



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขนุนกรอบเพื่อ
ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลไม้
พื้นเมือง

Process Development of Crispy Jackfruit Product for Quality
Improvement of Native Product and Value Creation of Local Fruit

หัวหน้าโครงการ นางสาวสินิมา ชินสาร

ผู้ร่วมโครงการ นางสาววิชมณี ยืนยงพุทธกาล

นางสาวนิสาณารถ กระแสร์ชล

นางสาวธีรารัตน์ อธิธิโสภณกุล

มหาวิทยาลัยบูรพา

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ภายใต้โครงการวิจัยและนวัตกรรม

เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554



249997



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขุ่นกรอบเพื่อ
ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลไม้
พื้นเมือง

Process Development of Crispy Jackfruit Product for Quality
Improvement of Native Product and Value Creation of Local Fruit

หัวหน้าโครงการ นางสาวสิริมา ชินสาร

ผู้ร่วมโครงการ นางสาววิชมณี ยืนยงพุทธกาล

นางสาวนิสานารถ กระแสร์ชล

นางสาวธีรารัตน์ อธิธิโสภณกุล

มหาวิทยาลัยบูรพา

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ภายใต้โครงการวิจัยและนวัตกรรม

เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาเป็นอย่างสูงที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย ภายใต้โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 ครั้งที่ 2 ขอขอบคุณฝ่ายวิจัยและส่งเสริมการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับการประสานงาน อย่างดียิ่ง ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ และภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารที่ให้ความอนุเคราะห์ใน การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัย ท้ายนี้ขอขอบคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนิสิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร รวมถึงผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย ครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2555

บทคัดย่อ

249997

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขนุนกรอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดั้งเดิมและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลไม้พื้นเมือง ขั้นแรก เป็นการหาองค์ประกอบทางเคมีพบว่า ขนุนมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และเส้นใยหยาบ เท่ากับ 73.36 2.48 0.61 1.00 18.85 และ 2.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขั้นที่สอง เป็นการหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมขั้นตอนของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบ โดยแปรระยะเวลาการลวกเป็น 0 3 และ 5 นาที และระดับความชื้นของขนุนเป็น 50 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส และอบไล่ไขมันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบที่ผ่านการลวก 3 นาที ปริมาณความชื้นเริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไขมันลดลงมากที่สุดเท่ากับ 24.39 เปอร์เซ็นต์ และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดในระดับชอบปานกลาง ขั้นที่สาม เป็นการศึกษาผลของการเตรียมขั้นตอนด้วยวิธีออสโมซิสต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบ โดยแปรเวลาในการออสโมซิสเป็น 4 ระดับ คือ 0 1 2 และ 3 ชั่วโมง พบว่าการออสโมซิสช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความพองกรอบมากกว่าการไม่ผ่านการออสโมซิส โดยผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่ผ่านการออสโมซิสนาน 2 ชั่วโมงได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด จากการศึกษาหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมของการอบแห้งช่วงอุณหภูมิสูงเวลาสั้น (HTST stage) แปรอุณหภูมิเป็น 200 210 และ 220 องศาเซลเซียส และเวลาในการอบแห้งเป็น 10 15 และ 20 นาที พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่มีสภาวะการอบแห้งขั้น HTST stage ที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ขั้นที่สี่ ศึกษาระดับความสุกของขนุนต่อคุณภาพของขนุนทอดกรอบและอบกรอบ สำหรับขนุนทอด นำขนุนที่มีอายุ 100-120 วัน มาบ่มเป็นเวลา 0 1 และ 2 วัน พบว่า ขนุนที่ผ่านการบ่ม 1 วัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะได้รับคะแนนความชอบด้านสีและความชอบโดยรวมสูงที่สุดในระดับชอบปานกลาง และจากการศึกษาผลของระดับความสุกต่อคุณภาพของขนุนอบกรอบ โดยใช้ขนุนซึ่งมีระดับความสุก 60 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ขนุนที่ระดับความสุก 60 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสดีกว่าสิ่งทดลองอื่น มีลักษณะกรอบแข็ง เคี้ยวง่าย ขั้นตอนสุดท้าย เป็นการศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนุนทอดกรอบและอบกรอบระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมพอยส์ลามิเนตได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดในระดับชอบปานกลางเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PE แบบหนาและใส ร่วมกับการเติมสารดูดความชื้นได้รับคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด

ABSTRACT

249997

This research was to study the process development of crispy jackfruit product for quality improvement of native product and value creation of local fruit. The first step, chemical property of jackfruit was analyzed. Results showed that moisture, protein, fat, ash, and carbohydrate content were 73.36, 2.48, 0.61, 1.00, 18.85 and 2.21%, respectively. The second step, the optimum pre-treatment method of fried jackfruit was investigated. Blanching time was varied to be 0, 3 and 5 minutes. And the initial moisture content of jackfruit was varied to be 50, 60 and 70%. Then, jackfruit was fried at 150°C and dried at 60°C for 2 hours. Oil reduction value showed that the jackfruit which was blanched for 3 minutes and have the initial moisture content of 50% gave the highest oil reduction of 24.39%. The product obtained the highest overall liking score at the level of moderately like. The third step, effect of pretreatment using osmotic dehydration on crisp jackfruit product quality was investigated. The osmosis time was varied to be 0, 1, 2 and 3 hours. The results showed that the product with osmosis treatment had more crispiness than the product without osmosis treatment. The crisp jackfruit product from osmotic pretreatment for 2 h. could obtain the highest overall liking score. The optimum temperature and time of high temperature-short time drying stage (HTST stage) were evaluated. The drying temperature at 200 210 and 220 °C and drying time at 10 15 and 20 minutes were carried out. It was found that the highest overall liking score could obtain from crisp jackfruit product which dried on HTST stage at 210 °C for 15 minute. The fourth step, the level of maturity on quality of fried jackfruit and crisp jackfruit products were studied. For fried jackfruit, jackfruit (100-120 days maturity) was incubated for 0, 1 and 2 days. The final product obtained the highest color and overall liking score at the level of moderately like. For crisp jackfruit product, it was found that the product from 60% ripeness jackfruit could obtain the highest overall liking score. The developed product had better texture quality than other treatments. It was crisp and easy to masticate. The final step, the type of packaging on quality change of fried jackfruit and crisp jackfruit product during storage was investigated. For fried jackfruit, the highest overall liking score obtained from the product packed in the aluminum foil laminated plastic bag at the level of moderately like after 4 weeks of storage time. As well as, the crisp jackfruit product packed in thick and clear PE film with moisture absorbed agent also obtained the highest overall liking score.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญเรื่อง.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการทำวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	3
ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ชนวน.....	4
การแปรรูปชนวน.....	7
การสุกของผลไม้.....	9
การลวก.....	9
การดึ่งน้ำออกแบบบอสมซิส.....	12
การอบแห้ง.....	17
การอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิสูงและเวลาสั้น.....	21
การทอด.....	23
การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารแห้งหรือขนมขบเคี้ยว.....	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	33
วัตถุดิบ.....	33
วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ.....	33
วิธีดำเนินการทดลอง.....	34
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	45
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	116
สรุปผลการทดลอง.....	116
ข้อเสนอแนะ.....	117
รายการอ้างอิง.....	118

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 องค์ประกอบของขนุนแก่ ชั่งขนุน และเมล็ดขนุนดิบ.....	6
3-1 เวลาที่ใช้ในการทอดตัวอย่างขนุนที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นในระดับต่างๆ ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส.....	34
3-2 สิ่งทดลองที่ได้จากการแปรการใช้อุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งช่วง HTST.....	39
3-3 สิ่งทดลองที่ได้จากการแปรการใช้และไม่ใช้สารดูดความชื้นและชนิดบรรจุภัณฑ์.....	44
4-1 องค์ประกอบทางเคมีของขนุนดิบพันธุ์ทองประเสริฐ อายุประมาณ 100-120 วัน.....	45
4-2 เวลาที่ใช้ในการอบแห้งขนุนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....	47
4-3 สรุปผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสิ่งทดลองที่แปรปัจจัยของขนุนแผ่นทอดกรอบ การlovakและความชื้นที่เหลืออยู่ก่อนการทอด.....	48
4-4 ค่า L^* , a^* และ b^* ของขนุนทอดกรอบที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นที่สภาวะต่างๆ.....	49
4-5 ค่าความแตกเปราะ (Fracturability) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบที่สภาวะการเตรียมขั้นต้นที่สภาวะต่างๆ.....	50
4-6 ค่าอัตราการพองตัว และค่าความหนาแน่นของขนุนทอดกรอบที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นที่สภาวะต่างๆ.....	51
4-7 ค่าแอกติวิตีของน้ำ (a_w) และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นที่สภาวะต่างๆ.....	52
4-8 ปริมาณน้ำมันที่ผลิตภัณฑ์ดูดซับไว้ขณะทอด แสดงในรูปปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์) และปริมาณไขมันที่ลดลง (เปอร์เซ็นต์) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นที่สภาวะต่างๆ.....	53
4-9 คะแนนความชอบของขนุนทอดกรอบที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นที่สภาวะต่างๆ.....	54
4-10 ปริมาณน้ำที่สูญเสีย (WL) ปริมาณน้ำหนัที่ลดลง (WR) และปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (SG) ของชิ้นขนุนที่เวลาในการออสโมซิสต่างๆ ที่อุณหภูมิห้อง.....	56
4-11 สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (y) กับระยะเวลา (x) ในการทำแห้งขนุนในขั้นตอน Air drying stage ที่อุณหภูมิ 70 °C เมื่อใช้ขนุนที่ผ่านการออสโมซิส 0 1 2 และ 3 ชั่วโมง.....	60
4-12 ค่า a_w และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่ไม่ผ่านและผ่านการออสโมซิสที่เวลาต่างๆ.....	61
4-13 ค่าสี (L^* a^* และ b^*) ของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่ไม่ผ่านและผ่านการออสโมซิสที่เวลาต่างๆ.....	62
4-14 ผลการวิเคราะห์ค่าความแข็ง อัตราการพองตัว และความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ที่เวลาในการออสโมซิสต่างๆ.....	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-15 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่ผ่านและไม่ผ่านการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิส.....	66
4-16 เวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่ไม่ผ่านและผ่านการออสโมซิส.....	66
4-17 ค่า a_w และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่แปรรูปหุ้ญมิและเวลาการอบแห้งช่วง HTST stage.....	68
4-18 ค่าสี (L^* a^* b^*) ของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่แปรรูปหุ้ญมิและเวลาการอบแห้งช่วง HTST stage.....	69
4-19 ค่าความแข็ง อัตราการพองตัวและค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่แปรรูปหุ้ญมิและเวลาการอบแห้งช่วง HTST stage.....	71
4-20 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่แปรรูปหุ้ญมิและเวลาการอบแห้งช่วง HTST stage.....	73
4-21 ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบจากขนุนที่บ่มเป็นเวลา 0 1 และ 2 วัน.....	74
4-22 ค่าความแตกเปราะ (Fracturability) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบจากขนุนที่บ่มเป็นเวลา 0 1 และ 2 วัน.....	75
4-23 อัตราการพองตัว และความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบจากขนุนที่บ่มเป็นเวลา 0 1 และ 2 วัน.....	75
4-24 ค่าแอกติวิตีของน้ำ (Water activity) และปริมาณความชื้น (Moisture content) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบจากขนุนที่บ่มเป็นเวลา 0 1 และ 2 วัน.....	76
4-25 ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์) และปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบจากขนุนที่บ่มเป็นเวลา 0 1 และ 2 วัน.....	77
4-26 คะแนนความชอบของขนุนแผ่นทอดกรอบที่ผ่านการลวกเป็นเวลา 3 นาที และมี ความชื้น 50% ที่บ่มเป็นเวลา 0, 1 และ 2 วัน.....	78
4-27 องค์ประกอบทางเคมีของขนุนที่ระดับความสุกต่างๆ.....	81
4-28 ค่าสี L^* a^* และ b^* และค่าความแข็งของขนุนที่ระดับความสุกต่างๆ.....	82
4-29 ปริมาณน้ำที่สูญเสีย (WL) ปริมาณน้ำหนักที่ลดลง (WR) และปริมาณของแข็งที่ เพิ่มขึ้น (SG) เมื่อใช้ขนุนที่ระดับความสุกต่างกันในการออสโมซิส.....	82
4-30 ค่า a_w และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่ใช้ขนุนระดับความสุก ต่างๆ.....	83
4-31 ค่าสี (L^* a^* และ b^*) ของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่ใช้ขนุนระดับความสุกต่างๆ.....	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-32 ผลการวิเคราะห์ค่าความแข็ง อัตราการพองตัว และความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ที่ระดับความสูงต่างๆ.....	85
4-33 ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่ใช้ขนุนระดับความสูงต่างๆ.....	86
4-34 ค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติกที่ปิดผนึก และถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene) ที่สภาวะการเก็บรักษาต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	87
4-35 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติกที่ปิดผนึก และถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene) ที่สภาวะการเก็บรักษาต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	88
4-36 ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติกที่ปิดผนึก และถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene) ที่สภาวะการเก็บรักษาต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	89
4-37 ค่าความแตกเปราะ (Fracturability) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติกที่ปิดผนึก และถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene) ที่สภาวะการเก็บรักษาต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	90
4-38 ปริมาณความชื้น (Moisture content) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติกที่ปิดผนึก และถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene) ที่สภาวะการเก็บรักษาต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	91
4-39 ค่าแอกติวิตีของน้ำ (Water activity) ที่อุณหภูมิ 25.4 องศาเซลเซียส ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติกที่ปิดผนึก และถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene) ที่สภาวะการเก็บรักษาต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	92
4-40 ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้น (A.V.) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติกที่ปิดผนึก และถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene) ที่สภาวะการเก็บรักษาต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	93
4-41 ค่าเปอร์ออกไซด์ (P.V.) ของผลิตภัณฑ์ขนุนทอดกรอบในอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติกที่ปิดผนึก และถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene) ที่สภาวะการเก็บรักษาต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	94
4-42A คะแนนความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic ของขนุนแผ่นทอดกรอบในบรรจุภัณฑ์พลาสติกและถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene) ในสภาวะการเก็บรักษาต่างๆ สัปดาห์ที่ 1.....	95

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-43A ระดับความเข้มของคุณลักษณะแบบ QDA* ของขนุนแผ่นทอดกรอบในบรรจุภัณฑ์พลาสติกและถุงพลาสติกชนิดโพลิโพรไพลีน (Polypropylene) ในสภาวะการเก็บรักษาต่างๆ สัปดาห์ที่ 1.....	96
4-42B คะแนนความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic ของขนุนแผ่นทอดกรอบในบรรจุภัณฑ์พลาสติกและถุงพลาสติกชนิดโพลิโพรไพลีน (Polypropylene) ในสภาวะการเก็บรักษาต่างๆ สัปดาห์ที่ 2.....	97
4-43B ระดับความเข้มของคุณลักษณะแบบ QDA* ของขนุนแผ่นทอดกรอบในบรรจุภัณฑ์พลาสติกและถุงพลาสติกชนิดโพลิโพรไพลีน (Polypropylene) ในสภาวะการเก็บรักษาต่างๆ สัปดาห์ที่ 2.....	98
4-42C คะแนนความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic ของขนุนแผ่นทอดกรอบในบรรจุภัณฑ์พลาสติกและถุงพลาสติกชนิดโพลิโพรไพลีน (Polypropylene) ในสภาวะการเก็บรักษาต่างๆ สัปดาห์ที่ 3	99
4-43C ระดับความเข้มของคุณลักษณะแบบ QDA* ของขนุนแผ่นทอดกรอบในบรรจุภัณฑ์พลาสติกและถุงพลาสติกชนิดโพลิโพรไพลีน (Polypropylene) ในสภาวะการเก็บรักษาต่างๆ สัปดาห์ที่ 3.....	100
4-42D คะแนนความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic ของขนุนแผ่นทอดกรอบในบรรจุภัณฑ์พลาสติกและถุงพลาสติกชนิดโพลิโพรไพลีน (polypropylene) ในสภาวะการเก็บรักษาต่างๆ สัปดาห์ที่ 4.....	101
4-43D ระดับความเข้มของคุณลักษณะแบบ QDA* ของขนุนแผ่นทอดกรอบในบรรจุภัณฑ์พลาสติกและถุงพลาสติกชนิดโพลิโพรไพลีน (polypropylene) ในสภาวะการเก็บรักษาต่างๆ สัปดาห์ที่ 4.....	102
4-44 สรุปผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่แปรปัจจัยด้านชนิดบรรจุภัณฑ์ (Type) และสารดูดความชื้น (Absorb).....	103
4-45 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	106
4-46 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	106
4-47 ค่าสี L^* ของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	107
4-48 ค่าสี a^* ของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	108

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-49 ค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	108
4-50 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	110
4-51 อัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	110
4-52 ค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	111
4-53 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	112
4-54 ปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	112

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ต้นขนุนพันธุ์ทองประเสริฐ.....	5
2-2 ผลขนุนพันธุ์ทองประเสริฐ	5
2-3 ผลของการลวกต่อเนื้อเยื่อเซลล์.....	11
2-4 การถ่ายเทมวลสารระหว่างการออสโมซิส.....	13
3-1 ลักษณะของเนื้อขนุนพันธุ์ทองประเสริฐที่ใช้ในโครงการวิจัย.....	36
3-2 ลักษณะการเตรียมตัวอย่างขนุนที่ใช้ในโครงการวิจัย.....	36
3-3 ลักษณะการแช่ขนุนในตะกร้าสแตนเลสแบบโปร่ง รูปทรงกระบอกแบบมีฝาปิด ซึ่งมีขนาดรูตะแกรง 2 x 2 เซนติเมตร.....	37
4-1a ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาของเนื้อขนุนที่ผ่านการลวก อบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....	46
4-1b ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาของเนื้อขนุนที่ผ่านการลวก 3 และ 5 นาที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....	46
4-2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาในการอบแห้งช่วง Air drying stage เมื่อใช้ขนุนที่ไม่ผ่านการออสโมซิส.....	58
4-3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาในการอบแห้งช่วง Air drying stage เมื่อใช้ขนุนที่ผ่านการออสโมซิส 1 ชั่วโมง.....	58
4-4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาในการอบแห้งช่วง Air drying stage เมื่อใช้ขนุนที่ผ่านการออสโมซิส 2 ชั่วโมง.....	59
4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาในการอบแห้งช่วง Air drying stage เมื่อใช้ขนุนที่ผ่านการออสโมซิส 3 ชั่วโมง.....	59
4-6 แสดงลักษณะของขนุนอบกรอบที่ไม่ผ่านและผ่านการออสโมซิสที่เวลาต่างๆ.....	64
4-7 ลักษณะการเกิดขอบไหม้ของขนุนอบกรอบ เมื่อใช้สภาวะการอบแห้งช่วง HTST stage.....	69
4-8 ผลผลิตขนุนแผ่นทอดกรอบจากสภาวะที่เหมาะสม คือ ลวก 3 นาที มีความชื้น 50% ที่ระยะเวลาการบ่มต่างกัน โดยที่ a, b และ c คือ ระยะเวลาการบ่มที่ 0, 1 และ 2 วัน ตามลำดับ.....	80
4-9 แสดงภาพชิ้นขนุนที่ระดับความสุกต่างๆ ก) ขนุนที่ระดับความสุก 60 เปอร์เซ็นต์ ข) ขนุนที่ระดับความสุก 70 เปอร์เซ็นต์ ค) ขนุนที่ระดับความสุก 80 เปอร์เซ็นต์.....	80
4-10 แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่ใช้ขนุนระดับความสุกต่างๆ.....	85
4-11 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการ บรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	113
4-12 คะแนนความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	113

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-13 คะแนนความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบ ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	114
4-14 คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบ ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	114
4-15 คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบที่สภาวะการบรรจุแบบต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์.....	115