

การสกัดกรดไลโนเลอิกจากดอกคำฝอย *Carthamus tinctorius* Linn.

เรืออากาศเอก ยุทธนา สูงสุมาลย์



ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมีเทคนิค

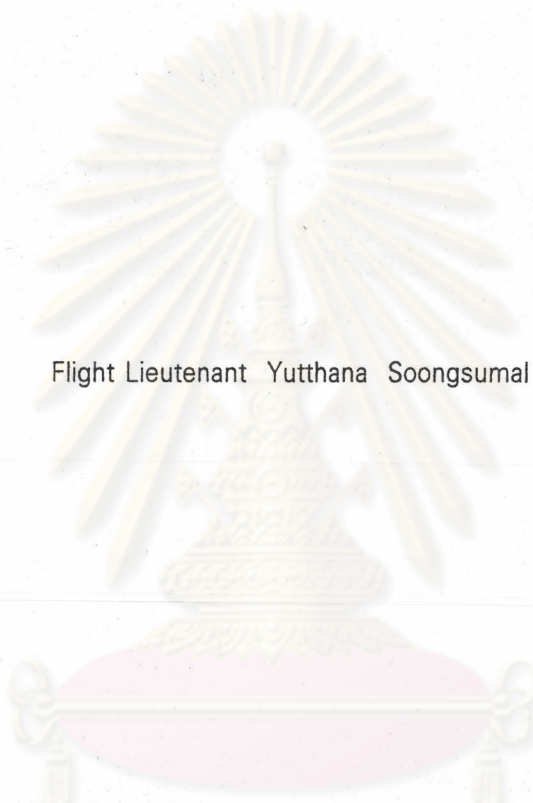
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-824-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EXTRACTION OF LINOLEIC ACID FROM SAFFLOWER *Carthamus tinctorius* Linn.



Flight Lieutenant Yutthana Soongsumal

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Chemical Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-633-824-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสกัดกรดไลโนเลอิกจากดอกคำฝอย *Carthamus tinctorius* Linn.
โดย เรืออากาศเอกยุทธนา สูงสุมาลย์
ภาควิชา เคมีเทคนิค
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

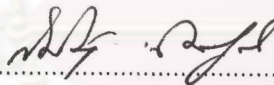
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ฤงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



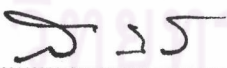
..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ กัญญา บุญเกียรติ)



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ)



..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลอสรวง เมฆสุด)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



ยุทธนา สูงสุมาลย์ : การสกัดกรดไลโนเลอิกจากดอกคำฝอย *Carthamus tinctorius* Linn.

(EXTRACTION OF LINOLEIC ACID FROM SAFFLOWER *Carthamus tinctorius* Linn)

อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร.สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ.ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ

87 หน้า, ISBN 974-633-824-2

คำฝอยเป็นพืชสมุนไพรที่มีกรดไลโนเลอิก (Linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว ในปริมาณมากกว่าพืชชนิดใด ๆ มีสรรพคุณในการลดไขมันในเส้นเลือด และคอเลสเตอรอล งานวิจัยนี้เป็นการทดลองสกัดดอกคำฝอยแห้งด้วยตัวทำละลาย และนำสารสกัดมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ผงแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจายให้เป็นผงแห้ง งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกศึกษาชนิดตัวทำละลายในการสกัดกรดไลโนเลอิก ส่วนที่สองศึกษาถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการสกัดกรดไลโนเลอิกจากดอกคำฝอยในเครื่องสกัดแบบ batch ระดับปฏิบัติการ คือ ระบบการกวน เวลา อุณหภูมิ และอัตราส่วนน้ำหนักดอกคำฝอยต่อปริมาตรตัวทำละลาย ส่วนที่สามทำการสกัดดอกคำฝอยแห้งในเครื่องสกัดขนาดนำร่อง โดยใช้ภาวะสกัดจากการศึกษาทดลองในเครื่องสกัดแบบ batch ระดับปฏิบัติการ ส่วนที่สี่เป็นการทำแห้งสารสกัดด้วยเครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจายให้เป็นผงแห้ง โดยศึกษาปริมาณสารปรุงแต่งที่ทำหน้าที่เป็นสารกันติดต่อปริมาณผลิตภัณฑ์ผง และนำผลการทดลองในภาวะกวนมาหาค่า diffusion coefficient ด้วย diffusion model

ผลการทดลองพบว่า เหนืออุณหภูมิความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยน้ำหนักเป็นตัวทำละลายที่ดีในการสกัด ภาวะในการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบ batch ระดับปฏิบัติการ คือ สกัดด้วยภาวะการกวน ที่อุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที อัตราส่วนน้ำหนักดอกคำฝอย 1 กรัม ต่อเอธานอลปริมาตร 60 มิลลิลิตร การสกัดในเครื่องสกัดขนาดนำร่อง ได้ผลการสกัดกรดไลโนเลอิกประมาณร้อยละ 85 โดยน้ำหนักของที่มีอยู่ในดอกคำฝอย ที่เวลาสกัด 120 นาที การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบหัวฉีดกระจายให้เป็นผงแห้งใช้เด็กชตรินเป็นสารกันติด ปริมาณร้อยละ 100 ของน้ำหนักสารสกัด ได้ผลิตภัณฑ์ผงแห้งเป็นสีเหลือง มีสมบัติดูดความชื้นได้ดีมาก ต้องบรรจุผลิตภัณฑ์ที่กันความชื้น ค่า diffusion coefficient (D) ของกรดไลโนเลอิกในดอกคำฝอยที่อุณหภูมิ 40, 60 และ 78 °C มีค่า 0.8×10^{-12} , 2.0×10^{-12} และ 5.0×10^{-12} m²/S ตามลำดับ

ภาควิชาเคมีเทคนิค.....
สาขาวิชาเคมีเทคนิค.....
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C525701 : MAJOR CHEMICAL TECHNOLOGY
 KEY WORD: SAFFLOWER / EXTRACTION / LINOLEIC ACID
 YUTTHANA SOONGSUMAL: EXTRACTION OF LINOLEIC ACID FROM
 SAFFLOWER Carthamus tinctorius Linn.
 THESIS ADVISOR : SOMKIAT NGAMPRASERTSITH, Ph.D.
 THESIS COADVISOR: PROF. SOMSAK DAMRONGLERD, Ph.D.
 87 pp. ISBN 974-633-824-2.

Safflower is the herb which is known to containing more linoleic acid (one kind of unsaturated fatty acid) than any plants, which helps decreasing cholesterol and fat in blood vessels. The following studied experiment the extraction of dry safflower with solvent and spray dry the outcome extracts. The experiment consists of 4 parts which are : 1) studying type of solvent in linoleic acid extraction, 2) testing the agitated system, time, temperature, and ratio of safflower's weight and solvent's volume which are considered as influenced factors in linoleic acid extraction in batch extractor, 3) extracting dry safflower in pilot-scale extractor with optimum conditions found in the batch one, and 4) studying quantity of antiadherent added to safflower powder in the process of drying of the outcome, and also calculating the diffusion coefficient of linoleic acid in stirring process with the diffusion model.

The experiment found: 1) 95% by weight ethanol is the suitable solvent for extraction, 2) extraction in an agitated system at 78 degree celcius for 30 minutes with ratio of safflower's weight and solvent's volume of 1:6 is the optimum condition of linoleic extraction in laboratory scale, 3) 120 minutes of extraction in the pilot scale extractor gives linoleic acid product around 85% of that existed in safflower, and 4) drying the extract in spray dryer along with antiadherent dextrin which amount 100% of outcome's weight gives the last product as yellow powder. This product is very highly hygroscopic, so it is needed to contain in moisture-protected container. The diffusion coefficient of linoleic acid in safflower at temperature of 40, 60 and 78 degree celcius are in order: 0.8×10^{-12} , 2.0×10^{-12} and 5.0×10^{-12} m²/s respectively.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....เคมีเทคนิค
 สาขาวิชา.....เคมีเทคนิค
 ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต..... ร.อ. ภูมิ สุนทร
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... รศ. ภูมิ สุนทร
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... ร.อ. ภูมิ สุนทร

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สมเกียรติ งามประเสริฐสิทธิ์ และ ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเคมีเทคนิค ที่ได้ให้คำแนะนำในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คุณสังข์ ชมชื่น ที่กรุณาช่วยสร้าง และซ่อมแซมเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัย และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมีเทคนิคทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และความสะดวกตลอดการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้การสนับสนุนเงินทุนที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ในภาควิชาเคมีเทคนิค ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจ ทำให้การทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำลังใจ ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญตาราง..... | ณ |
| สารบัญภาพ..... | ฐ |
| สารบัญรูป..... | ฒ |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ..... | 1 |
| 2. วารสารปริทัศน์..... | 3 |
| คำฝอย..... | 3 |
| การสกัด..... | 7 |
| การอบแห้ง..... | 11 |
| 3. เครื่องมือและวิธีทดลอง..... | 19 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... | 19 |
| วัตถุดิบและสารเคมี..... | 20 |
| การดำเนินงานวิจัย..... | 24 |
| ขั้นตอนการทดลอง..... | 24 |
| 1. การเตรียมวัตถุดิบ..... | 24 |
| 2. การหาชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัด..... | 24 |
| 3. การสกัดในเครื่องสกัดแบบ batchระดับปฏิบัติการ..... | 25 |
| 4. การสกัดในเครื่องสกัดขนาดนำร่อง..... | 26 |
| 5. การทำแห้งสารสกัดด้วยเครื่องอบแห้งแบบหวัฉืดกระจาย ให้เป็นผงแห้ง..... | 26 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 4. ผลการทดลอง วิเคราะห์ และวิจารณ์..... | 28 |
| การหาชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัด..... | 28 |
| การสกัดในเครื่องสกัดแบบ batch ระดับปฏิบัติการ..... | 30 |
| 1. การศึกษาผลของการสกัดในระบบที่มีการกวนและ ไม่มีการกวน..... | 30 |
| 2. การหาปริมาณสารสกัดเมื่อใช้อุณหภูมิ และเวลา ในการสกัดต่าง ๆ กัน..... | 32 |
| 3. การหาอัตราส่วนน้ำหนักสารสกัดต่อปริมาตร ตัวทำละลายที่เหมาะสม..... | 35 |
| การสกัดในเครื่องสกัดขนาดนำร่อง..... | 38 |
| การทำแห้งสารสกัดด้วยเครื่องอบแห้งแบบหัวฉีด กระจายให้เป็นผง..... | 40 |
| 1. ผลของสารปรุงแต่งต่อปริมาณสารอบแห้ง..... | 40 |
| 2. การหาความชื้นในผลิตภัณฑ์ผงแห้ง..... | 42 |
| Diffusion Model..... | 44 |
| 1. วิธีการแกสมการ..... | 45 |
| 5. สรุปผลการทดลองและขอเสนอแนะ..... | 50 |
| รายการอ้างอิง..... | 53 |
| ภาคผนวก..... | 55 |
| ภาคผนวก ก..... | 56 |
| ภาคผนวก ข..... | 83 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 87 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|--|
| 4.1 | น้ำหนักรงของสารสกัด กรดไขมัน และกรดไลโนเลอิก ต่อน้ำหนักดอก คำฝอย 100 กรัม ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ในเครื่องสกัดแบบ Soxhlet.....29. |
| 4.2 | น้ำหนักรงของกรดไลโนเลอิกต่อน้ำหนักดอกคำฝอย 100 กรัม ที่ระยะเวลา ต่าง ๆ ของการสกัดด้วยระบบที่ไม่มีการกวนและระบบที่มีการกวน ที่ 300 รอบ/นาที.....30 |
| 4.3 | น้ำหนักรงของกรดไลโนเลอิกต่อน้ำหนักดอกคำฝอย 100 กรัมในการสกัดที่ อุณหภูมิ และเวลาต่างกัน.....32 |
| 4.4 | ความเข้มข้นของกรดไลโนเลอิกในตัวทำละลาย ในการสกัดที่อุณหภูมิ และเวลา ต่างกัน.....32 |
| 4.5 | น้ำหนักรงของกรดไลโนเลอิกต่อน้ำหนักดอกคำฝอย 100 กรัม ในการสกัด ด้วยตัวทำละลายเอธานอลปริมาตรต่าง ๆ สกัดที่อุณหภูมิ 78 °C เวลา 15 นาที.....36 |
| 4.6 | ความเข้มข้นกรดไลโนเลอิกในตัวทำละลาย กับความเข้มข้นกรดไลโนเลอิก ที่เหลือในดอกคำฝอย ที่อุณหภูมิการสกัด 78 °C เวลา 15 นาที.....36 |
| 4.7 | น้ำหนักรงของกรดไลโนเลอิกต่อน้ำหนักดอกคำฝอย 100 กรัม ที่เวลาสกัดต่าง ๆ ในเครื่องสกัดขนาดนํารอง.....39 |
| 4.8 | ปริมาณผลิตภัณฑ์ผงแห้ง เมื่อใช้เด็กซ์ตรินปริมาณต่าง ๆ..... 40 |
| 4.9 | ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงแห้งที่เพิ่มขึ้น กับเวลา.....43 |
| ก.1 | ข้อมูลตัวอย่างสารสกัดดอกคำฝอยในเครื่อง Soxhlet apparatus ด้วยตัวทำละลาย เอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 (A1) น้ำ (A2) เอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 (A3) และเฮกเซน (A4) ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (G.C.).....56 |
| ก.2 | ข้อมูลตัวอย่างสารสกัดดอกคำฝอยในเครื่องสกัดแบบ batch ระดับปฏิบัติการ ด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยน้ำหนักรง ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที(A5) 30 นาที(A6) 60 นาที(A7) และ 120 นาที(A8).....56 |
| ก.3 | ผลวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (mg/g oil) ของตัวอย่างสารสกัดดอกคำฝอย ด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95(A1) น้ำ(A2) เอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 (A3) และเฮกเซน (A4) ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (G.C.).....58 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| ก.4 ผลวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน (mg/g oil) ของตัวอย่างสารสกัดดอกคำฝอย ด้วยเอธานอลร้อยละ 95 โดยน้ำหนัก ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 78 องศา เซลเซียส เวลา 15 นาที(A5) 30 นาที(A6) 60 นาที(A7) และ 120 นาที(A8)..... | 58 |
| ก.5 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร standard1..... | 59 |
| ก.6 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร A1..... | 61 |
| ก.7 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร standard2..... | 63 |
| ก.8 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร A2..... | 65 |
| ก.9 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร A3..... | 67 |
| ก.10 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร standard3..... | 69 |
| ก.11 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร A4..... | 71 |
| ก.12 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร standard..... | 73 |
| ก.13 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร A5..... | 75 |
| ก.14 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร A6..... | 77 |
| ก.15 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร A7..... | 79 |
| ก.16 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบของกรดไขมัน สำหรับสาร A8..... | 81 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.1 เครื่องสกัดแบบไหลซึมผ่าน (Soxhlet Apparatus)..... | 21 |
| 3.2 เครื่องระเหยแบบหมุน (Rotary Evaporator)..... | 21 |
| 3.3 เครื่องสกัดแบบ batch ระดับปฏิบัติการ..... | 22 |
| 3.4 เครื่องสกัดขนาดนํารอง..... | 22 |
| 3.5 ตัวอย่างดอกคําฝอยแห้ง..... | 23 |
| 4.1 ผลิตภัณฑ์ผงแห้ง..... | 41 |



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 คำฝอย <i>Carthamus tinctorius</i> Linn. | 5 |
| 2.2 การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบหวัชชีกระจายเป็นผงแห้ง..... | 14 |
| 2.3 การกระจายอุณหภูมิจนถึงการสัมผัสระหว่างอากาศร้อน กับละอองสารละลาย..... | 16 |
| 2.4 ห้องอบแห้งผนังหล่อเย็น..... | 18 |
| 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ กับปริมาณร้อยละของสารสกัด กรดไขมัน และกรดไลโนเลอิก..... | 29 |
| 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละของน้ำหนักรสสกัดต่อน้ำหนักดอกคำฝอย ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ของระบบที่มีการกวน และระบบที่ไม่มีการกวน..... | 31 |
| 4.3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละของน้ำหนักรสสกัดต่อน้ำหนัก ดอกคำฝอยที่อุณหภูมิ และเวลาในการสกัดต่าง ๆ..... | 33 |
| 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายที่อุณหภูมิต่าง ๆ กับเวลา...33 | 33 |
| 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตัวถูกละลายต่อตัวทำละลายที่เวลาต่าง ๆ กับอุณหภูมิ...34 | 34 |
| 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละของน้ำหนักรสสกัดต่อน้ำหนักดอกคำฝอยกับ ปริมาตรเอธานอล..... | 37 |
| 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตัวถูกละลายในตัวทำละลายกับปริมาณตัวถูกละลาย ที่เหลือในดอกคำฝอย..... | 37 |
| 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละของน้ำหนักรสสกัดต่อน้ำหนักดอกคำฝอยที่ เวลาสกัดต่าง ๆ..... | 39 |
| 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลิตภัณฑ์ผงแห้ง กับปริมาณสารเด็กซ์ทริน..... | 41 |
| 4.10 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงแห้งที่เพิ่มขึ้น เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น..... | 43 |
| 4.11 เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายกับเวลาระหว่างผลจากการทดลองกับ ผลจากทฤษฎี..... | 48 |
| ก.1 โคโรมาโตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสาร standard1..... | 60 |
| ก.2 โคโรมาโตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสารA1..... | 62 |
| ก.3 โคโรมาโตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสาร standard2..... | 64 |
| ก.4 โคโรมาโตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสาร A2..... | 66 |
| ก.5 โคโรมาโตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสาร A3..... | 68 |

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| ก.6 โคจรมาไตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสาร standard3..... | 70 |
| ก.7 โคจรมาไตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสาร A4..... | 72 |
| ก.8 โคจรมาไตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสาร standard..... | 74 |
| ก.9 โคจรมาไตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสาร A5..... | 76 |
| ก.10 โคจรมาไตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสารA6..... | 78 |
| ก.11 โคจรมาไตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสารA7..... | 80 |
| ก.12 โคจรมาไตรแกรมแสดงองค์ประกอบของกรดไขมันสำหรับสารA8..... | 82 |



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย