****

**รายงานการวิจัย**

**เรื่อง**

**การพัฒนากระบวนการผลิตผงกล้วยน้ำว้า**

**สำหรับทดแทนครีมเทียมเพื่อสุขภาพ**

**Production Development of Namwa Banana**

**Powder to Replace Healthy Nondairy Creamer**

**สุมินทร์ญา ทีทา**

**มะลิ นาชัยสินธุ์**

**กลยุทธ ดีจริง**

**สุชนา วานิช**

**มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**

**พ.ศ. 2561**

**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
*(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2560)***

****

**รายงานการวิจัย**

**เรื่อง**

**การพัฒนากระบวนการผลิตผงกล้วยน้ำว้า**

**สำหรับทดแทนครีมเทียมเพื่อสุขภาพ**

**Production Development of Namwa Banana**

**Powder to Replace Healthy Nondairy Creamer**

**มะลิ นาชัยสินธุ์**

**สุมินทร์ญา ทีทา**

**กลยุทธ ดีจริง**

**สุชนา วานิช**

**มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**

**พ.ศ. 2561**

**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**

 ***(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2560)***

**กิตติกรรมประกาศ**

# การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ

 ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

 ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาอบรมสั่งสอนและเมตตาต่อศิษย์อย่างสูงยิ่ง

 ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อประกอบการวิจัย

 ขอขอบคุณทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2560

 คณะผู้วิจัย

กันยายน 2561

**หัวข้อวิจัย** การพัฒนากระบวนการผลิตผงกล้วยน้ำว้าสำหรับทดแทน

ครีมเทียมเพื่อสุขภาพ

**ผู้ดำเนินการวิจัย** นางสาวสุมินทร์ญา ทีทา

 นางสาวมะลิ นาชัยสินธุ์

 นายกลยุทธ ดีจริง

 นางสาวสุชนา วานิช

**หน่วยงาน** สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

 สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

**ปี พ.ศ.** 2561

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการผลิตผงกล้วยน้ำว้าเพื่อนำไปเติมเพื่อทดแทนครีมเทียมโดยการศึกษาแบ่งออกเป็น (1) การออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรด (2) หาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง (3) หาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการอบกล้วยความสุกระยะที่ 3 เพื่อนำไปผลิตเป็นผงกล้วย โดยกล้วยน้ำว้ามีความชื้นเริ่มต้น 166 % w.b. อบแห้งให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 4% w.b. โดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 65 และ 70˚C (4) ศึกษาคุณภาพและทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยผง จากการวิจัยพบว่า

 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ( ) เฉลี่ยเท่ากับ 31.47 % โดยมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกของตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 11.19˚C เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 55 65 และ 70˚C ให้ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 13.29 14.23 และ 14.59 MJ/kg ตามลำดับ โดยกล้วยอบแห้งที่อุณหภูมิ 70˚C ให้ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมากที่สุดแต่ใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุด คือ 50 นาที อัตราการอบแห้งมีค่าสูงมากในช่วงแรกๆ ของการอบแห้ง อุณหภูมิอบแห้ง 55 65 และ 70˚C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเท่ากับ 80 60 และ 50 นาที ตามลำดับ ค่าการละลายที่อุณหภูมิ 60˚C เท่ากับ 94.17 91.56 และ 89.11 % ค่าการละลายที่อุณหภูมิ 80˚C เท่ากับ 81.27 94.68 และ 76.43 % ซึ่งอุณหภูมิอบแห้ง 55 65 และ 70 ºC ตามลำดับ ค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมเท่ากับ 84.35 84.04 และ 83.18 เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 55 65 และ 70˚C ตามลำดับ การทดสอบทางประสาทสัมผัสจากแบบประเมิน ให้ผลคะแนนสำหรับกล้วยผงเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 65˚C เมื่อนำไปเติมในกาแฟเพื่อทดแทนครีมเทียมได้รับการยอมรับดีมาก (คะแนน 8.05) ในขณะที่กล้วยผงเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 70˚C ได้รับการยอมรับเพียงเล็กน้อย (คะแนน 6.55) และในขณะที่กล้วยผงเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 55˚C ได้รับการยอมรับปานกลาง (คะแนน 6.97)

**Research Title** Production Development of Namwa Banana Powder to Replace Healthy Nondairy Creamer

**Researcher** Miss Suminya Teeta

MissMali Nachaisin

 Mr.Konlayut Deejing

 Miss Suchana Wanish

**Organization** Physics Program, Faculty of Science and Technology

 Chemistry Program, Faculty of Science and Technology

 Rajabhat Maha Sarakham University

**Year** 2018

 **ABSTRACT**

The objective of this research was the development and production process of Namwa banana powder as a healthy nondairy creamer alternative. The study was divided into 4 parts: 1) Design and develop a solar energy combined far-infrared radiation dryer 2) To study performance of the dryer 3) To find a suitable condition for drying from peel color index 3 (PCI 3) using banana as a replacement nondairy creamer 4) The quality physical and sensory evaluation. The initial moisture content of the banana was 166 % wet basis; the drying process reduced the moisture content down to a 4% wet basis. The average efficiency of the solar collector was 31.47 %. The different of average temperature between inlet and outlet of the solar collector was 11.19 ˚C. The specific energy consumption was 12.42, 10.76 and 9.16 MJ/kg; the drying time for the banana was 80, 60 and 50 minutes at temperature dried as 55, 65 and 70˚C respectively. The drying rate increased with the increase of drying temperature. The solubility of the banana powder at 60˚C was 94.17, 91.56 and 89.11%. The solubility of the banana powder at 80˚C was 81.27, 94.68 and 76.43%. The total color difference was 84.35, 84.04 and 83.18, dried at these temperatures, 55, 65 and 70˚C respectively. Sensory evaluation via 9 – point hedonic scale indicated that the quality of the product was very good (8.05) which was dried at 65˚C, the acceptance for product was like slightly (6.55) for dried at 70˚C and acceptance for product was middle (6.97) for dried a 55˚C.

**สารบัญ**

# หน้า

กิตติกรรมประกาศ

บทคัดย่อภาษาไทย ……………………………………………………………………………………………………….… ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ …………………………………………………………………………………………………… ข

สารบัญ ………………………………………………………………………………………………………………………… ค

สารบัญตาราง …………………………………………………………………………………………………………..….. ง

สารบัญภาพ ……………………………………………………………………………………………………………….…. จ

**บทที่ 1 บทนำ** 1

 ความเป็นมาและความสำคัญ …………………………………………….……………..…… 1

 วัตถุประสงค์ของการวิจัย ………………………………….………………………………….. 2

 ขอบเขตการวิจัย …………………………………………………………………………….…… 2

 สมมติฐานการวิจัย ………………………………………………………………………………. 3

 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย ……………………………………………………………….. 4

 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ …………………………………………………………………… 4

**บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** 5

 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ …………………………………………………………….. 5

 หลักการอบแห้ง………………………………………………………………………….……….…. 10

 ผลิตภัณฑ์ครีมเทียม ………………………………………………………………………..….….. 14

 วัตถุดิบที่นำมาผลิตผงกล้วย…………………………………………………...………………… 16 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของกล้วยผงน้ำว้า…………………………………..…………… 18

 การประเมินทางประสาทสัมผัส …………………………………………………..…………… 19

 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ……………………………………………………………..……………….. 20

หน้า

**บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย** 24

 เครื่องมือ/อุปกรณ์ในการวิจัย……………………………………………………………………. 24

 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย …………………………………………………………………… 25

 การวิเคราะห์สมบัติของแท่งเชื้อเพลิง ……………………………………………………… 27

 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผงกล้วย…………………………………….………. 29

 การประเมินทางประสาทสัมผัส ……………………………………………………………..… 30

**บทที่ 4 ผลการวิจัย** 37

 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วม

 กับรังสีอินฟาเรดสำหรับอบแห้งกล้วย………………………………………….....……….. 37

 หาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟาเรด ……… 38

 การอบแห้งกล้วยดิบเพื่อนำไปผลิตเป็นผงกล้วย ………………………………...………. 48

 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ …………………………………..……… 51

 ทดสอบด้านประสาทสัมผัส …………………………………………….…………………….... 52

**บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**  55

 สรุปผลการวิจัย ……………………………………………………………………………………. 55

 อภิปรายผล …………………………………………………………………………………………. 55

 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ …………………………………………………… 56

 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ………………………………………………….…. 56

**บรรณานุกรม** 57

 บรรณานุกรม ………………………………………………………………………………….…………. 57

**ภาคผนวก** 59

 ภาคผนวก ก การหาความชื้นเริ่มต้นของกล้วยสุกระยะที่ 3 …………………………. 60

 ภาคผนวก ข การหาประสิทธิภาพของตัวรับรังสีอาทิตย์………………………………. 63

 ภาคผนวก ค การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ…………………………………………… 66

 ภาคผนวก ง การประเมินความชอบ …………………………………………….……….…. 70

 ภาคผนวก จ กระบวนการผลิตและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่ง 67

**ประวัติผู้วิจัย** …………………………………………………………………………………………………………..………. 74

**สารบัญตาราง**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ตารางที่ |   | หน้า |
| 2.1 | แสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าในส่วนที่กินได้ 100 กรัม ………………… | 18 |
| 4.1 | ค่าความแตกต่างอุณหภูมิทางเข้าและทางออก (TOut- TIn) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ความเข้มรังสีอาทิตย์ (Gt) และประสิทธิภาพของแผงรับรังสีอาทิตย์ ()  |  |
|  | เฉลี่ยของช่วงเวลาในการอบแห้ง ………………………………………………………………….. | 42 |
| 4.2 | ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเฉลี่ย (SEC) ของเครื่องอบแห้ง |  |
|  | ร่วมรังสีอินฟราเรดร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ ………………………………………………. | 43 |
| 4.3 | อัตราส่วนความชื้นที่อบแห้ง ณ เวลาใดๆ ด้วยเครื่องอบแห้งอินฟราเรดร่วมกับ |  |
|  | พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรด อบแห้งที่อุณหภูมิที่ 55 ˚C …………. | 44 |
| 4.4 | อัตราส่วนความชื้นที่อบแห้ง ณ เวลาใดๆ ด้วยเครื่องอบแห้งอินฟราเรดร่วมกับ |  |
|  | พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรด อบแห้งที่อุณหภูมิที่ 65˚C …………. | 45 |
| 4.5 | อัตราส่วนความชื้นที่อบแห้ง ณ เวลาใดๆ ด้วยเครื่องอบแห้งอินฟราเรดร่วมกับ |  |
|  | พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรด อบแห้งที่อุณหภูมิที่ 70˚C …………. | 46 |
| 4.6 | ความเปลี่ยนแปลงของผงกล้วยเมื่ออบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งอินฟราเรดร่วมกับ |  |
|  | พลังงานแสงอาทิตย์ ที่อุณหภูมิ 55 65 และ 70˚C ………………………………………. | 52 |
| 4.7 | คุณภาพของผงกล้วยเมื่อนำไปผสมในกาแฟเพื่อทดแทนครีมเทียมที่ผ่านการ  |  |
|  | ทดสอบทางประสาทรูปสัมผัสโดยการทดสอบ  |  |
|  | แบบให้คะแนน ความชอบ ………………………………………………………….……………….  | 53 |
| ข-1 | ค่าประสิทธิภาพของตัวรับรังสีอาทิตย์เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 55˚C ……………….. | 64 |
| ข-2 | ค่าประสิทธิภาพของตัวรับรังสีอาทิตย์เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 65˚C ……………….. | 64 |
| ข-3 | ค่าประสิทธิภาพของตัวรับรังสีอาทิตย์เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 70˚C ……………….. | 65 |
| ค-1 | ค่าการละลายของผงกล้วยที่อบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ …………………………………….. | 67 |
| ค-2 | ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผงกล้วยเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ……………………….. | 68 |

**สารบัญภาพ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ภาพที่ |  | หน้า |
| 3.1 | ลักษณะเครื่องอบแห้งอินฟราเรดร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์………………………….. | 28 |
| 3.2 | วัตถุดิบ (ก) กล้วยน้ำว้าล้างสะอาด (ข) ต้มในน้ำอุณหภูมิ 60˚C ………………..… | 31 |
| 3.3 | เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรด………………………………… | 32 |
| 3.4 | เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลความละเอียด 0.01 กรัม ………………………………….. | 32 |
| 3.5 | เครื่องวัดค่าพลังงาน Power factor……………………………………………….…………… | 32 |
| 3.6 | เครื่องบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ………………………………………………………………………… | 33 |
| 3.7 | ไพรานอมิเตอร์ ………………………………………………………………………………………… | 33 |
| 3.8 | ตู้อบหาความชื้นของผลิตภัณฑ์แบบลมร้อน ………………………………………………… | 33 |
| 3.9 | เครื่องหั่นกล้วย…………………………………………………….…………………………………… | 34 |
| 3.10 | การวัดค่าการละลาย (ก) เครื่องเซนทริฟิว  | 35 |
|  | (ข) อ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ………………………………….………………………..……. | 33 |
| 4.1 | ด้านข้างเครื่องอบแห้งอินฟราเรดร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์………………………….. |  |
| 4.2 | ด้านหน้าเครื่องอบแห้งอินฟราเรดร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ ……………………….. | 34 |
| 4.3 | ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งอินฟราเรดร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ ……………. |  |
|  | ผงถ่านเปลือกแมคคาเดเมียที่อัตราส่วนต่างๆ ………………………………….…………. | 35 |
| 4.4 | การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ |  |
|  | ในระหว่างการอบแห้งกล้วยที่ 55˚C โดยทดลองเวลา 10.00-12.00 น. …………. | 40 |
| 4.5 | การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ |  |
|  | ในระหว่างการอบแห้งกล้วยที่ 65˚C โดยทดลองเวลา 10.00-12.00 น. …………. | 40 |
| 4.6 | การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ |  |
|  | ในระหว่างการอบแห้งกล้วยที่ 70˚C โดยทดลองเวลา 10.00-12.00 น. …………. | 41 |
| 4.7 | การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในเครื่องอบแห้งในระหว่าง  |  |
|  | การอบแห้งกล้วยเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ  |  |
|  | โดยทดลองเวลา 10.00-12.00 น.………………………………………………………………… | 43 |
|  |  |   |

**สารบัญภาพ (ต่อ)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ภาพที่ |  | หน้า |
| 4.8 | การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกล้วยระหว่างการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง |  |
|  | พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรดร่วมกับ  | 45 |
|  | โดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 55˚C ……………………………………………………………………… |  |
| 4.9 | การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกล้วยระหว่างการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง |  |
|  | พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรดร่วมกับ  |  |
|  | โดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 65˚C ……………………………………………………………………… | 46 |
| 4.10 | การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกล้วยระหว่างการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง |  |
|  | พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรดร่วมกับ  |  |
|  | โดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 70˚C ……………………………………………………………………… | 47 |
| 4.11 | การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกล้วยระหว่างการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง |  |
|  | พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรดร่วมกับ โดยโดยอบแห้ง |  |
|  | ที่อุณหภูมิ 55 65 และ70˚C ……………………………………………………………………. | 48 |
| 4.12 | การอบแห้งกล้วยในขณะภายในเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสี |  |
|  | อินฟราเรด ……………………………………………………………………………………………….. | 49 |
| 4.13 | กล้วยหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60˚C ……………………………………………………….. | 49 |
| 4.14 | การบดละเอียดกล้วยหลังการอบแห้ง ………………………………………………………….. | 50 |
| 4.15 | การจัดเก็บกล้วยหลังจากบดละเอียดเมื่ออบแห้งที่  |  |
|  | อุณหภูมิ 55 65 และ 70˚C ……………………………………………………… | 50 |
| 4.16 | ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากการอบแห้งกล้วยเพื่อนำไปเติมในการแฟ |  |
|  | เพื่อทดแทนครีมเทียม ……………………………………………………………………………….. | 50 |
| 4.17 | ค่าการละลายของผงกล้วยเมื่ออบที่อุณหภูมิ  |  |
|  | 55 65 และ 70˚C …………………………………………………………………… | 51 |
| ค-1  | ขั้นตอนการวัดสีของผงกล้วย ……………………………………………………………………… | 69 |
| ง-1 | ผงกล้วยที่อบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ……………………………………………………………….. | 72 |
| ง-2  | การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการเติมในการแฟ……………………………………… | 72 |
| ง-3 | ตัวอย่างบางส่วนจากผู้เข้าทดสอบทางประสาทสัมผัส …………………………………… | 73 |
| ง-4 | ผู้เข้าทดสอบทางประสาทสัมผัสทดลองชิม ………………………………………………….. | 73 |
|  |  |  |

 **สารบัญภาพ (ต่อ)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ภาพที่ |  | หน้า |
| ง-5 | ผู้เข้าทดสอบทางประสาทสัมผัสประเมินความพึงพอใจ | 73 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |