

การเพิ่มโทโคเฟอร์รอลในผลิตภัณฑ์พลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันถั่วเหลือง

นายภาณุวัฒน์ ยีหวังเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-031-191-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TOCOPHEROL ENCHANCEMENT IN BY-PRODUCT FROM SOYBEAN OIL INDUSTRIES

Mr. Panuwat Yeevongcharearn

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Chemical Engineering**

Department of Chemical Engineering

Faculty of Engineering


Chulalongkorn University

Academic Year 2001

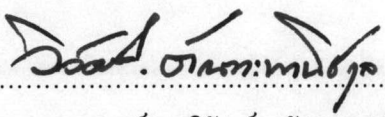
ISBN 974-031-191-1

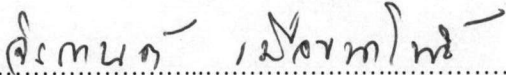
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเพิ่มโทโคเฟอรอลในผลิตภัณฑ์พลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันถั่วเหลือง
โดย นายภาณุวัฒน์ ยีหวังเจริญ
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นายอคุลย์ เปรมประเสริฐ

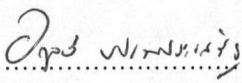
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาโท สาขาวิชา

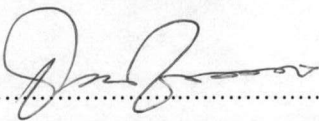
.....  คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

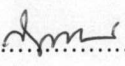
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตันทะพานิชกุล)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายอคุลย์ เปรมประเสริฐ)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรัชชัย ชรินพานิชกุล)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริรุ่ง ปรีชานนท์)

ภาณุวัฒน์ ยีหวังเจริญ : การเพิ่มโทโคเฟอร์อลในผลิตภัณฑ์พลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมัน
ถั่วเหลือง. (Tocopherol Enhancement in By-product from Soybean Oil Industries)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม :
นายอคอุลย์ เปรมประเสริฐ , 107 หน้า. ISBN 974-031-191-1

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลในผลิตภัณฑ์พลอยได้จาก
อุตสาหกรรมน้ำมันถั่วเหลือง การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของอัตรา
การป้อนไอน้ำต่อการระเหยโทโคเฟอร์อลสู่เฟสไอ ในถาดก้ำจัดกลั่นที่ตำแหน่ง mammoth (50 - 76
กิโลกรัมต่อชั่วโมง) และที่ตำแหน่ง coil (20 - 40 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า
เมื่อเพิ่มอัตราการป้อนไอน้ำที่ตำแหน่ง mammoth และตำแหน่ง coil ร้อยละของโทโคเฟอร์อลที่ระเหย
ออกมาจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม ที่อัตราการป้อนไอน้ำมากกว่า 70 กิโลกรัมต่อชั่วโมงที่ตำแหน่ง
mammoth และมากกว่า 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมงที่ตำแหน่ง coil จะให้ผลในทางตรงกันข้าม ดังนั้น
สภาวะที่เหมาะสมที่ให้ค่าการระเหยโทโคเฟอร์อลสูงสุดจากน้ำมันถั่วเหลืองที่อยู่ในถาดก้ำจัดกลั่น คือที่
อัตราการป้อนไอน้ำที่ตำแหน่ง mammoth 70 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และ 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมงที่
ตำแหน่ง coil ร้อยละการระเหยของโทโคเฟอร์อล และกรดไขมันอิสระเท่ากับ 27.54 และ 75.23 ตาม
ลำดับ

การศึกษาในส่วนที่สอง เป็นการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการดักจับโทโคเฟอร์อลในเฟสไอ
ด้วย soybean deodorizer distillate (SDD) ในหอแพคดักจับสารระเหย ปัจจัยที่ศึกษาคือ อัตราการ
ไหลหมุนเวียน และอุณหภูมิของ SDD พบว่า ปริมาณ SDD เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของอัตราการไหล และ
มีปริมาณ SDD เพิ่มขึ้นเมื่อลดอุณหภูมิลง เมื่อพิจารณาถึงเวลาที่ใช้ในการหมุนเวียน ความเข้มข้นของ
โทโคเฟอร์อลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตามเวลา จนเข้าใกล้ค่าคงที่ที่ประมาณ 48 - 72 ชั่วโมง การดักจับ
โทโคเฟอร์อลสูงสุดต่อรอบ (0.0213 % ต่อรอบ) อยู่ที่อัตราการไหลหมุนเวียน 7000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
และที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เนื่องจากข้อกำหนดของปริมาณโทโคเฟอร์อลใน SDD (6 % ขึ้นไป)
จึงเลือกสภาวะที่อัตราการไหลหมุนเวียน 9000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่
สภาวะนี้ความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD มีค่าเท่ากับ 8.11 % โดยน้ำหนักที่เวลาหมุนเวียน 72
ชั่วโมง

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี...
สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี...
ปีการศึกษา.....2544.....

ลายมือชื่อนิสิตภาณุวัฒน์ ยีหวังเจริญ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาจ.กานต์-เมืองนาโพธิ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วมอคอุลย์ เปรมประเสริฐ

4171477621 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT

KEY WORD : TOCOPHEROL , SOYBEAN OIL

PANUWAT YEEVONGCHAREARN : TOCOPHEROL ENCHANCEMENT IN BY-PRODUCT FROM SOYBEAN OIL INDUSTRIES . THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CHIRAKARN MUANGNAPOH , Dr. Ing. THESIS COADVISOR : ADUL PREMPRASERT , 107 pp. ISBN 974-031-191-1

This research is to study how to enhance tocopherol concentration in by-product from soybean oil industries. The study consisted of two parts. The first part covered the influence of steam flow rate in deodorizing tray at the position of mammoth (50 – 76 kg/h) and of coil (20 – 40 kg/h) on tocopherol evaporation to vapor phase. The experimental results showed that with the increasing of steam flowrate at mammoth and coil position, the percentage of tocopherol evaporation was increased. However, the exceeding steam flowrate of 70 kg/h at mammoth and of 30 kg/h at coil would give the opposite results. Therefore, the suitable condition at the highest tocopherol evaporation from soybean oil in deodorizing tray to vapor phase was as follows : steam flowrate at mammoth of 70 kg/h and of 30 kg/h at coil position. Percentage of tocopherol and free fatty acid evaporation were of 27.54 and 75.23 respectively.

Within the second part, various factors affecting the absorption of tocopherol from vapor phase to soybean deodorizer distillate (SDD) in vapor scrubber were investigated. Those factors were recirculation rate and temperature of SDD. It was found that the amount of SDD increased with the increasing of recirculation rate and with the decreasing of temperature. Regarding to the recirculation time, tocopherol concentrations were slowly increased and reached to be nearly constant around 48 – 72 hours. The highest tocopherol absorption per round (0.0213 percent per round) was at 7000 kg/h and at 60 °C. Due to the specification of tocopherol content in SDD (6 % up), the preferable condition of 9000 kg/h and 60 °C was selected. Under this condition , 8.11 % (w/w) of tocopherol in SDD was obtained in 72 hours.

Department.....Chemical Engineering....

Student's signature

Panuwat Y.

Field of study.....Chemical Engineering...

Advisor's signature

Chirakarn Muangna

Academic year.....2001.....

Co-advisor's signature

Adul Premprasert

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสุดต่อ รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคุณอดุลย์ เปรมประเสริฐ ผู้จัดการโรงงาน บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณา ตรวจสอบเนื้อหาวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำต่อผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา ตลอดจนศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ธวัชชัย ชรินพานิชกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริรุ่ง ปรีชานนท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และตรวจสอบเนื้อหาวิทยานิพนธ์ ของการวิจัยด้วยดีตลอดมา จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งต่อ คุณสุพจน์ หวังหลิ กรรมการผู้จัดการ คุณเสก บุญบรรลุ รองกรรมการผู้จัดการ และคุณสมชาติ ทองแก้ว หัวหน้าแผนกกลั่นน้ำมันพืช ที่ได้อนุมัติให้ผู้วิจัยได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท และเกี่ยวพันอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำวิจัย ด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณ คุณวรรณิณี สีลม นักเคมีประจำแผนก และคุณกฤษณะ ศรีจอมขวัญ นักเคมี แผนกประกันคุณภาพ บริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด ที่ได้ช่วยเหลือในด้านการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ และคุณธีระ งามกิติเดชากุล วิศวกรการผลิต แผนกกลั่นน้ำมันพืช ที่ได้ช่วยเหลือในด้านข้อมูลและรายละเอียดด้านทฤษฎี

ขอขอบคุณ คุณจรัญ อาสาศิริส และ คุณทศพร สุทธิมาลา ที่ได้ช่วยเหลือในด้านเทคนิคเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับการนำเสนอผลงานวิจัย อีกทั้งเพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคน ในบริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา และที่ขาดไม่ได้ต้องขอขอบคุณ คุณสุกัญญา หนูแก้ว และ คุณศิริรัตน์ นวลใส ที่คอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีจนเนื้อหาวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ บิดามารดา ซึ่งคอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
สัญลักษณ์และอักษรย่อ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 วิตามินอี.....	1
1.2 มูลเหตุจูงใจ.....	7
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	9
2. กระบวนการทำน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์และข้อมูลเกี่ยวกับ Soybean Deodorizer Distillate.....	10
2.1 กระบวนการทำน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์.....	10
2.2 ข้อมูลที่เกี่ยวกับ Soybean Deodorizer Distillate.....	18
3. ทฤษฎี.....	24
3.1 เครื่องมือแยกสาร.....	24
3.2 การเลือกเครื่องมือแยกสาร.....	25
3.3 สมดุลของเฟสที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดูดซึมก๊าซใน Packed Tower.....	25
3.4 กฎของเฮนรี.....	27
4. วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
4.1 การหาอัตราการป้อนไอน้ำในหอกำจัดกลิ่น ที่ทำให้ได้ปริมาณโทโคเฟอร์รอลในส่วนที่เป็นเฟสไอสูงสุด.....	28
4.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมของหอแพคด์กั๊บสารระเหยที่ทำให้ได้ความเข้มข้นโทโคเฟอร์รอลใน Soybean Deodorizer Distillate สูงสุด.....	33
5. ผลการทดลอง วิเคราะห์ สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	36
5.1 ผลของอัตราการป้อนไอน้ำในหอกำจัดกลิ่น.....	36
5.1.1 ผลของอัตราการป้อนไอน้ำในหอกำจัดกลิ่น ต่อโทโคเฟอร์รอลที่ระเหยได้.....	36
5.1.2 ผลของอัตราการป้อนไอน้ำในหอกำจัดกลิ่น ต่อกรดไขมันอิสระที่ระเหยได้.....	39

สารบัญ (ต่อ)

5.2	สถานะที่เหมาะสมของหอแพคดักจับสารระเหย ที่ทำให้ได้ความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน Soybean Deodorizer Distillate สูงสุด.....	43
5.2.1	ผลการศึกษาหาปริมาณ SDD ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน.....	44
5.2.2	ผลของเวลา ต่อความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD.....	46
5.2.3	ผลของเวลาที่ใช้หมุนเวียนและอุณหภูมิของ SDD ที่อัตราการไหลหมุนเวียน ของ SDD ต่างๆ ต่อร้อยละของการดักจับโทโคเฟอร์อล.....	48
5.3	การเปรียบเทียบความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD จากผลการทดลองกับ การคำนวณดุลมวลสาร.....	55
5.4	การเปรียบเทียบผลการทดลองกับข้อมูลในอดีต.....	56
5.4.1	ข้อมูลเปรียบเทียบผลของโทโคเฟอร์อลที่ระเหยออกมาที่อัตราการป้อนไอน้ำต่างๆ	56
5.4.2	ข้อมูลเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD ที่ได้สูงสุด	57
	สรุปผลการทดลอง.....	59
	ข้อเสนอแนะ.....	61
	รายการอ้างอิง.....	62
	ภาคผนวก.....	63
	ภาคผนวก 1 ข้อมูลแสดงการปรับเปลี่ยนอัตราการป้อนไอน้ำในถาดกำจัดกลิ่น.....	64
	ภาคผนวก 2 ข้อมูลแสดงอัตราการป้อนไอน้ำเข้าหอกำจัดกลิ่นทุกถาด.....	65
	ภาคผนวก 3 ข้อมูลการคำนวณผลการทดลองตามกฎของเฮนรี.....	66
	ภาคผนวก 4 ตารางแสดงผลการคำนวณร้อยละของการดักจับโทโคเฟอร์อล.....	68
	ภาคผนวก 5 ข้อมูลการคำนวณความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลในน้ำมัน BSO และ น้ำมัน DSO ที่ได้จากการวิเคราะห์.....	69
	ภาคผนวก 6 ข้อมูลการคำนวณความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD ที่ได้จากการวิเคราะห์	79
	ภาคผนวก 7 ข้อมูลการคำนวณความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD ที่ได้จาก การดุลมวลสาร.....	97
	ภาคผนวก 8 ข้อมูลแสดงความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระใน SDD ที่ได้จากการวิเคราะห์	106
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	107

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงหมู่แทนที่ของสารกลุ่มเมธิลโทคอล.....	2
1.2 แสดงหมู่แทนที่ของสารกลุ่มโทโคไตรอินอล.....	3
1.3 แสดงข้อมูล % Total Tocopherol ใน Soybean Deodorizer Distillate.....	8
2.1 แสดงสภาวะการผลิตในกระบวนการกำจัดกลิ่นสำหรับน้ำมันถั่วเหลือง.....	17
2.2 แสดงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์พลอยได้.....	18
2.3 แสดงปริมาณโทโคเฟอรอล ในน้ำมันพืชดิบแต่ละชนิด.....	19
2.4 แสดงร้อยละชนิดของโทโคเฟอรอล ในน้ำมันพืชดิบแต่ละชนิด.....	20
2.5 แสดงร้อยละชนิดของสเตอรอล ในน้ำมันพืชดิบแต่ละชนิด.....	20
2.6 แสดงองค์ประกอบน้ำมันถั่วเหลือง.....	21
2.7 แสดงองค์ประกอบของ Deodorizer Distillate ที่มาจากน้ำมันแต่ละชนิด.....	22
2.8 แสดง Sterol : Tocopherol Ratio.....	22
4.1 แสดงข้อมูลการเปรียบเทียบ อัตราการป้อนไอน้ำที่เข้าถาดกำจัดกลิ่น ถาดที่ 1 และ ถาดกำจัดกลิ่นที่ 2.....	30
4.2 แสดงข้อมูลการปรับเปลี่ยน สภาวะการผลิตที่หอแพคดักจับสารระเหย.....	33
5.1 แสดงสภาวะการผลิตและผลของโทโคเฟอรอลที่ระเหยออกมา ที่อัตราการป้อน ไอน้ำต่างๆกัน.....	37
5.2 แสดงผลของโทโคเฟอรอลที่ระเหยออกมา ที่อัตราการป้อนไอน้ำรวมในตำแหน่ง Mammoth และ Coil.....	38
5.3 แสดงสภาวะการผลิตและผลของกรดไขมันอิสระที่ระเหยออกมา ที่อัตราการป้อน ไอน้ำต่างๆ กัน.....	40
5.4 แสดงผลของกรดไขมันอิสระที่ระเหยออกมา ที่อัตราการป้อนไอน้ำรวมต่างๆ กัน ในตำแหน่ง Mammoth และ Coil.....	41
5.5 แสดงข้อมูลประสิทธิภาพ และความเข้มข้นของโทโคเฟอรอลในเฟสไอ.....	42
5.6 แสดงข้อมูลปริมาณของ SDD ที่เพิ่มขึ้นต่อวัน.....	45
5.7 แสดงผลของความเข้มข้นของโทโคเฟอรอลใน SDD เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง, 48 ชั่วโมง และ 72 ชั่วโมง.....	47
5.8 แสดงผลของเวลาที่ใช้หมุนเวียนและอุณหภูมิของ SDD ต่อร้อยละของการดักจับ โทโคเฟอรอลที่อัตราการไหลหมุนเวียนของ SDD ต่างๆ.....	48
5.9 แสดงผลของอัตราการไหลหมุนเวียนของ SDD ต่อร้อยละของการดักจับโทโคเฟอรอล ต่อการหมุนของ SDD 1 รอบในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ถึง 48 ชั่วโมง.....	51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.10 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD จากผลการทดลองกับการคำนวณคุณมวลสาร.....	55
5.11 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณโทโคเฟอร์อลที่ระเหยออกมา ที่อัตราการป้อนไอน้ำต่างๆ กัน ระหว่างปี 2541 – 2544.....	56
5.12 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD ที่ได้สูงสุดระหว่างปี 2541 – 2544.....	57
5.13 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD ที่ได้สูงสุดระหว่างปี 2538 – 2544.....	58

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงโครงสร้างทางเคมีของสารกลุ่มเมธิลโทคอล หรือ โทโคไตรอินอล.....	1
2.1 กระบวนการทำน้ำมันถั่วเหลืองให้บริสุทธิ์.....	10
2.2 แผนภูมิแสดงกระบวนการทำน้ำมันให้เป็นกลาง.....	12
2.3 Process Flow Diagram สำหรับกระบวนการทำน้ำมันให้เป็นกลาง.....	12
2.4 แผนภูมิแสดงกระบวนการฟอกสีน้ำมัน.....	13
2.5 Process Flow Diagram สำหรับกระบวนการฟอกสีน้ำมัน.....	13
2.6 แผนภูมิแสดงกระบวนการกำจัดกลิ่น.....	15
2.7 Process Flow Diagram สำหรับกระบวนการกำจัดกลิ่น.....	15
2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอ และอุณหภูมิขององค์ประกอบหลักในน้ำมันพืช.....	23
3.1 Number of stage in a countercurrent multiple-stage contact process.....	26
5.1 แสดงตำแหน่งของ Mammoth และตำแหน่ง Coil ของหอกำจัดกลิ่น.....	37
5.2 แสดงผลของโทโคเฟอร์อลที่ระเหยออกมา ที่อัตราการป้อนไอน้ำรวมต่างๆกัน ในตำแหน่ง Mammoth และ Coil.....	39
5.3 แสดงผลของกรดไขมันอิสระที่ระเหยออกมา ที่อัตราการป้อนไอน้ำรวมต่างๆกัน ในตำแหน่ง Mammoth และ Coil.....	41
5.4 แสดงผลของเวลา กับ ปริมาณของ SDD ที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยต่อวัน.....	45
5.5 แสดงผลของอัตราการไหลของ SDD และอุณหภูมิของ SDD ที่ใช้ในการสเปรย์ จับสารระเหยต่อปริมาณ SDD ที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยต่อวัน.....	46
5.6 แสดงผลของเวลา ต่อ ความเข้มข้นของโทโคเฟอร์อลใน SDD.....	47
5.7 แสดงผลของเวลาที่ใช้หมุนเวียน ต่อ ร้อยละของการดักจับโทโคเฟอร์อล ที่ 50 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหลหมุนเวียนของ SDD ต่างๆ.....	49
5.8 แสดงผลของเวลาที่ใช้หมุนเวียน ต่อ ร้อยละของการดักจับโทโคเฟอร์อล ที่ 60 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหลหมุนเวียนของ SDD ต่างๆ.....	49
5.9 แสดงผลของเวลาที่ใช้หมุนเวียน ต่อ ร้อยละของการดักจับโทโคเฟอร์อล ที่ 70 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหลหมุนเวียนของ SDD ต่างๆ.....	50
5.10 แสดงผลของอัตราการไหลหมุนเวียนของ SDD ต่อร้อยละของการดักจับโทโคเฟอร์อล ต่อการหมุนของ SDD 1 รอบ.....	52

สัญลักษณ์และอักษรย่อ

$V \cdot$	=	อัตราไหลเชิงโมลของ Vapor Phase	(kg / h)
L	=	อัตราไหลเชิงโมลของ Liquid Phase	(kg / h)
y	=	เศษส่วนโมลของสาร A ที่อยู่ในเฟส V	(% W/W)
x	=	เศษส่วนโมลของสาร A ที่อยู่ในเฟส L	(% W/W)
\bar{P}_A	=	ความดันย่อยของสารบริสุทธิ์ A	(mmHg)
H_A	=	ค่าคงที่ของเฮนรี	