

การสังเคราะห์สารประกอบที่เป็นอนุพันธ์ของ เทตระโซล  
เพื่อปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันดีเซล

นาย สมบุญ นนทกนก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาปิโตรเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-579-671-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019098

11 ๗ ๑ ๑ ๙ ๘ ๘ ๘

SYNTHESIS OF TETRAZOLE DERIVATIVES AS CETANE IMPROVER

Mr. Somboon Nontaganok

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Program of Petrochemistry

Graduate School

Chulalongkorn University


1991

ISBN 974-579-671-9

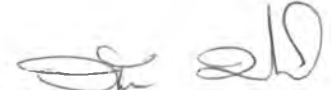
หัวข้อวิทยานิพนธ์      การสังเคราะห์สารประกอบที่เป็นอนุพันธ์ของ เทตระโซล      เพื่อ  
ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันดีเซล  
โดย                              นาย สมบุญ นนทกนก  
สาขาวิชา                      ปิโตรเคมี  
อาจารย์ที่ปรึกษา              ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมใจ เฟิงปรีชา


---


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร. กาวร วิชาภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. กัทธรพรณ ประศาสน์สารกิจ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมใจ เฟิงปรีชา)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(รองศาสตราจารย์ ดร. โสภณ เริงสำราญ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(อาจารย์ รัตนาวัลลี อินโชนานนท์)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. สุจิตรา อารังวารภรณ์)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา)

สมบุญ นนทนก : การสังเคราะห์สารประกอบ ที่เป็นอนุพันธ์ของเทตระโซล เพื่อปรับปรุง  
คุณภาพของน้ำมันดีเซล (SYNTHESIS OF TETRAZOLE DERIVATIVES AS CETANE IMPRO-  
VER) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สมใจ เฟื่องปรีชา , อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร. โสภณ เรือง  
สำราญ : อ. รัตนาวัลย์ อินโชนานนท์ , 148 หน้า. ISBN 974-579-671-9

การสังเคราะห์สารประกอบที่เป็นอนุพันธ์ของเทตระโซล สามารถทำได้โดยตรงจากไตรแอลคิล  
ทินเอไซด์ และสารประกอบไนโตรล หรือจากโซเคียมเอไซด์ และสารประกอบไนโตรล การสังเคราะห์  
สารประกอบ ที่เป็นอนุพันธ์ของเทตระโซล โดยเฉพาะพวกแอลคิลเทตระโซล พบว่าใช้ในไนโตรลที่มีหมู่ให้  
อิเล็กตรอนทำปฏิกิริยากับ ไตรแอลคิลทินเอไซด์ จะเกิดได้ง่ายกว่าการใช้โซเคียมเอไซด์ และเมื่อเติมกรด  
ไฮโดรเจนคลอไรด์ลงไปในปฏิกิริยา จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นอนุพันธ์ของเทตระโซล ซึ่งนำไปตรวจสอบโครงสร้าง  
โดยใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโคปี (IR, NMR and MS)

อนุพันธ์ของเทตระโซลมีผลในการเพิ่มค่าซีเทน เมื่อมีปริมาณที่ใช้เป็น 0.05 เปอร์เซ็นต์โดย  
น้ำหนัก และกำหนดคุณสมบัติการต้านทานการน็อกด้วยการวัดค่าซีเทน และดัชนีซีเทน อนุพันธ์ของเทตระโซล  
สามารถผสมกับน้ำมันดีเซลได้ง่าย โดยละลายด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ทำให้โรงงานสามารถยกระดับคุณภาพ  
ของน้ำมันดีเซลได้ดีขึ้น และยังประหยัดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีกด้วย

ภาควิชา ..... สาขาวิชา ปิโตรเคมี-โพลีเมอร์ .....  
สาขาวิชา ..... ปิโตรเคมี .....  
ปีการศึกษา ..... 2534 .....

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... ๒๖ ธันว .....  
.....

SOMBOON NONTAGANOK : SYNTHESIS OF TETRAZOLE DERIVATIVES AS CETANE IMPROVER. THESIS ADVISOR : ASSIS. PROF. SOMCHAI PENGPRECHA ,Ph.D. THESIS COADVISOR : ASSO. PROF. SOPHON ROERNGSUMRAN ,Ph.D. : RATANAVALLEE INOCHANONT ,148 PP. ISBN 974-579-671-9

Tetrazole derivatives can be synthesized by direct synthesis from either trialkyltin azide and nitrile compound or sodium azide and nitrile compound. However the synthesis of tetrazole derivatives especially alkyl tetrazole by using nitrile containing an electron releasing substituent reacted more readily with trialkyltin azide than with sodium azide. Subsequent tetrazole products were obtained by treatment with hydrogen chloride and identified by spectroscopic techniques (IR, NMR and MS)

Tetrazole derivatives are effective in increasing cetane number only when used in a concentration of 0.05 % by weight. The antiknock property was determined by cetane number and cetane index. They are easy to blend with diesel fuel by organic solvent helping refiners to upgrade diesel fuel qualitatively and economically.

ภาควิชา ..... สหสาขาวิชา ปิโตรเคมี-โพลีเมอร์  
สาขาวิชา ..... ปิโตรเคมี  
ปีการศึกษา ..... 2534

ลายมือชื่อนิติ .....   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... 

### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมใจ เพ็งปรีชา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด และได้รับความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์ ดร. โสภณ เรืองสำราญ และ อาจารย์ รัตนาวลี อินโรชานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ได้ให้คำปรึกษา แนะนำในด้านต่าง ๆ และให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และสารเคมีที่จำเป็นต่อการทำวิทยานิพนธ์นี้อย่างยิ่ง

เนื่องจากการวิจัยนี้บางส่วนได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณวิทยาลัยปิโตรเลียม และปิโตรเคมีที่ให้ออกาส แก่ผู้วิจัยในการศึกษา และ ภาควิชาเคมีที่ให้สถานที่ เครื่องมือ และสารเคมีที่จำเป็นต่อการวิจัย

นอกจากนี้ เจ้าหน้าที่ที่การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (คลังพระโขนง) และ บริษัท ไทยออยล์ ได้อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางด้านน้ำมันเป็นอย่างดี และยังมีเจ้าหน้าที่ที่วิทยาลัยปิโตรเลียม และปิโตรเคมี เจ้าหน้าที่ที่ภาควิชาเคมี รุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อนนิสิตปริญญาโทภาควิชาเคมี และสหสาขาวิชา ปิโตรเคมี-โพลีเมอร์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในงานของวิทยานิพนธ์นี้ด้วย

และขอขอบพระคุณ พี่น้อง และเพื่อนสนิทที่ใกล้ชิด ที่คอยให้กำลังใจมาตลอด หายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา คุณย่า ที่ได้สนับสนุนในด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
ก. แนวเหตุผลในการวิจัย .....	1
ข. เครื่องยนต์ดีเซล .....	1
ค. น้ำมันดีเซล .....	4
1. คุณสมบัติของน้ำมันดีเซล .....	4
2. สารเติมแต่งในน้ำมันดีเซล (Additive) .....	7
2. ทฤษฎีที่สำคัญ .....	9
ก. ทฤษฎีเกี่ยวกับการน็อค ในเครื่องยนต์ดีเซล .....	9
1. การเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซล .....	9
2. ปัจจัยที่ผลต่อการเผาไหม้ .....	11
3. การน็อคในเครื่องยนต์ .....	12
4. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการน็อค .....	13
5. ความไวเสียของเครื่องยนต์ดีเซล	
และการควบคุม .....	15
6. วิธีมาตรฐานที่ใช้ในการวัด	
ความล่าช้าในการคิดไฟ .....	16

7.	น้ำมันที่มีความเหมาะสมต่อเครื่องยนต์ .....	18
ข.	การสังเคราะห์สารประกอบเทอร์โชนอล .....	21
	1. การสังเคราะห์สารประกอบเทอร์โชนอล	
	จากกรดไฮดรอกซิด .....	21
	2. การสังเคราะห์สารประกอบเทอร์โชนอล	
	จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ .....	22
	3. การสังเคราะห์สารประกอบเทอร์โชนอล	
	จากไตรแอลคิลทินไฮดรอกไซด์ .....	23
	4. การสังเคราะห์สารประกอบเทอร์โชนอล	
	โดยวิธีอื่น ๆ .....	26
3.	ผลการทดลอง .....	27
ก.	สารเคมี และ เครื่องมือที่ใช้ในการสังเคราะห์ .....	27
	1. สารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา .....	27
	2. ตัวทำละลาย .....	28
	3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ .....	28
ข.	วิธีการสังเคราะห์เทอร์โชนอล .....	29
	1. วิธีการสังเคราะห์เทอร์โชนอล	
	โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ .....	29
	2. วิธีการสังเคราะห์เทอร์โชนอล	
	ด้วยไตรบิวทิลทินไฮดรอกไซด์ .....	29
ค.	การวิเคราะห์ สารประกอบที่เป็นอนุพันธ์ของเทอร์โชนอล ..	35
	1. การวิเคราะห์ด้วย อินฟราเรดสเปกตรัม .....	35
	2. การวิเคราะห์ด้วย โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์	
	สเปกตรัม .....	36
	3. การวิเคราะห์ด้วยคาร์บอน-13	
	เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัม .....	36
	4. การวิเคราะห์ด้วย แมสสเปกตรัม .....	37



ง . การทดสอบคุณสมบัติของสารที่สังเคราะห์ได้	
ต่อน้ำมันดีเซล .....	78
1. การหาค่าดัชนีซีเทน .....	78
2. การหาค่าซีเทน .....	82
3. ผลที่ได้จากการวัดค่าดัชนีซีเทน	
เมื่อเติมสารเติมแต่ง .....	86
4. สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ .....	139
เอกสารอ้างอิง .....	141
ภาคผนวก .....	145
ประวัติผู้เขียน .....	148

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	วิธีเตรียมสารประกอบ ไทรแอลคิลทินเฮไลด์ และ ไทรแอริลทินเฮไลด์บางตัว .....	24
ตารางที่ 2	อินฟราเรดเสปกตรัมของ 5-เมธิลเททระโซล .....	38
ตารางที่ 3	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เมธิลเททระโซล .....	39
ตารางที่ 4	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เมธิลเททระโซล .....	40
ตารางที่ 5	อินฟราเรดเสปกตรัมของ 5-เอธิลเททระโซล .....	42
ตารางที่ 6	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เอธิลเททระโซล .....	43
ตารางที่ 7	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เอธิลเททระโซล .....	44
ตารางที่ 8	อินฟราเรดเสปกตรัมของ 5-โพรพิลเททระโซล .....	46
ตารางที่ 9	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-โพรพิลเททระโซล .....	47
ตารางที่ 10	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-โพรพิลเททระโซล .....	48
ตารางที่ 11	อินฟราเรดเสปกตรัมของ 5-บิวทิลเททระโซล .....	50
ตารางที่ 12	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-บิวทิลเททระโซล .....	51
ตารางที่ 13	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-บิวทิลเททระโซล .....	52
ตารางที่ 14	อินฟราเรดเสปกตรัมของ 5-เพนทิลเททระโซล .....	54
ตารางที่ 15	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เพนทิลเททระโซล .....	55
ตารางที่ 16	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เพนทิลเททระโซล .....	56
ตารางที่ 17	อินฟราเรดเสปกตรัมของ 5-เฮกซิลเททระโซล .....	58
ตารางที่ 18	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮกซิลเททระโซล .....	59
ตารางที่ 19	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮกซิลเททระโซล .....	60
ตารางที่ 20	อินฟราเรดเสปกตรัมของ 5-เฮปทิลเททระโซล .....	62
ตารางที่ 21	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮปทิลเททระโซล .....	63
ตารางที่ 22	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮปทิลเททระโซล .....	64

ตารางที่	23	อินพราเรดเสปกดรัมของ 5-(2-เมธอกซี-เอธิล)- เทตระโซล .....	66
ตารางที่	24	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-(2-เมธอกซี-เอธิล)- เทตระโซล .....	67
ตารางที่	25	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-(2-เมธอกซี-เอธิล)- เทตระโซล .....	68
ตารางที่	26	อินพราเรดเสปกดรัมของ 5-ฟีนิลเทตระโซล .....	70
ตารางที่	27	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-ฟีนิลเทตระโซล .....	71
ตารางที่	28	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-ฟีนิลเทตระโซล .....	72
ตารางที่	29	อินพราเรดเสปกดรัมของ 5-(เอ็น,เอ็น-ไดเมธิลแอมีน)- เทตระโซล .....	74
ตารางที่	30	โพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-(เอ็น,เอ็น-ไดเมธิล- อะมิโน)-เทตระโซล .....	75
ตารางที่	31	คาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-(เอ็น,เอ็น-ไดเมธิล- อะมิโน)-เทตระโซล .....	76
ตารางที่	32	ตัวทาละลายที่ใช้กับอนุพันธ์ของ เทตระโซล ก่อนนำไปละลายในน้ำมันดีเซล .....	87
ตารางที่	33	ดัชนีซีเทนที่ได้จากการคำนวณด้วยสูตรข้างต้น โดยใช้น้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทน เท่ากับ 51 .....	88
ตารางที่	34	ดัชนีซีเทนที่ได้จากการคำนวณด้วยสูตรข้างต้น โดยใช้น้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนเท่ากับ 52 เปรียบ เทียบกับ ค่าซีเทนที่ได้จากการวัด .....	89

## สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่	1 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ .....	3
รูปที่	2 แสดงการอ่านค่าความถ่วงเอพီไอ .....	79
รูปที่	3 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการกลั่น .....	81
รูปที่	4 แสดงการวางตำแหน่งเทอร์โมมิเตอร์ขณะทำการกลั่น .....	83
รูปที่	5 แสดงเครื่องยนต์สูบเดี่ยวที่ใช้ในการวัดค่าซีเทน .....	84
รูปที่	6 แสดงอินฟราเรดเสปคตรัมของ 5-เมธิลเททระโซล .....	90
รูปที่	7 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เมธิลเททระโซล .....	91
รูปที่	8 แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เมธิลเททระโซล ....	92
รูปที่	9 แสดงแมสเสปคตรัมของ 5-เมธิลเททระโซล .....	93
รูปที่	10 แสดงอินฟราเรดของ 5-เอธิลเททระโซล .....	94
รูปที่	11.1 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เอธิลเททระโซล .....	95
รูปที่	11.2 แสดงส่วนขยายของโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เอธิลเททระโซล .....	96
รูปที่	12 แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เอธิลเททระโซล ....	97
รูปที่	13 แสดงแมสเสปคตรัมของ 5-เอธิลเททระโซล .....	98
รูปที่	14 แสดงอินฟราเรดของ 5-โพรพิลเททระโซล .....	99
รูปที่	15.1 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-โพรพิลเททระโซล .....	100
รูปที่	15.2 แสดงส่วนขยายของโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-โพรพิลเททระโซล .....	101
รูปที่	16 แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-โพรพิลเททระโซล ...	102
รูปที่	17 แสดงแมสเสปคตรัมของ 5-โพรพิลเททระโซล .....	103
รูปที่	18 แสดงอินฟราเรดของ 5-บิวทิลเททระโซล .....	104
รูปที่	19.1 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-บิวทิลเททระโซล .....	105

รูปที่	19.2	แสดงส่วนขยายของโพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-บิวทิลเททระโซล . . . . .	106
รูปที่	20	แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-บิวทิลเททระโซล . . . . .	107
รูปที่	21	แสดงแมสสเปกตรัมของ 5-บิวทิลเททระโซล . . . . .	108
รูปที่	22	แสดงอินฟราเรดของ 5-เพนทิลเททระโซล . . . . .	109
รูปที่	23.1	แสดงโพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เพนทิลเททระโซล . . . . .	110
รูปที่	23.2	แสดงส่วนขยายของโพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เพนทิลเททระโซล . . . . .	111
รูปที่	24	แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เพนทิลเททระโซล . . . . .	112
รูปที่	25	แสดงแมสสเปกตรัมของ 5-เพนทิลเททระโซล . . . . .	113
รูปที่	26	แสดงอินฟราเรดของ 5-เฮกซิลเททระโซล . . . . .	114
รูปที่	27.1	แสดงโพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮกซิลเททระโซล . . . . .	115
รูปที่	27.2	แสดงส่วนขยายของโพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮกซิลเททระโซล . . . . .	116
รูปที่	28	แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮกซิลเททระโซล . . . . .	117
รูปที่	29	แสดงแมสสเปกตรัมของ 5-เฮกซิลเททระโซล . . . . .	118
รูปที่	30	แสดงอินฟราเรดของ 5-เฮปทิลเททระโซล . . . . .	119
รูปที่	31.1	แสดงโพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮปทิลเททระโซล . . . . .	120
รูปที่	31.2	แสดงส่วนขยายของโพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮปทิลเททระโซล . . . . .	121
รูปที่	32	แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-เฮปทิลเททระโซล . . . . .	122
รูปที่	33	แสดงแมสสเปกตรัมของ 5-เฮปทิลเททระโซล . . . . .	123
รูปที่	34	แสดงอินฟราเรดของ 5-(2-เมธอกซี-เอซิล)-เททระโซล . . . . .	124
รูปที่	35.1	แสดงโพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-(2-เมธอกซี-เอซิล)- เททระโซล . . . . .	125
รูปที่	35.2	แสดงส่วนขยายของโพรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-(2-เมธอกซี-เอซิล)-เททระโซล . . . . .	126
รูปที่	36	แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-(2-เมธอกซี-	

	เอธิล )-เททระโซล . . . . .	127
รูปที่ 37	แสดงแมสสเปกตรัมของ 5-(2-เมธอกซี-เอธิล)- เททระโซล . . . . .	128
รูปที่ 38.1	แสดงอินฟราเรดของ 5-ฟีนิลเททระโซล ที่สังเคราะห์จากโซเดียมเอไซด์ . . . . .	129
รูปที่ 38.2	แสดงอินฟราเรดของ 5-ฟีนิลเททระโซล ที่สังเคราะห์จาก ไทริบิวทิลทินคลอไรด์ . . . . .	130
รูปที่ 39.1	แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-ฟีนิลเททระโซล . . . . .	131
รูปที่ 39.2	แสดงส่วนขยายของโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-ฟีนิลเททระโซล . . . . .	132
รูปที่ 40	แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-ฟีนิลเททระโซล . . . . .	133
รูปที่ 41	แสดงแมสสเปกตรัมของ 5-ฟีนิลเททระโซล . . . . .	134
รูปที่ 42	แสดงอินฟราเรดของ 5-(เอ็น,เอ็น-ไดเมธิล-อะมีโน)- เททระโซล . . . . .	135
รูปที่ 43	แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ของ 5-(เอ็น,เอ็น-ไดเมธิล- อะมีโน)-เททระโซล . . . . .	136
รูปที่ 44	แสดงคาร์บอน-13เอ็นเอ็มอาร์ของ 5-(เอ็น,เอ็น- ไดเมธิล-อะมีโน)-เททระโซล . . . . .	137
รูปที่ 45	แสดงแมสสเปกตรัมของ 5-(เอ็น,เอ็น-ไดเมธิล-อะมีโน) -เททระโซล . . . . .	138