

การทำอิมัลชันในเบตเตอร์-โทพี เค้ก



นางสาว จตุพร โกศลวิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-643-011-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EMULSIFICATION IN BATTER-TYPE CAKE



Miss Chatuporn Kosalavitr

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School


Chulalongkorn University

1996


ISBN 974-634-011-5


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การทำอิมัลชันในแบตเตอรี่-ไทป์ แก๊ก
โดย นางสาวจตุพร โกศลวิตร
ภาควิชา วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์
ที่ปรึกษาพร้อม นางสาวอารีรัตน์ เทพชาตรี

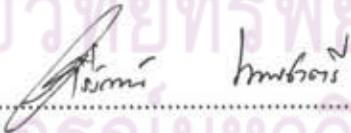
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

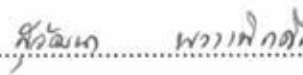

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ อุดงสุวรรณ)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม)


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


..... ที่ปรึกษาร่วม
(นางสาวอารีรัตน์ เทพชาตรี)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุวัฒนา พวงเพิกสีก)


..... กรรมการ
(อาจารย์ สุพจน์ พัฒนะศรี)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



จดhur ไกศลวิตร : การทำอิมัลชันในแบคเตอร์-โทฟ เค้ก (EMULSIFICATION IN BATTER-TYPE CAKE) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ.ดร.จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์, ที่ปรึกษาร่วม : นางสาวอารีรัตน์ เทพชาตรี, 108 หน้า. ISBN 974-634-011-5

สารทำอิมัลชันมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก โดยจะปรับปรุงปริมาณที่ใหญ่ขึ้น ลักษณะเนื้อเค้กให้ละเอียดขึ้น และสามารถเก็บความชื้นได้นานขึ้น ได้ทำการทดลองศึกษาการทำอิมัลชันในแบคเตอร์-โทฟเค้กโดยใช้สารทำอิมัลชันที่ความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้ ไมโนกลีเซอรไรค์โมอิมตัวที่ความเข้มข้น 0.8, 1.2 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของแป้ง ไมโนกลีเซอรไรค์อิมตัวที่ความเข้มข้น 1.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของแป้ง ซูโครสเอสเทอร์ที่ความเข้มข้น 1.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของแป้ง และซิลิโคนที่ความเข้มข้น 1.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของแป้ง เมื่อนำมาส่วนต่างๆ มาทดสอบกับแบคเตอร์-โทฟเค้กที่อุณหภูมิเนย 5, 15 และ 25 องศาเซลเซียส โดยเปรียบเทียบกับสารทำอิมัลชันที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ พบว่า ไมโนกลีเซอรไรค์โมอิมตัวที่ความเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ของแป้งที่อุณหภูมิเนย 5 องศาเซลเซียส จะทำให้เค้กมีคุณภาพดีกว่าสารทำอิมัลชันที่นำเข้ามาจากต่างประเทศโดยจะให้ความคงตัวเฉพาะตัว (0.78) ปริมาตรเค้กสูง (1304.20 ลูกบาศก์เซนติเมตร) เนื้อเค้กละเอียด (รูพรุนค่า 88.65 ไมโครเมตร ความพรุน 0.425) และความแข็งของเนื้อเค้ก 11.10 นิวตัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรม เคมี
สาขาวิชา วิศวกรรม เคมี
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต *Ami*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม *อารีรัตน์ เทพชาตรี*

C516831 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: EMULSIFICATION / BATTER-TYPE CAKE

CHATUPORN KOSALAVITR : EMULSIFICATION IN BATTER-TYPE CAKE
THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.CHIRAKARN MUANGNAPOH, D.Ing.,
CO-ADVISER : MISS AREERAT THEPCHATREE, 108 pp. ISBN 974-634-001-5

The emulsifier plays an important role in food industry, especially for cake product to make a high volume, fine texture and keep moisture. The experiments were studied for emulsification in batter-type cake at various concentrations of emulsifier as follow; unsaturated monoglyceride 0.8 , 1.2 and 1.5% of flour, saturated monoglyceride 1.2 and 2.0% of flour, sucrose ester 1.2 and 2.0% of flour and silicone 1.2 and 2.0% of flour. The above compositions were tested in batter-type cake at butter temperature 5, 15 and 25°C and compared with imported emulsifier. The experimental results showed that with the composition of unsaturated monoglyceride 1.2% of flour at butter temperature 5°C ; the quality of cake was better than imported emulsifier. It could give a good quality of cake i.e. low specific gravity (0.78), high volume (1304.20 cm³), fine texture (pore size 88.65 micron, porosity 0.425) and cake hardness of 11.10 newton.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต..... *Chatyorn Kosalavitr*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *Chirakarn Muangnapoh*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *Areerat Thepchatree*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ได้สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนางสาวอารีรัตน์ เทพชาติรี ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ ของงานวิจัยด้วยดีตลอดมา จึงขอกราบขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

กราบขอบพระคุณ คุณผานิต งามเกริกโชติ ผู้อำนวยการฝ่ายควบคุมทั่วไป คุณสมจิตต์ จารุวงนะ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายควบคุมทั่วไป และคุณวันทนา เศรษฐพรพงศ์ กรรมการบริหาร บริษัท ยูเอฟเอ็ม ฟู้ดเซ็นเตอร์ จำกัดที่สนับสนุนการวิจัยและทุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา
ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ซึ่งสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ขอบข่ายการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	3
2. ตรวจสอบเอกสาร.....	4
3. ทฤษฎี.....	15
ทฤษฎีอีมีลชัน.....	15
ปัจจัยทางฟิสิกส์-เคมีที่มีผลต่อการเตรียมอีมีลชัน.....	25
วิธีเฮชเอลบี.....	32
ทฤษฎีความคงตัวของอีมีลชัน.....	32
4. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย.....	47
เคมีภัณฑ์.....	47
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	47
วิธีดำเนินการทดลอง.....	48
วิธีวิเคราะห์.....	49
5. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	51
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	81
เอกสารอ้างอิง.....	83

ภาคผนวก.....	85
ภาคผนวก ก. ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....	86
ภาคผนวก ข. ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณและวิเคราะห์.....	92
ประวัติผู้แต่ง.....	108



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนกระจายและส่วนต่อเนื่องในระบบอิมัลชันและระบบโพน.....	5
2.2 แสดงตัวอย่างชนิดและปริมาณของสารทำอิมัลชันที่ใช้ในอุตสาหกรรมขนมอบ.....	7
2.3 แสดงหน้าที่ของโมโนกลีเซอรัล.....	11
2.4 แสดงหน้าที่ของซูโครสเอสเทอร์.....	13
2.5 แสดงหน้าที่ของซิลิโคน.....	14
3.1 แสดงกลุ่มต่างๆของระบบอิมัลชัน ซึ่งจัดแบ่งตามเปอร์เซ็นต์ปริมาตรของ “ของเหลวชั้นภายใน”.....	18
3.2 แสดงค่า HLB ของสารทำอิมัลชันประเภทอนออิออนิก.....	33
5.1 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของเค้กเมื่อใช้สารทำอิมัลชันที่ทำขึ้นเอง กับสารทำอิมัลชันจากต่างประเทศ.....	79
ก.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของสารทำอิมัลชัน ต่ออุณหภูมิและน้ำหนักของเบคเตอร์ ที่อุณหภูมิ 5 ^o ซ.....	86
ก.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของสารทำอิมัลชัน ต่ออุณหภูมิและน้ำหนักของเบคเตอร์ ที่อุณหภูมิ 15 ^o ซ.....	87
ก.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของสารทำอิมัลชัน ต่ออุณหภูมิและน้ำหนักของเบคเตอร์ ที่อุณหภูมิ 25 ^o ซ.....	88
ก.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของสารทำอิมัลชัน ต่อความสูงและความกว้างของเค้ก ที่อุณหภูมิ 5 ^o ซ.....	89
ก.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของสารทำอิมัลชัน ต่อความสูงและความกว้างของเค้ก ที่อุณหภูมิ 15 ^o ซ.....	90
ก.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของสารทำอิมัลชัน ต่อความสูงและความกว้างของเค้ก ที่อุณหภูมิ 25 ^o ซ.....	91
ข.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเค้กที่ไม่ใส่สารทำอิมัลชัน เค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันต่าง ประเทศ และสารทำอิมัลชันชนิดโมโนกลีเซอรัลกับค่าความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	93

ตารางที่	หน้า
ข.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอรัไคร์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับปริมาตรเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	100
ข.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอรัไคร์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับขนาดของรูพรุนในเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	101
ข.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอรัไคร์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับความพรุนของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	102
ข.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอรัไคร์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับความแข็งของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	102
ข.18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอรัไคร์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับความชื้นของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	103
ข.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	103
ข.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับปริมาตรของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	104
ข.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับขนาดของรูพรุนในเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	105
ข.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับความพรุนของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	106
ข.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับความแข็งของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	106
ข.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับความชื้นของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	107

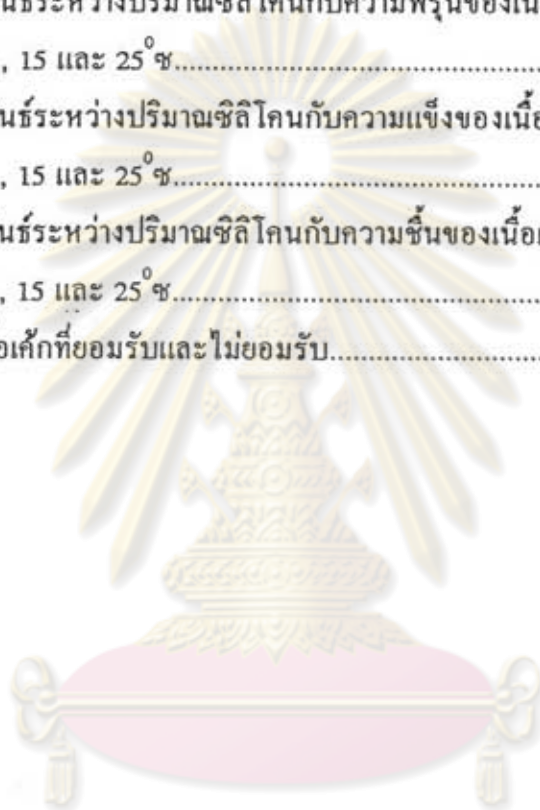
สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
2.1	แสดงการจัดเรียงตัวของสารทำอิมัลชันในเม็ดไขมัน.....	5
2.2	แสดงอัตราการสูญเสียน้ำในระหว่างการอบของแบตเตอรี่ที่ไม่มีสารทำอิมัลชัน.....	8
2.3	แสดงอัตราการระเหยของน้ำในช่วงพลาโตของโมโนกลีเซอไรด์อิมัลชันและไมอิมัลชัน.....	9
2.4	แสดงการกระจายตัวของเม็ดไขมันในแบตเตอรี่ที่ไม่มีสารทำอิมัลชัน ซูโครสเอสเทอร์และโมโนกลีเซอไรด์.....	12
2.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของซิลิโคนต่อปริมาตรของเค้ก.....	14
3.1	แสดงการกระจายตัวของอนุภาคของเหลวชนิดหนึ่งในของเหลวอีกชนิดหนึ่งของระบบอิมัลชัน.....	16
3.2	แสดงประเภทของอิมัลชัน.....	16
3.3	แสดงลักษณะของอิมัลชันหลายชั้น O/W/O อิมัลชัน.....	17
3.4	แสดงการกระจายอนุภาคอิมัลชันอย่างอิสระเมื่อ IPR น้อยกว่า 30 %.....	19
3.5	แสดงการกระจายอนุภาคอิมัลชันในลักษณะเป็นแนวรูปสี่เหลี่ยมเมื่อค่า IPR ประมาณ 50-52 %.....	19
3.6	แสดงการกระจายอนุภาคอิมัลชันในลักษณะอัดกันแน่นเป็นรูปหกเหลี่ยมเมื่อค่า IPR ประมาณ 75 %.....	19
3.7	แสดงการกระจายขนาดของอนุภาคในระบบอิมัลชันทั่วไป.....	20
3.8	แสดงโครงสร้างของสารลดแรงตึงผิว.....	22
3.9	แสดงการจัดเรียงตัวของสารลดแรงตึงผิวในของเหลวตัวกลาง.....	23
3.10	แสดงการลดแรงตึงผิวของน้ำหรือแรงตึงผิวระหว่างชั้นน้ำกับไขมันเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิว.....	24
3.11	แสดงลักษณะของชั้นประจุไฟฟ้า 2 ชั้นที่ล้อมรอบอนุภาค (electrical double layer)..	26
3.12	แสดงการเรียงตัวของโมเลกุลของสารทำอิมัลชันประเภทนอนไอออนิกที่ผิวอนุภาคใน O/W อิมัลชัน.....	27
3.13	รูปถ่ายแสดงความหนาฟิล์มของสารทำอิมัลชันประเภทนอนไอออนิกที่ล้อมรอบอนุภาค O/W อิมัลชัน.....	27
3.14	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของขนาดอนุภาคในอิมัลชันกับความเข้มข้นของสารทำอิมัลชัน.....	29

รูปที่	หน้า
3.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของขนาดอนุภาค กับระยะเวลาในการคนหรือการปั่นอิมัลชัน.....	31
3.16 แสดงแผนภูมิของการเปลี่ยนแปลงความตึงผิวทางกายภาพของระบบอิมัลชัน.....	37
3.17 แสดงกลไกการเกิดการเกาะตัว(Flocculation)และการรวมกัน(Coalescence) ของอนุภาคในอิมัลชัน.....	38
3.18 แสดงลักษณะชั้นของสารลดแรงตึงผิวที่ถูกดูดซับรอบอนุภาค (absorbed surfactant layer) เมื่อมีสารทำอิมัลชันประเภทนอนไอออนิก เป็นสารรักษาความคงตัว.....	40
3.19 แสดงผลการชนกันของอนุภาคและเกิดออสโมติก(osmotic).....	42
3.20 แสดงผลของโวลูมรีสติก(volume restriction) เมื่ออนุภาคเกิดการชนกัน.....	42
3.21 แสดงการจัดเรียงตัวของสารลดแรงตึงผิวในฟิล์มที่ล้อมรอบอนุภาคหลายชั้น (multilayer).....	46
4.1 แสดงตำแหน่งการวัดความสูงเฉลี่ย.....	49
4.2 แสดงตัวอย่างที่วัดได้จากเครื่องวัดลักษณะเนื้อ “J.J Lloyd”	50
5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเค้กที่ไม่ใส่สารทำอิมัลชัน เค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันต่าง ประเทศ และเค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันชนิดโมโนกลีเซอไรด์กับค่าความด่างจำเพาะ ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	52
5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเค้กที่ไม่ใส่สารทำอิมัลชัน เค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันต่าง ประเทศ และเค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันชนิดโมโนกลีเซอไรด์กับปริมาณของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	53
5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเค้กที่ไม่ใส่สารทำอิมัลชัน เค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันต่าง ประเทศ และเค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันชนิดโมโนกลีเซอไรด์กับขนาดของรูพรุน ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	54
5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเค้กที่ไม่ใส่สารทำอิมัลชัน เค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันต่าง ประเทศ และเค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันชนิดโมโนกลีเซอไรด์กับความพรุนของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	55
5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเค้กที่ไม่ใส่สารทำอิมัลชัน เค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันต่าง ประเทศ และเค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันชนิดโมโนกลีเซอไรด์กับความแข็งของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	56

5.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเค้กที่ไม่ใส่สารทำอิมัลชัน เค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันต่างประเทศ และเค้กที่ใส่สารทำอิมัลชันชนิดโมโนกลีเซอไรต์กับความชื้นของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	57
5.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว โมโนกลีเซอไรต์อิ่มตัว กับความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	59
5.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว โมโนกลีเซอไรต์อิ่มตัว กับปริมาณของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	60
5.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว โมโนกลีเซอไรต์อิ่มตัว กับขนาดของรูพรุนในเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	61
5.10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว โมโนกลีเซอไรต์อิ่มตัว กับความพรุนของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	62
5.11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว โมโนกลีเซอไรต์อิ่มตัว กับความแข็งของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	63
5.12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว โมโนกลีเซอไรต์อิ่มตัว กับความชื้นของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	64
5.13	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	65
5.14	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับปริมาตรเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	66
5.15	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับขนาดของรูพรุนในเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	67
5.16	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับความพรุนของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	68
5.17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับความแข็งของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	69
5.18	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมโนกลีเซอไรต์ไม่อิ่มตัว ซูโครสเอสเทอร์ กับความชื้นของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	70
5.19	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	72

รูปที่	หน้า
5.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับปริมาตรของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	73
5.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับขนาดของรูพรุนในเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	74
5.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับความพรุนของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	75
5.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับความแข็งของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	76
5.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิติโคนกับความชื้นของเนื้อเค้ก ที่อุณหภูมิเนย 5 , 15 และ 25 ^o ซ.....	77
5.25 แสดงลักษณะเนื้อเค้กที่ยอมรับและไม่ยอมรับ.....	78



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย