



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาการผลิตแป้งลูกตาลหมักโดยเทคนิคเชื้อบริสุทธิ์
และการประยุกต์ใช้เป็นแป้งเค้กสำเร็จรูป ระยะที่ 3

Development of Fermented Toddy Palm Flour by Pure Culture Technique
and Application for Instant Cake Powder: 3rd Phase

โดย

นาย เรวัตร์ พงษ์พิสุทธินันท์

รองศาสตราจารย์ ดร. ไพโรจน์ วิริยจारी

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชรินทร์ เตชะพันธุ์

นาง จริญญา เสนาป่า

นางสาว ขนิษฐา อุ่มอารีย์

นางสาว เกื้อกุล จันทรรัตน์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

b00831610



ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246146

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาการผลิตแป้งลูกตาลหมักโดยเทคนิคเชื้อบริสุทธิ์ และการประยุกต์ใช้เป็นแป้งเค้กสำเร็จรูป ระยะที่ 3

Development of Fermented Toddy Palm Flour by Pure Culture Technique
and Application for Instant Cake Powder: 3rd Phase

โดย

นาย เรวัตร พงษ์พิสุทธินันท์

รองศาสตราจารย์ ดร. ไพโรจน์ วิริยจารี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชรินทร์ เตชะพันธ์

นาง จริญญา เสนาป่า

นางสาว ขนิษฐา อุ่มอารีย์

นางสาว เกื้อกุล จันทรรัตน์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2555

บทคัดย่อ

246146

การพัฒนาการผลิตแป้งลูกตาลหมักโดยเทคนิคเชื้อบริสุทธิ์ และการประยุกต์ใช้เป็นแป้งเค้กสำเร็จรูป ระยะที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการกักเก็บกลิ่นแป้งลูกตาลหมักที่เหมาะสม ศึกษากระบวนการผลิตแป้งลูกตาลหมักชนิดผงที่เหมาะสมและศึกษากระบวนการผลิตแป้งเค้กสำเร็จรูปที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแป้งเค้กสำเร็จรูปที่สามารถทำให้คืนรูปด้วยไมโครเวฟ

ในการเตรียมเนื้อลูกตาลหมัก จะนำเชื้อจุลินทรีย์และวิธีการผลิตเนื้อลูกตาลหมักที่ศึกษาได้จากโครงการระยะที่ 1 และ 2 มาใช้เตรียมเนื้อลูกตาลหมัก ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida krusei* และ *Lactobacillus fructivorans* ชนิดละร้อยละ 0.1 ของเนื้อลูกตาลสุก และน้ำตาลทราย ร้อยละ 10 ของเนื้อลูกตาลสุก ผสมส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกันหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

การศึกษากการกระบวนการกักเก็บกลิ่นแป้งลูกตาลหมัก โดยเปรียบเทียบสารกักเก็บกลิ่น 3 ชนิด คือ มอลโตเดกซ์ตริน ไฮโดรเดกซ์ตรินและกัมอะราบิก พบว่า สารกักเก็บกลิ่นเนื้อลูกตาลหมักที่เหมาะสม คือ มอลโตเดกซ์ตริน ในอัตราส่วนมอลโตเดกซ์ตรินต่อเนื้อลูกตาลหมัก เท่ากับ 80 ต่อ 20

การศึกษากกระบวนการผลิตแป้งลูกตาลหมักชนิดผงที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบวิธีการทำแห้ง 3 วิธี คือ การอบแห้งแบบถาดด้วยลมร้อน การอบแห้งแบบพ่นฝอย และการอบแห้งแบบลูกกลิ้ง พบว่า วิธีการทำแห้งที่เหมาะสม คือ การอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เข้าช่องผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 180 องศาเซลเซียส และมีร้อยละของผลผลิตหลังการอบแห้ง เท่ากับ 3.72

การศึกษาส่วนผสมของแป้งเค้กสำเร็จรูป พบว่า ส่วนผสมที่เหมาะสม ประกอบด้วยแป้งเค้ก เนื้อลูกตาลหมักชนิดผง นมข้นจืด เนย น้ำตาล อีซี25เค น้ำมะนาว และเกลือ เท่ากับ 395, 165, 240, 200, 200, 30, 13 และ 2 กรัม ตามลำดับ

การศึกษากส่วนผสมในการคืนรูปแป้งเค้กสำเร็จรูปด้วยไมโครเวฟ พบว่า ส่วนผสมที่เหมาะสม คือ แป้งเค้กสำเร็จรูป เบคกิ้งโซดา ผงฟู กะทิ และไข่ไก่ เท่ากับ 90, 0.15, 0.70, 66 และ 55 กรัมตามลำดับ และได้ผลิตภัณฑ์เค้กหลังจากการคืนรูปประมาณ 200 กรัม คิดเป็น 2 หน่วยบริโภค

การศึกษากอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แป้งเค้กสำเร็จรูปในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 5, 15, 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า ค่ากิจกรรมของน้ำของแป้ง

เค้กตาลสำเร็จรูป และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านสีของเค้กตาลสำเร็จรูปเป็นดัชนีชี้วัดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์มีอายุในการเก็บรักษานาน 82 สัปดาห์

ABSTRACT

The 3rd phase of the development of fermented toddy palm flour using pure culture technique and application for instant cake powder was aimed to study the appropriated odor encapsulation process for fermented toddy palm flour, the appropriated making process of fermented toddy palm flour powder and the appropriated making of instant cake powder that can be reconstituted by microwave oven usage.

The preparation of fermented toddy palm by using the microbe and the making method on the 1st and 2nd phases of fermented toddy palm were *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida krusei* and *Lactobacillus fructivorans* for 0.1% each and 10% sugar of toddy palm. All ingredients were mixed well and fermented with 30 °C for 18 hours.

Additionally, the comparison of odor encapsulation process for fermented toddy palm flour by comparing the 3 kinds of encapsulated odor substance (maltodextrin, cyclodextrin and gum Arabic) were found that the appropriated encapsulate odor substance was maltodextrin with 80:20 (maltodextrin:toddy palm).

The investigation of appropriated making process of fermented toddy palm flour powder by comparing the 3 methods; tray drying, spray drying and drum drying, were found that the appropriated drying process was spray drying with product input temperature as 180 °C and the percentage after dried product was 3.72%.

The study on suitable formula for instant cake powder were 395g cake flour, 165g fermented toddy palm powder, 240g evaporated milk, 200g butter, 200g sugar, 30g EC25K, 13g lemonade and 2g salt.

The optimization of instant fermented toddy palm flour ingredient that can be reconstituted by microwave oven usage was found that the suitable ingredients were 90g instant cake powder, 0.15g baking soda, 0.70g baking powder, 66g coconut milk and 55g eggs. These ingredients were able to make reconstituted product for 200g or 2 serving.

The Study of shelf life for Instant cake powder with accelerated temperature conditions at 5, 15, 25, 35 and 45°C for 16 weeks. It was found that water activity and color of instant cake powder were shelf life indices and shelf life of instant cake powder was 82 weeks.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย	22
วัตถุประสงค์และอุปกรณ์	22
วิธีการทดลอง	24
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	34
การทดลองที่ 1 การศึกษาวิธีการกักเก็บกลิ่นแบ่งลูกตาลหมักที่เหมาะสม	34
การทดลองที่ 1.1 การศึกษาชนิดของสารกักเก็บกลิ่นที่เหมาะสม	34
การทดลองที่ 1.2 การศึกษาปริมาณสารกักเก็บกลิ่นที่เหมาะสม	37
การทดลองที่ 2 การศึกษากระบวนการผลิตแบ่งลูกตาลหมักที่เหมาะสม	40
การทดลองที่ 2.1 การศึกษาวิธีการอบแห้งเนื้อลูกตาลหมักที่เหมาะสม	40
การทดลองที่ 2.2 การศึกษาสภาวะการอบแห้งเนื้อลูกตาลหมักที่เหมาะสม	43
การทดลองที่ 3 การศึกษากระบวนการผลิตแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปที่เหมาะสม	45
การทดลองที่ 3.1 การหาวิธีการผลิตเค้กตาลสำเร็จรูปที่เหมาะสม	45
การทดลองที่ 3.2 การหาส่วนผสมหลักที่เหมาะสมในการผลิตแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป	49
การทดลองที่ 3.3 การกลั่นกรองปัจจัยด้านส่วนผสมที่มีผลกระทบต่อการคั้นรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปด้วยไมโครเวฟ	54
การทดลองที่ 3.4 การศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมในการคั้นรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปด้วยไมโครเวฟ	61
การทดลองที่ 3.5 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การทดลองที่ 4 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม	114
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	117
บรรณานุกรม	120
ภาคผนวก	123
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์	124
ภาคผนวก ข. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	132
ภาคผนวก ค. ภาพประกอบ	138

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของแป้งสาลีที่ได้จากการโม่โดยแยกส่วนของแป้งในเอนโดสเปิร์มออก	6
2.2 ผลของน้ำชนิดต่างๆต่อการเกิดและความคงตัวของก๊าซ	8
3.1 แผนการทดลองแบบ Plackett and Burman Design (N=8) ในการกลั่นกรองปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แป้งเค้กตาลสำเร็จรูป	32
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆของแป้งลูกตาลหมักชนิดผงที่ได้จากการศึกษาชนิดของสารกักเก็บกลิ่นที่เหมาะสม	34
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาชนิดของสารกักเก็บกลิ่นที่เหมาะสม (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	36
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาชนิดของสารกักเก็บกลิ่นที่เหมาะสม	36
4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆ ของแป้งลูกตาลหมักชนิดผงที่ได้จากการศึกษาปริมาณของมอลโตเดกซ์ตรินที่เหมาะสม	38
4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาปริมาณของมอลโตเดกซ์ตรินที่เหมาะสม (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	38
4.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาปริมาณของมอลโตเดกซ์ตรินที่เหมาะสม	39
4.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆ ของแป้งลูกตาลหมักชนิดผงที่ได้จากการศึกษาวิธีการอบแห้งเนื้ลูกตาลหมักที่เหมาะสม	40
4.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาวิธีการอบแห้งเนื้ลูกตาลหมักที่เหมาะสม (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	41
4.9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาวิธีการอบแห้งเนื้ลูกตาลหมักที่เหมาะสม	42
4.10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆ ของแป้งลูกตาลหมักชนิดผงที่ได้จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งเนื้ลูกตาลหมักที่เหมาะสม	43

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.11	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งเนื้อลูกตาลหมักที่เหมาะสม (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	44
4.12	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งเนื้อลูกตาลหมักที่เหมาะสม	44
4.13	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาวิธีการผลิตแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปที่เหมาะสม (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	46
4.14	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของเค้กตาลที่ได้จากการศึกษาวิธีการผลิตแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปที่เหมาะสม	46
4.15	ความถี่สะสมในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เค้กตาลที่ผลิตจากวิธีที่ 1	49
4.16	ระดับปัจจัยของแบ่งเค้กและแบ่งลูกตาลหมักชนิดผงที่ใช้ในการหาส่วนผสมหลักที่เหมาะสมในการผลิตแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป	50
4.17	การออกแบบแบบ Mixture design ในการหาส่วนผสมหลักที่เหมาะสมในการผลิตแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป	50
4.18	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กตาลที่ได้จากการหาส่วนผสมหลักที่เหมาะสมในการผลิตแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	50
4.19	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของเค้กตาลที่ได้จากการหาส่วนผสมหลักที่เหมาะสมของแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป	51
4.20	สมการความสัมพันธ์แบบ Stepwise ของผลิตภัณฑ์เค้กตาลที่ได้จากการแปรผันปริมาณแบ่งเค้กและแบ่งลูกตาลหมักชนิดผง	52
4.21	ระดับของปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป	54
4.22	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กตาลที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยด้านส่วนผสมในการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพของเค้กตาล (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	55

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.23 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของเค้กตาลที่ได้จากการกลั่นกรองปัจจัยด้านส่วนผสมในการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพของเค้กตาล	56
4.24 ผลกระทบ (Effect) ของปัจจัยที่มีต่อคุณภาพของเค้กตาล ในการวางแผนแบบ Plackett and Burman Design (N=8)	57
4.25 ผลกระทบของปัจจัยต่อค่าสังเกตที่มีผลต่อคุณภาพของเค้กตาลที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 85	58
4.26 จำนวนผลกระทบที่มีผลต่อคุณภาพของเค้กตาลที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 85	59
4.27 ระดับของเบคกิ้งโซดาและกะทิ ในการศึกษาส่วนผสมในการผลิตที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป	61
4.28 แผนการทดลองแบบ 2 ² Factorial Experimental with 2 center point ในการศึกษาส่วนผสมในการผลิตที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป	62
4.29 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กตาลในการศึกษาส่วนผสมในการผลิตที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	62
4.30 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของเค้กตาลในการศึกษาส่วนผสมในการผลิตที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แบ่งเค้กตาลสำเร็จรูป	63
4.31 สมการความสัมพันธ์แบบ Stepwise ของผลิตภัณฑ์เค้กตาล ที่ได้จากการแปรผันปริมาณเบคกิ้งโซดาและกะทิ	64
4.32 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	67
4.33 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	68
4.34 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	69
4.35 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวมของแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	70

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.36	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่ากิจกรรมของน้ำ (A_w) ของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	72
4.37	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่าสี L ของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	73
4.38	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่าสี a^* ของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	74
4.39	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่าสี b^* ของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	75
4.40	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านความชื้น (ร้อยละ) ของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	76
4.41	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่าความเป็นกรด-ด่างของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	77
4.42	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านปริมาณกรด (ร้อยละ) ของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	78
4.43	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Log cfu/g) ของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	79
4.44	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านปริมาณยีสต์และราของ (Log cfu/g) แป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	80
4.45	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านปริมาณปริมาณ <i>E.Coli</i> (MPN/g) ของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	81
4.46	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเค้กตาลจากการคั่วรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	84
4.47	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของเค้กตาลจากการคั่วรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	85
4.48	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความฟูของเค้กตาลจากการคั่วรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	86

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.49	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่มของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	87
4.50	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	88
4.51	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	89
4.52	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความหวานของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	90
4.53	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	91
4.54	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวมของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)	94
4.55	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่ากิจกรรมของน้ำของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	95
4.56	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่าสี L ของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	96
4.57	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่าสี a^* ของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	97
4.58	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่าสี b^* ของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	98
4.59	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านแรงเนียน (นิวตัน) ของเค้กตาลจากการคืนรูปแบ่งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	99

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.60	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านความหนาแน่นของเค้กตาล (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) จากการคืนรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	100
4.61	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านความชื้น (ร้อยละ) ของเค้กตาลจากการคืนรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	101
4.62	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านความเป็นกรด-ด่างของเค้กตาลจากการคืนรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	102
4.63	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านปริมาณกรด (ร้อยละ) ของเค้กตาลจากการคืนรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	103
4.64	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Log cfu/g) ของเค้กตาลจากการคืนรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	104
4.65	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านปริมาณเชื้อยีสต์และรา (Log cfu/g) ของเค้กตาลจากการคืนรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	105
4.66	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านปริมาณเชื้อ E.Coli (MPN/g) ของเค้กตาลจากการคืนรูปแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา	106
4.67	อัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงปริมาณค่ากิจกรรมของน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ	108
4.68	อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แป้งเค้กตาลสำเร็จรูปที่อุณหภูมิต่าง เมื่อใช้ค่ากิจกรรมของน้ำเป็นตัวชี้วัด	110
4.69	อัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีที่อุณหภูมิต่างๆ	112
4.70	อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แป้งเค้กตาลสำเร็จรูปที่อุณหภูมิต่าง เมื่อใช้คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเค้กตาลสำเร็จรูปเป็นตัวชี้วัด	114

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1	กระบวนการกักเก็บกลืนลูกตาลหมัก
3.2	กระบวนการผลิตเค้กตาลด้วยไมโครเวฟวิธีที่ 1
3.3	กระบวนการผลิตเค้กตาลด้วยไมโครเวฟวิธีที่ 2
4.1	เค้กตาลที่ได้จากการกักเก็บกลืนโดยใช้สารชนิดต่างๆ
4.2	กระบวนการผลิตเค้กตาลด้วยไมโครเวฟ (ต้นแบบ)
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่าง C_A/C_0 กับเวลา
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมของน้ำของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูปที่อุณหภูมิต่างๆ
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln C_{At}/C_{Ao}$ กับเวลา
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเค้กตาลสำเร็จรูปที่อุณหภูมิต่างๆ
4.8	ฉลากโภชนาการของเค้กตาลสำเร็จรูป
4.9	บรรจุภัณฑ์และฉลากบรรจุภัณฑ์ของแป้งเค้กตาลสำเร็จรูป
ค-1	เนื้อลูกตาลสด
ค-2	เนื้อลูกตาลหมัก
ค-3	แป้งลูกตาลหมักชนิดผง
ค-4	เค้กตาล
ค-5	เค้กตาลสำเร็จรูป