

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ ขอขอบคุณคุณนวลศรี แม้นรักษ์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี และแปรรูป สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ให้ความช่วยเหลือ และเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ รวมถึงทุกท่านที่เกี่ยวข้องซึ่งไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ ในการช่วยเหลือดำเนินงานวิจัย แม้ว่าจะมากบ้างน้อยบ้าง แต่หากขาดท่านใดท่านหนึ่ง งานวิจัยฉบับนี้คงสำเร็จลงไม่ได้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุภาวินี แสนทวีสุข

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อ | (ก) |
| ABSTRACT | (ค) |
| กิตติกรรมประกาศ | (จ) |
| สารบัญ | (ฉ) |
| สารบัญตาราง | (ช) |
| สารบัญภาพ | (ณ) |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.3 ขอบเขตและข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย | 3 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| 1.5 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ | 4 |
| 1.6 สถานที่ทำการวิจัย | 4 |
| บทที่ 2 ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง | 5 |
| 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะขามป้อม | 5 |
| 2.2 ทฤษฎีการทำแห้ง | 13 |
| 2.3 การผลิตเครื่องดื่มผงโดยวิธีทำแห้งแบบโฟม-แมท | 22 |
| บทที่ 3 วิธีการวิจัย | 31 |
| 3.1 วัตถุประสงค์ | 31 |
| 3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี | 31 |
| 3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล | 32 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| บทที่ 4 ผลของการวิจัย | 39 |
| 4.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์น้ำมะขามป้อมผงสำเร็จรูป | 39 |
| 4.2 การเลือกสารที่ทำให้เกิดโฟมที่เหมาะสม | 41 |
| 4.3 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบโฟม-แมท | 43 |
| บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ | 53 |
| 5.1 สรุปผลการศึกษา | 53 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 54 |
| บรรณานุกรม | 55 |
| ภาคผนวก | |
| ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบ | 60 |
| ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส | 73 |
| ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์คุณภาพ | 76 |
| ประวัติผู้ทำรายงานการวิจัย | 81 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 2.1 | คุณค่าทางโภชนาการของผลมะขามป้อม | 9 |
| 3.1 | สูตรน้ำมะขามป้อมที่ใช้ในการคัดคัดเลือกสูตรพื้นฐานของ ผลิตภัณฑ์น้ำมะขามป้อมผงสำเร็จรูป | 33 |
| 4.1 | ผลการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำมะขามป้อมผง ที่ผลิตด้วยการทำแห้งแบบโฟม-แมท | 40 |
| 4.2 | ผลการทดสอบชนิดของสารก่อให้เกิดโฟมระดับต่ำสุดที่ก่อให้เกิดโฟม ในส่วนผสมน้ำมะขามป้อม | 42 |
| 4.3 | ปริมาณของสารละลาย Egg albumin ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ในส่วนผสมน้ำมะขามป้อม | 42 |
| 4.4 | คุณสมบัติด้านความคงตัว ความหนาแน่น และ Overrun ของโฟม จากสารละลาย Egg albumin ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ที่ระดับต่างๆ | 43 |
| 4.5 | คุณภาพของน้ำมะขามป้อมผงที่ผลิตโดยการทำแห้งแบบโฟม-แมท | 49 |
| 4.6 | ค่าสีเฉลี่ยของน้ำมะขามป้อมผงที่ผลิตโดยการทำแห้งแบบโฟม-แมท | 50 |
| 4.7 | ค่า pH, ปริมาณวิตามินซี และผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส แบบ 9-Point Hedonic Scale ของน้ำมะขามป้อมผงที่ได้จากการทำแห้ง แบบโฟม-แมทที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และน้ำมะขามป้อมพร้อมดื่ม ที่มีขายในท้องตลาด | 52 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 2.1 | ลักษณะลำต้นและรูปทรงของมะขามป้อม | 6 |
| 2.2 | ลักษณะผลและใบของมะขามป้อม | 7 |
| 2.3 | โครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิกจากน้ำมะขามป้อม | 10 |
| 2.4 | สารประกอบแกลโลแทนนินส์ (gallotannins) จากสารสกัดน้ำมะขามป้อม | 11 |
| 2.5 | การเคลื่อนที่ของความชื้นระหว่างการทำแห้ง | 15 |
| 2.6 | เส้นโค้งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการแห้งของอาหาร | 16 |
| 2.7 | อิทธิพลของวอเตอร์แอกทิวิตี ต่ออัตราการเสื่อมเสียของอาหาร | 18 |
| 2.8 | เครื่องทำแห้งแบบสายพาน (Belt dryer) | 27 |
| 2.9 | เครื่องทำแห้งแบบถาด (Tray dryer) หรือแบบตู้ (Cabinet dryer) | 28 |
| 2.10 | กราฟไฮโครเมตริกซ์ของการทำแห้งโดยใช้อากาศร้อน | |
| 4.1 | ปริมาณความชื้นของโพน้ำมะขามป้อมที่เวลาการทำแห้งต่างๆ เมื่อใช้ อุณหภูมิในการทำแห้ง 60 องศาเซลเซียส | 46 |
| 4.2 | ปริมาณความชื้นของโพน้ำมะขามป้อมที่เวลาการทำแห้งต่างๆ เมื่อใช้ อุณหภูมิในการทำแห้ง 70 องศาเซลเซียส | 46 |
| ก.1 | ผลมะขามป้อมสด จากบุรีรัมย์ | 61 |
| ก. 2 | น้ำมะขามป้อมเข้มข้น | 61 |
| ก. 3 | สารละลาย Methocel 65 HG ความเข้มข้นร้อยละ 1 | 62 |
| ก. 4 | สารละลาย CMC ความเข้มข้นร้อยละ 1 | 62 |
| ก. 5 | สารละลาย Egg albumin ความเข้มข้นร้อยละ 1 | 63 |
| ก. 6 | สารละลาย Egg albumin: Methocel 65 HG อัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้นร้อยละ 1 | 63 |
| ก. 7 | การตีส่วนผสมน้ำมะขามป้อมให้อยู่ในรูปโพน | 64 |
| ก. 8 | ลักษณะของส่วนผสมที่ดีแล้วไม่เกิดโพน | 64 |
| ก. 9 | ลักษณะของโพนที่มีความคงตัวไม่ดี | 65 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า | |
|--------|--|----|
| ก. 10 | ลักษณะของโฟมที่มีความคงตัวดี | 65 |
| ก. 11 | โฟมที่มีความคงตัวดี มีสภาพกระด้างไม่เป็นของเหลว | 66 |
| ก. 12 | การหาความหนาแน่นของโฟม | 66 |
| ก. 13 | การหาความคงตัวของโฟม | 67 |
| ก. 14 | การแยกตัวของเหลวออกจากโฟม | 67 |
| ก. 15 | บีบโฟมให้เป็นเส้นบนภาตโปร่ง ก่อนนำไปทำแห้ง | 68 |
| ก. 16 | โฟมที่มีความคงตัวไม่ดีเมื่อทำแห้งแล้วจะมีลักษณะเหนียวไม่เป็นผง | 68 |
| ก. 17 | น้ำมะขามป้อมผงที่ได้จากโฟมที่มีความคงตัวดี | 69 |
| ก. 18 | น้ำมะขามป้อมผงที่ชูดออกจากภาตแล้วมีความเปราะแตกเป็นเกล็ดได้ง่าย | 69 |
| ก. 19 | ลักษณะน้ำมะขามป้อมผงที่ผ่านการบดละเอียดแล้ว | 70 |
| ก. 20 | การหาการละลายของน้ำมะขามป้อมผงที่ผลิตด้วยวิธีการทำแห้งแบบโฟม-แมท | 70 |
| ก. 21 | น้ำมะขามป้อมพร้อมดื่มยี่ห้อ A, B และน้ำมะขามป้อมคั้นรูปจากน้ำมะขามป้อมผงที่ผลิตโดยการทำแห้งแบบโฟม-แมท โดยใช้สารละลาย Egg albumin เข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ที่ระดับร้อยละ 37.25 และ 47.25 | 71 |
| ก. 22 | ผลิตภัณฑ์น้ำมะขามป้อมคั้นรูปจากน้ำมะขามป้อมผงที่ผลิตโดยการทำแห้งแบบโฟม-แมท | 71 |
| ก. 23 | บรรจุผลิตภัณฑ์น้ำมะขามป้อมผงที่ผลิตโดยการทำแห้งแบบโฟม-แมทในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ | 72 |