



รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
ทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2555

รหัสโครงการวิจัย ว-ท(ด)15.55

การสังเคราะห์ (ออร์โท-, เมตา-, พารา-)โอลิโกแอนทราซีน
สำหรับประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์พอลิเมอร์ไดโอดเปล่งแสง

Synthesis of (ortho-,meta-,para-) Oligo-anthracene
for Polymer Light-Emitting Diodes application

หัวหน้าโครงการ ผศ. ดร. พิเชษฐ อนุรักษ์อุดม
หน่วยงานต้นสังกัด โครงการจัดตั้งสายวิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
หน่วยงานหลัก คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

แหล่งทุน : ทุนอุดหนุนวิจัย มก.

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 2

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ.....2555.....

โครงการวิจัยรหัส ว-ท(ด)15.55.....

การสังเคราะห์ (ออร์โธ-, เมตา-, พารา-) โอลิโกแอนทราซีน สำหรับประยุกต์ใช้ใน
อุปกรณ์พอลิเมอร์ไดโอดเปล่งแสง

Synthesis of (ortho-,meta-,para-) Oligo-anthracene for Polymer Light-Emitting Diodes application

พิเชษฐ อนุรักษอุดม⁽¹⁾

Piched Anuragudom⁽¹⁾

บทคัดย่อ

โอลิโกเมอร์ชนิดใหม่ คือ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene, 1,3-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene และ 1,2-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ถูกสังเคราะห์โดยปฏิกิริยา Wittig โดยใช้ 9-cyanomethyl anthracene และ terephthalaldehyde, phthalaldehyde, isophthalaldehyde เป็นสารตั้งต้น ที่มี potassium tert-butoxide (1M ใน THF) อยู่ นอกจากนี้ ปฏิกิริยาจะต้องดำเนินการภายใต้บรรยากาศแก๊สไนโตรเจนเพราะว่าเบสจะเสื่อมสภาพได้หากสัมผัสกับอากาศหรือความชื้น มีเพียง 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene เท่านั้นที่เกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ โครงสร้างของโมโนเมอร์ได้ถูกตรวจสอบเอกลักษณ์โดยโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี (1H-NMR) สำหรับ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene, 1,3-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene, 1,2-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ถูกตรวจสอบเอกลักษณ์โดยเทคนิคอัลตราไวโอเลต วิสิเบิลสเปกโทร- สโคปี และฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทรสโคปี การดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเลตวิสิเบิลของ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene จะแสดงค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 368 นาโนเมตรและ 390 นาโนเมตร และแสดงค่าการเรืองแสงฟลูออเรสเซนซ์ที่มีสีฟ้า (ความยาวคลื่นในการเปล่งแสงสูงสุดที่ 470 นาโนเมตร) ในตัวทำละลาย THF

คำสำคัญ: โอลิโกแอนทราซีน, อุปกรณ์พอลิเมอร์ไดโอดเปล่งแสง

ABSTRACT

New oligomer, 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene, 1,3-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene, 1,2-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene were synthesized by Wittig reaction using 9-cyanomethyl anthracene and terephthalaldehyde, phthalaldehyde, isophthalaldehyde as starting materials in the presence of potassium *tert*-butoxide (1M in THF). Moreover, the reaction must be carried out under the nitrogen atmosphere because base would deteriorate if exposed to air or moisture. Only 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene was completely produced. The structure of monomers was characterized by proton nuclear magnetic resonance ($^1\text{H-NMR}$) spectroscopy. For 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene, 1,3-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene, 1,2-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene were characterized by UV-vis spectroscopy, and fluorescence spectroscopy. The UV-vis absorbance of 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene showed dual absorption maxima at 368 nm and 390 nm and exhibited a blue fluorescence (λ_{max} emission at 470 nm) in THF.

Key words: Oligoanthracence, Polymers Light-emitting diodes

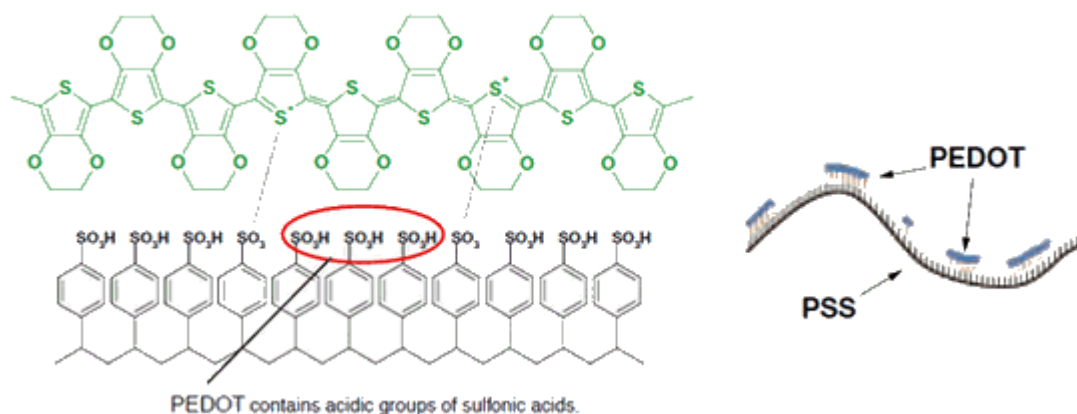
บทนำ

เทคโนโลยีจอภาพในปัจจุบันที่เราคุ้นกันนั้น ได้แก่ LCDs และ LEDs ซึ่งมีคุณสมบัติที่โดดเด่นกว่าเทคโนโลยีจอภาพแบบ CRT อย่างเช่นการประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ และราคาที่ไม่สูง เทคโนโลยีในการแสดงผลจอภาพมีการพัฒนามาจากอดีตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น CRT (Cathode Ray Tube) มีหลักการทำงานคือเป็นการยิงลำแสงอิเล็กตรอนให้ไปกระทบฉากรีเอียงแสง ต่อมาก็คือยุคของระบบพลาสมา Plasma ซึ่งจะใช้การปล่อยแสง UV จากพลาสมาไปกระทบกับฉากรีเอียงแสง จอแสดงผลที่ได้รับความนิยมต่อมาได้แก่จอ LCDs (Liquid crystal displays) และ LEDs (Light emitting diodes) โดย LCDs เป็นการบังคับกลุ่มของโมเลกุลผลึกเหลวให้เดินทางไปตามทิศทางที่กำหนด โดยการให้แสงจากฉากรหลัง แต่เมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้ามาถึงยุคของนาโนเทคโนโลยี จึงได้มีการนำโมเลกุลของสารอินทรีย์เข้ามาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีทางด้านจอแสดงผล นวัตกรรมที่ได้ในวันนี้จึงกลายเป็น OLEDs

1. Organic Light-Emitting Diodes (OLEDs)

OLEDs ย่อมาจาก Organic Light-Emitting Diodes คือ นวัตกรรมของจอแสดงผลที่พัฒนาขึ้นมาในรูปแบบฟิล์ม มีความโปร่งใส และจะเปล่งแสงเมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้ยังสามารถแสดงภาพในขณะที่จอถูกตัดให้โค้งงอได้อีกด้วย โดยมีโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่สามารถเปล่งแสงได้เองเมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า เรียกกระบวนการนี้ว่า การเกิดอิเล็กโทรลูมิเนสเซนซ์ (Electroluminescence) กระบวนการดังกล่าวจะลดขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อนในบางส่วน เช่น จอภาพที่แสดงผลไม่จำเป็นต้องใช้แสง Back light ในการฉายแสงด้านหลัง จอภาพทั้งหมดเหมือน LCDs หรือ Plasma ข้อดีของจอแสดงผลแบบ OLEDs คือประหยัดพลังงาน และมีความบางที่มากกว่าเทคโนโลยีจอภาพ LCDs และสีที่สมจริง

โครงสร้างของ OLEDs จะมีลักษณะคล้ายกับแซนวิช (Sandwich) ซึ่งประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำไฟฟ้าที่เป็นของแข็ง ทำจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่เป็นโมเลกุลเล็ก (Small organic molecule) หรือทำจาก Polymer ซึ่งเรียกว่า Polymer light emitting diodes (PLEDs) โดยจะมีความหนาประมาณ 100-500 นาโนเมตร โครงสร้างลักษณะ Sandwich ของ OLEDs อาจมีชั้นโมเลกุลของสารอินทรีย์ 2 ชั้น หรือ 3 ชั้นเป็นองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบทั้งหมดของจอนี้ Substrate ชั้นนี้เป็นชั้นที่เป็นด้านหลังของจอแสดงผล ทำจากกระจกหรือหากทำด้วยพลาสติกก็จะทำให้จอแสดงผลแบบ OLEDs นั้นมีความยืดหยุ่นและทำให้โค้งงอได้ ชั้น Anode (ขั้วบวก) จะเป็น Indium Tin Oxide (ITO) โดยเคลือบบน Substrate ซึ่งทำหน้าที่ดึงอิเล็กตรอนเมื่อมีการไหลของกระแสอิเล็กตรอน ชั้นของสารอินทรีย์ (Organic layer) ซึ่งทำจากพอลิเมอร์ หรือสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก ในชั้นนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Conducting layer ทำหน้าที่ส่ง Hole ของอิเล็กตรอนจาก Anode ซึ่งสารที่ใช้ในชั้นนี้มีหลายชนิด ซึ่งที่นิยมได้แก่ PEDOT:PSS หรือเรียกว่า poly(3,4-ethylenedioxythiophene) poly(styrenesulfonate)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของ PEDOT:PSS

อีกส่วนหนึ่งเรียกว่าชั้นของ Emissive layer ในชั้นนี้ก็เป็นสารอินทรีย์หรือพอลิเมอร์ แต่แตกต่างจากชั้น Conducting layer โดยจะทำหน้าที่เคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนจาก Cathode ชั้นนี้เป็นชั้นที่ทำให้เกิดการเปล่งแสง ตัวอย่างของสารที่นำมาใช้ในชั้นนี้ ได้แก่

สารที่ 1 Phenylene vinylene) (PPV) ให้แสงสีเหลือง

สารที่ 2 Poly[2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevinylene] (MEH-PPV) ให้แสงสีสีแดง

สารที่ 3 BCHA-PPV ซึ่งโครงสร้างหลักเหมือนกับสารที่ 2 แต่เปลี่ยนหมู่แทนที่เป็น 2,5-bis(cholestanoxyl) ทำให้ได้แสงสีเหลืองส้ม

สารที่ 4 Poly[(1,4- phenylene-1,2-diphenylvinylene)] ให้แสงสีเขียว

สารที่ 5 Copolymer ให้แสงสีน้ำเงิน

สารที่ 6 Poly(2,5-dioctylphenylene-1,4-ethynylene) ให้แสงสีเหลือง

สารที่ 7 Poly(2-decyloxy-1,4-phenylene) ให้แสงสีน้ำเงินเข้ม

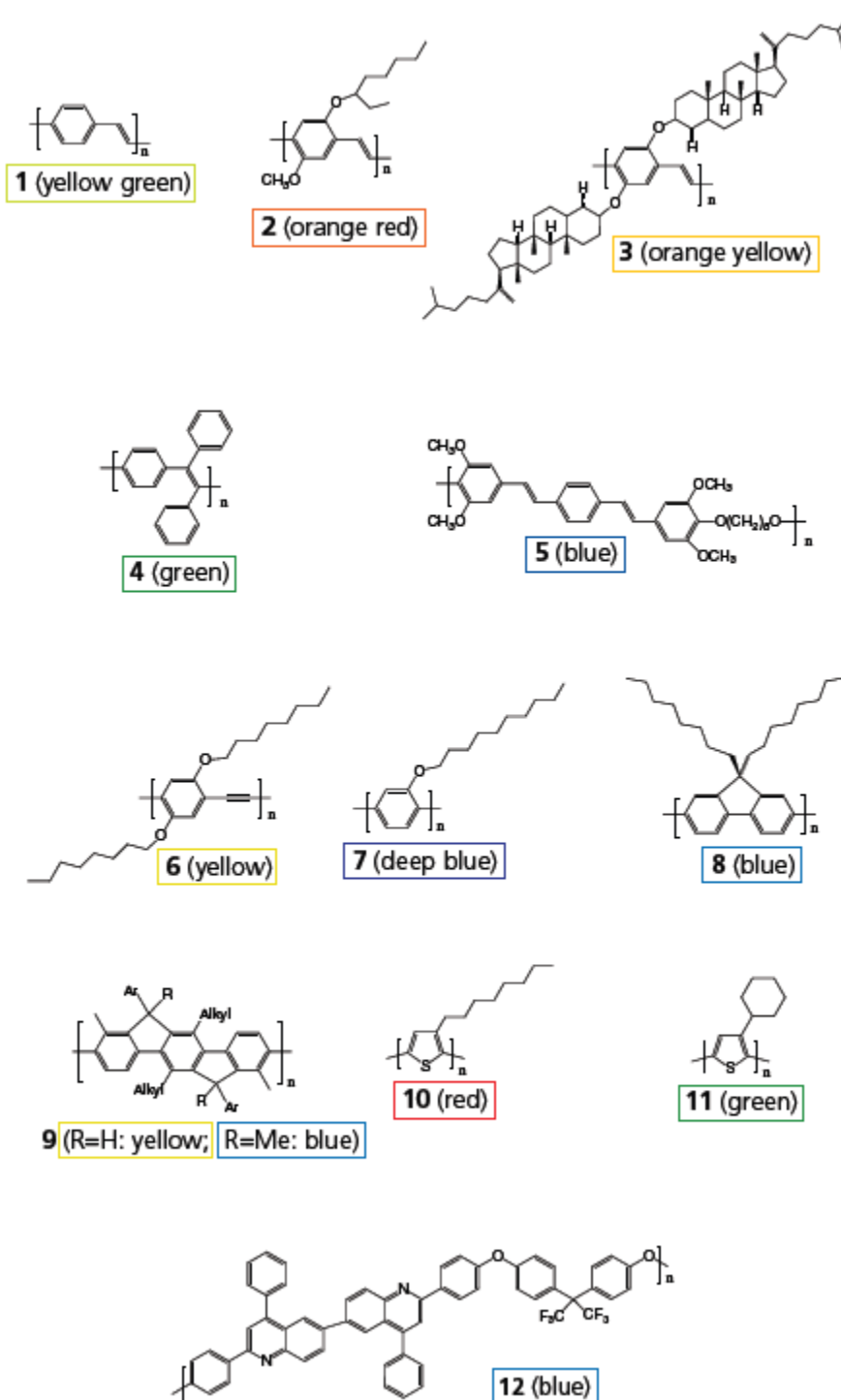
สารที่ 8 Poly(9,9-dioctylfluorene) (PFO) ให้แสงสีน้ำเงิน

สารที่ 9 เป็นอนุพันธ์ของสาร 8 ซึ่งหากหมู่ R เป็น Hydrogen จะให้แสงสีเหลือง หากหมู่ R เป็น Methyl จะให้สีน้ำเงิน

สารที่ 10 Poly(1,4- Poly(3-alkylthiophene)s ให้แสงสีแดง

สารที่ 11 Poly(3-cyclohexylthiophene-2,5-diyl) ให้แสงสีเขียว

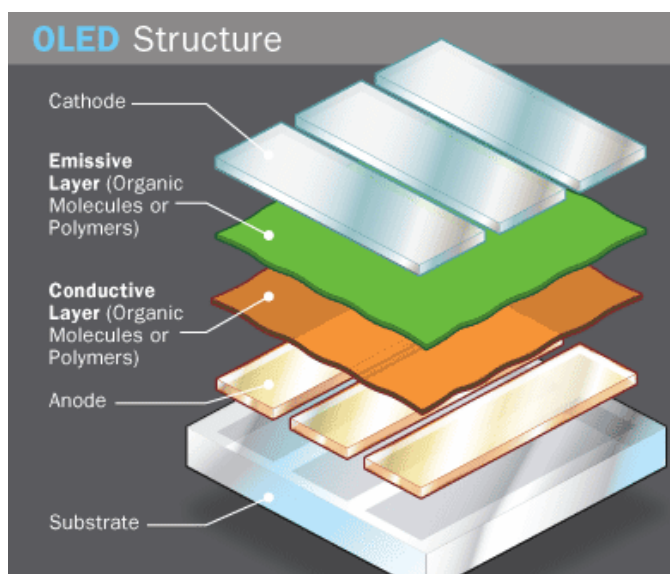
สารที่ 12 Polyquinoline ให้แสงสีน้ำเงิน



ภาพที่ 2 ตัวอย่างของสารที่นำมาใช้ในชั้นของ Emissive layer

ที่มา: Pei (2007)

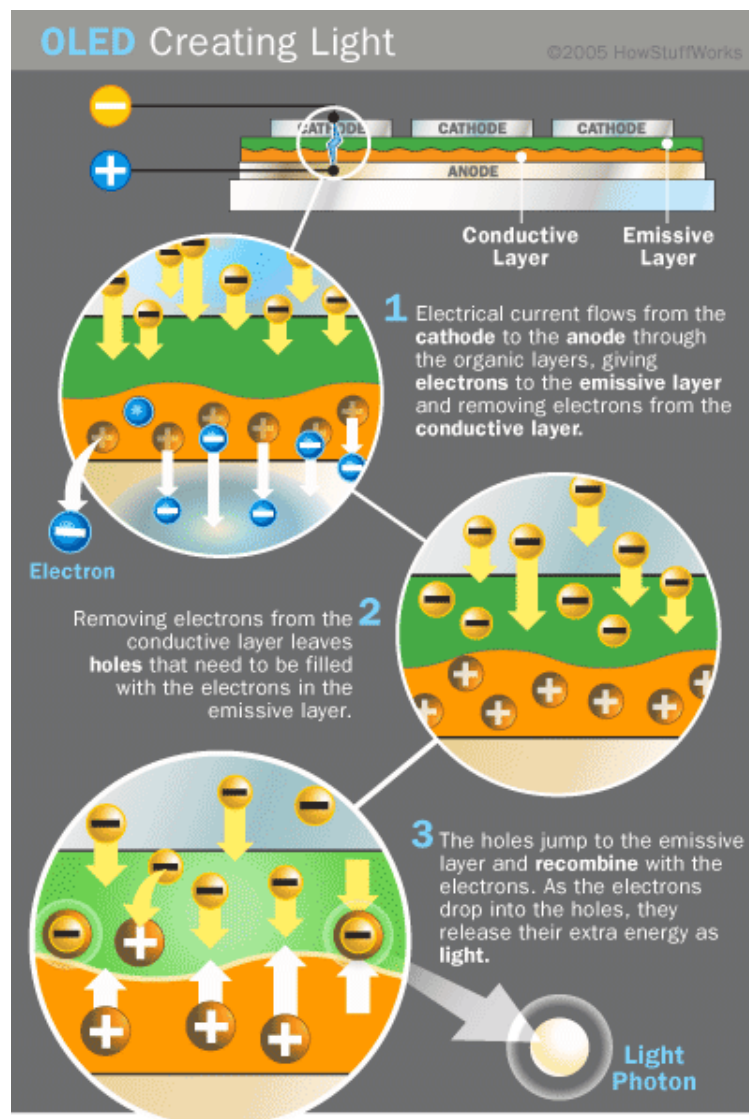
และองค์ประกอบสุดท้าย คือ Cathode (ขั้วลบ) ชั้นนี้อาจโปร่งใสหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของ OLEDs ชั้นนี้ทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอน ทำให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอน



ภาพที่ 3 โครงสร้างของอุปกรณ์ OLEDs

ที่มา: ศิริระ (2009)

หลักการทำงานของ OLEDs จะมีลำดับดังนี้ เมื่อแบตเตอรี่หรือแหล่งพลังงานให้กระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ OLEDs กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านจากขั้ว Cathode ไปยังขั้ว Anode ผ่านชั้นของสารอินทรีย์ (กระแสไฟฟ้าคือการไหลของอิเล็กตรอน) ที่ขั้ว Cathode จะให้อิเล็กตรอนแก่ชั้นของสารอินทรีย์ (Emissive layer) ที่ขั้ว Anode จะเป็นการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน จากชั้น Conductive layer (กระบวนการนี้ทำให้เกิดอิเล็กตรอน Holes) ที่บริเวณจุดเชื่อมต่อของชั้น Emissive และ Conductive layer อิเล็กตรอนจะรวมตัวเข้ากับ Hole เนื่องจากอิเล็กตรอนมีระดับพลังงานที่สูงกว่า Holes จึงต้องมีการลดระดับของพลังงานลง การลดระดับพลังงานของอิเล็กตรอนคือการเปลี่ยนรูปของพลังงานไปเป็นพลังงานแสง สีของแสงที่ปรากฏออกมาจะขึ้นอยู่กับชนิดของโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่ใช้ในชั้นของ Emissive layer ซึ่งในการผลิตจอแสดงผลแบบ Full color OLEDs จะใช้สารอินทรีย์หลาย 3 ชนิด ได้แก่ สารอินทรีย์ที่ให้แสงสีน้ำเงิน แดง และเขียว ความเข้มของแสง และความสว่างที่ปรากฏจะขึ้นอยู่กับกระแสอิเล็กตรอนที่ให้เข้าไป หากมีการให้กระแสมากแสงก็จะมีแสงสว่างมากขึ้น โดยปกติจะใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ในช่วงประมาณ 3-10 โวลต์



ภาพที่ 4 หลักการทำงานของ OLEDs

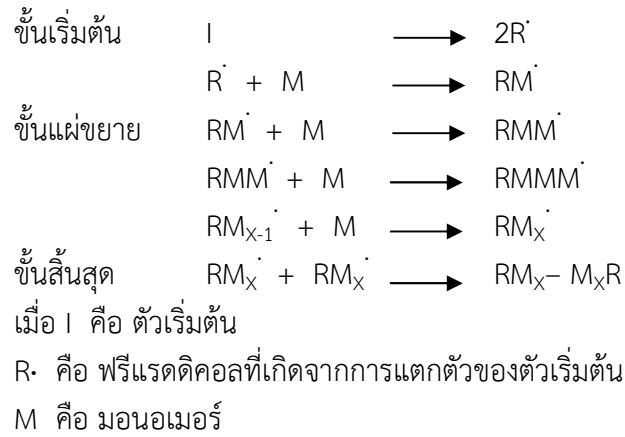
ที่มา: [Fermoso](#) (2011)

2. การสังเคราะห์พอลิเมอร์

พอลิเมอไรเซชัน (Polymerization) เป็นปฏิกิริยาการเตรียมพอลิเมอร์จากมอนอเมอร์ ซึ่งปฏิกิริยาหลักมี 2 ประเภท คือ

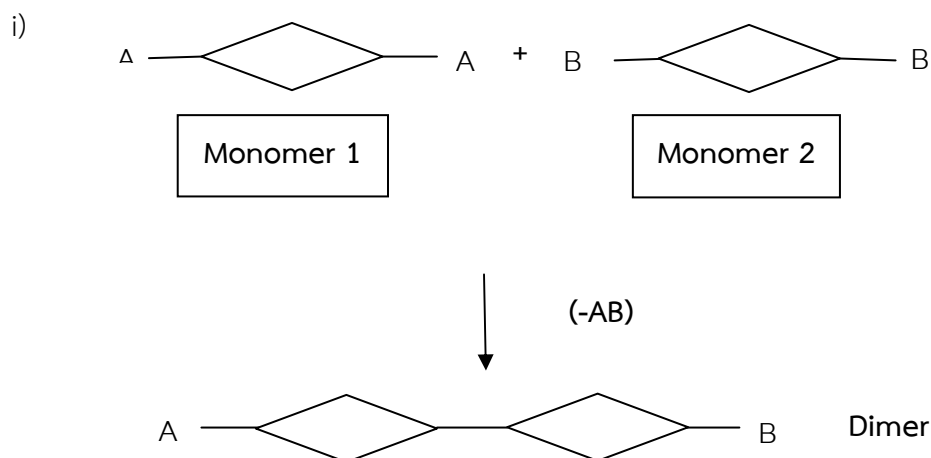
ประเภทแรก เป็นพอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่หรือแบบรวมตัว (Chain or addition polymerization) กลไกหลักของการเกิดปฏิกิริยานี้ เป็นแบบฟรีเรดิคัล (Free radical) หรือ แบบไอออนิก (Ionic) ก็ได้ แต่ที่ใช้กันมาก คือ แบบฟรีเรดิคัล แต่ปฏิกิริยาทั้งสองแบบต่างเป็นปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ สารริเริ่ม (Initiator) ที่นิยมใช้จะเป็นสารพวกเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (Organic peroxide) และเปอร์ออกไซด์อนินทรีย์ (Inorganic peroxide) พอลิเมอร์ที่สำคัญทางการค้า เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) เป็นพลาสติกที่ใช้ทำกระเบื้องยาง และท่อ, พอลิอะครีโลไนไตรล์เป็นเส้นใย ใช้ทำผ้า และพอลิเมทิลเมทาครีเลตเป็นพลาสติกใส ใช้ทำวัสดุใสแทนกระจก

ฟรีเรดิคัลเป็นโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวซึ่งทำให้มีความว่องไวต่อปฏิกิริยามากและจะเข้าทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ เกิดเป็นโมเลกุลที่ว่องไวและทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์อื่นต่อไป สมการโดยทั่วไปที่แสดงถึงปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบฟรีเรดิคัลมีดังนี้

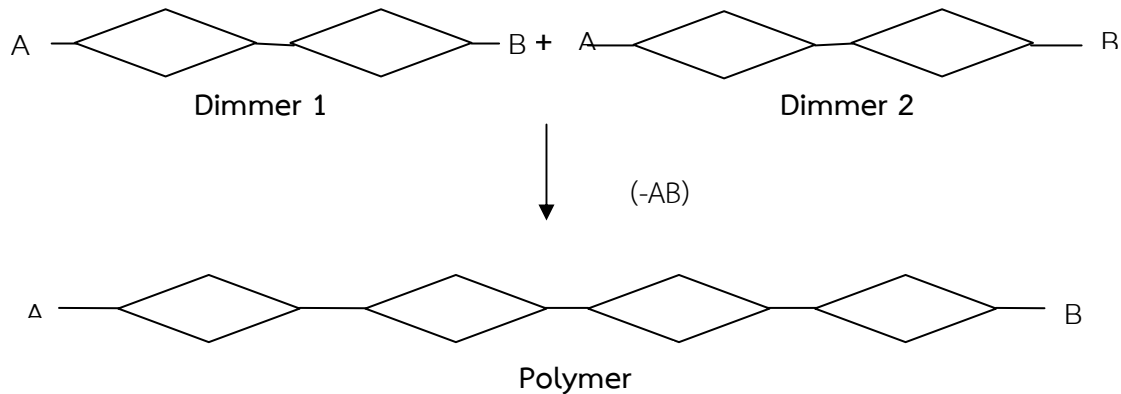


ประเภทที่สอง พอลิเมอร์เซชันแบบขั้นหรือแบบควบแน่น (Step or condensation polymerization) โดยทั่วไปจะใช้มอนอเมอร์ 2 ชนิด ที่มีหมู่แสดงสมบัติเฉพาะตัวสองหมู่ในโมเลกุล กลไกการเกิดปฏิกิริยาไม่แตกต่างกับการเกิดปฏิกิริยาการควบแน่นของโมเลกุลเล็ก ๆ เช่น ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (Esterification) มอนอเมอร์กลุ่มสำคัญที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาได้แก่ กลุ่มกรดคาร์บอกซิลิก, กลุ่มอะมีน และกลุ่มอะซิไดแอนไฮไดรด์ เป็นต้น พอลิเมอร์ที่สำคัญทางการค้า เช่น พอลิเอสเทอร์จากเอทิลีนไกลคอล และไดเมทิลทาเรฟทาเลต และเส้นใยไนลอน ซึ่งเป็นพอลิเอไมด์ เป็นต้น แต่ถ้าเป็นมอนอเมอร์ที่แสดงสมบัติเฉพาะตัวมากกว่า 2 หมู่ โครงสร้างของพอลิเมอร์ที่ได้จะเกิดเป็นกิ่งก้านสาขา และกิ่งก้านสาขานั้นอาจเกิดการเชื่อมโยงภายในโมเลกุลหรือกับโมเลกุลอื่นเกิดเป็นพอลิเมอร์เชื่อมโยง (Crosslinked polymer) หรือ พอลิเมอร์แบบร่างแห (Network polymer)

พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้โดยกลไกพอลิเมอร์เซชันแบบขั้น ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการควบแน่น (Condensation reaction) โดยที่โมเลกุลเล็ก ๆ เช่น น้ำ หรือไฮโดรเจนคลอไรด์ ถูกกำจัดออก (Condensed out) แล้วจึงเกิดการเชื่อมต่อกันของมอนอเมอร์เกิดเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้น การสังเคราะห์พอลิเมอร์โดยกลไกพอลิเมอร์เซชันแบบขั้นจะต้องใช้มอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันที่ปลาย (End group) ทั้งสองข้างหรือมากกว่า พิจารณากรณีที่โมเลกุลมอนอเมอร์มีหมู่ฟังก์ชันที่ปลายทั้งสองข้าง (Bifunctional) เช่น ถ้า A คือ OH (แอลกอฮอล์) และ B คือ COOH (กรดคาร์บอกซิลิก) เมื่อเกิดปฏิกิริยาจะได้เอสเทอร์ ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยากับหน่วยอื่นต่อไปได้ เช่น



ii)



ภาพที่ 5 ปฏิกริยาการควบแน่นของ i) Monomer และ ii) Dimer

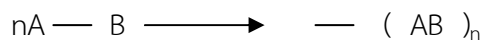
ที่มา: แสงรวี (2548)

ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบขั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบตามชนิดของมอนอเมอร์ที่ใช้ คือ

- 1.1.1 มอนอเมอร์ที่ใช้ในปฏิกิริยามีหมู่ฟังก์ชันที่ปลายทั้งสองข้างเหมือนกันและมอนอเมอร์แต่ละตัวมีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน แสดงได้ดังนี้



- 1.1.2 มอนอเมอร์มีหมู่ฟังก์ชันที่ปลายทั้งสองข้างต่างชนิดกัน แสดงได้ดังนี้



ด้วยเทคโนโลยีจอแสดงผลยังจำเป็นต้องมีการพัฒนา เนื่องจากวัสดุสารอินทรีย์ หรือพอลิเมอร์ที่ใช้ในการเปล่งแสงต่าง ๆ จะพบปัญหา คือ อายุการใช้งานสั้น ดังนั้นนักวิจัยพยายามที่จะหาปรับปรุงสมบัติของสาร รวมทั้งคิดค้นสารชนิดใหม่ขึ้น อนุพันธ์ของแอนทราซีนเป็นโมเลกุลหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากโครงสร้างของแอนทราซีนที่มีความเป็นคอนจูเกตอยู่ในโครงสร้างและมีจำนวนของอิเล็กตรอนอยู่มาก (Electron-rich structure) ดังนั้นจึงได้ทำการสังเคราะห์อนุพันธ์ของแอนทราซีนสำหรับประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ไดโอดเปล่งแสง เพื่อนำผลการทดลองที่ได้ไปพัฒนาและใช้ประโยชน์ในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการสังเคราะห์และหาคุณลักษณะเฉพาะของอนุพันธ์แอนทราซีน และสมบัติทางแสงสำหรับประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ไดโอดเปล่งแสง

การตรวจเอกสาร

อนุพันธ์แอนทราซีนที่ไม่สมมาตรสูง คือ 2-(2-Methylnaphtathalene-1-yl)-9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene และ N-(4-(10-naphthalene-2-yl)anthracene-9-yl)phenyl-N-phenylnaphthalene-2-amine ถูกเตรียมขึ้นเพื่อใช้เป็น Matched host และ Guest material ตามลำดับ อุปกรณ์ Electroluminescent ที่มีชั้นสารอินทรีย์หลายชั้นสร้างขึ้นโดยใช้อนุพันธ์แอนทราซีนดังกล่าวข้างต้นเป็นชั้น Emitting layer ซึ่งให้ประสิทธิภาพควอนตัมสูงถึง 5% และปรากฏการแปลงแสงสีน้ำเงินบริสุทธิ์ด้วย CIE chromaticity coordinates $x = 0.15$, $y = 0.14-0.18$ (Kang *et al.*, 2011)

Oligomer ที่แปลงแสงสีน้ำเงินสองตัว คือ FDPA1 และ FDPA2 ที่มี 9,10-diphenylanthracene (DPA) เป็นแกน และมี Triphenylamine(TPA)-substituted fluorene เป็นหมู่เกาะที่ช่วยในการขนส่งโฮล ได้สังเคราะห์ขึ้นโดยปฏิกิริยา Suzuki coupling และ Friedel-Crafts พบว่า โมเลกุลนี้ให้ประสิทธิภาพที่ดีเยี่ยม เช่น คุณสมบัติทางความร้อน ($T_g > 185$ °C, $T_d > 420$ °C) โครงสร้างที่เสถียร ซึ่งทดสอบโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และ X-ray diffraction (XRD) Fluorescence quantum yield ที่สูงโดยให้ระดับพลังงาน HOMO สูง ($E_{HOMO} > -5.27$ eV) และให้ความกว้างพลังงานที่ดี (Zhang *et al.*, 2011)

อนุพันธ์แอนทราซีน 9,10-Disubstitute ที่เป็นอสมมาตร ไม่สมมาตร ได้แก่ 2-Methyl-9-(2-naphthyl)-10-(4-biphenyl)anthracene (MNBPA) และ 2-Methyl-9-(4-biphenyl)-10-(2-naphthyl) anthracene (MBPNA) ถูกสังเคราะห์ขึ้นและพิสูจน์เอกลักษณ์การแปลงแสงสีน้ำเงินในอุปกรณ์ pure blue OLED ให้ค่า CIE(x,y) เป็น (0.164, 0.156) สำหรับ MBPNA และ (0.162,0.160) สำหรับ MNBPA ที่ 20 mA/cm^2 และอุณหภูมิ glass transition เท่ากับ 132.5 °C และ 133.8 °C ตามลำดับ นอกจากนี้ยังศึกษาความเสถียรของโครงสร้างฟิล์มบางของทั้งสองไอโซเมอร์ที่ไม่สมมาตรด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่า สารประกอบทั้งสองที่เป็นส่วนประกอบในอุปกรณ์ Trilayer มีประสิทธิภาพสูงในการให้แสงสีน้ำเงินบริสุทธิ์ (Huang *et al.*, 2010)

อนุพันธ์ Ortho-twisted asymmetric anthracene ถูกสังเคราะห์ขึ้นและได้พิสูจน์เอกลักษณ์ แสดงให้เห็นถึง เสถียรภาพทางความร้อนที่ดี โดยมีอุณหภูมิ glass transition สูง และแปลงแสงสีน้ำเงินบริสุทธิ์ด้วย Narrow full width ที่ Half maximum ในสถานะที่เป็นฟิล์ม ($\lambda_{max} = 454 \text{ nm}$ กับ 71 nm สำหรับ 2-(2-methylnaphtathalene-1-yl)-9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene) และ $\lambda_{max} = 445 \text{ nm}$ กับ 60 nm สำหรับ 2-(biphenyl-2-yl)-9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene) สำหรับอุปกรณ์ Multi-layer ที่ใช้ 2-(2-methyl-naphtathalene-1-yl)-9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene เป็นวัสดุแปลงแสง ให้ประสิทธิภาพควอนตัมสูงสุดที่ 3.61% (ประสิทธิภาพกำลัง 2.15 lm/W , ประสิทธิภาพกระแส 3.55 cd/A) และ Blue Commission Internationale de l'Eclairage chromaticity coordinates ($x = 0.15$, $y = 0.13$) ในอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยใช้ 2-(biphenyl-2-yl)-9,10-di(naphthalene-2-yl) anthracene เป็นวัสดุแปลงแสง ให้ประสิทธิภาพควอนตัมสูงสุดที่ 3.7% (ประสิทธิภาพกำลัง 2.11 lm/W , ประสิทธิภาพกระแส 3.55 cd/A) และ blue Commission Internationale de l'Eclairage chromaticity coordinates ($x = 0.15$, $y = 0.12$) (Shin *et al.*, 2011)

9,10-Bis-(9',9'-diethyl-7'-diphenylamino-fluoren-2-yl)-anthracene ได้สังเคราะห์จาก 9.10-anthracene diboronic acid และ (7-bromo-9,9-diethyl-fluoren-2-yl)-diphenyl-amine โดยปฏิกิริยา Suzuki coupling การคำนวณทางทฤษฎีของโครงสร้างสามมิติแสดงให้เห็นว่ามันมีโครงสร้างเป็นแบบ Non-

coplanar และยับยั้งอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุล เมื่อทำการกระตุ้น ค่า photoluminescence สูงสุดของ 9,10-bis-(9',9'-diethyl-7'-diphenylamino-fluoren-2-yl)-anthracene ในสารละลายและฟิล์มเป็น 454 nm (สารละลาย) and 462 nm (ฟิล์ม) ความกว้างสูงสุดที่ Half maximum ของ 9,10-bis-(9',9'-diethyl-7'-diphenylamino-fluoren-2-yl)-anthracene เท่ากับ 54 nm โดยไม่คำนึงถึงว่าจะอยู่ในสารละลายหรือสถานะของแข็ง อุปกรณ์ multi-layer ที่ใช้ 9,10-Bis-(9',9'-diethyl-7'-diphenylamino-fluoren-2-yl)-anthracene เป็นวัสดุเปล่งแสง ให้ประสิทธิภาพควอนตัมสูงสุดที่ 3.3% (ประสิทธิภาพกำลัง 2.1 lm/W, ประสิทธิภาพกระแส 4.17 cd/A) และ blue Commission Internationale de l'Eclairage chromaticity coordinate ($x = 0.14$, $y = 0.17$) (Park *et al.*, 2009)

ได้ศึกษาคุณลักษณะของ 9,10-bis(dodecylthio)anthracene (ADT) และ 9,10-bis(dodecyloxy)anthracene (ADO) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ใหม่ของแอนทราซีน ผลการศึกษาแสดงค่าอุณหภูมิหลอมเหลวที่ 76 °C สำหรับ ADT และ 65 °C สำหรับ ADO และจากสเปกตรัมการดูดกลืนพบว่า ADT และ ADO มีค่าแถบว่างพลังงานของสารเท่ากันคือ 2.9 eV และเมื่อศึกษาสมบัติการเปล่งแสงพบว่า ADT เปล่งแสงที่มีความยาวคลื่น 450 nm นอกจากนี้ ผลการทดลองยังแสดงค่าระดับพลังงาน HOMO ของ ADT และ ADO ที่ 5.7 และ 5.4 eV และ LUMO ที่ 2.8 และ 2.5 eV นอกจากนี้ ได้ทำการประดิษฐ์และศึกษาคุณลักษณะของอุปกรณ์อินทรีย์เปล่งแสง ซึ่งใช้อนุพันธ์ชนิดใหม่ของแอนทราซีนเป็นสารเปล่งแสง โดยเลือกใช้ PEDOT:PSS เป็นชั้นนำโฮล ส่วนชั้นเปล่งแสงนั้นทำการเจืออนุพันธ์ของแอนทราซีนลงในโพลีไวนิลคาร์บาโซล (PVK) ซึ่งใช้เป็นสารเจ้าบ้าน ผลการศึกษาแสดงค่าคุณลักษณะของอุปกรณ์เปล่งแสง โดยสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ ADT เป็นชั้นเปล่งแสง พบว่า จะได้อุปกรณ์ที่เปล่งแสงออกมามีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 460-475 nm โดยอุปกรณ์จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อทำการเจือ ADT 30 wt% ซึ่งให้ค่าความสว่างสูงสุด 318 cd/m² ที่ความต่างศักย์ 11.5 V และค่าประสิทธิภาพกระแสสูงสุด 0.28 cd/A ที่ความต่างศักย์ 9 V และมีค่าพิกัดสี CIE เป็น (0.16,0.22) ซึ่งอยู่ในช่วงแสงสีน้ำเงิน และสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ ADO เป็นชั้นเปล่งแสงพบว่าจะได้อุปกรณ์ที่เปล่งแสงออกมามีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 450-460 nm โดยอุปกรณ์จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อทำการเจือ ADO 0.5 wt% ซึ่งให้ค่าความสว่างสูงสุด 190 cd/m² ที่ความต่างศักย์ 11 V และค่าประสิทธิภาพกระแสสูงสุดที่ 0.07 cd/A ที่ความต่างศักย์ 10 V และมีค่าพิกัดสี CIE เป็น (0.20,0.17) ซึ่งอยู่ในช่วงแสงสีน้ำเงิน (Wanitchang *et al.*, 2009)

ไอโอดเปล่งแสงอินทรีย์สีน้ำเงิน (OLED) ทำจากวัสดุเปล่งแสงสีน้ำเงินตัวใหม่ ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้ Indium tin oxide (ITO)/CuPc/NPB/JBEM:perylene/Alq/MgAg ซึ่ง Copper phthalocyanine (CuPc) ถูกใช้เป็นชั้น buffer ส่วน N,N'-bis-(1-naphthyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine (NPB) ใช้เป็นชั้นนำโฮล 9,10-bis(3',5'-diaryl)phenyl anthracene (JBEM) ใช้เป็นสารเจ้าบ้านเปล่งแสงสีน้ำเงิน Perylene ใช้เจือปน Tris(8-guainololato) aluminium complex (Alq) ใช้เป็นวัสดุนำอิเล็กตรอน และ MgAg alloy ใช้เป็นขั้วแคโทด อุปกรณ์ให้แสงสีน้ำเงินนี้ให้ค่าความสว่างสูงสุด 7,526 cd/m² และความสว่างที่ความหนาแน่นกระแส 20 mA/cm² เป็น 408 cd/m² ค่าประสิทธิภาพสูงสุด 1.45 lm/W ค่าพิกัดสี CIE เป็น $x = 0.14$, $y = 0.21$ เวลาครึ่งชีวิต 1,035 ชั่วโมงที่ความสว่างเริ่มต้น 100 cd/m² ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความเสถียรมากกว่าอุปกรณ์ที่ให้แสงสีน้ำเงินที่ทำจากอนุพันธ์ Distyrylarylene ซึ่งใช้เป็นสารเจ้าบ้านเปล่งแสงสีน้ำเงิน และเจือด้วย Perylene (Jiang *et al.*, 2001)

9,10-bis(3',5'-diphenylphenyl)anthracene (BDA) ที่ใช้เป็นวัสดุเปล่งแสงสีน้ำเงินตัวใหม่ได้สังเคราะห์จากปฏิกิริยา Suzuki coupling และศึกษาคุณลักษณะด้วย ¹H NMR, ¹³C NMR และ FT-IR อนุพันธ์แอนทราซีนตัวใหม่ซึ่งประกอบด้วยแอนทราซีนเป็นแกนหลักและ 3',5'-diphenylphenyl เป็นหมู่เกาะ ให้ค่าความสว่างสูง มีเสถียรภาพทางความร้อนที่ดี และมีอุณหภูมิ glass transition ที่ 188 °C วัสดุเปล่งแสงสีน้ำเงินที่

ไม่มีการเจือปนตัวใหม่ในโครงสร้างอุปกรณ์ multilayer ให้ค่าประสิทธิภาพกระแสที่ 3.0 Cd/A สเปกตรัม EL ของอุปกรณ์ ITO/CuPc/ α -NPD/BDA/Alq3/LiF/Al แสดงให้เห็นค่าความยาวคลื่นสูงสุดที่ ($\lambda_{\max}$) 440 nm และมีค่าพิกัดสี CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) เป็น (0.18,0.19) ที่ 10 mA/cm² (Kim *et al.*, 2006)

โมเลกุลที่เป็นแท่งของ Pyrene-anthracene-based ที่ประกอบด้วยระบบคอนจูเกตได้สังเคราะห์โดยปฏิกิริยา Horner-Wadsworth-Emmons โดยใช้ Potassium *tert*-butoxide ใน Anhydrous THF การสังเคราะห์โมเลกุลที่เป็นแท่งซึ่งมีหมู่บิวทิลีนเป็นตัวกีดขวางความสามารถในการละลายของสายโซ่หลัก และเป็นตัวยับยั้งการละลายที่ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว สารละลายของไพรีนที่มีโมเลกุลเป็นแท่งที่ได้สังเคราะห์ขึ้นนี้เพื่อยับยั้งการเกิด Blue-shift ใน UV-visible จากการดูดกลืนแสงสูงสุด เนื่องจากการมีหมู่ไพรีนเมื่อเปรียบเทียบกับ Dialdehyde โครงสร้างทางเคมีและความบริสุทธิ์ของแท่งที่สังเคราะห์ได้ถูกยืนยันโดย ¹H และ ¹³C NMR, FAB+, MALDI-TOF, Electrospray mass spectra และ Elemental analysis (Chavez *et al.*, 2009)

Cyclophane 1 หน่วยกับ Annulene periphery 1 หน่วย รวมถึง Anthrylene 4 หน่วย และ Phenylene 2 หน่วยถูกสังเคราะห์ขึ้นใน 4 ขั้นตอนด้วยปฏิกิริยา McMurry cyclization จากนั้นตกผลึกด้วยตัวทำละลายผสม แล้วหาโครงสร้างของสารทั้งสี่ตัวโดยการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยรังสีเอ็กซ์ ปรากฏว่าสองโครงสร้างเป็น Double twist (Huckel topology) และอีกสองโครงสร้างเป็น Single twist (Möbius topology) ด้วยการใช้ DFT คำนวณรูปร่างแบบ Triple twist (Möbius) พบว่ามีการปรากฏขึ้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลทาง NMR spectroscopy ไม่ปรากฏความเป็นอะโรมาติก (สำหรับโครงสร้าง Möbius) หรือความไม่เป็นอะโรมาติก (สำหรับโครงสร้าง Huckel) (Mohebbi *et al.*, 2010)

อนุกรมของโคพอลิเมอร์ Poly{9,9-bis(2'-ethylhexyl)fluorine-2,7-diyl-co-2,5-bis(2-thienyl-1-cyanovinyl)-1-(2'-ethylhexyloxy)-4-methoxybenzene-5'',5'''-diyl} (PFTCVB) ถูกสังเคราะห์จากมอนอเมอร์ 2,7-dibromo-9,9-bis(2'-ethylhexyl)fluorine และ 2,5-bis(2-(5'-bromothieryl)-1-cyanovinyl)-1-(2'-ethylhexyloxy)-4-methoxybenzene (BTCVB) ผ่านปฏิกิริยา Ni(0)-mediated polymerization โคพอลิเมอร์นี้ถูกตรวจสอบคุณลักษณะโดย FT-IR spectroscopy, UV-vis spectroscopy, TGA, photoluminescence (PL) และ Electroluminescence (EL) spectroscopy, การวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบ และการศึกษามวลโมเลกุล โคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์นี้ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 380 nm และในช่วงความยาวคลื่น 425 ถึง 600 nm มีการดูดกลืนแสงที่เพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มส่วนของมอนอเมอร์ที่มีไทโอฟิน (BTCVB) ใน PL การเปล่งแสงสูงสุดของโคพอลิเมอร์ที่ Red-shifted ไปเป็นส่วนของ BTCVB ที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าโคพอลิเมอร์แสดงการผันแปรเพียงเล็กน้อยในการตรวจหาการดูดกลืนในช่วง UV-vis ซึ่งอุปกรณ์เปล่งแสงถูกประดิษฐ์ขึ้นจากองค์ประกอบ ดังนี้ ITO (indium-tin oxide)/PEDOT/polymer/LiF/Al configuration และสเปกตรัม EL ได้การแสดงเปล่งแสงเหมือนผลของ PL และโคพอลิเมอร์ประกอบด้วย BTCVB 15% ซึ่งแสดงการเปล่งแสงในช่วง Bright-red (Cho *et al.*, 2002)

ผลกระทบของคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อปฏิกิริยาที่ใช้แสงได้มีการศึกษาอย่างเป็นระบบโดยใช้ (9-anthryl)alkylamines (APA, AEA และ AMA) เป็นของผสมเริ่มต้น จากการตรวจสอบผลอย่างใกล้ชิด พบว่าคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลอย่างเห็นได้ชัดและมีการให้เหตุผลที่ดีโดยรายงานก่อนๆ ที่ว่าปฏิกิริยาผันกลับได้ของเอมีน-คาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นกับตัวทำละลาย อาทิเช่น ผลิตภัณฑ์ของไดเมอร์ (หัวต่อหางจาก 3-(9-anthryl)propylamine (APA) หรือ 2-(9-anthryl)ethylamine (AEA), หัวต่อหาง+หัวต่อหัวจาก (9-anthryl)methylamine (AMA)) ในเมทานอล (MeOH) หรือไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (DMSO) ภายใต้บรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากกว่าบรรยากาศอาร์กอน และนี่เป็นข้อสันนิษฐานสำหรับการเกิดของทั้งแอมโมเนียม ไบ

คาร์บอนต/คาร์บอนตในเมทานอลหรือกรดคาร์บาเมกในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (DMSO) ซึ่งจะขัดขวางอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของไนโตรเจนที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาการขนส่งอิเล็กตรอน ในความเป็นจริง ปฏิกิริยาการขนส่งอิเล็กตรอนในกระบวนการ 1-3 ใน DMSO ถูกยับยั้งอย่างมากภายใต้บรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้เนื่องจากการก่อตัวของ Non-covalent linkage ระหว่างแอมโมเนียมแคตไอออนและคาร์บาเมตแอนไอออนใน 2-propanol ซึ่งสัดส่วนของหัวต่อหัวกับหัวต่อหางที่เกิดจาก AMA ใน 2-โพรพานอลได้เพิ่มขึ้นโดยการดำเนินการปฏิกิริยาภายใต้บรรยากาศคาร์บอนไดออกไซด์ (Horiguchi et al., 2007)

UV-Vis absorption, photoluminescence (PL) และ Electroluminescence (EL) จากฟิล์มบางแบบ Heterostructure ที่ทำจาก 1,4-bis-(9-anthryl-vinyl)-benzene (AVB) ที่จะถูกตรวจสอบ ข้อมูลทาง UV-Vis absorption ถูกใช้ในการหาแถบช่องว่างของวัสดุที่คาดว่าเป็น 2.28 eV มันเป็นที่สังเกตว่าสเปกตรัม Electroluminescence ของ AVB เป็นแถบกว้างในช่วง 400 ถึง 850 นาโนเมตร EL ที่ได้มาที่ศักย์ไฟฟ้าต่ำๆ (น้อยกว่า 6 V) ที่ซึ่งความหนาแน่นของกระแสเป็น 3 mA/cm^2 คุณลักษณะทาง Current-voltage-electroluminescence (I-V-EL) ได้ศึกษาอย่างมีระบบในอุปกรณ์ ITO/AVB/Al ไอโอดได้แสดงกฏพลังงานที่ขึ้นกับ I-V โดยสมการ Space-charge-limited current (SCLC) ด้วย Trap (Romdhane et al., 2003)

N-arylalkylpolyamines หลายๆ ตัวมักประกอบด้วยระบบวงอะโรมาติกในแบบต่างๆ ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นเป็นเกลือของ HCl ได้มีการพิจารณาตัวแทนที่ตรงตำแหน่งไนโตรเจนให้มีช่วงอยู่ในขนาดของ N^1 -benzyl, N^1 -naphthalen-1-ylmethyl, N^1 -2-(naphthalen-1-yl)ethyl, N^1 -3-(naphthalen-1-yl)propyl, N^1 -anthracen-9-ylmethyl, N^1 -2-(anthracen-9-yl)ethyl, N^1 -3-(anthracen-9-yl)propyl และ pyren-1-ylmethyl โครงสร้างของพอลิเอมีนได้มีการเปลี่ยนแปลงช่วงจากไดเอมีนไปเป็นระบบไตรเอมีนและเตตระเอมีนฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้ง L1210 (โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวในหนู) รังไข่หนูแฮมสเตอร์จีน (CHO) และสายพันธุ์ของเซลล์ที่มีการกลายพันธุ์แบบบกพร่องในการขนส่งพอลิเอมีนของรังไข่หนูแฮมสเตอร์จีน (CHO-MG) ได้ถูกตรวจหาความเป็นพิษ IC_{50} ค่า K_i สำหรับการดูดซึมสเปออร์มิดีนก็ถูกตรวจหาในเซลล์ L1210 เช่นกัน ขนาดของ N^1 -arylalkyl substituent ตลอดจนลำดับพอลิเอมีนใช้เป็นโปรไฟล์แสดงความเป็นพิษที่สังเกตได้โดยตรง N^1 -Tethers ที่ยาวกว่าเอทิลีนแสดงให้เห็นถึงการสูญเสียความจำเพาะอย่างมากสำหรับ polyamine transporter (PAT) ที่แสดงในแผ่นแสดงความเป็นพิษ CHO/CHO-MG ในบทสรุป คือ มีขีดจำกัดของขนาดของ N^1 -substituent ที่ชัดเจน ซึ่งสามารถรองรับได้โดย polyamine transporter ความสัมพันธ์โดยตรงถูกสังเกตระหว่างการดูดซึมของพอลิเอมีนที่มีระบบคอนจูเกตและความเป็นพิษ ในเรื่องนี้ แบบจำลองความเป็นพิษได้ถูกเสนอขึ้น ซึ่งอธิบายลักษณะ hydrophobic pocket ซึ่งเป็นชุดมิติของบริเวณ PAT polyamine-binding ที่สมมติขึ้นที่อยู่ติดๆ กัน (Gardner et al., 2004)

วิธีวิจัย

1. วัสดุและเครื่องแก้ว

- 1.1 เครื่องแก้วพื้นฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี
- 1.2 ขวดก้นกลม (Round bottomed flask)
- 1.3 เครื่องกลั่นควบแน่น (Condenser)
- 1.4 จุดยาง
- 1.5 ชุดกลั่นตัวทำละลาย
- 1.6 ขวดแก้วขนาดเล็ก (Vial)
- 1.7 กรวยแยก (Separatory funnel)
- 1.8 คอลัมน์โครมาโทกราฟี (Column chromatography)
- 1.9 กระดาษกรองเบอร์ 1 (Filter paper) (No. 1, Qualitative Circles 110 mm Dia, Whatman., England)
- 1.10 แผ่น TLC ขนาด 20 x 20 เซนติเมตร (Silica gel F₂₅₄, Merck)

2. เครื่องมือ

- 2.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง รุ่น ED224S บริษัท ไฮแอนติฟิค โพรโมชัน จำกัด ประเทศไทย
- 2.2 เครื่องระเหยแบบหมุน (Rotary Evaporator) รุ่น Buchi R-210/215 บริษัท กรุงเทพอุปกรณ์เคมีภัณฑ์ จำกัด ประเทศไทย
- 2.3 เครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ สเปกโตรมิเตอร์ (Nuclear Magnetic Resonance spectrophotometer)
- 2.4 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-VIS Spectrophotometer) รุ่น T60 PG Instruments บริษัท บางกอกไฮแล็บ จำกัด
- 2.5 เครื่องวัดแสงฟลูออเรสเซนซ์ (Spectrofluorophotometer) รุ่น RF-5301PC ยี่ห้อ SHIMADZU
- 2.5 เครื่องให้ความร้อน (Hotplate stirrer) 2.6
- หลอดรังสียูวี (UV lamp, Wavelength 254 nm)
- 2.7 เครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum pump)

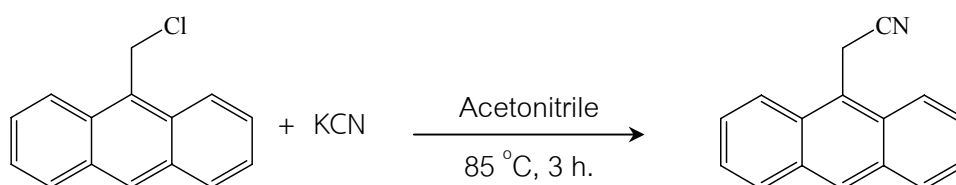
3. สารเคมี

- 3.1 9-(Chloromethyl)anthracene, C₁₅H₁₁Cl, SIGMA-ALDRICH, Singapore
- 3.2 Phthalaldehyde, C₈H₆O₂, SIGMA-ALDRICH, Singapore
- 3.3 Isophthalaldehyd, C₈H₆O₂, SIGMA-ALDRICH, Singapore
- 3.4 Terephthalaldehyd, C₈H₆O₂, SIGMA-ALDRICH, Singapore
- 3.5 Silica gel, SiO₂
- 3.6 Acetonitrile anhydrous, C₄H₃N, SIGMA-ALDRICH, Singapore
- 3.7 Tetrahydrofuran, C₄H₈O, Burdick & Jackson, Korea
- 3.8 Potassium tert-butoxide, (CH₃)₃COK, SIGMA-ALDRICH, Singapore
- 3.9 Potassium cyanide, KCN
- 3.10 Anhydrous sodium sulfate, NaSO₄
- 3.11 Sodium chloride, NaCl (AR grade) Ajax Finechem

- 3.12 Hexane, C₆H₁₄ (AR grade) J.T.Baker, USA
- 3.13 Dichlorometane, CH₂Cl₂ (QRFC (ASIA) SDN BHD, New Zealand
- 3.14 Chloroform, CHCl₃ (AR grade) RCL LAB SCAN, Thailand
- 3.15 Sodium metal, Na
- 3.16 Benzophenone, C₁₃H₁₀O
- 3.17 Paraffin oil
- 3.18 Distilled water

วิธีการ

1. ขั้นตอนการสังเคราะห์ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน



1.1 นำของผสม 9-(คลอโรเอทิล)แอนทราซีน (0.5530 กรัม) และโพแทสเซียมไซยาไนด์ (1.6125 กรัม) ใส่ในขวดก้นกลม 2 คอ ขนาด 100 มิลลิลิตร และต่อชุดอุปกรณ์ ดังภาพที่ 3 จากนั้น Flow แก๊สไนโตรเจนเป็นเวลา 15 นาที

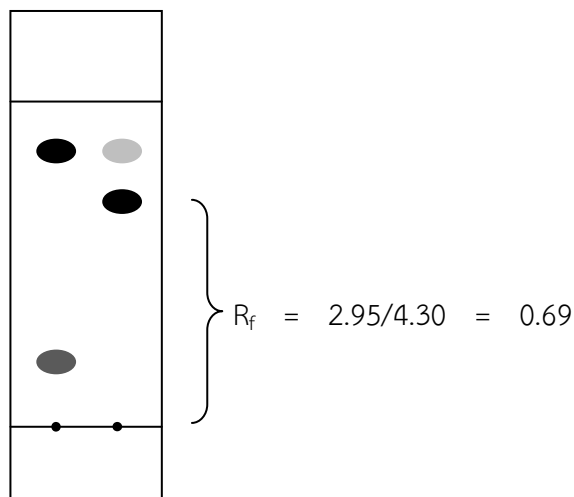


ภาพที่ 6 ชุดอุปกรณ์สำหรับการรีฟลักซ์ภายใต้บรรยากาศของแก๊สไนโตรเจน

1.2 ฉีดอะซิโตนไตรล์ 60 มิลลิลิตรลงใน Reaction flask ผ่านเข็ม Transfer ภายใต้แรงดันแก๊สไนโตรเจน จากนั้นรีฟลักซ์ที่ 85 °C พร้อมคนไปด้วยนาน 3 ชั่วโมง

1.3 ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปกรอง และล้างด้วย Dichloromethane นำไประเหย Solvent ออก สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน 2 ครั้ง ล้างน้ำ 2 ครั้ง ล้างน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว 2 ครั้ง เติมนโซเดียมซัลเฟต กรอง แล้วนำไประเหย Solvent ออก จะได้ของแข็งสีเหลือง

1.4 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบด้วยโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (Thin Layer Chromatography, TLC) ในระบบตัวทำละลาย 50% เฮกเซนต่อคลอโรฟอร์ม ดังภาพที่ 4 ปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังไม่บริสุทธิ์



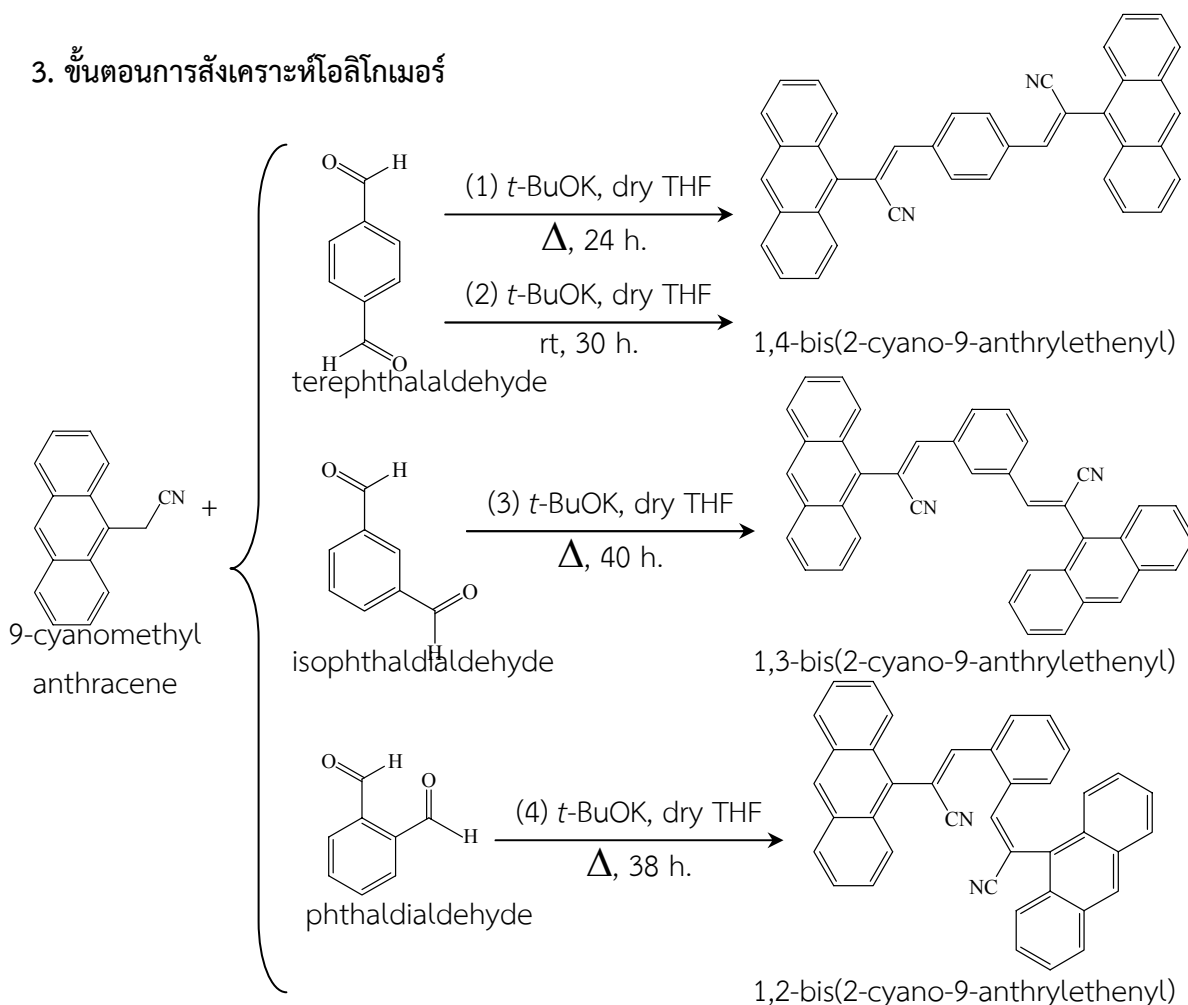
ภาพที่ 7 วิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (Thin Layer Chromatography, TLC) (ซ้าย) และค่า R_f ที่ได้จากแผ่น TLC (ขวา)

1.5 นำไปแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ซิลิกา เจล เป็นเฟสคงที่และใช้ 50% เฮกเซนต่อคลอโรฟอร์ม เป็นเฟสเคลื่อนที่

2. ขั้นตอนการกลั่นตัวทำละลาย

2.1 นำเตตระไฮโดรฟูแรน 200 มิลลิลิตร ใส่ในขวดก้นกลม ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นใส่โลหะโซเดียม 5 ก้อนและเบนโซฟีโนน 7 กรัมลงไป แล้วต่อชุดอุปกรณ์การกลั่น

3. ขั้นตอนการสังเคราะห์โพลิโกเมอร์



3.1 การสังเคราะห์โพลิโกเมอร์ โดยการรีฟลักซ์ (ปฏิกิริยาที่ (1), (3) และ (4))

3.1.1 นำของผสม 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีนและสารประกอบแอลดีไฮด์ ใส่ในขวดก้นกลม 2 คอ ขนาด 100 มิลลิลิตร และต่อชุดอุปกรณ์ ดังภาพที่ 3 จากนั้น Flow แก๊สไนโตรเจนเป็นเวลา 15 นาที

3.1.2 ฉีดเตตระไฮโดรฟูแรนที่ได้จากการกลั่นในขั้นตอนที่ 2. ลงไปใน Reaction flask จากนั้นคน พร้อมให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิรีฟลักซ์ที่ 68 °C

3.1.3 ฉีดโพแทสเซียม เทอร์เชียรี บิวทอกไซด์ (Potassium *tert*-butoxide) ลงไปใน reaction flask แล้วปล่อยให้รีฟลักซ์จนปฏิกิริยาเกิดอย่างสมบูรณ์ (ทดสอบโดยโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (TLC))

3.1.4 ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องพร้อมคนไปด้วย เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.1.5 เทสารละลายที่ได้ลงในน้ำกลั่น นำไปสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม 3 รอบ ล้างน้ำ 2 รอบ ล้างน้ำเกลือ โซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว 2 รอบ เดมโซเดียมซัลเฟต กรอง แล้วนำไประเหย Solvent ออก จะได้โพลิโกเมอร์ที่เหนียวมี สีเหลืองอมน้ำตาล

3.2 การสังเคราะห์โพลิโกเมอร์ ณ อุณหภูมิห้อง (ปฏิกิริยาที่ (2))

3.1.1 นำของผสม 9-(ไซยาโนเมทิล) แอนทราซีนและสารประกอบแอลดีไฮด์ ใส่ในขวดก้นกลม 2 คอ ขนาด 100 มิลลิลิตร และต่อชุดอุปกรณ์ ดังภาพที่ 7 จากนั้น flow แก๊สไนโตรเจนเป็นเวลา 15 นาที

3.1.2 ฉีดเตตระไฮโดรฟูแรนที่ได้จากการกลั่นในขั้นตอนที่ 2. ลงไปใน reaction flask ตามด้วย โพแทสเซียม เทอร์เชียรี บิวทอกไซด์ (Potassium *tert*-butoxide) พร้อมคนไปด้วย

3.1.3 ดำเนินปฏิกิริยาจนเกิดอย่างสมบูรณ์ (ทดสอบโดยโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ (TLC))

3.1.4 เทสารละลายที่ได้ลงในน้ำกลั่น นำไปสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม 3 รอบ ล้างน้ำ 2 รอบ ล้างน้ำเกลือ โซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว 2 รอบ เติมนโซเดียมซัลเฟต กรอง แล้วนำไประเหย Solvent ออก จะได้โพลิเมอร์ที่เหนียวมีสีเหลืองอมน้ำตาล

4. ขั้นตอนการพิสูจน์เอกลักษณ์สารที่ได้โดยใช้เทคนิคดังนี้

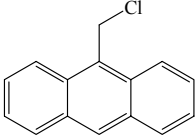
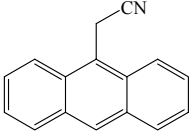
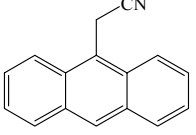
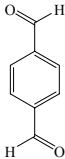
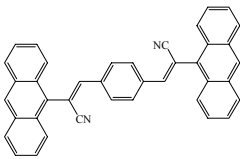
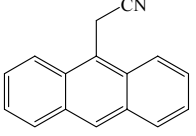
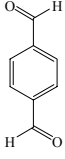
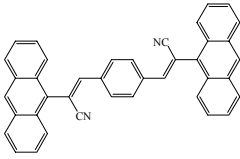
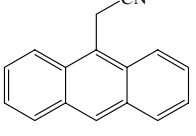
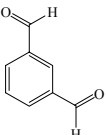
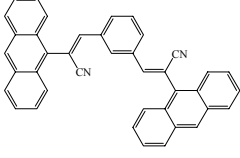
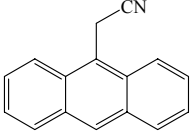
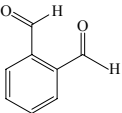
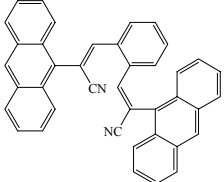
4.1 นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ (^1H NMR) ที่มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์

4.2 การดูดกลืนแสง ยูวี-วิสิเบิล (UV-Vis spectrophotometer) ที่ความเข้มข้น 1×10^{-4} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย

4.3 สเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ (Spectrofluorophotometer) ที่ความเข้มข้น 1×10^{-5} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย

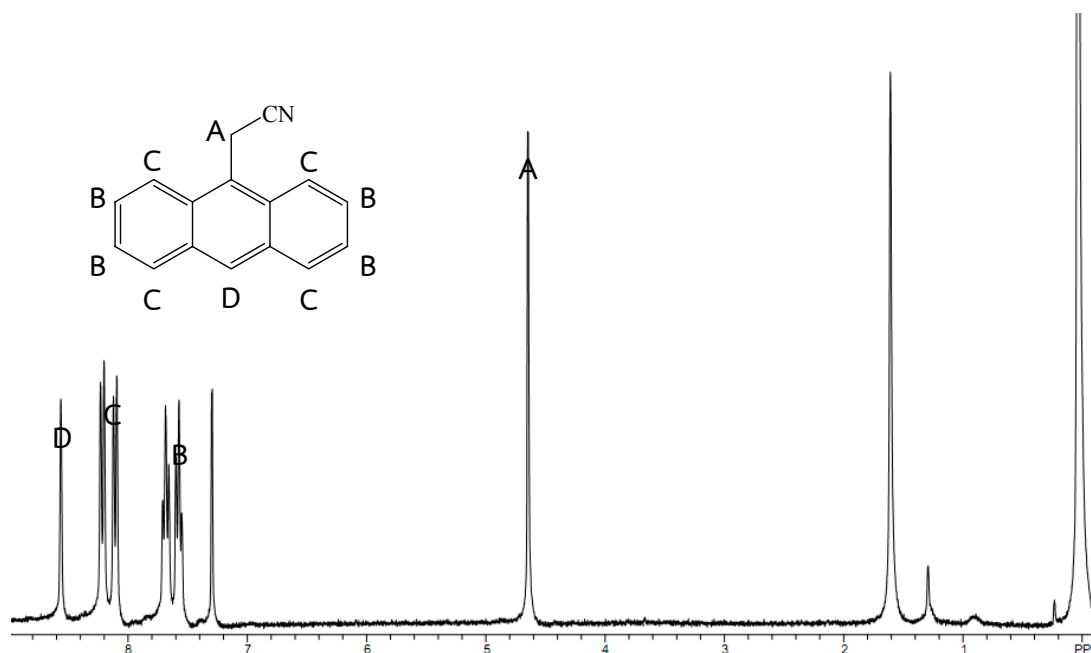
ผลและวิจารณ์

ตารางที่ 1 ปฏิบัติการเกิดอนุพันธ์ของแอนทราซีน

สารตั้งต้น 1	สารตั้งต้น 2	ผลิตภัณฑ์	ผลที่ได้
1. การสังเคราะห์ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน			
	KCN		ผลึกสีเหลืองอมส้ม % recovery เท่ากับ 97.87 % % yield เท่ากับ 95.92 %
2.1 การสังเคราะห์ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene โดยการรีฟลักซ์			
			ของเหลวเหนียวสีน้ำตาล อมเหลือง % yield เท่ากับ 62.02 %
2.2 การสังเคราะห์ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ณ อุณหภูมิห้อง			
			ไม่เกิดปฏิกิริยา
2.3 การสังเคราะห์ 1,3-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene โดยการรีฟลักซ์			
			ไม่เกิดปฏิกิริยา
2.4 การสังเคราะห์ 1,2-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene โดยการรีฟลักซ์			
			ไม่เกิดปฏิกิริยา

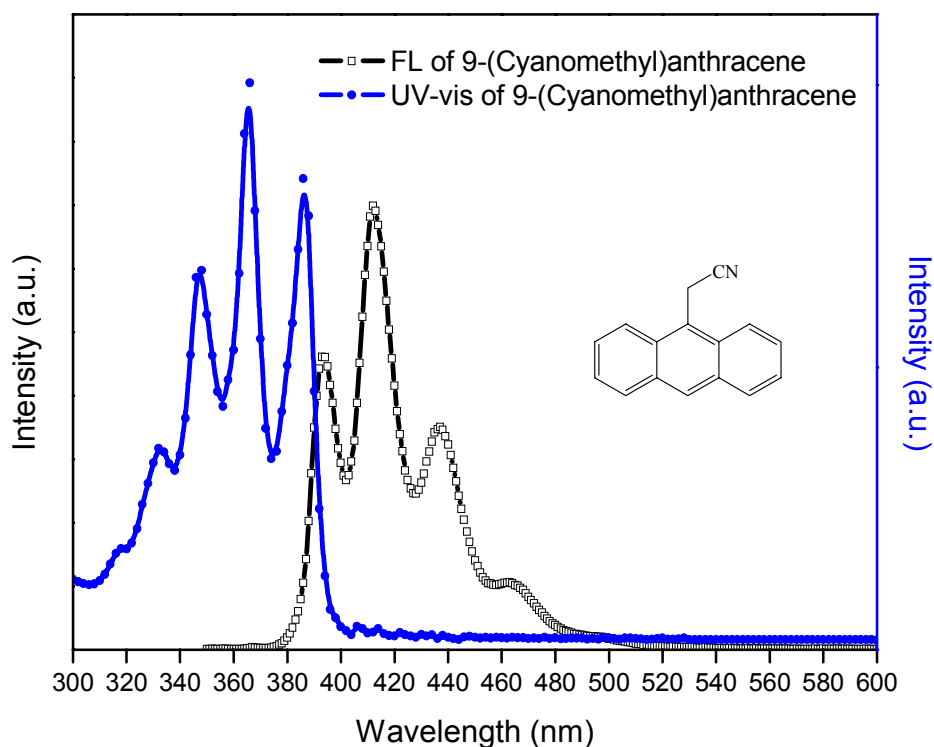
1. การสังเคราะห์ 9-(ไซยาโนเมทิล) แอนทราซีน

จากตารางที่ 1 สาร 9-(คลอโรเมทิล)แอนทราซีน 9-(Chloromethyl)anthracene) ทำปฏิกิริยากับ โพแทสเซียมไซยาไนด์ (*Potassium cyanide*) ในอัตราส่วน 1:1 โดยใช้อะซิโตไนไตรล์เป็นตัวทำละลาย พบว่า ได้ผลึกของสารผลิตภัณฑ์สีเหลืองอมส้ม มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตหายบ (% Recovery) เท่ากับ 97.87 % และเปอร์เซ็นต์ของสารผลิตภัณฑ์ (%Yield) เท่ากับ 95.92 % และเมื่อนำไปพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วย ^1H NMR พบว่าสเปกตรัมมีลักษณะดังภาพที่ 11 จากผล ^1H NMR แสดงให้เห็นว่าเกิดเป็นโครงสร้างของสารใหม่ คือ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน ซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 11 แสดง ^1H NMR สเปกตรัม ของ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน

เมื่อนำไปพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารด้วยเทคนิคการดูดกลืนแสง ยูวี-วิสิเบิล (UV-Vis spectrophotometer) ที่ความเข้มข้น 1.158×10^{-4} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร รองลงมา คือ 386 และ 348 นาโนเมตร ตามลำดับ และเมื่อนำไปทดสอบด้วยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ (Spectrofluorophotometer) ที่ความเข้มข้น 1.158×10^{-5} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย พบว่าได้ลักษณะสเปกตรัม ดังภาพที่ 12 ซึ่งจะมีลักษณะเป็นพีค 3 พีคขึ้นที่ตำแหน่ง 413 394 และ 437 นาโนเมตร



ภาพที่ 12 แสดง UV-vis และ FL สเปกตรัม ของ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน

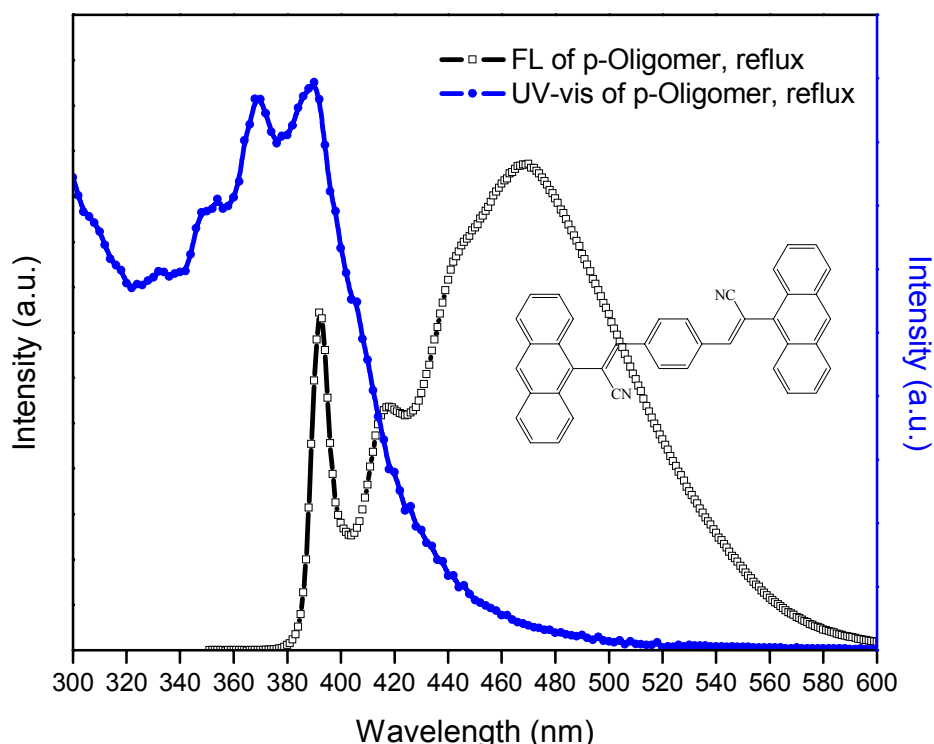
2. การสังเคราะห์โพลิโกเมอร์ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene, 1,3-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene และ 1,2-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene

2.1 การสังเคราะห์ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ด้วยการรีฟลักซ์ โดยใช้ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน (9-(Cyanomethyl)anthracene) ทำปฏิกิริยากับเทเรพทาลไดแอลดีไฮด์ (Terephthalaldehyde) ในอัตราส่วน 2:1 โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรน (Tetrahydrofuran) เป็นตัวทำละลาย และมีโพแทสเซียม เทอร์เชียรี บิวทอกไซด์ (Potassium *tert*-butoxide) เป็นตัวทำให้สารเข้าทำปฏิกิริยากันได้ดีขึ้น พบว่าได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลอมเหลือง มีเปอร์เซ็นต์ของสารผลิตภัณฑ์ (%Yield) เท่ากับ 62.02 %

เมื่อนำไปทดสอบการเรืองแสงภายใต้แสงยูวี พบว่าผลิตภัณฑ์มีการเรืองแสงสีฟ้าออกมา ดังแสดงในภาพที่ 10 เมื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารด้วยเทคนิคการดูดกลืนแสง ยูวี-วิสิเบิล (UV-VIS Spectrophotometer) ที่ความเข้มข้น 1.18×10^{-4} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลายพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 390 นาโนเมตร รองลงมา คือ 368 นาโนเมตร และเมื่อนำไปทดสอบด้วยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ (Spectrofluorophotometer) ที่ความเข้มข้น 1.18×10^{-5} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลายพบว่าได้ลักษณะสเปกตรัม ดังภาพที่ 14 ซึ่งเกิดเป็นพีคใหม่ที่ตำแหน่ง 470 392 และ 418 นาโนเมตร ซึ่งแตกต่างไปจาก 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีนที่ใช้เป็นสารตั้งต้น

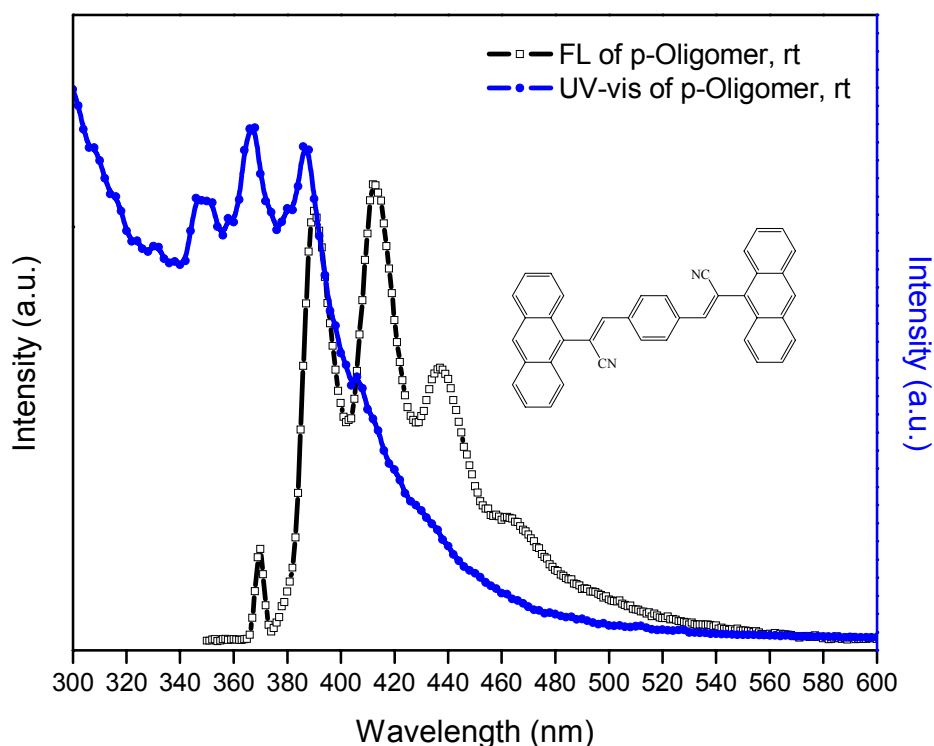


ภาพที่ 13 แสดงการเรืองแสงของ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ภายใต้แสง UV ความยาวคลื่น 365 nm ที่สังเคราะห์โดยการรีฟลักซ์



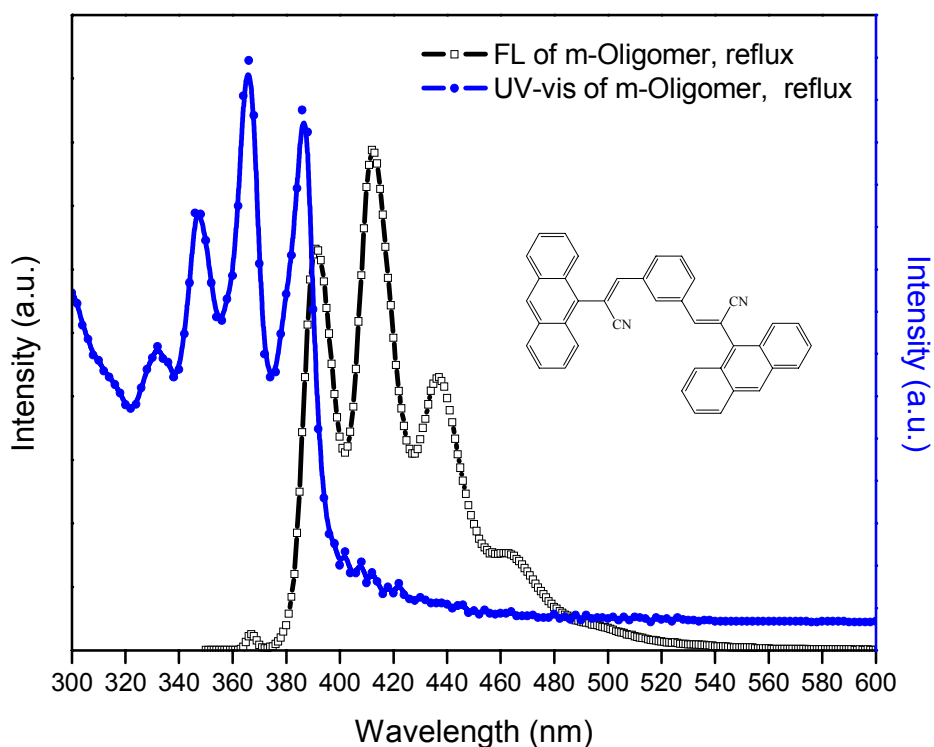
ภาพที่ 14 แสดง UV-vis และ FL สเปกตรัม ของ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethynyl) benzene ที่สังเคราะห์โดยการรีฟลักซ์

2.2 การสังเคราะห์ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethynyl) benzene ณ อุณหภูมิห้อง โดยใช้ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน (9-(Cyanomethyl)anthracene) ทำปฏิกิริยากับเทเรพทาลไดแอลดีไฮด์ (Terephthalaldehyde) ในอัตราส่วน 2:1 โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรน (Tetrahydrofuran) เป็นตัวทำละลาย และมีโพแทสเซียม เทอร์เชียรี บิวทอกไซด์ (Potassium *tert*-butoxide) เป็นตัวทำให้อนุภาคนำเข้าทำปฏิกิริยากันได้ดีขึ้น พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นกลับไปเป็นสารตั้งต้น พิสูจน์เอกลักษณ์โดยเทคนิคการดูดกลืนแสง ยูวี-วิสิเบิล (UV-Vis spectrophotometer) ที่ความเข้มข้น 1.532×10^{-4} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 368 นาโนเมตร รองลงมา คือ 386 และ 390 นาโนเมตร ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าของสารตั้งต้นมาก และเมื่อนำไปทดสอบด้วยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรมิเตอร์ (Spectrofluorophotometer) ที่ความเข้มข้น 1.532×10^{-5} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย พบว่าได้ลักษณะสเปกตรัม ดังภาพที่ 12 ซึ่งมีลักษณะเหมือนสเปกตรัมของ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน และขึ้นพีคที่ตำแหน่งใกล้เคียงกัน คือ 412 390 และ 437 นาโนเมตร



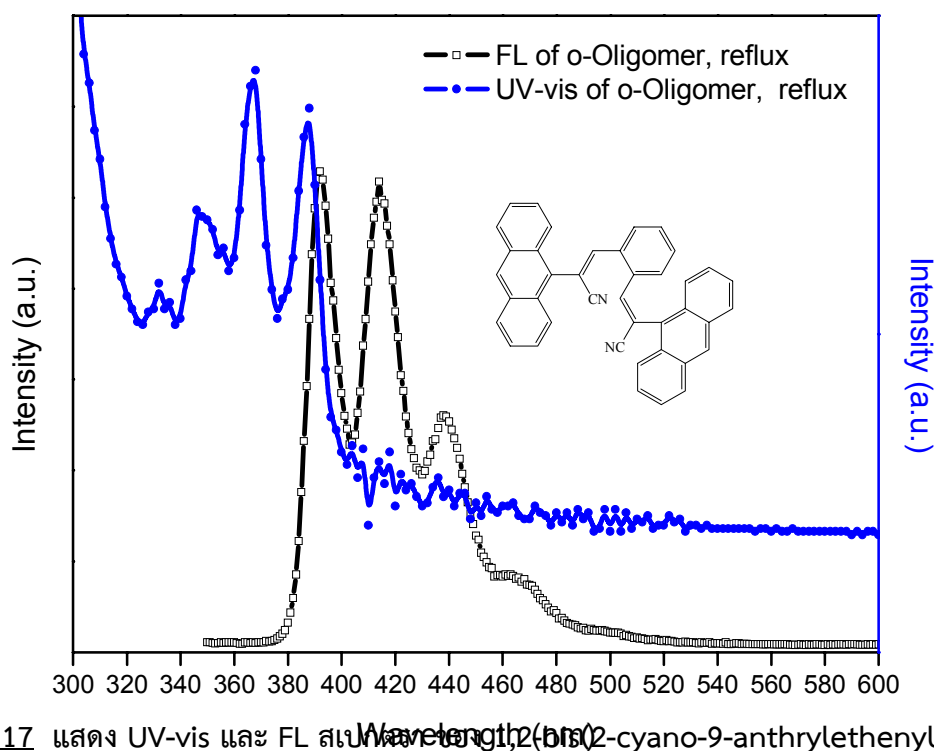
ภาพที่ 15 แสดง UV-vis และ FL สเปกตรัม ของ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ที่สังเคราะห์ ณ อุณหภูมิห้อง

2.3 การสังเคราะห์ 1,3-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ด้วยการรีฟลักซ์ โดยใช้ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน (9-(Cyanomethyl)anthracene) ทำปฏิกิริยากับไอโซฟทาลไดอัลไฮด์ (Isophthalaldehyd) ในอัตราส่วน 2:1 โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรน (Tetrahydrofuran) เป็นตัวทำละลาย และมีโพแทสเซียม เทอร์เชียรี บิวทอกไซด์ (Potassium *tert*-butoxide) เป็นตัวทำให้สารเข้าทำปฏิกิริยากันได้ดีขึ้น พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นกลับไปเป็นสารตั้งต้น พิสูจน์เอกลักษณ์โดยเทคนิคการดูดกลืนแสง ยูวี-วิสิเบิล (UV-VIS Spectrophotometer) ที่ความเข้มข้น 8.3829×10^{-4} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร รองลงมา คือ 386 และ 346 นาโนเมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าเดียวกับสารตั้งต้น และเมื่อนำไปทดสอบด้วยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ (Spectrofluorophotometer) ที่ความเข้มข้น 8.3829×10^{-5} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย พบว่าได้ลักษณะสเปกตรัม ดังภาพที่ 13 ซึ่งมีลักษณะเหมือนสเปกตรัมของ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน และขึ้นพีคที่ตำแหน่งใกล้เคียงกัน คือ 412 391 และ 437 นาโนเมตร



ภาพที่ 16 แสดง UV-vis และ FL สเปกตรัม ของ 1,3-bis(2-cyano-9-anthrylethynyl) benzene ที่สังเคราะห์โดยการรีฟลักซ์

2.4 การสังเคราะห์ 1,2-bis(2-cyano-9-anthrylethynyl) benzene ด้วยการรีฟลักซ์ โดยใช้ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน (9-(Cyanomethyl)anthracene) ทำปฏิกิริยากับฟทาลไดแอลดีไฮด์ (Phthalaldehyde) ในอัตราส่วน 2:1 โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรน (Tetrahydrofuran) เป็นตัวทำละลาย และมีโพแทสเซียม เทอร์เชียรี บิวทอกไซด์ (Potassium *tert*-butoxide) เป็นตัวทำให้สารเข้าทำปฏิกิริยากันได้ดีขึ้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นกลับไปเป็นสารตั้งต้น พิสูจน์เอกลักษณ์โดยเทคนิคการดูดกลืนแสง ยูวี-วิสิเบิล (UV-Vis spectrophotometer) ที่ความเข้มข้น 1.7629×10^{-4} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 368 นาโนเมตร รองลงมา คือ 388 และ 346 นาโนเมตรตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าของสารตั้งต้นมาก และเมื่อนำไปทดสอบด้วยเทคนิคสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ (Spectrofluorophotometer) ที่ความเข้มข้น 1.7629×10^{-5} M โดยใช้เตตระไฮโดรฟูแรนเป็นตัวทำละลาย พบว่าได้ลักษณะสเปกตรัม ดังภาพที่ 14 ซึ่งมีลักษณะเหมือนสเปกตรัมของ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน และขึ้นพีคที่ตำแหน่งใกล้เคียงกัน คือ 392 414 และ 438 นาโนเมตร



ภาพที่ 17 แสดง UV-vis และ FL สเปกตรัมของ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ที่สังเคราะห์โดยการรีฟลักซ์

สรุปและเสนอแนะ

การสังเคราะห์ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน (9-(Cyanomethyl)anthracene) เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์โอลิโกเมอร์ สามารถสังเคราะห์ได้โดยเริ่มจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง 9-(คลอโรเมทิล)แอนทราซีน (9-(Chloromethyl)anthracene) กับโพแทสเซียมไซยาไนด์ (*Potassium cyanide*) ผ่านปฏิกิริยาการแทนที่โดยไซยาไนด์จากโพแทสเซียมไซยาไนด์จะเข้าไปแทนที่คลอรีนใน 9-(คลอโรเมทิล)แอนทราซีน ได้สารผลิตภัณฑ์ที่สูงการสังเคราะห์โอลิโกเมอร์ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene, 1,3-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene และ 1,2-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ซึ่งเป็นการสังเคราะห์โอลิโกเมอร์ เพื่อประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ไดโอดเปล่งแสงนั้น สามารถทำได้โดยนำ 9-(ไซยาโนเมทิล)แอนทราซีน มาทำปฏิกิริยากับสารประกอบไดแอลดีไฮด์ (ฟทาลไดแอลดีไฮด์ (Phthal dialdehyde) ไอโซฟทาลไดแอลดีไฮด์ (Isophthal dialdehyd) และเทเรฟทาลไดแอลดีไฮด์ (Terephthal dialdehyd)) แต่จากการทดลอง ประสบความสำเร็จเพียงแค่ตัวเดียว คือ 1,4-bis(2-cyano-9-anthrylethenyl) benzene ที่สังเคราะห์โดยการรีฟลักซ์ มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลอมเหลือง มีเปอร์เซ็นต์ของสารผลิตภัณฑ์ (%Yield) เท่ากับ 62.02 % และมีความสามารถในการเรืองแสงสีฟ้า

ข้อเสนอแนะ

ในกระบวนการสังเคราะห์โอลิโกเมอร์นั้น สิ่งที่สำคัญคือ ตัวทำละลายที่ใช้จะต้องปราศจากน้ำและความชื้น โดยการรีฟลักซ์กับโลหะโซเดียมและเบนโซฟีโนภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน จากนั้นจึงกลั่นออกมาใช้ใหม่ ๆ ทุกครั้ง และเบสที่ใช้ก็ต้องมีปริมาณมากเกินไปในการเข้าทำปฏิกิริยา อีกทั้งในการดำเนินปฏิกิริยาจะต้องทำภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน เพราะเบสที่ใช้จะเสื่อมสภาพถ้าสัมผัสกับอากาศหรือความชื้น

เอกสารอ้างอิง

ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ. 2549. **Organic Light Emitting Devices (OLED)**. แหล่งที่มา: <http://nanotech.sc.mahidol.ac.th/e-plastic/oled.html>, 31 สิงหาคม 2555.

นิรนาม. ม.ป.ป. **พอลิเมอร์ไฮดรอกซี**. แหล่งที่มา: <http://th.wikipedia.org/wiki/พอลิเมอร์ไฮดรอกซี>, 31 สิงหาคม 2555.

นิรนาม. ม.ป.ป. **วิวัฒนาการจอภาพกับนาโนเทคโนโลยี “OLED”**. แหล่งที่มา: <http://www.daydev.com/2011/oled-nanotechnology.html>, 31 สิงหาคม 2555.

ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ. ม.ป.ป. **OLEDs เทคโนโลยีเพื่อจอภาพบาง**. แหล่งที่มา: http://www.nanotec.or.th/nanotec_th/view/index_content.php?c_id=87, 15 พฤษภาคม 2555.

Chavez, J.G. D., S.H. Ortega and M.M. Garcia. 2009. Synthesis of Pyrene-Anthracene Conjugated Molecular Rods. **The Open Organic Chemistry Journal**. 3: 11-21.

Cho, N.S., D.H. Hwang, J.I. Lee, B.J. Jung and H.K. Shim. 2002. Synthesis and Color Turning of New Fluorene-Based Copolymer. **Macromolecules**. 35:1224-1228.

Gardner, R.A., J.G. Delcros, F. Konate, F. Breitbeil III, B. Martin, M. Sigman, M. Huang and O. Phanstiel IV. 2004. N¹-substituent Effect in the Selective Delivery of Polyamine Conjugates into Cells Containing Active Polyamine Transporters. **J. Med. Chem.** 47:6055-6069.

Horiguchi, M. and Y. Ito. 2007. Solvent-dependent effect by carbon dioxide on the photoreactions of (9-anthryl)alkylamines. **Tetrahedron**. 63:12286-12293.

Huang, J., B. Xu, M.K. Lam, K.W. Cheah, C.H. Chen and J.H. Su. 2011. Unsymmetrically amorphous 9,10-disubstituted anthracene derivatives for high-efficiency blue organic electroluminescence devices. **Dyes and Pigments**. 89: 155-161.

Jiang, X.Y., Z.L. Zhang, X.Y. Zheng, Y.Z. Wu and S.H. Xu. 2001. A blue organic emitting diode from anthracene derivative. **Thin Solid Films**. 401: 251-254.

Kang, I., J.Y. Back, R. Kim, Y.H. Kim and S.K. Kwon. 2011. High efficient and high color pure blue light emitting materials: New asymmetrically highly twisted host and guest based on anthracene. **Dyes and Pigments**. 92: 588-595.

Kim, Y.H., S.J. Lee, S.Y. Jung, K.N. Byeon, J.S. Kim, S.C. Shin and S.K. Kwon. 2007.

Efficient Blue Light Emitting Diode by Using Anthracene Derivative with 3,5-Diphenylphenyl Wings at 9- and 10-Position. **Bull. Korean Chem. Soc.** 28(3): 443-446.

Mohebbi, A.R., E.K. Mucke, G.R. Schaller, F. Kohler, F.D. Sonnichsen, L. Ernst, C. Nather and R. Herges. 2010. Singly and Doubly Twisted Annulenes: Synthesis and Calculation. **Chem. Eur. J.** 16:7767-7772.

Park, J.W., P. Kang, H. Park, H.Y. Oh, J.H. Yang, Y.H. Kim and S.K. Kwon. 2010. Synthesis and properties of blue-light-emitting anthracene derivative with diphenylamino-fluorene. **Dyes and Pigments.** 85: 93-98.

Romdhane, S., F. Marai, L. Hassine, J.L. Fave, J. Roussel, M. Majdoub and H. Bouchriha. 2003. UV and white electroluminescence in AVB polymer. **Synthesis Metals.** 139:245-249.

Shin, M.G., S.O. Kim, H.T. Park, S.J. Park, H.S. Yu, Y.H. Kim and S.K. Kwon. 2012. Synthesis and characterization of ortho-twisted asymmetric anthracene derivatives for blue organic light emitting diodes (OLEDs). **Dyes and Pigments.** 92: 1075-1082.

Wanitchang, P. 2009. **Organic Light Emitting Devices Based on New Anthracene Derivatives as Light Emitting Materials.** M.S. Thesis, Mahidol University.

Zhang, H.C., E.Q. Guo, Y.L. Zhang, P.H. Ren and W.J. Yang. 2009. Donor-Acceptor-Substituted Anthracene-Centered Cruciforms: Synthesis, Enhanced Two-Photon Absorptions, and Spatially Separated Frontier Molecular Orbitals. **Chem. Mater.** 21:5125-5135.

Zhang, Y., Y. Jin, R. Bai, Z. Yu, B. Hu, M. Ouyang, J. Sun, C. Yu, J. Liu and C. Zhang. 2012. Noncrystalline blue-emitting 9,10-diphenylanthracene end-capped with triphenylamine-substituted fluorene. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry.** 227: 59-64.

⁽¹⁾ โครงการจัดตั้งสายวิชาเคมี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Chemistry, Faculty of Liberal Art and Science, Kasetsart University