

การสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

นางสาวศุภากร แซ่เตียว



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีเทคนิค ภาควิชาเคมีเทคนิค

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-347-166-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SYNTHESIS OF LINEAR ALKYL BENZENE USING LEWIS ACID CATALYSTS

Miss Supakorn Saetiaw

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

Department of Chemical Technology

Faculty of Science

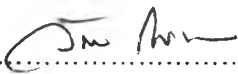
Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-347-166-9

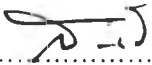
หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิส เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
โดย	นางสาวศุภากร แซ่เตี๋ย
สาขาวิชา	เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.โสภณ เรืองสำราญ

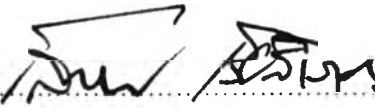
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย โพธิ์พิจริต)

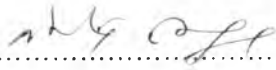
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิทิตสานต์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.โสภณ เรืองสำราญ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์)

ศุภากร แซ่เตี๋ยว : การสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา. (SYNTHESIS OF LINEAR ALKYL BENZENE USING LEWIS ACID CATALYSTS). อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.โสมณ เรืองสำราญ, 83 หน้า. ISBN 974-347-166-9.

กระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรง เกิดจากปฏิกิริยาอัลคิลเลชันของเบนซีนและโดเดคีนมีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา งานวิจัยนี้ทดลองสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนในชุดปฏิกรณ์แก้วทรงกลมขนาด 250 มิลลิลิตร โดยศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อปฏิกิริยา ได้แก่ เวลาในการทำปฏิกิริยา (30-360 นาที) อุณหภูมิของปฏิกิริยาอัลคิลเลชัน (0-80 องศาเซลเซียส) ปริมาณเบนซีน (5-50 มิลลิลิตร) และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (0.01-0.3 กรัม) นอกจากนี้ได้ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสม สำหรับการวิเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรงโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

จากการศึกษาพบว่าภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรงคือ อัตราส่วนผสมโดยโมลของเบนซีนต่อโดเดคีนเป็น 10 : 1 อัตราส่วนผสมโดยโมลของโดเดคีนต่อตัวเร่งปฏิกิริยาเป็น 1 : 0.03 อุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา 36 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ผลจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีได้ปริมาณสารประกอบอัลคิลเบนซีนต่างๆ ดังนี้ 2-phenyl dodecane ร้อยละ 42.51 3-phenyl dodecane ร้อยละ 19.18 4-phenyl dodecane ร้อยละ 14.86 5-phenyl dodecane ร้อยละ 12.69 และ 6-phenyl dodecane ร้อยละ 10.76 โดยน้ำหนัก

ภาควิชา เคมีเทคนิค
สาขาวิชา เคมีเทคนิค
ปีการศึกษา 2543

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4072401023 : MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY

KEY WORDS : ALKYLATION / ALKYL BENZENE / LAB / DETERGENCY / BIODEGRADABILITY.

SUPAKORN SAETIAW : THESIS TITLE. SYNTHESIS OF LINEAR ALKYL BENZENE USING LEWIS ACID CATALYSTS. THESIS ADVISOR : PROF. SOMSAK DUMRONGLERD Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASSO.PROF. SOPHON ROENGSUMRAN Ph.D., 83 pp. ISBN 974-347-166-9.

LAB is a product of reaction between benzene and dodecene by using $AlCl_3$ as catalyst. In this work, the reaction was performed in glass round bottom of 250 ml. Various parameters were studied : quantity of benzene (5-50 ml), amount of catalyst (0.01-0.3 g), temperature (0-80 degree celcius) and reaction time (30-360 min)

The optimum conditions of this reaction were mixing mole ratio of benzene and dodecene 10:1, mixing mole ratio of dodecene and catalyst 1: 0.03, reaction temperature was 36 degree celcius and reaction time at 60 minutes. The product was analyzed by GC, it composed of

2-phenyl dodecane	42.51 %
3-phenyl dodecane	19.81 %
4-phenyl dodecane	14.86 %
5-phenyl dodecane	12.69 %
and 6-phenyl dodecane	10.76 % by weight.

Department CHEMICAL TECHNOLOGY

Field of study CHEMICAL TECHNOLOGY

Academic year 2000

Student 's signature.....

Advisor 's signature

Co-advisor 's signature.....

S. Saetia

S. Dumronglerd

Sophon Roengsumran



กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในระดับปริญญาโทบริหารธุรกิจและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ศ.ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ อาจารย์ที่ปรึกษา และ รศ.ดร.โสภณ เรืองสำราญ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมทั้ง รศ.ดร.อมร เพชรสม ซึ่งท่านทั้งสามได้ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการทำงานวิจัย แก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์ ตลอดจนจนอบรม ตักเตือน และเสนอข้อคิดเห็นต่างๆ ด้วยดีมาตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. ธราพงษ์ วิทิตสานต์ รศ.ดร.อมร เพชรสม และ ผศ.ดร.สมเกียรติ งามประเสริฐสุทธิ ที่กรุณารับเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมี และเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมีเทคนิค ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ภาควิชาเคมีเทคนิคทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเดี่ยวคุณและคุณแม่ภานิชา อีกทั้งผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จทุกๆ ท่าน ซึ่งคอยให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกาย กำลังทรัพย์ และเป็นกำลังใจที่สำคัญเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 สารซักฟอก.....	3
2.1.1 สิ่งสกปรก.....	3
2.1.2 พื้นผิว.....	4
2.1.3 กลไกของการทำความสะอาด.....	4
2.1.4 สารลดแรงตึงผิว.....	5
2.1.5 ชนิดของสารลดแรงตึงผิว.....	7
2.2 สมบัติทั่วไปของสารลดแรงตึงผิว.....	8
2.2.1 Adsorption and Critical Micelle Concentration (CMC).....	9
2.2.2 Cloud point.....	17
2.2.3 ความหนืดของสารลดแรงตึงผิว.....	18
2.2.4 Solubilization และ Microemulsion.....	20
2.2.5 Wetting.....	22
2.2.6 Foaming.....	23
2.2.7 Macroemulsion.....	24
2.2.8 การควบคุมอิมัลชันให้เสถียร.....	25
2.2.9 การดึงสิ่งสกปรกออกจากพื้นผิว.....	27

สารบัญ (ต่อ)

ช

หน้า

2.3 สารตั้งต้น (raw material) ที่ใช้ในการผลิตสารซักฟอก.....	28
2.3.1 Dodecylbenzene.....	28
2.3.2 Sulfonating agent.....	29
2.3.3 สารที่ทำให้เป็นกลาง.....	29
2.3.4 ฟอสเฟต.....	31
2.3.5 สารที่ช่วยให้เข้มข้นขึ้น.....	31
2.4 ตัวเร่งปฏิกิริยา.....	33
2.5 ปฏิกิริยาอัลคิลเลชัน.....	36
2.5.1 สารซักฟอกลักษณะเป็นโซ่กิ่ง.....	36
2.5.2 สารซักฟอกลักษณะเป็นโซ่ตรง.....	36
2.6 กลไกการเกิดปฏิกิริยาอัลคิลเลชัน.....	37
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
3. เครื่องมือและวิธีการทดลอง.....	41
3.1 รูปแบบการทดลอง.....	41
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	41
3.3 วัตถุประสงค์และสารเคมี.....	42
3.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	42
3.5 ขั้นตอนการทดลอง.....	43
4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	47
4.1 ศึกษาผลของเวลาที่มีต่อปฏิกิริยา.....	47
4.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อปฏิกิริยา.....	50
4.3 ศึกษาผลของปริมาณเบนซีนที่มีต่อปฏิกิริยา.....	53
4.4 ศึกษาผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่อปฏิกิริยา.....	56
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	59
รายการอ้างอิง.....	61
ภาคผนวก.....	64
ภาคผนวก ก.....	65
ภาคผนวก ข.....	71
ภาคผนวก ค.....	72

สารบัญ (ต่อ)

ณ

หน้า

ภาคผนวก ง.....	76
ประวัติผู้เขียน.....	82

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงค่า aggregation number.....	14
2.2 ความหนืดของสารละลาย เมื่อมีการจัดโครงสร้างต่างๆ ของสารลดแรงตึงผิว.....	19
2.3 การเกิด solubilization ของ oleic acid ในสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม anionic.....	21
2.4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปฏิกิริยาอะตะไลซิสแบบเอกพันธ์และวิวิธพันธ์.....	36
4.1 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร.....	48
4.2 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่ออุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร.....	51
4.3 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อปริมาณเบนซีนในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และ เวลา 60 นาที.....	54
4.4 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที และปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร.....	57
ข.1 Retention time จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบ อัลคิลเบนซีน	71
ค.1 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ สารประกอบอัลคิลเบนซีนโซ่ตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร.....	72

- ค.2 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์
สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
เมื่ออุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้เวลา 60 นาที
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร.....73
- ค.3 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์
สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
เมื่อปริมาณเบนซีนในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ
36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และเวลา 60 นาที.....74
- ค.4 ร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์
สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
เมื่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ
36 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที
และปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร.....75

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 สัญลักษณ์ของสารลดแรงตึงผิว.....	6
2.2 การเรียงตัวของสารลดแรงตึงผิวที่ผิวน้ำ.....	6
2.3 กลุ่มสารลดแรงตึงผิวไมเซลล์.....	7
2.4 แสดงลักษณะอย่างง่ายของการดูดซับสารลดแรงตึงผิวบนรอยต่อพื้นที่ผิวต่างชนิด.....	9
2.5 แสดงภาพอย่างง่ายเมื่อสารลดแรงตึงผิวถูกดูดซับบนพื้นผิวที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน.....	10
2.6 กราฟแสดงความสามารถในการดูดซับที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	12
2.7 กราฟแสดงแรงตึงผิวที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	13
2.8 กราฟแรงระหว่างรอยต่อชั้นของสารละลาย.....	13
2.9 แสดงรูปร่างของไมเซลล์สามารถมีรูปร่างได้หลายแบบ.....	14
2.10 แรงระหว่างโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวในสารละลาย.....	15
2.11 แสดงความสามารถในการละลายของสารลดแรงตึงผิวที่อุณหภูมิต่างๆ.....	17
2.12 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวเมื่อความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวมี ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมากๆ.....	18
2.13 แสดงความหนืดที่ความเข้มข้นต่างๆ ของสารลดแรงตึงผิวชนิด ether sulphate.....	19
2.14 แสดงลักษณะของ solubilization.....	20
2.15 ขนาดของไมเซลล์ต่างๆ.....	21
2.16 เวลาที่ใช้ในการ wetting กับจำนวนหมู่ซัลฟิลของ alpha-olefin sulphonates....	22
2.17 แสดงลักษณะของฟองแบบต่างๆ.....	23
2.18 ฟองแก๊สในสารลดแรงตึงผิว.....	24
2.19 การสลายตัวของอิมัลชันแบบต่างๆ.....	25
2.20 Ostwald ripening.....	26
2.21 แรงผลักรวมของประจุตรงข้าม ทำให้อิมัลชันเสถียรของ anionic surfactant.....	26
2.22 หยดน้ำมันเล็กๆ แขนงลอยอยู่ในน้ำ.....	27
2.23 การเคลื่อนตัวของสิ่งสกปรกในสารละลาย.....	28
2.24 แสดงการทำงานของตัวเร่งปฏิกิริยา.....	34
2.25 แสดงกลไกการเกิดปฏิกิริยาอัลคิลเลชัน.....	38

ภาพประกอบ	หน้า
3.1 ชุดปฏิกรณ์ขณะทำปฏิกิริยา.....	44
3.2 เครื่องระเหยหมุนแบบสูญญากาศ.....	45
3.3 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี.....	45
3.4 แผนผังขั้นตอนการทดลอง.....	46
4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร.....	49
4.2 แสดงผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของสารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์เป็นร้อยละ เมื่อเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร.....	49
4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่ออุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร.....	52
4.4 แสดงผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของสารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์เป็นร้อยละ เมื่ออุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร.....	52
4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อปริมาณเบนซีนในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้ อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และ เวลา 60 นาที.....	55

ภาพประกอบ

หน้า

- 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของสารประกอบอัลคิลเบนซีนไซโตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์เป็นร้อยละเมื่อปริมาณเบนซีนในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม และเวลา 60 นาที.....55
- 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละโดยน้ำหนักของสารผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบอัลคิลเบนซีนไซโตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที และปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร.....58
- 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของสารประกอบอัลคิลเบนซีนไซโตรงโดยใช้กรดลิวอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์เป็นร้อยละเมื่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงโดยใช้อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยา 60 นาที และปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร.....58
- ก.1 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 30 นาที.....65
- ก.2 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 45 นาที.....65
- ก.3 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที.....66
- ก.4 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 120 นาที.....66
- ก.5 โครมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่เวลา 60 นาที ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส.....67

- ก.6 โคโรมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของ
สารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่เวลา 60 นาที ปริมาณเบนซีน 50 มิลลิลิตร
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....67
- ก.7 โคโรมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของ
สารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม ปริมาณเบนซีน 5 มิลลิลิตร.....68
- ก.8 โคโรมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของ
สารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร.....68
- ก.9 โคโรมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของ
สารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน
20 มิลลิลิตร เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.01 กรัม.....69
- ก.10 โคโรมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของ
สารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน
20 มิลลิลิตร เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.05 กรัม.....69
- ก.11 โคโรมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของ
สารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน
20 มิลลิลิตร เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม.....70
- ก.12 โคโรมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีของ
สารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน
20 มิลลิลิตร เวลา 60 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.3 กรัม.....70
- ง.1 โคโรมาโทแกรมจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโทรเมทรี
(GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส
ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที.....76
- ง.2 ลักษณะโครงสร้างของ 2-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง
แก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโทรเมทรี (GC/MS) ของสารประกอบ
อัลคิลเบนซีน ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที.....77

- ง.3 ลักษณะโครงสร้างของ 3-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง
แก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโทรเมทรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน
ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที.....78
- ง.4 ลักษณะโครงสร้างของ 4-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง
แก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโทรเมทรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน
ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที.....79
- ง.5 ลักษณะโครงสร้างของ 5-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง
แก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโทรเมทรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน
ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที.....80
- ง.6 ลักษณะโครงสร้างของ 6-phenyl dodecane เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง
แก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโทรเมทรี (GC/MS) ของสารประกอบอัลคิลเบนซีน
ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส ปริมาณเบนซีน 20 มิลลิลิตร
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.1 กรัม เวลา 60 นาที.....81