเอ็นเอ หรือ น้ำตาลไรโบส (ribose) ในกรณีของอาร์เอ็นเอ แล้วมีหมู่ฟอสเฟตเป็นตัวเชื่อมระหว่างตำแหน่ง 5' ของน้ำตาลโมเลกุลหนึ่ง กับตำแหน่ง 3' ของน้ำตาลอีกโมเลกุลหนึ่งด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ ทำให้สายโพลีนิวคลีโอไทด์ที่เกิดขึ้นมีทิศทางปลายหนึ่งเป็นปลาย 5' และอีกปลายหนึ่งเป็นปลาย 3' (ดังรูปที่ 3)



รูปที่ 1 โครงสร้างของเบสเพียวรีน และเบสไพริมิดีน (จาก Singerและ Berg, 1991)[4]



รูปที่ 2 โครงสร้างของน้ำตาลไรโบส และน้ำตาลดีออกซีไรโบส[5]



รูปที่ 3 โครงสร้างโพลีนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอ

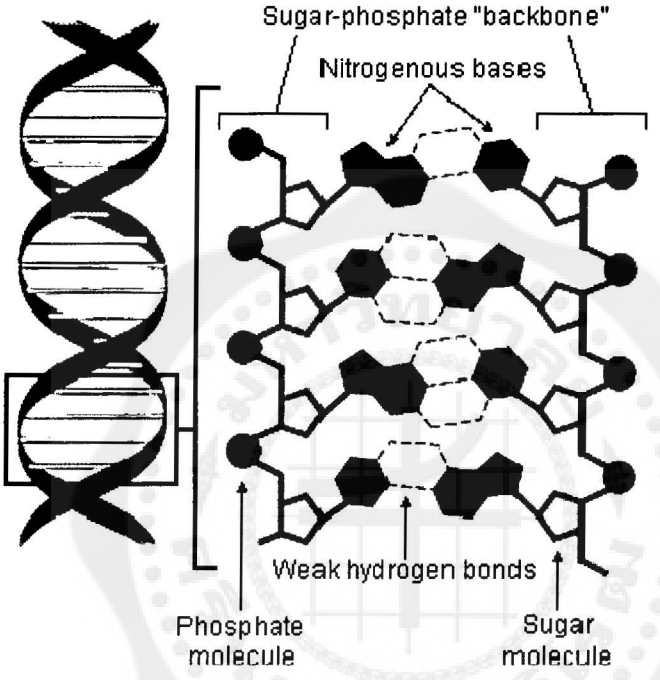
โครงสร้างของดีเอ็นเอ

โครงสร้างของดีเอ็นเอถูกค้นพบครั้งแรก เมื่อ 25 เมษายน 1953 โดยนักวิทยาศาสตร์รางวัลโนเบล 2 คน คือ James Watson และ Francis Crick[6] โดยเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็น double helix[8] สายโพลีนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอทั้งสองสาย จะมาจับคู่กันด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสของแต่ละสาย การจับกันในเบสของแต่ละสายนี้จะจับกันในลักษณะที่เรียกว่า

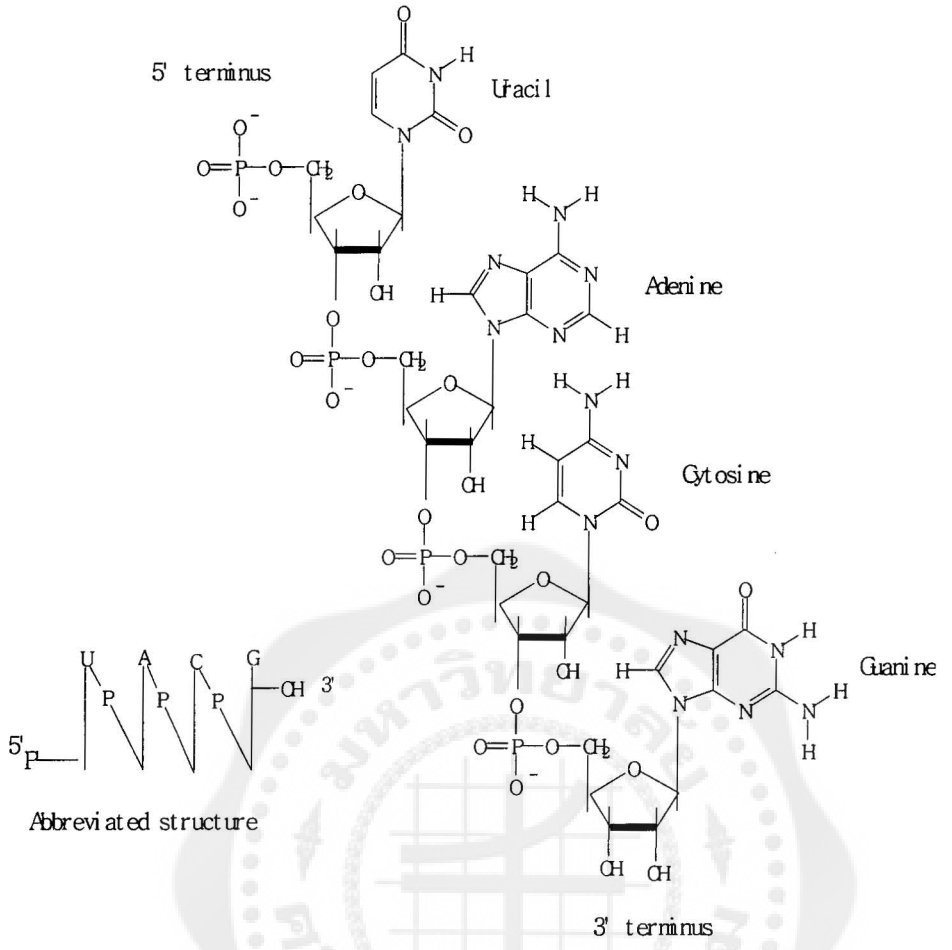
complementary base pair คือเบส A จับกับเบส T และเบส G จับกับเบส C และจำนวนเบสในสายดีเอ็นเอเกลียวคู่นี้จะเป็นไปตามกฎของ Chargaff's rule คือปริมาณเบสเพียวรีนจะต้องเท่ากับปริมาณเบสไพริมิดีนเสมอ ทิศทางของดีเอ็นเอทั้งสองสายจะมีทิศทางที่สวนทางกัน คือเป็น antiparallel เส้นหนึ่งมีทิศ 5' ไป 3' อีกเส้นหนึ่งมีทิศทางตรงกันข้ามกัน คือ 3' ไป 5' ถ้าพิจารณาจากโครงสร้างของดีเอ็นเอ ที่มีลักษณะเปรียบเหมือนบันไดเวียน จะเห็นว่าการจับกันระหว่างคู่เบสด้วยพันธะไฮโดรเจน เปรียบเหมือนเป็นขั้นบันได 1 ขั้น ส่วนที่หันออกด้านนอกหรือ sugar phosphate backbone เปรียบเหมือนเป็นราวบันได ซึ่งจะเชื่อมคู่เบสในแต่ละขั้นให้อยู่บนสายดีเอ็นเอสายเดียวกัน (ดังรูปที่ 4,5)[7] โครงสร้างของดีเอ็นเอเกลียวคู่โดยทั่วไปแล้ว จะอยู่ในแบบที่เรียกว่า B-form ซึ่งเป็นดีเอ็นเอที่มีทิศทางเวียนขวา (right handed DNA) ประกอบด้วยส่วนที่เป็น major groove และ large groove มีความยาวประมาณ 22 A° และอีกส่วนหนึ่งเรียกว่า minor groove หรือ small groove มีความยาวประมาณ 12 A° ดีเอ็นเอแบบ B-form นี้ จะมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกประมาณ 20 A° และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 11 A° ระยะทางในการหมุนหนึ่งรอบของดีเอ็นเอยาวประมาณ 34 A° ในหนึ่งรอบของเกลียวจะมีจำนวนเบสเท่ากับ 10 คู่เบส ดังนั้นระยะระหว่าง 1 คู่เบสจะเท่ากับ 3.4 A° นอกจากนี้ยังพบว่ามีดีเอ็นเอที่มีลักษณะแตกต่างไปจากนี้ เช่น ดีเอ็นเอแบบ A-form ซึ่งเป็นดีเอ็นแบบเวียนขวาเช่นเดียวแบบ B-form แต่มีลักษณะอื่นๆแตกต่างกัน กล่าวคือ แบบ A-form จะพบเมื่อมีการสูญเสียน้ำ คือมีความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ และในสารละลายต้องมีเกลือโซเดียม โปแตสเซียมหรือ ซีเซียมอยู่ เบสจะเอียงทำมุม 20 องศา กับเส้นตั้งฉากกับแกนของเกลียว ทำให้เบสแต่ละคู่อยู่ห่างกันเพียง 0.26 นาโนเมตร 1 รอบจึงประกอบด้วยเบส 11-12 คู่ เส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวมีค่าเท่ากับ 2.3 นาโนเมตร โครงสร้างแบบนี้มักเกิดขึ้นกับ อาร์เอ็นเอเกลียวคู่ หรือเกลียวคู่ที่ประกอบด้วยอาร์เอ็นเอ 1 สายและดีเอ็นเอ 1 สาย แต่อย่างไรก็ตาม ทั้งเกลียวคู่แบบ A-form และ B-form เป็นเกลียวแบบเวียนขวา คือหมุนตามเข็มนาฬิกา โครงสร้างอีกแบบที่พบเป็นดีเอ็นเอแบบ z-form (zigzag structure) ซึ่งเป็นดีเอ็นเอแบบเวียนซ้าย ผู้พบคือ Alexander Rich จะพบในส่วนของดีเอ็นเอที่มีเบสพิวรีนสลับกับไพริมิดีน คือ poly dGC และ poly dAC ระยะห่างระหว่างคู่เบสมีค่ามากกว่าแบบ B-form คือ 0.37 นาโนเมตร 1 รอบ ประกอบด้วยเบส 12 คู่ เส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียว 1.8 นาโนเมตร แนวของน้ำตาลและหมู่ฟอสเฟต พับไปมาเป็นแบบฟันปลาทำให้มีชื่อเรียกว่าเป็นดีเอ็นเอแบบ Z (Z-form) โครงสร้างแบบ Z-form อาจจะสลับแบบ B-form อยู่เป็นช่วงๆ ซึ่งเซลล์ๆหนึ่งจะพบดีเอ็นเอแบบ Z-form มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่นความเข้มข้นของเกลือ อุณหภูมิ โลหะบางชนิด การเรียงตัวของเบส เช่นมีพิวรีนสลับกับไพริมิดีนดังกล่าวแล้ว นอกจากนี้การเรียงตัวของเบสแบบที่เป็น poly dGC นั้น แทนที่ C ด้วย 5-methyl cytosineคือการเติมหมู่ methyl ไปตำแหน่งที่ 5 ของ C จะทำให้โครงสร้างของ แบบ Z-form เสถียรมากขึ้น โครงสร้างแบบนี้พบในทั้ง

โปรคาริโอท (prokaryote) และยูคาริโอต (eukaryote) จากการที่แยกโปรตีนหลายชนิดที่จับเฉพาะดีเอ็นเอแบบ Z-form ทำให้เชื่อว่าดีเอ็นเอแบบนี้มีความสำคัญในเซลล์ เช่น มีส่วนในการลอกรหัสจาก ดีเอ็นเอ เป็นอาร์เอ็นเอ ในบางยีน[9,10] อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องศึกษาต่อไป เพื่อที่จะสรุปหรืออธิบายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

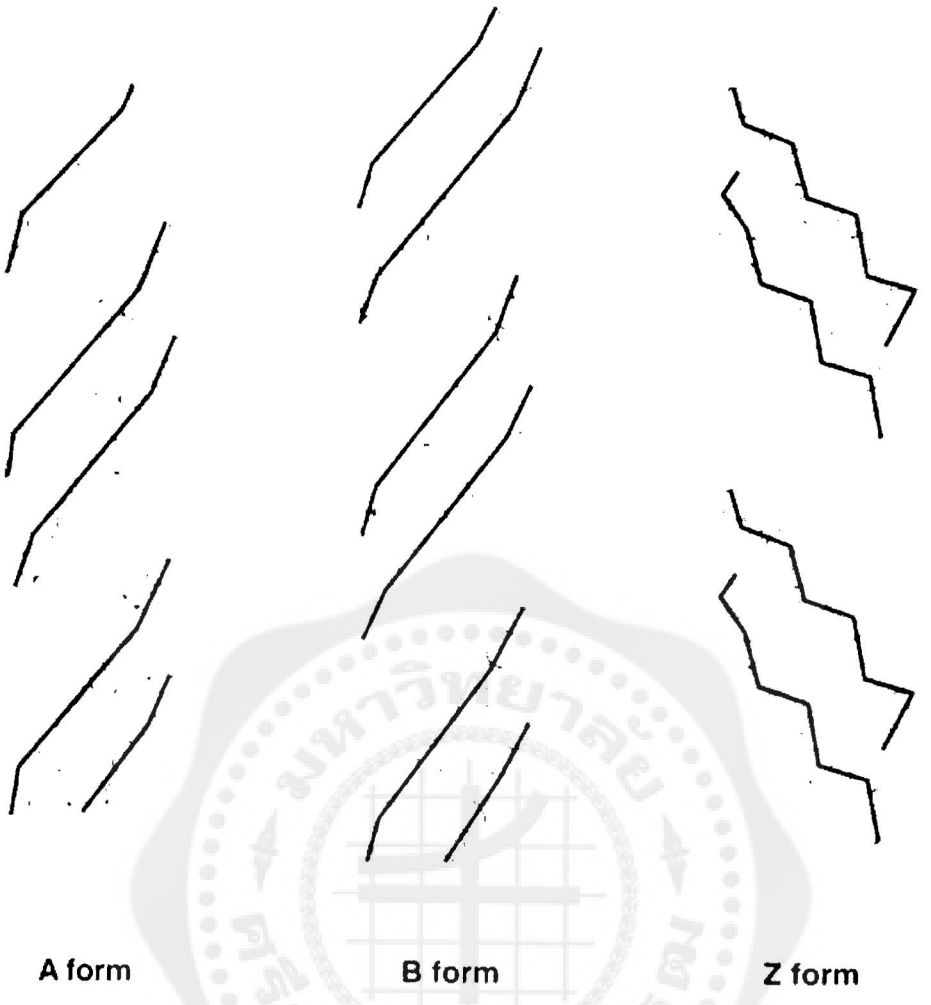
จากคุณสมบัติต่างๆรวมทั้งรูปแบบโครงสร้างการเรียงตัวแบบต่างๆของดีเอ็นแสดงออกดังตารางที่ 1[5] และ รูปที่ 6



รูปที่ 4 โครงสร้างของ double helix DNA (จาก Zubay, 1987)[7]



รูปที่ 5 การเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อ (shorthand notation) (จาก Zubay, 1987)[7]



รูปที่ 6 โครงสร้างของดีเอ็นเอแบบ A-, B- และ Z- form (จาก Singerและ Berg, 1991)[4]

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะของโครงสร้างดีเอ็นเอ แบบ A, B และ Z-form[5]

	Double Helix type		
	A	B	Z
Overall proportions	Short and broad	Long and thinner	Elongated and slim
Rise per base pair	2.3 A°	3.32 $A^{\circ} \pm 0.19$ A°	3.8 A°
Helix packing diameter	25.5 A°	23.7 A°	18.4 A°
Helix rotation sense	Right-handed	Right-handed	Lift-handed

Base pairs per helix repeat	1	1	2
Base pairs per turn of helix	~11	~10	12
Mean rotation per base pair	33.6°	35.9° ± 4.2°	-60°/2
Pitch per turn of helix	24.6 A°	33.2 A°	45.6 A°
Base pair tilt from the perpendicular	+19°	1.2° ± 4.1°	-9°
Base pair mean propeller twist	+18°	+16° ± 7°	~0°
Helix axis location	Major groove	Through base pairs	Minor groove
Major groove proportions	Extremely narrow but very deep	Wide and with intermediate depth	Flattened out on helix surface
Minor groove proportions	Very broad but shallow	Narrow and with intermediate depth	Extremely narrow but very deep
Glycosyl bond conformation	anti	anti	Anti at C,syn at G

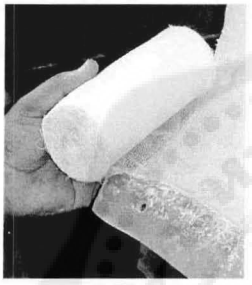
Adapted from Dickerson, R.L., et al., 1982. *Cold spring Harbor Sympossium on Quantitative Bilogy*

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

การสร้างสรรค์ชุดแบบจำลองดีเอนเอ (model) เพื่อเป็นสื่อการสอนทางด้านการแพทย์ ด้วยกระบวนการทางศิลปศึกษา กรรมวิธีทางการจัดทำต้นแบบ การหล่อพิมพ์ การหล่อ และการลงสีชุดแบบจำลองรูปร่างดีเอ็นเอ และโครงสร้างโมเลกุลพื้นฐาน โดยมีสาระประกอบสำคัญดังนี้

รูปที่ 7 วัสดุ สำหรับสร้างสรรค์ชุดแบบจำลองดีเอนเอ (model)

ยางซิลโคน พร้อมตัวเร่ง


ผ้าก๊อต

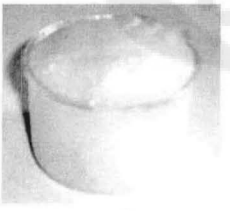
เรซิ่น Resin

ตัวเร่งปฏิกิริยา(โคบอลต์)

ตัวทำแข็งเรซิ่น

โมโนสไตรีน

(ตัวผสมทำให้เรซิ่นเหลว)

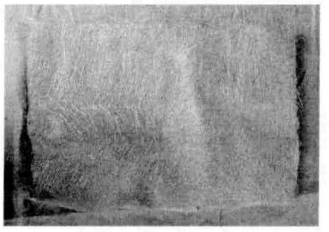

วาสลีน

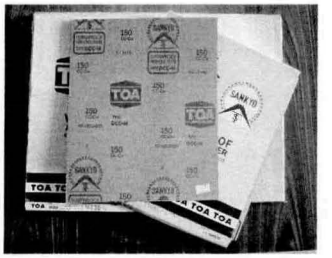
แวคทาแม่พิมพ์

สีสเปรย์

ปูนยิปซั่มปลาสเตอร์

ผงทัลคัมผสมเรซิ่น

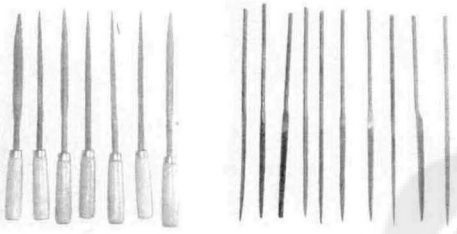

ใยแก้วหรือไฟเบอร์กลาส



กระดาษทราย

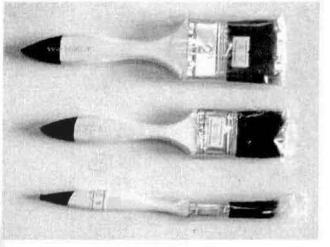
ทินเนอร์

รูปที่ 8 อุปกรณ์ สำหรับสร้างสรรค์ชุดแบบจำลองดีเอนเอ (model)

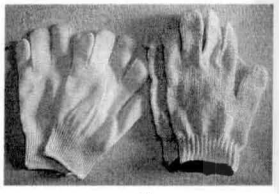


ตะไบ

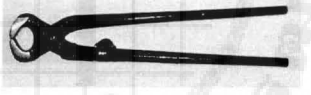
สว่านไฟฟ้า



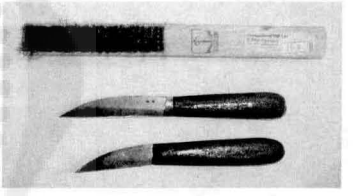
แปรงทาสี



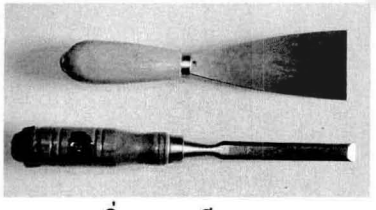
ถุงมือ



คีมตัดลวด



แปรงลวด และมีดตกแต่ง



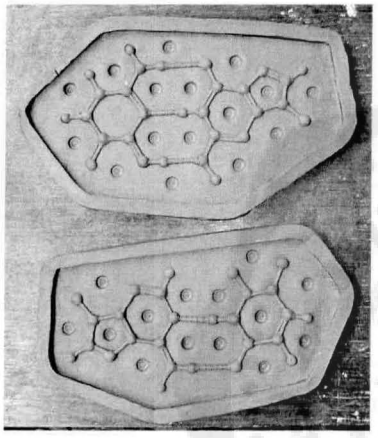
สิ่ว และเกรียง

ขั้นตอนการสร้างต้นแบบชุดแบบจำลองดีเอนเอ (model)

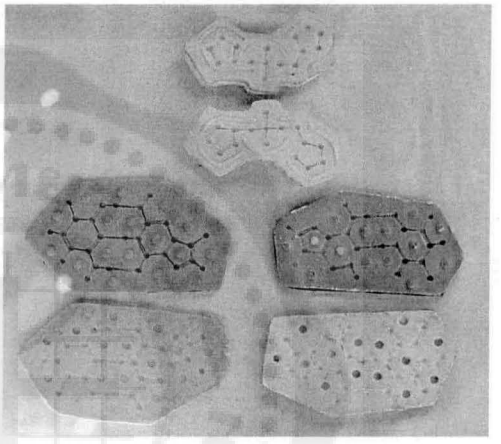
หลังจากศึกษาค้นคว้าข้อมูลองค์ความรู้ ดีเอนเอ (model) จากเอกสารที่ตีพิมพ์เผยแพร่ และจากเวปไซต์ทางอินเตอร์เนตต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องสมบูรณ์ ก่อนที่จะสร้างต้นแบบดังอธิบายต่อไปนี้

รูปที่ 9 งานต้นแบบ Model DNA

ขั้นตอนที่ 1 (การสร้างต้นแบบ Model DNA)

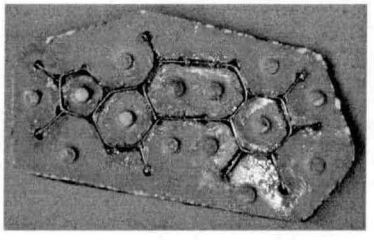


ผลงานต้นแบบ ที่กั้นดินน้ำมันเตรียมทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคน

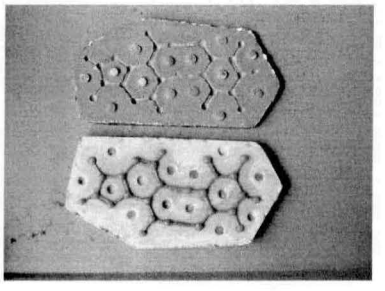


แม่พิมพ์ยางซิลิโคนสำหรับหล่อต้นแบบ Model DNA

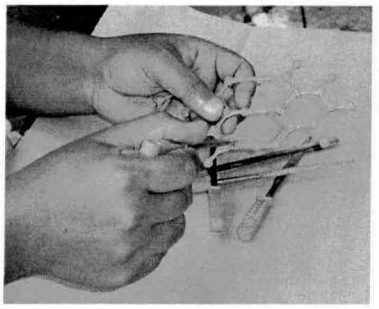
ขั้นตอนที่ 2 (การหล่อเรซิ่น(Resin) และการตกแต่งต้นแบบ Model DNA)



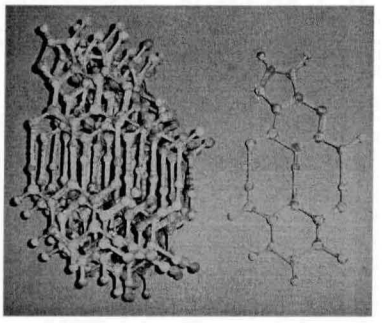
ทาเรซิ่น(Resin) ลงไปบนแม่พิมพ์ยางซิลิโคนพร้อมทั้งใส่โครงลวดทิ้งไว้ให้แห้งหมาดๆ

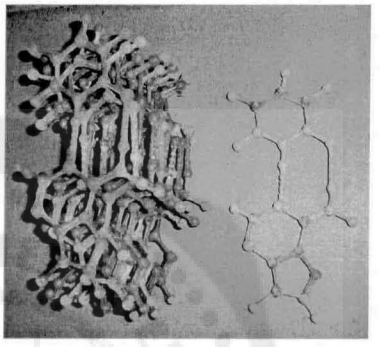


ชิ้นงานเรซิ่น(Resin)ที่หล่อเสร็จ และแข็งตัวพร้อมที่จะแกะจากแม่พิมพ์ยางซิลิโคน

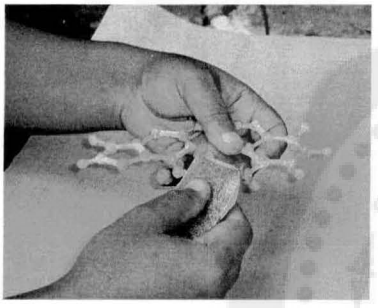


ตกแต่งชิ้นงานเรซิ่น(Resin) ด้วยมีดคัตเตอร์ และขัดหยาบๆ ด้วยตะไบ

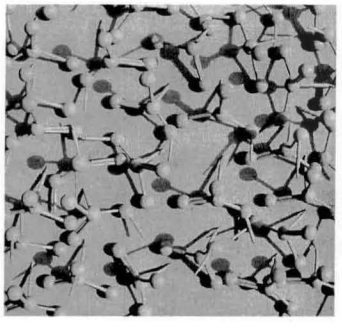




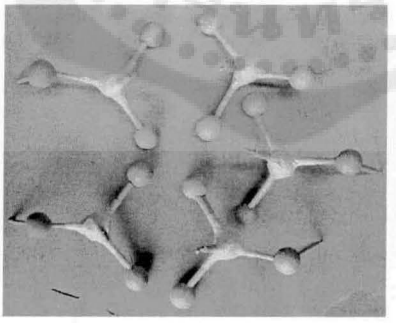
งานเรซิ่น(Resin) (ต้นแบบ) โครงสร้าง DNA



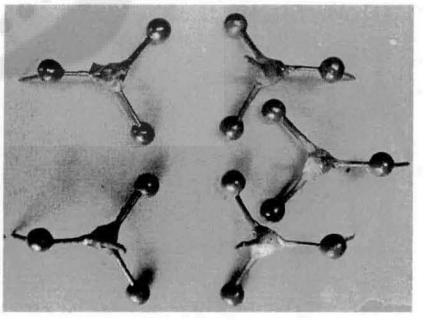
ตกแต่งชิ้นงานเรซิ่น(Resin) ด้วยกระดาษทรายหยาบ



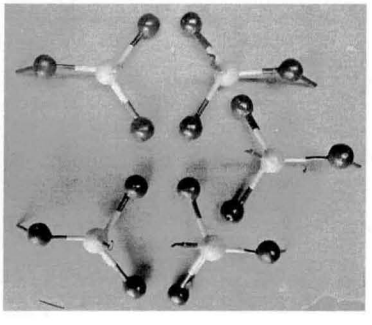
พ่นสีเทารองพื้นชิ้นงานเรซิ่น



พ่นสีเหลือง และติดสกอตเทปกั้น

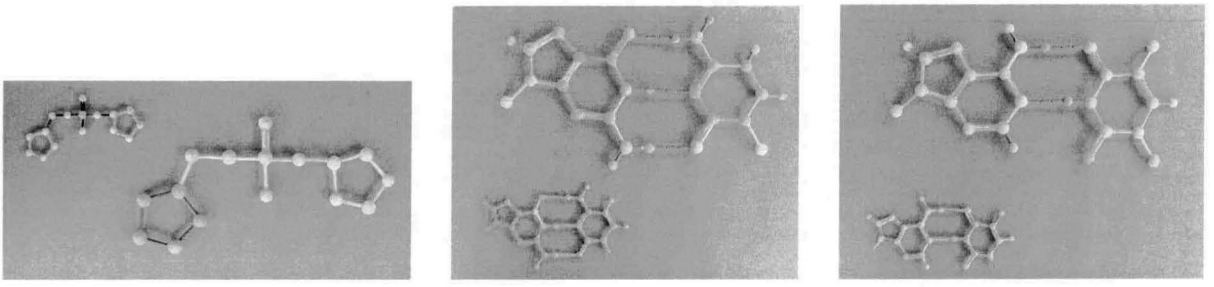


พ่นสีแดง



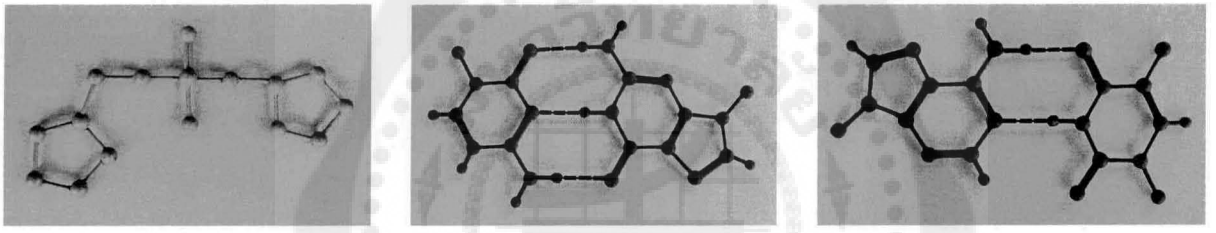
ชิ้นงานเรซิ่น(Resin)ที่พ่นสีเสร็จ

รูปที่ 10 งานชุดแบบจำลอง Model DNA

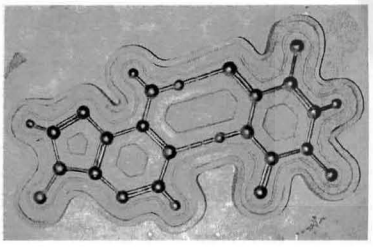


ภาพเปรียบเทียบงานต้นแบบ Model DNA กับงานต้นแบบขนาดจริง

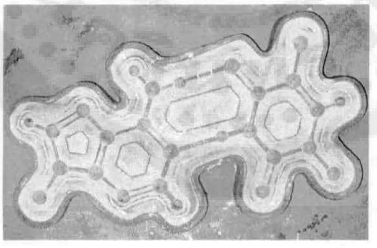
ขั้นตอนที่ 1 (การสร้างแม่พิมพ์ยางซิลิโคน Model DNA)



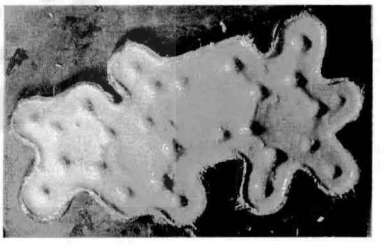
1.พ่นสีเตรียมทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคน



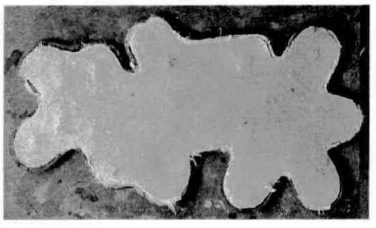
2.ผลงานขนาดจริง ที่กั้นดินน้ำมัน เตรียมทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคน



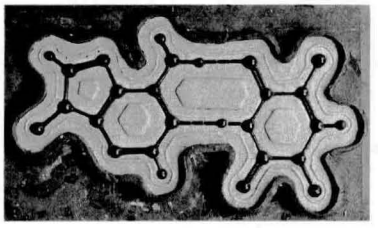
3.ทายาซิลิโคนบางๆ ทิ้งไว้ให้แห้ง



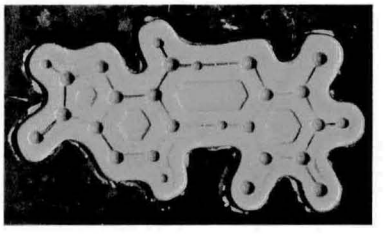
4.ทายาซิลิโคน 3 -4 ครั้ง ให้ยางมีความหนา 2-3 ม.ม. และใส่ผ้าก๊อตเพิ่มความแข็งแรงของแม่พิมพ์ยางซิลิโคน



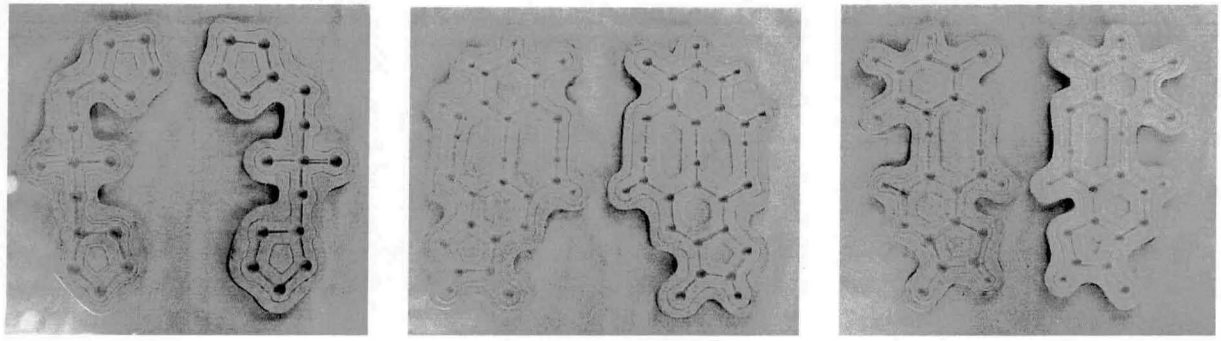
5.ทำพิมพ์ครอบไฟเบอร์กลาส



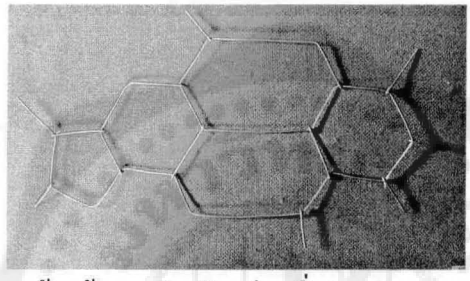
6.หงายแม่พิมพ์และแกะดินน้ำมันออก ทาวาสลีน เพื่อให้แม่พิมพ์แยกออกจากกันได้



7.ทำเหมือนกับลำดับที่ 3-5

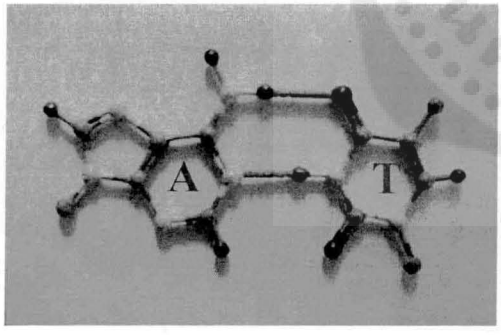


แม่พิมพ์ยางซิลิโคนสำหรับหล่อเรซิ่น(Resin) Model DNA

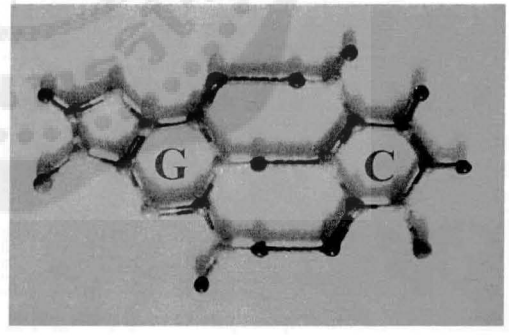


โครงสร้างเส้นลวดสำหรับหล่อเรซิ่น(Resin) Model DNA

รูปที่ 11 ตัวอย่างงานหล่อเรซิ่น(Resin) Model DNA



Adenine **Thymine**



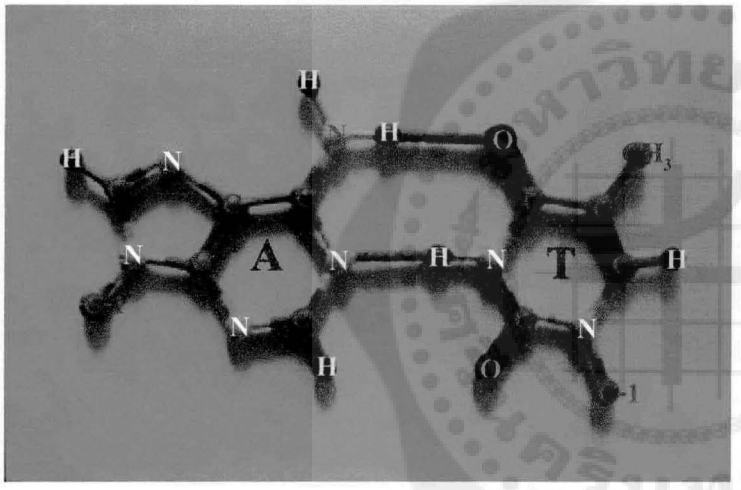
Guanine **Cytosine**

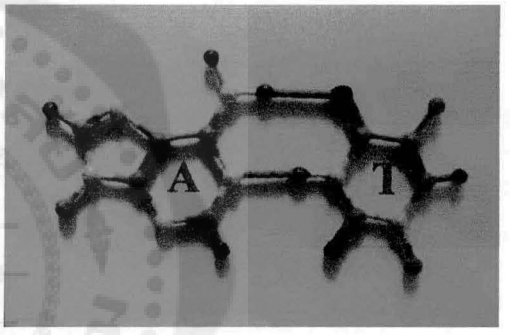
บทที่4
ผลการทดลอง

เมื่อได้ผลงานหล่อเรซิ่น(Resin) Model DNA ที่เสร็จ และมีความถูกต้องหลังจากนั้นจึงมากำหนดค่าสัญลักษณ์ของสีใน Model DNA เพื่อให้สามารถศึกษารายละเอียดสื่อการเรียนการสอนส่วนประกอบของโครงสร้าง DNA ดังที่จะอธิบายต่อไป

รูปที่ 12 โครงสร้าง DNA แบบเกลียวคู่เวียนขวา (right-handed double helix DNA)

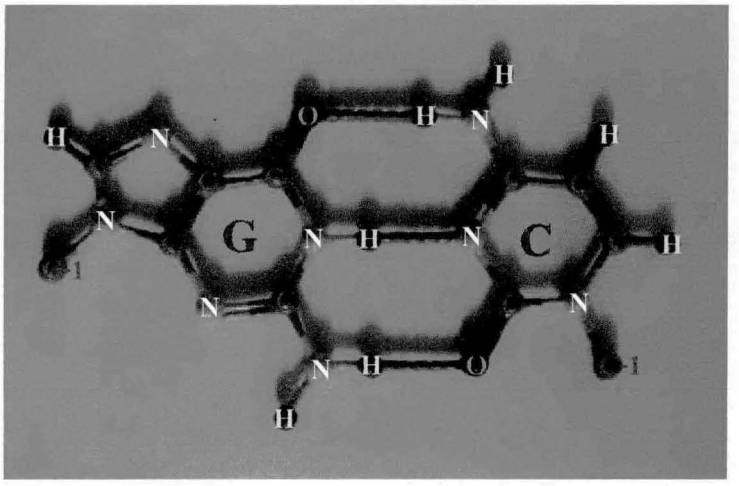
Major groove

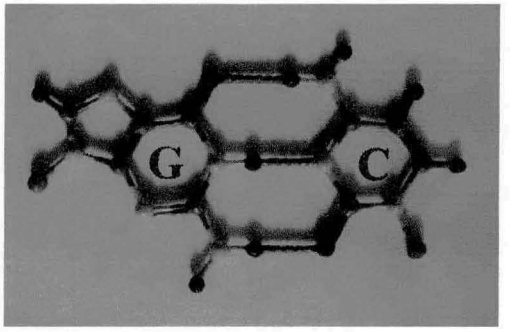




Adenine **Thymine**

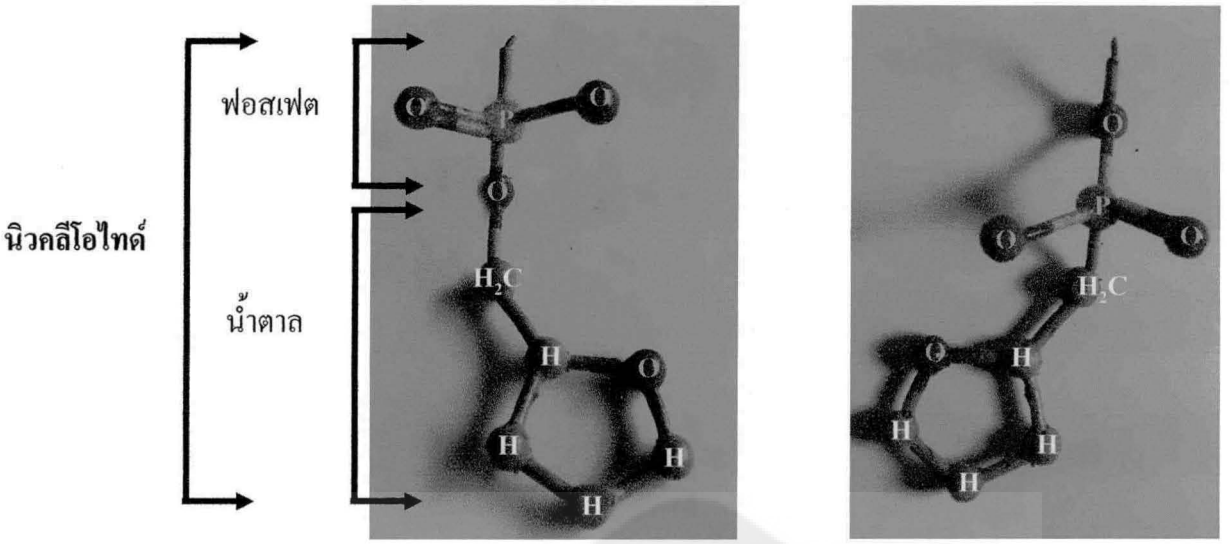
Minor groove





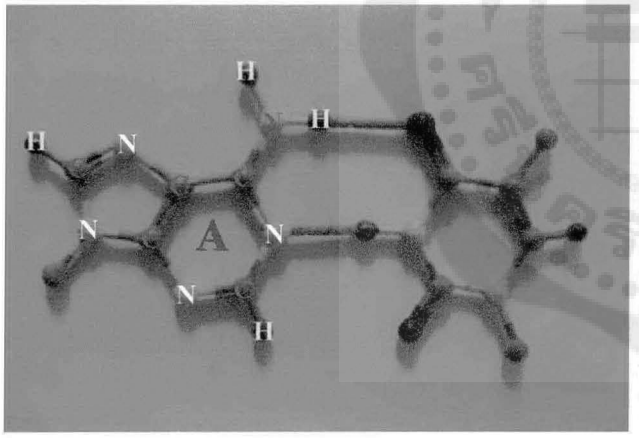
Guanine **Cytosine**

รูปที่ 13 โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาล เบส และหมู่ฟอสเฟต

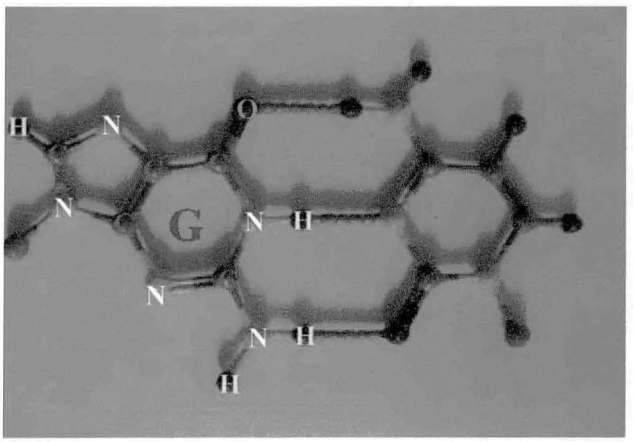


รูปที่ 14 โครงสร้างของ DNA เกลียวคู่

rines (เพียวรีน)

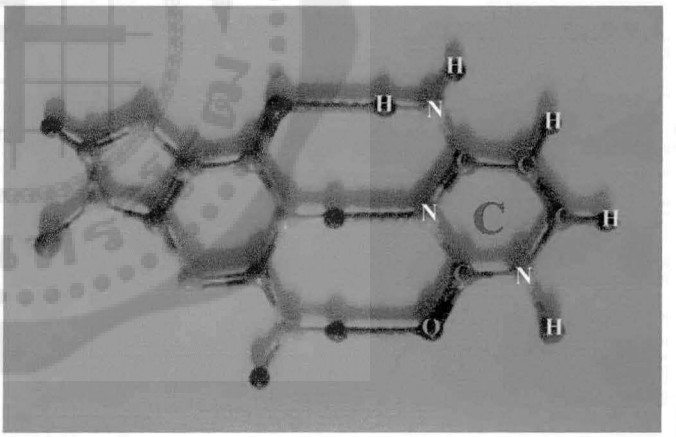


lenine (อะดีนีน)

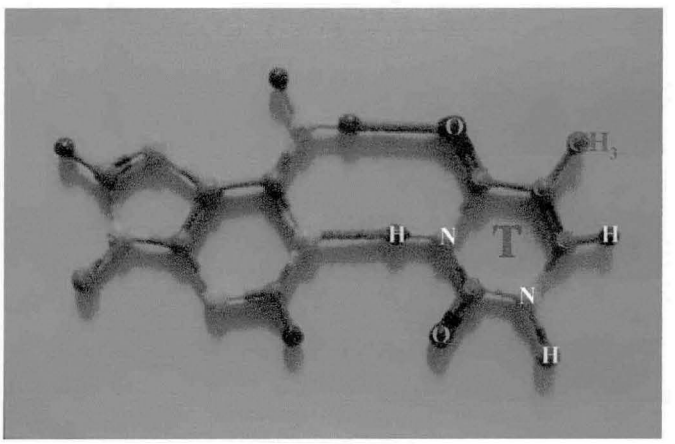


ıanine (กัวนีน)

Pyrimidines (ไพริมิดีน

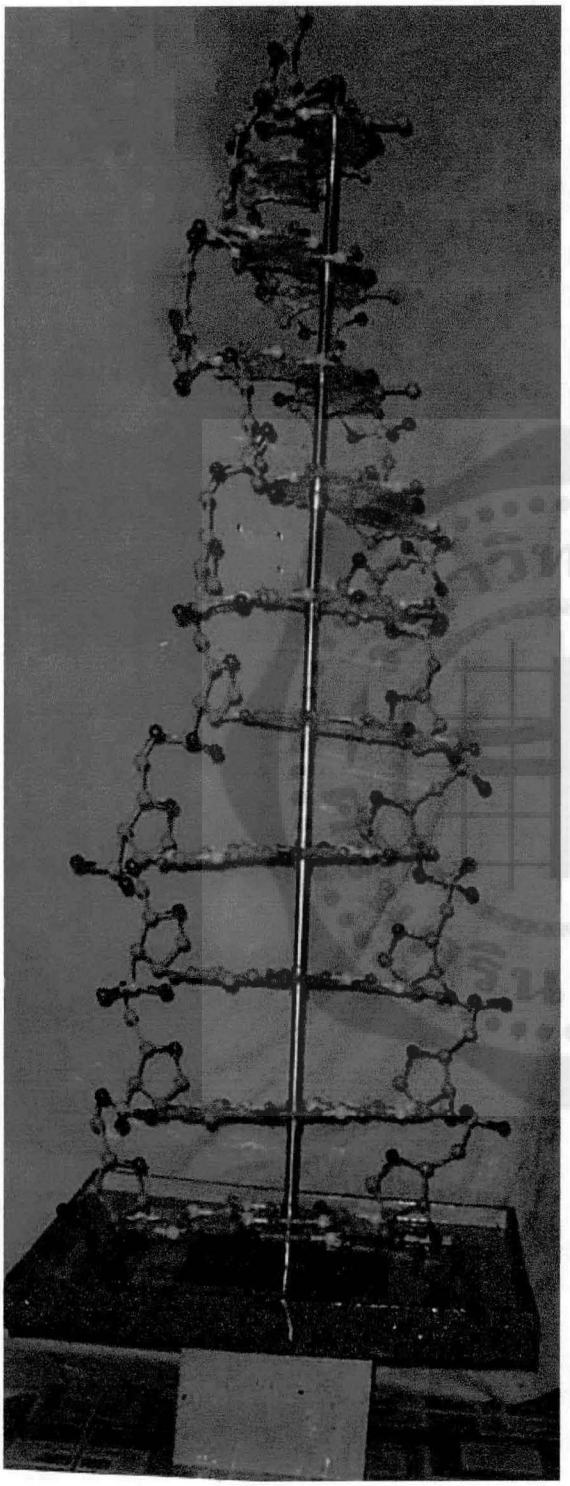


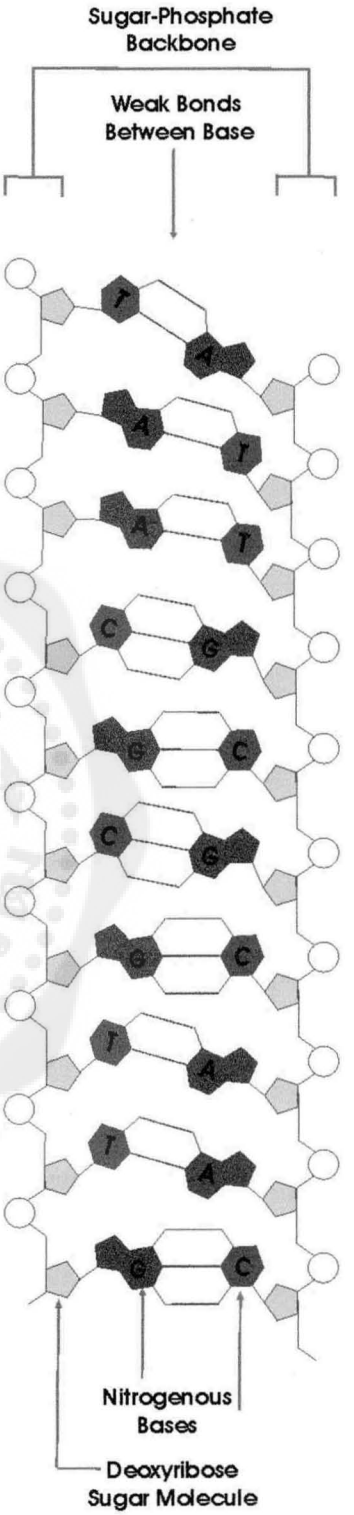
Cytosine (ไซโทซีน)



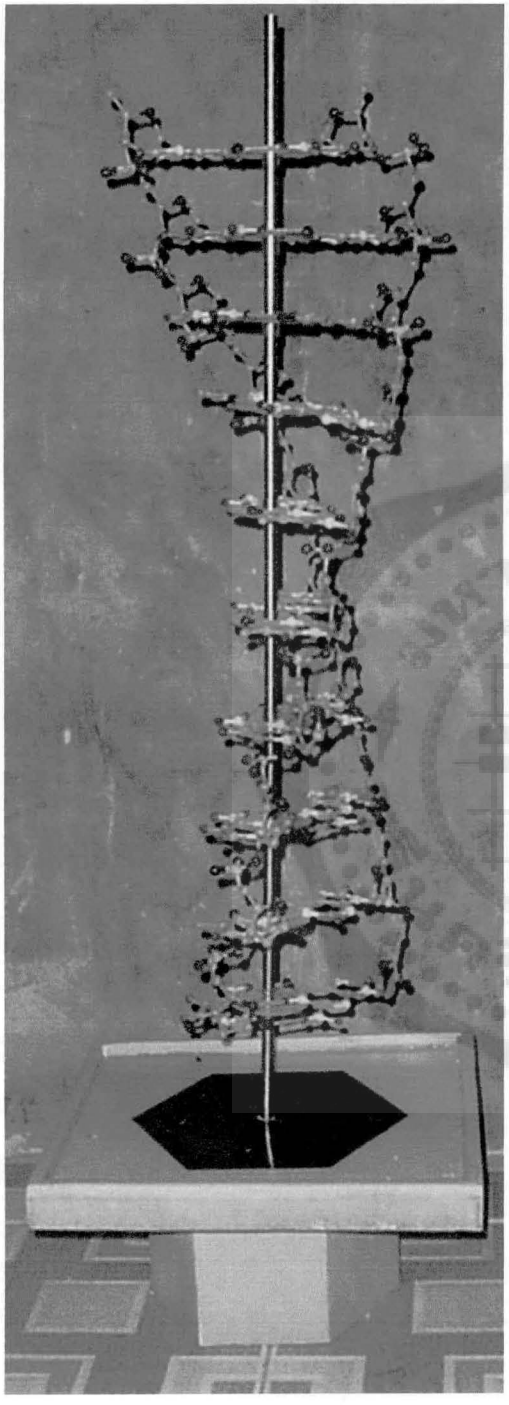
Thymine (ไธมีน)

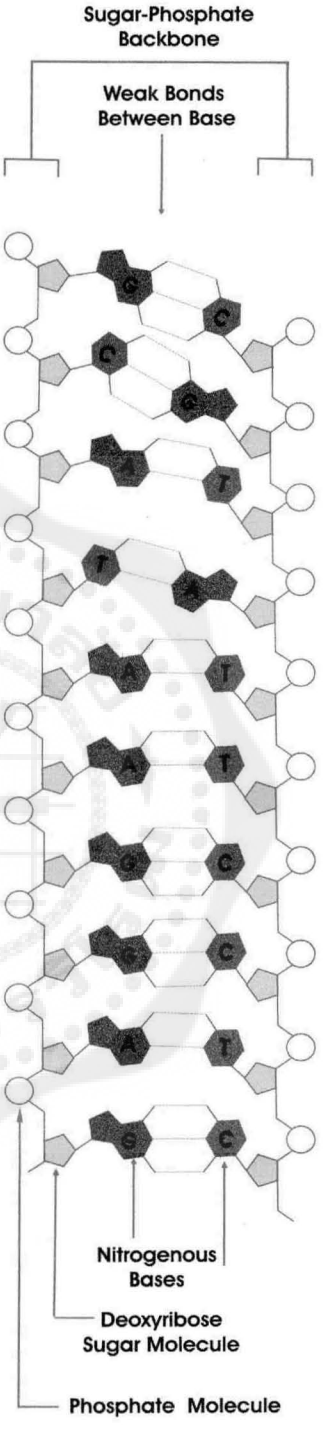
รูปที่ 15 งานต้นแบบ Model DNA ขนาดสูง 135 ซม.



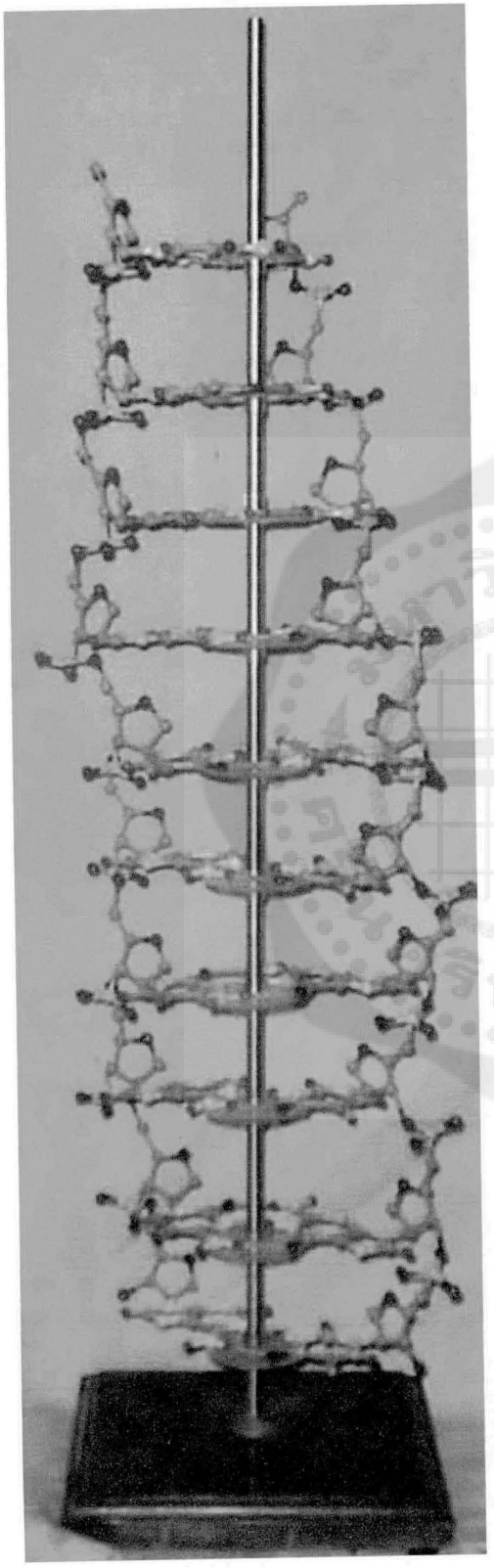


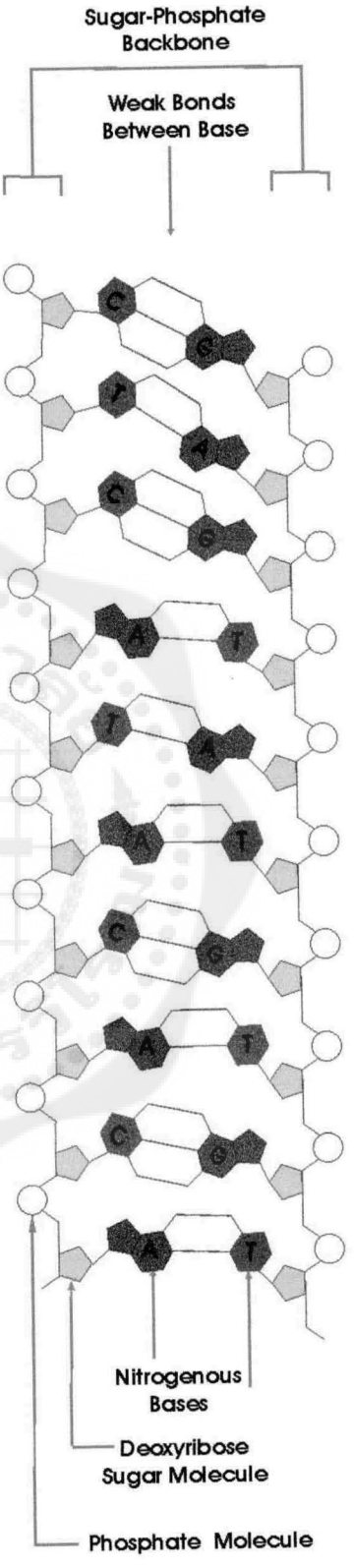
รูปที่ 16 งานต้นแบบ Model DNA ขนาดสูง 84 ซม.





รูปที่ 17 งาน Model DNA ขนาดสูง 84 ซม.





บทที่ 5
การวิจารณ์

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดแบบจำลองรูปร่างของดีเอ็นเอและโครงสร้างชีวโมเลกุลเช่น คาร์โบไฮเดรท, ไขมัน, โปรตีน เพื่อเป็นสื่อการสอนทางด้านการแพทย์ ที่สามารถศึกษา เข้าใจ ความคิดรวบยอด(Concept) ของ Model DNA ซึ่งผู้ศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบ 2 มิติ และถ่ายทอดรูปแบบด้วยกรรมวิธีทางศิลปะศึกษาเพื่อเป็น Model DNA แบบ 3 มิติเพื่อเป็นการสานต่อแนวความคิดของ James Watson นักชีววิทยาชาวอเมริกัน และFrancis Crick นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ได้เสนอไว้ในปี ค.ศ. 1953 เป็นโครงสร้างดีเอ็นเอที่อยู่ในโครงรูปสายเกลียวคู่แบบ B (B-conformation) ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเป็นรูปแบบดีเอ็นเอส่วนใหญ่ที่ปรากฏในเซลล์ ซึ่งการสร้างภาพจำลองโครงสร้าง DNA 3 มิติได้ศึกษาข้อมูลจาก มัวริซ วิลกินส์ และภาพ DNA จากเครื่องเอกเรย์ของ โรซาลินด์ แฟรงกลิน และเมื่อการประกาศค้นพบ DNA เป็นสายพันคู่ที่บิดพับเป็นเกลียวคล้ายบันไดเวียนแบบ (double helix) ในวารสารวิทยาศาสตร์ Nature เมื่อวันที่ 2 เมษายน 1953 และส่งผลต่อมาทำให้ James Watson และ Francis Crick ได้รับรางวัลโนเบลสาขาการแพทย์หรือสรีรวิทยาร่วมกับมัวริซ วิลกินส์ ในปี1962 ซึ่งแนวคิดดังกล่าวด้านชีววิทยา ทำให้เกิดคุณูปการ และทำให้ทำให้มนุษย์ได้สนใจด้าน พันธุกรรมด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์มากขึ้น เช่น การตรวจลายพิมพ์ DNA เพื่อพิสูจน์ทราบบุคคล สูญหายในกรณีภัยพิบัติที่เกิดจากธรรมชาติ การพิสูจน์ทราบทางกฎหมาย คดีอาชญากรรม ฯลฯ

ดังนั้นการผลิตสื่อการสอน Model DNA ครั้งนี้จึงได้พยายามสร้างสรรค์ให้ผู้ได้ศึกษา Model DNA เข้าใจง่ายกว่า Model DNA อื่นที่มีอยู่ จากการทดลองได้พยายามศึกษาหาวัสดุที่มีอยู่ภายในประเทศ มาประยุกต์ ซึ่งทำให้มีปัญหา อุปสรรค นาประการในขั้นตอนระหว่างการสร้างสรรค์ผลงานต้นแบบ ซึ่งตรวจสอบแก้ไขจนได้ข้อยุติจึงสามารถประกอบเป็นโครงสร้าง Model DNA ซึ่งมีด้วยกัน 2 ขนาดคือ Model DNA ที่ทำเป็นต้นแบบ และ Model DNA ขนาดจริงดังปรากฏจากการวิจัยครั้งนี้ เพื่อเป็นงานต้นแบบและสามารถพัฒนาไปสู่การผลิตเผยแพร่ในเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นจุดมุ่งหมาย ตามเป้าหมายของการวิจัยในครั้งนี้

บรรณานุกรม

1. Programma Commissie Bouwkunde, PKB. Herprofilering van de Bouwkundeopleiding aan de Technnische Universiteit Delft (A New Profile for Building Sciences at the TUD). Delft, Faculteit du Bouwkunde (1989).

2. พรสวรรค์ มุ่งมงคล การศึกษาความสามารถด้านการเปล่งเสียงของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินจากการสอนโดยใช้หุ่นจำลองการเคลื่อนไหวของลิ้น ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตวิชาเอกการศึกษาพิเศษ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2543

3. วิชัย บุญแสง, อัญชลี ทัศนาขจร, ชัยณรงค์ วงศ์ธีรทรัพย์, นุสรา สิทธิดิลกรัตน์ และ สกล พันธุ์ยิ้ม 2541 หน้า 5 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากสารพันธุกรรมสู่เทคโนโลยีพิสูจน์บุคคล

4. Singer,M., and Berg, P. 1991. Gene and genomes. Blackwell scientific Publication, Oxford.

5. สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล 2536 พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น ฝ่ายโรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

6. Watson, J., "The double Helix" (Penguin London 1968)

7.Zubay, G. 1987. Genetics. The Benjamin/ Cumming Publishing Co., Inc., California.

8. Olby, R., "The path of the Double Helix" (Macmillan, London 1974)

9. Basic Medical Bichemistry : A Clinical Approach. 1st ed. 1996. Dawn B. Marks, Allan D. Marks and Colleen M. Smith, Williams & Wilkins.

10. Biochemistry 5th ed 2001. Jeremy M. Berg, John L. Tymoczk and Lubert stryer W.H. Freeman and Company.