

179

การสังเคราะห์และการศึกษาอินคูลชันของไดเอซา-เบนโซ  
คราวน์-พารา-เทอร์เซียร์บิวทิลคาลิกซ์[4]เอรีน



นาย ธนวิทย์ โพธิ์ศรี

# ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-902-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

T16456393

SYNTHESIS AND INCLUSION STUDY OF DIAZA-BENZO  
CROWN *p*-tert-BUTYLCALIX[4]ARENE



Mr. Thanawit Pothsree

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science

Department of Chemistry  
Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-902-2

Copyright of Graduate School , Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การสังเคราะห์และการศึกษาอินคูลชันของไดเอซา-เบนโซ  
คราวัน-พารา-เทอร์เซียร์บิวทิลคาลิกซ์[4]เอรีน

โดย

นายธนวิทย์ โพธิ์ศรี

ภาควิชา

เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา มากี



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ นงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุดม ก๊กมล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา มากี)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริ วิโรทัย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ ตระการพฤษ์)

## C525194 : MAJOR CHEMISTRY

KEYWORD: INCLUSION STUDY / DIAZA-BENZO CROWN / CALIX[4]ARENE  
THANAWIT POTHSREE : SYNTHESIS AND INCLUSION STUDY OF  
DIAZA-BENZO CROWN *p*-tert-BUTYLCALIX[4]ARENE. THESIS ADVISER  
: ASSO. PROF. RATANA MAGEE, Ph.D. 146 pp. ISBN 974-632-902-2

A novel compound , 25,27-N,N'-di-((2-ethoxy)benzyl)butylenediamine-*p*-tert-butylcalix[4]arene (**6b**) has been synthesized by reducing its Schiff base derivative as in the synthesis of 25,27-N,N'-di-((2-ethoxy)benzyl)propylenediamine-*p*-tert-butylcalix[4]arene (**6a**). An inclusion study by <sup>1</sup>H-NMR spectroscopic technique in a mixed solvent , CD<sub>3</sub>OD+CDCl<sub>3</sub> , of (**6a**) and (**6b**) with Zn(II) , when counter anions are Cl<sup>-</sup> , Br<sup>-</sup> , I<sup>-</sup> , NO<sub>3</sub><sup>-</sup> , ClO<sub>4</sub><sup>-</sup> , SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> and PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> , shows that both ligands can bind Zn(II) to a different extent depending on the counter anion. The ligands use ONNO in binding to Zn(II). In all cases , (**6a**) binds Zn(II) more strongly than (**6b**). The formed complexes are reported to be of 1:1 (Zn : ligand) type , except for (**6a**)-Zn(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> system which was reported to form both 1:1 and 1:2 complexes. The cone conformation of the calixarene units in (**6a**) is changed to partial cone upon complexation with ZnX<sub>2</sub> (X = Cl , Br and I). Complex formation constants are reported to be log K = 1.6 ± 0.1 , 1.9 ± 0.1 and 2.7 ± 0.1 , respectively. The complex of (**6a**)-Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> is highly stable with log K of 6.0 ± 0.1. Ligand (**6b**) dose not show a conformation change upon complexation with ZnX<sub>2</sub> (X = Cl , Br and I) and the reactions are observed to be much slower than the reactions with (**6a**). Complex formation constants for (**6b**)-ZnX<sub>2</sub> are reported to be log K = 1.4 ± 0.1 , 1.7 ± 0.1 and 2.2 ± 0.1 , respectively. The complex (**6b**)-Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> is more stable than the halide complexes with a formation constant of log K = 4.7 ± 0.1. ZnSO<sub>4</sub> and Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> yield experimental results which are not interpretable. A preliminary study of a reaction between Zn(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> and (**6b**) , mole ratio range from 0:1 to 6.0:1 , shows that only 1:1 type complex is formed.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....เคมี.....

สาขาวิชา.....เคมี.....

ปีการศึกษา.....2538.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ชุตินันท์ โปธศรี.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....วิไล งาม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

ธนวิทย์ โพธิ์ศรี : การสังเคราะห์และการศึกษาอินคลูชันของไดอะซา-เบนโซคราวน์-พารา-เทอร์เชียรีบิวทิลคาลิกซ์[4]เอรีน (SYNTHESIS AND INCLUSION STUDY OF DIAZA-BENZO CROWN *p-tert*-BUTYLCALIX[4]ARENE) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. รัตนา มากี , 146 หน้า ISBN 974-632-902-2

ได้ทำการสังเคราะห์สารใหม่ 25,27-N,N'-di-((2-ethoxy)benzyl)butylenediamine-*p-tert*-butylcalix[4]arene (6b) ด้วยการรีดิวส์อนุพันธ์ฟิเบลเช่นเดียวกับวิธีการสังเคราะห์ 25,27-N,N'-di-((2-ethoxy)benzyl)propylenediamine-*p-tert*-butylcalix[4]arene (6a) การศึกษาอินคลูชันโดยเทคนิคเอ็นเอ็มอาร์สเปกโตรสโกปี ในตัวทำละลายผสม CD<sub>3</sub>OD+CDCl<sub>3</sub> ของสาร (6a) และ (6b) กับ Zn(II) เมื่อเคาน์เตอร์แอนไอออนเป็น Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> และ PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> แสดงให้เห็นว่าสารทั้งสองสามารถจับ Zn(II) ได้ดีต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของแอนไอออน ลิแกนด์ใช้ ONNO ในการจับกับ Zn(II) (6a) จับกับ Zn(II) ได้ดีกว่า (6b) สำหรับทุก ๆ แอนไอออนที่ศึกษา ในทุก ๆ กรณีสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นเป็นชนิด 1:1 (Zn: ลิแกนด์) ยกเว้น (6a)-Zn(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ที่แสดงสารประกอบเชิงซ้อนทั้งชนิด 1:1 และ 1:2 คอนฟอร์เมชันของหน่วยคาลิกซารีนของ (6b) เปลี่ยนจาก cone เป็น partial cone เมื่อ ZnX<sub>2</sub> (X = Cl, Br และ I) ทำปฏิกิริยากับ (6a) โดยมีค่าคงที่ของการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนเป็น log K = 1.6 ± 0.1, 1.9 ± 0.1 และ 2.7 ± 0.1 ตามลำดับ สารประกอบเชิงซ้อนของ (6a)-Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> มีความเสถียรสูง log K มีค่าเท่ากับ 6.0 ± 0.1 ลิแกนด์ (6b) ไม่แสดงการเปลี่ยนคอนฟอร์เมชันเมื่อทำปฏิกิริยากับ ZnX<sub>2</sub> (X = Cl, Br และ I) และ ปฏิกิริยาเกิดได้ช้ากว่า (6a) มาก ค่าคงที่ของการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนมีค่า log K = 1.4 ± 0.1, 1.7 ± 0.1 และ 2.2 ± 0.1 ตามลำดับ สารประกอบเชิงซ้อนของ (6b)-Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> มีความเสถียรกว่าสารประกอบเชิงซ้อนเฮไลด์เช่นเดียวกัน โดยมี log K เป็น 4.7 ± 0.1 ZnSO<sub>4</sub> และ Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> แสดงผลการทดลองที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ การศึกษาเบื้องต้นของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> กับ (6b) ในช่วงอัตราส่วนโมล Zn:(6b) ตั้งแต่ 0:1 ถึง 6.0:1 แสดงการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนเพียงชนิดเดียว (1:1) เท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาควิชา.....เคมี  
สาขาวิชา.....เคมี  
ปีการศึกษา.....2538

ลายมือชื่อนิสิต.....ธนวิทย์ โพธิ์ศรี  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....รัตนา มากี  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนา มากี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ โดยเริ่มจากการหาทุนในการวิจัย คำแนะนำ กำลังใจ และแนวคิดต่าง ๆ จนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลง รองศาสตราจารย์ ดร.อุดม ก๊กผล รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริ วโรทัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ ตระการพฤษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา และอาจารย์วัลภา เอื้องไมตรีภิมย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัย คุณอภิรักษ์ เขยชม ที่ช่วยในงานสังเคราะห์ รวมทั้งอาจารย์ท่านอื่น ๆ พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ปริญญาโท ตลอดจนข้าราชการ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และทุก ๆ ท่านที่ได้ให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย เจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างของสาร ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เรื่องสถานที่ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำวิจัย

ท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ตลอดจนสมาชิกทุกคนในครอบครัวของข้าพเจ้าที่ได้ให้ความช่วยเหลือเงินทุน กำลังใจ และคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....  | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....   | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ.....  | ฉ    |
| สารบัญภาพ.....  | ช    |
| สารบัญตาราง.....  | ม    |
| สารบัญแผนภาพ.....   | ด    |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....  | ว    |
| บทที่   |      |
| 1. บทนำ.....  | 1    |
| 2. การทดลองและผลการทดลอง.....   | 14   |
| 2.1 เครื่องมือ.....   | 14   |
| 2.2 สารเคมี.....  | 14   |
| 2.3 การสังเคราะห์.....  | 16   |
| 2.4 การศึกษา Host-Guest Chemistry ของ 25,27-N,N'-di-((2-ethoxy)benzyl)propylenediamine- <i>p-tert</i> -butylcalix[4]arene (6a)..... | 33   |
| 2.5 การศึกษา Host-Guest Chemistry ของ 25,27-N,N'-di-((2-ethoxy)benzyl)butylenediamine- <i>p-tert</i> -butylcalix[4]arene (6b).....  | 39   |
| 3. วิจัยรณัผลการทดลอง.....  | 46   |
| 3.1 การสังเคราะห์.....  | 46   |
| 3.2 การศึกษา Host-Guest Chemistry.....  | 50   |
| 4. สรุปผลการทดลอง.....  | 66   |
| รายการอ้างอิง.....  | 67   |
| ภาคผนวก ก.....  | 69   |
| ภาคผนวก ข.....  | 140  |
| ประวัติผู้วิจัย.....  | 146  |

## สารบัญภาพ

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 1 ความสัมพันธ์ระหว่าง macrocyclic chemistry กับ bioinorganic chemistry .....   | 1    |
| 2 ตัวอย่างของ crown ether บางชนิด .....  | 2    |
| 3 RbNCS complex ของ dibenzo-18-crown-6 .....   | 3    |
| 4 Complexation ระหว่าง guest molecule กับ crown ether .....  | 4    |
| 5 โครงสร้างพื้นฐานของ cryptand .....   | 4    |
| 6 ตัวอย่างของ cryptand .....   | 5    |
| 7 Complexation ระหว่าง metal ion กับ cryptand ระบบ 2.2.2 .....   | 6    |
| 8 Complexation ระหว่าง แอนไอออน กับ cryptand .....   | 6    |
| 9 Cyclodextrin .....   | 7    |
| 10 ระบบที่เป็นพื้นฐานของ Zinc-containing metalloenzyme เช่น carbonic anhydrase จะบรรจุ $Zn^{2+}$ บน imidazole group ส่วนปลายของ hydrophobic packet .....                     | 8    |
| 11 ระบบของ adamantan-2-one-1-carboxylate มี $Zn^{2+}$ จับกับอนุพันธ์ของ $\alpha$ -cyclodextrin .....   | 8    |
| 12 แสดงการ hydrolysis ของ ester โดยอนุพันธ์ของ $Ni^{2+}$ ที่เชื่อมกับ cap ของ cyclodextrin เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยมี <i>p</i> -nitrophenyl acetate เป็น guest molecule ..... | 9    |
| 13 Cyclodextrin ที่เป็น duplex .....   | 9    |
| 14 (a) สูตรโครงสร้างทั่วไปของ calix[n]arene .....  | 10   |
| (b) Calix[4]arene .....  | 10   |
| (c) แสดงช่องว่างของ calix[4]arene .....  | 10   |
| 15 Conformation ชนิดต่าง ๆ ของ <i>p</i> -tert-butylcalix[4]arene .....   | 11   |
| 16 ตัวอย่างของ 1,3-bridged calix[4]arene .....   | 12   |
| 17 Diaza-benzo crown <i>p</i> -tert-butylcalix[4]arene .....   | 13   |
| 18 $^1H$ -NMR Spectrum ( $CDCl_3$ ) ของสาร (1).....  | 70   |



## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 19 <sup>1</sup> H-NMR spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของสาร (2).....  | 71   |
| 20 <sup>1</sup> H-NMR spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของสาร (3).....  | 72   |
| 21 <sup>1</sup> H-NMR spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของสาร (4a).....   | 73   |
| 22 <sup>1</sup> H-NMR spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของสาร (4b).....   | 74   |
| 23 <sup>1</sup> H-NMR spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของสาร (5a).....   | 75   |
| 24 <sup>1</sup> H-NMR spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของสาร (5b).....   | 76   |
| 25 Mass spectrum ของสาร (5b).....  | 77   |
| 26 <sup>1</sup> H-NMR spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของสาร (6a).....   | 78   |
| 27 <sup>1</sup> H-NMR spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของสาร (6b).....   | 79   |
| 28 Mass spectrum ของสาร (6b).....  | 80   |
| 29 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0:1.....   | 81   |
| 30 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1..... | 81   |
| 31 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1..... | 81   |
| 32 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1..... | 81   |
| 33 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1..... | 82   |
| 34 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1..... | 82   |
| 35 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1..... | 82   |
| 36 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1..... | 82   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 37 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1..... | 83   |
| 38 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1..... | 83   |
| 39 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1..... | 83   |
| 40 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0:1.....   | 83   |
| 41 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1..... | 84   |
| 42 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1..... | 84   |
| 43 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1..... | 84   |
| 44 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1..... | 84   |
| 45 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1..... | 85   |
| 46 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1..... | 85   |
| 47 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1..... | 85   |
| 48 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1..... | 85   |
| 49 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1..... | 86   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 50 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1.....   | 86   |
| 51 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0:1.....  | 86   |
| 52 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1.....  | 86   |
| 53 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1.....  | 87   |
| 54 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1.....  | 87   |
| 55 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1.....  | 87   |
| 56 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1.....  | 87   |
| 57 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1.....  | 88   |
| 58 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1.....  | 88   |
| 59 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1.....  | 88   |
| 60 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1.....  | 88   |
| 61 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1.....  | 89   |
| 62 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลังผสม..... | 89   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่  | หน้า |
|---|------|
| 63 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลังผสม..... | 89   |
| 64 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลังผสม..... | 89   |
| 65 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลังผสม..... | 90   |
| 66 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลังผสม..... | 90   |
| 67 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลังผสม..... | 90   |
| 68 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลังผสม..... | 90   |
| 69 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลังผสม..... | 91   |
| 70 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลังผสม..... | 91   |
| 71 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลังผสม..... | 91   |
| 72 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลังผสม..... | 91   |
| 73 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลังผสม..... | 92   |
| 74 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลังผสม..... | 92   |
| 75 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลังผสม..... | 92   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 76 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลัง 3 วัน.....   | 92   |
| 77 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 93   |
| 78 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 93   |
| 79 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 93   |
| 80 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 93   |
| 81 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 94   |
| 82 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 94   |
| 83 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 94   |
| 84 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 94   |
| 85 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 95   |
| 86 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 95   |
| 87 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 95   |
| 88 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลัง 3 วัน..... | 95   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่  | หน้า |
|---|------|
| 89 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลังจาก 3 วัน..... | 96   |
| 90 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0:1.....                                    | 96   |
| 91 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1.....                                  | 96   |
| 92 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1.....                                  | 96   |
| 93 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1.....                                  | 97   |
| 94 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1.....                                  | 97   |
| 95 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1.....                                  | 97   |
| 96 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1.....                                  | 97   |
| 97 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1.....                                  | 98   |
| 98 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1.....                                  | 98   |
| 99 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1.....                                  | 98   |
| 100 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1.....                                 | 98   |
| 101 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0:1.....   | 99   |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 102 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1..... | 99   |
| 103 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1..... | 99   |
| 104 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1..... | 99   |
| 105 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1..... | 100  |
| 106 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1..... | 100  |
| 107 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1..... | 100  |
| 108 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1..... | 100  |
| 109 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1..... | 101  |
| 110 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1..... | 101  |
| 111 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6a) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1..... | 101  |
| 112 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลังผสม.....   | 101  |
| 113 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลังผสม..... | 102  |
| 114 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลังผสม..... | 102  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 115 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลังผสม.....     | 102  |
| 116 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลังผสม.....     | 102  |
| 117 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลังผสม.....     | 103  |
| 118 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลังผสม.....     | 103  |
| 119 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลังผสม.....     | 103  |
| 120 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลังผสม.....     | 103  |
| 121 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลังผสม.....     | 104  |
| 122 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลังผสม.....     | 104  |
| 123 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลังผสม.....     | 104  |
| 124 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลังผสม.....     | 104  |
| 125 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลังผสม.....     | 105  |
| 126 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลัง 35 วัน.....   | 105  |
| 127 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 105  |



## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 128 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 105  |
| 129 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 106  |
| 130 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 106  |
| 131 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 106  |
| 132 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 106  |
| 133 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 107  |
| 134 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 107  |
| 135 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 107  |
| 136 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 107  |
| 137 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 108  |
| 138 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 108  |
| 139 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnCl <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลัง 35 วัน..... | 108  |
| 140 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลังผสม.....       | 108  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 141 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลังผสม..... | 109  |
| 142 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลังผสม..... | 109  |
| 143 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลังผสม..... | 109  |
| 144 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลังผสม..... | 109  |
| 145 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลังผสม..... | 110  |
| 146 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลังผสม..... | 110  |
| 147 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลังผสม..... | 110  |
| 148 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลังผสม..... | 110  |
| 149 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลังผสม..... | 111  |
| 150 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลังผสม..... | 111  |
| 151 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลังผสม..... | 111  |
| 152 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลังผสม..... | 111  |
| 153 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลังผสม..... | 112  |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 154 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลัง 32 วัน.....   | 112  |
| 155 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 112  |
| 156 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 112  |
| 157 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 113  |
| 158 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 113  |
| 159 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 113  |
| 160 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 113  |
| 161 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 114  |
| 162 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 114  |
| 163 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 114  |
| 164 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 114  |
| 165 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 115  |
| 166 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 115  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 167 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnBr <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลัง 32 วัน..... | 115  |
| 168 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลังผสม.....        | 115  |
| 169 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลังผสม.....      | 116  |
| 170 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลังผสม.....      | 116  |
| 171 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลังผสม.....      | 116  |
| 172 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลังผสม.....      | 116  |
| 173 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลังผสม.....      | 117  |
| 174 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลังผสม.....      | 117  |
| 175 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลังผสม.....      | 117  |
| 176 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลังผสม.....      | 117  |
| 177 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลังผสม.....      | 118  |
| 178 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลังผสม.....      | 118  |
| 179 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลังผสม.....      | 118  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 180 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลังจากผสม.....     | 118  |
| 181 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลังจากผสม.....     | 119  |
| 182 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลังจาก 13 วัน.....   | 119  |
| 183 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 119  |
| 184 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 119  |
| 185 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 120  |
| 186 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 120  |
| 187 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 120  |
| 188 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 120  |
| 189 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 121  |
| 190 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 121  |
| 191 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 121  |
| 192 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลังจาก 13 วัน..... | 121  |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่  | หน้า |
|---|------|
| 193 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลัง 13 วัน.....                                 | 122  |
| 194 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลัง 13 วัน.....                                 | 122  |
| 195 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnI <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลัง 13 วัน.....                                 | 122  |
| 196 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลังผสม.....   | 122  |
| 197 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลังผสม..... | 123  |
| 198 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลังผสม..... | 123  |
| 199 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลังผสม..... | 123  |
| 200 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลังผสม..... | 123  |
| 201 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลังผสม..... | 124  |
| 202 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลังผสม..... | 124  |
| 203 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลังผสม..... | 124  |
| 204 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลังผสม..... | 124  |
| 205 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลังผสม..... | 125  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่  | หน้า |
|---|------|
| 206 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลังผสม.....    | 125  |
| 207 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลังผสม.....    | 125  |
| 208 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลังผสม.....    | 125  |
| 209 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลังผสม.....    | 126  |
| 210 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลัง 4 วัน.....   | 126  |
| 211 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลัง 4 วัน..... | 126  |
| 212 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลัง 4 วัน..... | 126  |
| 213 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลัง 4 วัน..... | 127  |
| 214 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลัง 4 วัน..... | 127  |
| 215 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลัง 4 วัน..... | 127  |
| 216 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลัง 4 วัน..... | 127  |
| 217 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลัง 4 วัน..... | 128  |
| 218 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลัง 4 วัน..... | 128  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 219 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลังจาก 4 วัน..... | 128  |
| 220 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลังจาก 4 วัน..... | 128  |
| 221 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลังจาก 4 วัน..... | 129  |
| 222 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลังจาก 4 วัน..... | 129  |
| 223 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลังจาก 4 วัน..... | 129  |
| 224 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1.....                                    | 129  |
| 225 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1.....                                  | 130  |
| 226 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1.....                                  | 130  |
| 227 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1.....                                  | 130  |
| 228 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1.....                                  | 130  |
| 229 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1.....                                  | 131  |
| 230 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1.....                                  | 131  |
| 231 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1.....                                  | 131  |



## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่  | หน้า |
|---|------|
| 232 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1..... | 131  |
| 233 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1..... | 132  |
| 234 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1..... | 132  |
| 235 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1.....           | 132  |
| 236 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1.....         | 132  |
| 237 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1.....         | 133  |
| 238 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1.....         | 133  |
| 239 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1.....         | 133  |
| 240 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1.....         | 133  |
| 241 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1.....         | 134  |
| 242 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1.....         | 134  |
| 243 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1.....         | 134  |
| 244 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1.....         | 134  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 245 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1.....                                     | 135  |
| 246 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1.....                                     | 135  |
| 247 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1.....                                     | 135  |
| 248 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1.....                                     | 135  |
| 249 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0:1 ภายหลังผสม.....   | 136  |
| 250 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.2:1 ภายหลังผสม..... | 136  |
| 251 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.4:1 ภายหลังผสม..... | 136  |
| 252 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.6:1 ภายหลังผสม..... | 136  |
| 253 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 0.8:1 ภายหลังผสม..... | 137  |
| 254 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.0:1 ภายหลังผสม..... | 137  |
| 255 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.2:1 ภายหลังผสม..... | 137  |
| 256 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 1.5:1 ภายหลังผสม..... | 137  |
| 257 <sup>1</sup> H-NMR Spectrum (CD <sub>3</sub> OD+CDCl <sub>3</sub> ) ของปฏิกิริยาระหว่าง Zn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O<br>กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.0:1 ภายหลังผสม..... | 138  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 258 $^1\text{H-NMR}$ Spectrum ( $\text{CD}_3\text{OD}+\text{CDCl}_3$ ) ของปฏิกิริยาระหว่าง $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 2.5:1 ภายหลังผสม..... | 138  |
| 259 $^1\text{H-NMR}$ Spectrum ( $\text{CD}_3\text{OD}+\text{CDCl}_3$ ) ของปฏิกิริยาระหว่าง $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 3.0:1 ภายหลังผสม..... | 138  |
| 260 $^1\text{H-NMR}$ Spectrum ( $\text{CD}_3\text{OD}+\text{CDCl}_3$ ) ของปฏิกิริยาระหว่าง $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 4.0:1 ภายหลังผสม..... | 138  |
| 261 $^1\text{H-NMR}$ Spectrum ( $\text{CD}_3\text{OD}+\text{CDCl}_3$ ) ของปฏิกิริยาระหว่าง $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 5.0:1 ภายหลังผสม..... | 139  |
| 262 $^1\text{H-NMR}$ Spectrum ( $\text{CD}_3\text{OD}+\text{CDCl}_3$ ) ของปฏิกิริยาระหว่าง $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ กับ Ligand (6b) โดยอัตราส่วนโมล 6.0:1 ภายหลังผสม..... | 139  |
| 263 Partial cone conformation ของ $\text{ZnL}^+$ , L = (6a).....   | 51   |
| 264 ผลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนโมล $\text{ZnCl}_2:(6a)$ กับปริมาณของ conformation ต่าง ๆ.....   | 52   |
| 265 ผลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนโมล $\text{ZnBr}_2:(6a)$ กับปริมาณของ conformation ต่าง ๆ.....   | 53   |
| 266 ผลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนโมล $\text{ZnI}_2:(6a)$ กับปริมาณของ conformation ต่าง ๆ.....  | 53   |
| 267 ผลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta\text{Hz}$ ของ $\text{ArCH}_2\text{NH}-$ กับอัตราส่วนโมล $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}:(6a)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....                           | 56   |
| 268 ผลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta\text{Hz}$ ของ $\text{ArCH}_2\text{NH}-$ กับอัตราส่วนโมล $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}:(6a)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....                          | 56   |
| 269 ผลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta\text{Hz}$ ของ $\text{ArCH}_2\text{NH}-$ กับอัตราส่วนโมล $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2:(6a)$ ภายหลังการผสมสารละลาย.....   | 58   |
| 270 ผลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta\text{Hz}$ ของ $-\text{NCH}_2\text{CH}_2$ กับอัตราส่วนโมล $\text{ZnCl}_2:(6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....   | 59   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 271  |      |
| พลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta\text{Hz}$ ของ $-\text{NCH}_2\text{CH}_2$ กับอัตราส่วนโมล |      |
| $\text{ZnBr}_2 \cdot (6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....60  |      |
| 272  |      |
| พลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta\text{Hz}$ ของ $-\text{NCH}_2\text{CH}_2$ กับอัตราส่วนโมล |      |
| $\text{ZnI}_2 \cdot (6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....61   |      |
| 273  |      |
| พลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta\text{Hz}$ ของ $\text{ArCH}_2\text{NH}-$ กับอัตราส่วนโมล  |      |
| $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \cdot (6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....63         |      |
| 274  |      |
| พลอตแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta\text{Hz}$ ของ $\text{ArCH}_2\text{NH}-$ กับอัตราส่วนโมล  |      |
| $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \cdot (6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....64        |      |



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 1 ผลการวิเคราะห์ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสาร (1).....   | 24   |
| 2 ผลการวิเคราะห์ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสาร (2).....   | 25   |
| 3 ผลการวิเคราะห์ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสาร (3).....   | 26   |
| 4 ผลการวิเคราะห์ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสาร (4a).....  | 27   |
| 5 ผลการวิเคราะห์ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสาร (4b).....  | 28   |
| 6 ผลการวิเคราะห์ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสาร (5a).....  | 29   |
| 7 ผลการวิเคราะห์ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสาร (5b).....  | 30   |
| 8 ผลการวิเคราะห์ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสาร (6a).....  | 31   |
| 9 ผลการวิเคราะห์ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสาร (6b).....  | 32   |
| 10 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.1 M $\text{ZnCl}_2$ ใน $\text{CD}_3\text{OD}$<br>และสารละลาย Ligand (6a) 0.05 M ใน $\text{CDCl}_3$ .....                                      | 33   |
| 11 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.1 M $\text{ZnBr}_2$ ใน $\text{CD}_3\text{OD}$<br>และสารละลาย Ligand (6a) 0.05 M ใน $\text{CDCl}_3$ .....                                      | 34   |
| 12 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.1 M $\text{ZnI}_2$ ใน $\text{CD}_3\text{OD}$<br>และสารละลาย Ligand (6a) 0.05 M ใน $\text{CDCl}_3$ .....                                       | 35   |
| 13 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.1 M $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ใน $\text{CD}_3\text{OD}$<br>และสารละลาย Ligand (6a) 0.05 M ใน $\text{CDCl}_3$ ..... | 36   |
| 14 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.1 M $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ใน $\text{CD}_3\text{OD}$<br>และสารละลาย Ligand (6a) 0.05 M ใน $\text{CDCl}_3$ .....            | 37   |
| 15 แสดงอัตราส่วนการผสม $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ และสารละลาย Ligand (6a) 0.02 M ใน<br>$\text{CHCl}_3$ .....   | 38   |
| 16 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.2 M $\text{ZnCl}_2$ ใน $\text{CD}_3\text{OD}$<br>และสารละลาย Ligand (6b) 0.05 M ใน $\text{CDCl}_3$ .....                                      | 39   |
| 17 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.2 M $\text{ZnBr}_2$ ใน $\text{CD}_3\text{OD}$<br>และสารละลาย Ligand (6b) 0.05 M ใน $\text{CDCl}_3$ .....                                      | 40   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 18 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.2 M $ZnI_2$ ใน $CD_3OD$ และสารละลาย Ligand (6b) 0.05 M ใน $CDCl_3$ .....                         | 41   |
| 19 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.2 M $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ใน $CD_3OD$ และสารละลาย Ligand (6b) 0.05 M ใน $CDCl_3$ .....        | 42   |
| 20 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.2 M $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ใน $CD_3OD$ และสารละลาย Ligand (6b) 0.05 M ใน $CDCl_3$ .....            | 43   |
| 21 แสดงอัตราส่วนการผสม $Zn_3(PO_4)_2$ และสารละลาย Ligand (6b) 0.02 M ใน $CHCl_3$ .....  | 44   |
| 22 แสดงอัตราส่วนการผสมสารละลาย 0.2 M $Zn(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ใน $CD_3OD$ และสารละลาย Ligand (6b) 0.05 M ใน $CDCl_3$ .....       | 45   |
| 23 Mole fraction ของ cone และ partial cone ที่อัตราส่วนโมล $ZnCl_2:(6a)$ 0:1 ถึง 3.0:1.....                                       | 51   |
| 24 Log K ของสารประกอบเชิงซ้อน $ZnLX_2$ , L = (6a) ใน $CD_3OD+CDCl_3$ .....  | 52   |
| 25 Down field shift ( $\Delta Hz$ ) ของ $ArCH_2NH-$ ที่อัตราส่วนโมล $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O:(6a)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....              | 55   |
| 26 Down field shift ( $\Delta Hz$ ) ของ $ArCH_2NH-$ และ $-NCH_2CH_2$ ที่อัตราส่วนโมล $ZnSO_4 \cdot 7H_2O:(6a)$ 0:1 ถึง 3.0:1..... | 57   |
| 27 Down field shift ( $\Delta Hz$ ) ของ $-NCH_2CH_2$ ที่อัตราส่วนโมล $ZnCl_2:(6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....                             | 59   |
| 28 Down field shift ( $\Delta Hz$ ) ของ $-NCH_2CH_2$ ที่อัตราส่วนโมล $ZnBr_2:(6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....                             | 60   |
| 29 Down field shift ( $\Delta Hz$ ) ของ $-NCH_2CH_2$ ที่อัตราส่วนโมล $ZnI_2:(6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....                              | 61   |
| 30 Down field shift ( $\Delta Hz$ ) ของ $ArCH_2NH-$ อัตราส่วนโมล $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O:(6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1.....                 | 62   |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 31 Log K ของสารประกอบเชิงซ้อน $ZnL'_2$ , L = (6b) ใน $CD_3OD+CDCl_3$ .....  | 63   |
| 32 Down field shift ( $\Delta Hz$ ) ของ $ArCH_2NH-$ และ $-NCH_2CH_2$ ที่อัตราส่วนโมล $ZnSO_4 \cdot 7H_2O:(6b)$ 0:1 ถึง 6.0:1..... | 64   |



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภาพ

|   | หน้า |
|---|------|
| แผนภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการสังเคราะห์ Schiff base (4a) และ (4b)..... | 48   |
| แผนภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการสังเคราะห์ Ligand (6a) และ (6b).....      | 49   |



ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

|                |                            |
|----------------|----------------------------|
| mL             | millilitre                 |
| g              | gram                       |
| mmol           | millimole                  |
| mol            | mole                       |
| THF            | tetrahydrofuran            |
| h              | hour                       |
| %              | percent                    |
| <sup>1</sup> H | proton                     |
| NMR            | nuclear magnetic resonance |
| Hz             | hertz                      |
| ppm            | part per million           |
| J              | coupling constant          |
| anal           | analytical                 |
| calcd          | calculated                 |



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย