



การพัฒนาศักยภาพเมล็ดขนุน ในผลิตภัณฑ์อาหาร

Developing the Potential of Jackfruit
Seed for Food Production



ดวงกมล	ตั้งสถิตพร
เกศรินทร์	เพชรรัตน์
นพพร	สกุลยืนยงสุข

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

งบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558 - 2559

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ อาจารย์และนักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ที่มีส่วนช่วยในเรื่องของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสในงานวิจัยเรื่องการพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร

คณะผู้วิจัยหวังว่า โครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่น และประชาชนทั่วไปที่สนใจ โดยสามารถนำเม็ดขนุนในประเทศไทยที่มีจำนวนมากและมีการนำไปแปรรูปเป็นอาหารน้อยชนิดมาเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ โดยสามารถนำเม็ดขนุนจากท้องตลาดที่แกะเนื้อขนุนขายไปแล้วไปผลิตผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ หากเกิดการผิดพลาดประการใดคณะผู้วิจัยน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

คณะผู้วิจัย



ชื่อเรื่อง : การพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร
 ผู้วิจัย : ดวงกมล ตั้งสถิตพร , เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์และ นายนพพร สุกุลยืนยงสุข
 พ.ศ. : 2558-2559

บทคัดย่อ

การพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยมีวัตถุประสงค์ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากร้านค้าต่างๆ ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซูเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในท้องตลาด ส่วนมากจะใช้วัตถุดิบหลักเป็นธัญพืชตระกูลถั่ว มีเนื้อสัมผัสแข็งมาก มีสีออกสีน้ำตาล ประดับด้วยรสชาติต่างๆ จากการศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส พบว่า ระยะเวลาการต้มเม็ดขนุนที่ 60 นาที นำมาหั่นสไลด์แล้วเป็นชิ้นไม่มีเนื้อสัมผัสที่แข็งและนิ่มและเกินไป ซึ่งใช้ระยะเวลาการอบแห้งเม็ดขนุนสไลด์ (หลังต้ม) ที่อุณหภูมิอบแห้ง 60 °C ที่ 30 นาที ดีที่สุดเมื่อนำไปทอดและอบไล่น้ำมัน มีสีน้ำตาลทองสวยงาม มีความกรอบ ด้านคุณภาพทางเคมี พบว่า มีปริมาณไขมัน โปรตีน และเส้นใยอาหาร (ร้อยละ) มีค่าเท่ากับ 1.20 ± 0.06 , 1.34 ± 0.07 และ 3.20 ± 0.17 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีค่าปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำและผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด จากนั้นทำการศึกษาคูณภาพผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง พบว่ามีค่าปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นของเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสมากกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด แต่ยังอยู่ในกลุ่มค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าความชื้นค่อนข้างต่ำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน ด้านจุลินทรีย์ สามารถเก็บรักษาได้น้อย 2 เดือน ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภค ผู้บริโภคมีความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ที่มีความชอบปานกลาง

คำสำคัญ : เม็ดขนุน , สไลด์อบปรุงรส

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร
 ผู้วิจัย : ดวงกมล ตั้งสถิตพร , เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์และ นายนพพร สุกุลยืนยงสุข
 พ.ศ. : 2558-2559

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปและเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลูกชุบที่มีทั่วไปตามท้องตลาด จากนั้นศึกษาสูตรและกรรมวิธีในการผลิตโดยเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรพื้นฐานสูตรที่ 3 มากที่สุด สามารถใช้ปริมาณเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกได้ร้อยละ 100 ศึกษาปริมาณกะทิที่ 40 กรัม และปริมาณน้ำตาลที่ 30 กรัม สามารถปั้นขึ้นรูปได้ ศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลา 90 นาที และนำไปคืนรูปโดยการใช้ น้ำเดือด พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากที่สุด และนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ ลูกชุบตามท้องตลาด, ผลิตภัณฑ์ลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก และผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป พบว่าผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป มีค่าปริมาณความชื้นและไขมันน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ลูกชุบตามท้องตลาด ร้อยละ 47.65 และ 1.78 ตามลำดับ ปริมาณเส้นใยและเถ้ามากกว่าผลิตภัณฑ์ลูกชุบตามท้องตลาด ร้อยละ 3.56 และ 1.19 ตามลำดับ และมากกว่าผลิตภัณฑ์ลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุกร้อยละ 3.09 และ 1.05 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์จุลินทรีย์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด และสามารถเก็บรักษาได้นาน 3 สัปดาห์ โดยบรรจุในถุงอูมิเนียมพอยด์ปิดด้วยสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัย และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยผู้บริโภคมีความชอบและสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป ร้อยละ 86 ซึ่งให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 100 โดยให้คะแนนความชอบทุกด้านอยู่ในระดับที่ชอบมาก

คำสำคัญ : เม็ดขนุน, ถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก, ลูกชุบ, ผงกึ่งสำเร็จรูป

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร
 ผู้วิจัย : ดวงกมล ตั้งสถิตพร , เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์และ นายนพพร สุกุลยืนยงสุข
 พ.ศ. : 2558-2559

บทคัดย่อ

การศึกษาลิขสิทธิ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปจากแป้งเม็ดขนุน ศึกษา คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของเม็ดขนุนเพื่อนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เครปกึ่งสำเร็จรูป จากนั้นศึกษาสูตรและกรรมวิธีในการผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรพื้นฐานที่ 2 มากที่สุด สามารถใช้ปริมาณ แป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี (ร้อยละ) 80 : 20 เพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่กรอบ มีสีเหลืองอ่อน กลิ่น และรสชาติที่เหมาะสมจากนั้นนำผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปจากแป้งเม็ดขนุน มาเปรียบเทียบกับแป้งเครปสูตรพื้นฐาน (แป้งผง) มีค่าสีออกเหลืองอ่อน ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้นน้อยมากเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง คุณสมบัติทางเคมี พบว่า ค่าปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใยหยาบ และปริมาณเถ้า มากกว่าแป้งเครปสูตรพื้นฐาน(แป้งผง) ร้อยละ 0.11, 1.64, 3.41 ตามลำดับ โดยที่มี ค่าปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน และปริมาณคาร์โบไฮเดรต น้อยกว่าแป้งเครปสูตรพื้นฐาน (แป้งผง) ร้อยละ 2.93, 0.22, 2.01 ตามลำดับ ซึ่งบรรจุภัณฑ์มีการบรรจุ ถุงฟอยล์ แบบ Vacuum Packaging (VP) สามารถเก็บได้อย่างน้อย 14 วัน โดยที่ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ผู้บริโภคมีความชอบและสนใจซื้อผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปจากแป้งเม็ดขนุน ร้อยละ 81 ผู้บริโภคจำนวน 100 คน ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 โดยให้คะแนนความชอบทุกด้านอยู่ในระดับที่ชอบมาก

คำสำคัญ : แป้งเม็ดขนุน, แป้งเครป, กึ่งสำเร็จรูป

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาศักยภาพเมล็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร
 ผู้วิจัย : ดวงกมล ตั้งสถิตพร , เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์และ นายนพพร สุกุลยืนยงสุข
 พ.ศ. : 2558-2559

บทคัดย่อ

ชนิดของเมล็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน ได้แก่ แบ่งเมล็ดขนุน และเมล็ดขนุนหนึ่ง และ กรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน 2 วิธี ได้แก่ อบ และนึ่ง พบว่าการเตรียมเมล็ดขนุนต่างกันทำให้ ซีเรียลเมล็ดขนุนมีค่าคุณภาพด้านค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตี้แตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าเมล็ดขนุนที่ขึ้นรูปแบบนึ่งมีค่าทั้งสองอย่างสูงกว่าซีเรียลที่ขึ้นรูปเมล็ดขนุนแบบอบ ส่วนกรรมวิธีการเตรียมขนุนเป็นแบ่งเมล็ดขนุน กับการนำเมล็ดขนุนมาหนึ่งแล้วนำเมล็ดขนุนทั้งสองแบบไปทำซีเรียล เมล็ดขนุนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพร้อมนมมีคะแนน ความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก จึงเลือกกรรมวิธีการเตรียมขนุนแบบทำเป็นแบ่ง เมล็ดขนุน การเก็บรักษาวัตถุดิบง่ายกว่า จากนั้นนำมาขึ้นรูปด้วยวิธีการอบทำให้ซีเรียลเมล็ดขนุนมีค่า ความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ต่ำกว่า ทำให้ผลิตภัณฑ์ซีเรียลเมล็ดขนุนมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น จากนั้นศึกษาอัตราส่วนแบ่งเมล็ดขนุนต่อแป้งสาลี พบว่าที่อัตราส่วนแบ่งเมล็ดขนุนต่อแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ซีเรียลเมล็ดขนุนจะมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของซีเรียลจากแบ่งเมล็ดขนุนมีค่าลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยซีเรียลเมล็ดขนุนอัตราส่วนแบ่งเมล็ดขนุนต่อแป้งสาลี 50:50 มีคะแนนความชอบเฉลี่ย ในด้านลักษณะปรากฏ สี รส และความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก จากนั้นนำซีเรียลเมล็ด ขนุนมาทำซีเรียลบาร์โดยศึกษาอัตราส่วนแบะแซที่ใช้ 3 ระดับ พบว่า ซีเรียลบาร์จากซีเรียลเมล็ดขนุน ที่ปริมาณแบะแซ 50 นั้นผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสและความชอบ โดยรวมสูงสุดอยู่ในระดับชอบมากแตกต่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการนำ ผลิตภัณฑ์ไปทดสอบผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคมัทั้งเพศชายและหญิง อายุอยู่ในช่วง 25 ถึง 34 ปี เป็นนักเรียนนักศึกษาร้อยละ 54 มีรายได้ 5000 ถึง 7500 บาทต่อเดือน โดยส่วนใหญ่ ผู้บริโภคเคยรับประทานซีเรียล รับประทานทุกสัปดาห์ร้อยละ 52 โดยผู้บริโภคให้การยอมรับ ผลิตภัณฑ์ร้อยละ 98 และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 84 โดยให้ราคา 15 บาท และจากการนำซีเรียล เมล็ดขนุนไปทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยทุกปัจจัย ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความชื้น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก คุณภาพของซีเรียลเมล็ดขนุน ได้ค่าสี เหลืองนวล มีค่า $L^* 72.36 \pm 0.01$, $a^* 10.12 \pm 0.01$ และ $b^* 33.61 \pm 0.03$ ค่าความชื้น 1.95 ± 0.05 และค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ 0.015 ± 0.01

คำสำคัญ : เมล็ดขนุน ซีเรียล ซีเรียลบาร์

Title : Developing the Potential of Jackfruit Seed for Food Production
Researcher : Duangkamol Tungsatitporn, Kasarin Pedcharat and Nopporn Sakulyunyongsuk
Year : 2558-2559

ABSTRACT

The purpose of this study was developing of jackfruit seeds for food production. Experiments consisted of marketing snacks food from cereal base and then studying physical analysis and consumer acceptability indicated of products. Result showed that physical and chemical analysis of jackfruit seeds as follows : $A_w = 0.99 \pm 0.00$, $L^* a^* b^*$ value 79.45 ± 0.01 , 0.04 ± 0.03 and 16.97 ± 0.74 respectively and percentage of moisture content 70.43 ± 0.07 . The best formula of jackfruit seeds crispy mixed thai spicy was replaced with 100% jackfruit seeds. Product have brown gold colour be similar to product in markets, low moisture food. The percentage of protein content 1.34 ± 0.07 , fat content 1.20 ± 0.060 and crude fiber content 3.20 ± 0.17 . The shelf life meagerly 2 months and consumer acceptability like moderately product. The best formula of jackfruit seeds with peeled mung bean in an instant kanom look-chub with 100% jackfruit seeds. Product have bright yellow colour be similar to product in markets. The percentage of moisture content 5.02 ± 0.05 , protein content 0.82 ± 0.01 , fat content 4.75 ± 0.03 , crude fiber content 6.76 ± 0.76 , ash content 2.04 ± 0.01 and carbohydrate content 80.61 ± 0.70 . The shelf life meagerly 3 weeks and consumer acceptability like very much product. The best formula was jackfruit flour instead wheat flour in an instant crape powder product with 100% jackfruit seeds. Product have bright yellow colour. The percentage of moisture content 3.81 ± 0.09 , protein content 0.74 ± 0.01 , fat content 0.45 ± 0.02 , crude fiber content 1.96 ± 0.57 , ash content 5.69 ± 0.24 and carbohydrate content 87.33 ± 0.62 . The shelf life meagerly 2 weeks and consumer acceptability like very much product. The best formula was cereal bar of jackfruit seeds product with 100% jackfruit seeds. Product have bright yellow colour, $A_w = 0.15 \pm 0.01$. and percentage of moisture content 1.95 ± 0.05 . The shelf life meagerly 2 weeks and consumer acceptability like very much product.

Key word : jackfruit seed , jackfruit seed crispy mixed thai spicy , jack fruit seeds with peeled mung bean in an instant kanom look-chub , jack fruit flour instead wheat flour in an instant crape powder , cereal bar of jack fruit

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ฐ
สารบัญแผนภาพ	ฑ
บทที่ 1. บทนำ	1
บทที่ 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
โครงการวิจัยปีที่ 1	
<u>เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส</u>	
บทที่ 3. วิธีดำเนินการ	18
บทที่ 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล	25
บทที่ 5. สรุปผล อธิบายผล และข้อเสนอแนะ	37
<u>ลูกชุบเม็ดขนุนกิ่งสำเร็จรูป</u>	
บทที่ 3. วิธีดำเนินการ	40
บทที่ 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล	54
บทที่ 5. สรุปผล อธิบายผล และข้อเสนอแนะ	75
<u>แป้งเครปกิ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน</u>	
บทที่ 3. วิธีดำเนินการ	79
บทที่ 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล	91
บทที่ 5. สรุปผล อธิบายผล และข้อเสนอแนะ	113
<u>เฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน</u>	
บทที่ 3. วิธีดำเนินการ	116
บทที่ 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล	122
บทที่ 5. สรุปผล อธิบายผล และข้อเสนอแนะ	131

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
โครงการวิจัยปีที่ 2	
บทที่ 3. วิธีดำเนินการ	134
บทที่ 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล	139
บทที่ 5. สรุปผล อธิบายผล และข้อเสนอแนะ	145
เอกสารอ้างอิง	147
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. เม็ดขนุนอบทอดกรอบ	152
ภาคผนวก ข. ลูกชุบเม็ดขนุนกิ่งสำเร็จรูป	162
ภาคผนวก ค. แป้งเครปกิ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน	172
ภาคผนวก ง. เฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน	180
ประวัติคณะผู้วิจัย	193

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
โครงการวิจัยปี 1	
2.1 แสดงคุณค่าทางอาหารของขนุนในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	4
2.2 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดขนุนต่อปริมาณ 100 กรัม	5
2.3 แสดงคุณค่าทางอาหารของถั่วเขียวในอัตราส่วน 100 กรัม	9
2.4 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของมะพร้าวส่วนที่กินได้ 100 กรัม	10
2.5 แสดงองค์ประกอบของแบะแซที่ผลิตในประเทศไทย	15
4.1.1 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสใน ท้องตลาดจำนวน 3 ยี่ห้อ	26
4.1.2 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสยี่ห้อต่างๆ	27
4.1.3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเมล็ดขนุนต้ม	27
4.1.4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของเมล็ดขนุนต้มสไลด์ จำนวน 3 สูตร	28
4.1.5 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเมล็ดขนุนสไลด์ จำนวน 3 สูตร	29
4.1.6 แสดงคุณสมบัติทางเคมีเมล็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส	30
4.1.7 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของเมล็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสจำนวน 3 สูตร	30
4.1.8 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์	31
4.1.9 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เมล็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส	33
4.1.10 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคเมล็ดขนุนสไลด์ อบปรุงรส	34
4.1.11 แสดงผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อ ผลิตภัณฑ์เมล็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส (ร้อยละ)	35
3.2.1 แสดงสูตรพื้นฐานในการผลิตลูกชุบ (ส่วนเนื้อลูกชุบและส่วนเคลือบภายนอก)	45
3.2.2 แสดงวิธีการขึ้นรูปโดยการให้ความร้อนของลูกชุบผงถึงสำเร็จรูป	50
4.2.1 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ลูกชุบที่สำรวจตามท้องตลาด (ส่วนเนื้อลูกชุบ)	55
4.2.2 แสดงคุณลักษณะส่วนเนื้อลูกชุบสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.2.3 แสดงคะแนนความชอบของลูกซุบสูตรพื้นฐานที่มีความแตกต่างกัน จำนวน 3 สูตร	58
4.2.4 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเม็ดขนุนต้มสุก พันธุ์ทองประเสริฐ	59
4.2.5 แสดงคุณลักษณะส่วนเนื้อลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุกที่ลดปริมาณน้ำตาล	60
4.2.6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของปริมาณน้ำตาล ที่ใช้ในการผลิตส่วนเนื้อลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุก	61
4.2.7 แสดงผลวิเคราะห์ความชอบในการศึกษาปริมาณของน้ำตาลที่ใช้ในการผลิต ลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุก	62
4.2.8 แสดงผลการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียว ชิกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป (ส่วนเนื้อลูกซุบ)	63
4.2.9 แสดงคุณลักษณะของการคืนรูปส่วนเนื้อลูกซุบโดยกระบวนการให้ความร้อน ของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวชิกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผง กึ่งสำเร็จรูปจำนวน 2 วิธี	64
4.2.10 แสดงผลทางกายภาพและทางเคมีโดยกระบวนการให้ความร้อนของการใช้ เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวชิกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป	65
4.2.11 แสดงคะแนนความต่างของกระบวนการให้ความร้อนของการใช้เม็ดขนุน ทดแทนถั่วเขียวชิกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปจำนวน 2 วิธี	66
4.2.12 แสดงผลศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกซุบ	67
4.2.13 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของการใช้เม็ดขนุนทดแทน ถั่วเขียวชิกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป	69
4.2.14 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	70
4.2.15 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคลูกซุบ	71
4.2.16 แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคต่อการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียว ชิกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป	72
3.3.1 แสดงปริมาณส่วนผสมสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร	84
3.3.2 แสดงอัตราส่วนปริมาณแป้งเม็ดขนุนที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแป้ง เครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผง จำนวน 3 สูตร	88
4.4.1 แสดงคุณลักษณะผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปที่สำรวจ	92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4.2 แสดงผลการศึกษาคุนสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ที่สำรวจ	94
4.4.3 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภค	95
4.4.4 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภค	97
4.4.5 แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค	97
4.4.6 แสดงคุณลักษณะแป้งเครป สูตร 1	99
4.4.7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีสูตร 1	100
4.4.8 แสดงผลการศึกษาสสูตรพื้นฐานการผลิตเครปจำนวน 3 สูตร	100
4.4.9 แสดงผลการศึกษาคุนสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ของแป้งเม็ดขนุน	101
4.4.10 แสดงคุณลักษณะแป้งเครปจากแป้งเม็ดขนุน 3 ระดับ	103
4.4.11 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งเหลวและ แผ่นเครปกรอบ	104
4.4.12 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของการผลิตแป้งเครป กึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน โดยใช้อัตราส่วนของ แป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี 3 ระดับ	105
4.4.13 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (แป้งผง)	106
4.4.14 แสดงผลการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผง จากแป้งเม็ดขนุนทางด้านกายภาพและเคมี ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน	107
4.4.15 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผง จากแป้งเม็ดขนุน	108
4.4.16 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภค	110
4.4.17 แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค	110
3.4.1 แสดงชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุนจำนวน 4 สูตร	119
3.4.2 แสดงปริมาณแบะแซในขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากซีเรียลเม็ดขนุน 3 ระดับ	121
4.4.1 แสดงคุณภาพของซีเรียลขนุนจากชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูป	123
4.4.2 แสดงคุณภาพคุณภาพของซีเรียลขนุนจากชนิดของเม็ดขนุนและกรรม วิธีการขึ้นรูป	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4.3 แสดงคุณภาพคุณภาพของซีเรียลขนุนจากชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการ ขึ้นรูปในนม	124
4.4.4 แสดงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุน โดยเปรียบเทียบแบ่งเม็ดขนุน : แบ่งสาธิต	125
4.4.5 แสดงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบระยะเวลาและอุณหภูมิใน ผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุนซีเรียล	126
4.4.6 แสดงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบระยะเวลาและอุณหภูมิใน ผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุนแช่ในนม	127
4.4.7 แสดงข้อมูลทั่วไป	128
4.4.8 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์	130
โครงการวิจัยปี 2	
4.5.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์	139
4.5.2 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม N=30	140
4.5.3 แสดงข้อมูลความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี N=30	141
4.5.4 แสดงข้อมูลความประสงค์รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี N=30	142
4.5.5 แสดงค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับ ด้านกระบวนการให้บริการ ด้านวิทยาการ และสิ่งอำนวยความสะดวก	143
ข.1 แสดงสูตรการทำเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบ จากเม็ดขนุนต้มสุก	163
ข.2 แสดงสูตรการทำเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบ ผงกึ่งสำเร็จรูป	165

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
โครงการวิจัยปี 1	
2.1 แสดงเม็ดขนุนดิบและเม็ดขนุนต้มสุก	5
2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวอเตอร์แอกทिवิตี (aw) และอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหาร	24
3.2.1 แสดงการตรวจวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analysis รุ่น TA-XT2i	44
3.3.1 แสดงการวัดค่าเนื้อสัมผัส	86
4.4.1 แสดงซีเรียลขนุนจากชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูป	124
โครงการวิจัยปี 2	
3.5.1 แสดงผู้เข้าอบรมลงทะเบียนเข้าร่วมการอบรม	135
3.5.2 แสดงวัตถุดิบ อุปกรณ์และผลิตภัณฑ์ในการอบรม	135
3.5.3 แสดงบรรยากาศการปฏิบัติงานของผู้อบรมและผลงานสำเร็จของผู้เข้าอบรม	138
ก.1 แสดงผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส	155
ก.2 แสดงบรรจุภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส	160
ข.1 แสดงบรรจุภัณฑ์ลูกชุบเม็ดขนุนกิ่งสำเร็จรูป	171
ค.1 แสดงผลิตภัณฑ์แป้งเครปกิ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน	176
ค.2 แสดงภาพเครปจากผลิตภัณฑ์แป้งเครปกิ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน	176
ค.3 แสดงบรรจุภัณฑ์แป้งเครปกิ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน	178
ง.1 แสดงบรรจุภัณฑ์เฟล็ก (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน	191

สารบัญแผนภาพ

แผนภูมิที่	หน้า
3.1.1 แสดงกรรมวิธีการต้มเม็ดขนุน	22
3.2.1 แสดงกรรมวิธีการผลิตเม็ดขนุนต้มสุก	46
3.2.2 แสดงกรรมวิธีการผลิตลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก	48
3.2.3 แสดงกรรมวิธีการกระบวนการอบแห้งส่วนเนื้อลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปจากเม็ดขนุนต้มสุก	49
3.3.1 แสดงกรรมวิธีการผสมแป้งเครป สูตรที่ 1	85
3.3.2 แสดงกรรมวิธีการผสมแป้งเครป สูตรที่ 2	85
3.3.3 แสดงกรรมวิธีการผสมแป้งเครป สูตรที่ 3	86
3.3.4 แสดงกรรมวิธีการผลิตแป้งเม็ดขนุน	87
3.3.5 แสดงกรรมวิธีการผสม และกรรมวิธีการผลิตแป้งเครปจากแป้งเม็ดขนุน : แป้งสาเก	89
โครงการวิจัยปี 2	
ก.1 แสดงกรรมวิธีการผลิตเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส	153
ข.1 แสดงกรรมวิธีการผลิตลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก	163
ข.2 แสดงกรรมวิธีการผลิตลูกชุบจากเม็ดขนุนผงกึ่งสำเร็จรูป	166
ค.1 แสดงกรรมวิธีการผลิตแป้งเม็ดขนุน	173
ง. 1 แสดงกรรมวิธีการผลิตเฟล็ค (flake) จากเม็ดขนุน	182
ง. 2 แสดงกรรมวิธีการผลิตซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน	183

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ขนุนมีชื่อภาษาอังกฤษว่า แจ็คฟรุต (Jackfruit) และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus heterophyllus* Lank หรือ *Artocarpus intigifolia* Lank ขนุนจะมีปลูกทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย เป็นไม้ผลอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิยมปลูกเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทยและรับประทานกันมาก ผู้ขายจึงนิยมนำมาแกะเนื้อขนุนขาย เหลือแต่ส่วนของเม็ดขนุนที่มีลักษณะค่อนข้างแข็ง คนส่วนมากนิยมบริโภคน้อย ผู้ขายจึงไม่ได้ให้ความสำคัญอะไรมากนัก โดยมักจะทิ้งไปเปล่าประโยชน์หรือนำมาแค่เพียงต้มสุกขายและรับประทาน ทำให้ต้นทุนในการซื้อขนุนทั้งลูกจากผู้ผลิตเพิ่มขึ้น ผู้ขายจึงได้ดำเนินการค้าลดลง <http://www.gotoknow.org/posts/537844>

เม็ดขนุน หรือ เกาลัดเมืองไทย เป็นอาหารที่มีประโยชน์ให้พลังงานมาก มีปริมาณโปรตีนสูง พร้อมทั้งเกลือแร่และวิตามิน มีสรรพคุณช่วยขับน้ำนม เพิ่มน้ำนมมารดาให้ทารก บำรุงกำลัง ชูหัวใจให้สดชื่น เป็นยาระบายอ่อนๆ อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการและรสชาติที่ใกล้เคียงคล้ายเกาลัดจากประเทศจีน มีรสหวาน รสมัน กลิ่นหอม และมีราคาไม่แพงเมื่อเปรียบเทียบกับเกาลัดจากต่างประเทศที่ผู้บริโภคนิยมรับประทาน <http://www.bloggang.com/mainblog.php?> ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่คุณวุฒิวัฒน์ เอกพุทธิวัฒน์ กรรมการผู้จัดการสวนเกษตรทิพย์สมบัติ จำกัด เป็นธุรกิจด้านสวนเกษตรเชิงอนุรักษ์ ในเครือพิภพทองล้ำค่า ตั้งอยู่ที่ ต.ไทรโยค อ.ไทรโยค จ.กาญจนบุรี สวนแห่งนี้มีพื้นที่กว่า 1,000 ไร่ ให้ข้อมูลว่า มีผลผลิตที่สำคัญคือ ขนุนพันธุ์ทองประเสริฐ , ไข่กิมซุง , ไข่ตง , กล้วยน้ำว้า , มะพร้าวน้ำหอม และอื่นๆ สนใจที่จะเพิ่มมูลค่าแก่ผลผลิตขนุนที่มีจำนวนมาก และสิ่งที่เหลือทิ้งจากขนุนเมื่อทำการแกะเนื้อขนุนที่ตกเกรดขาย โดยมีช่องทางจำหน่ายเป็นของตนเองที่ตลาด 4 มุมเมือง ในปัจจุบันทำการขายขนุนทั้งลูกและต้องการพัฒนาผลผลิตทุกๆส่วนที่ได้จากขนุน ให้มีรูปแบบเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจต่อผู้บริโภค

ดังนั้นทางผู้วิจัยร่วมกับ สวนเกษตรทิพย์สมบัติ ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเม็ดขนุนที่เหลือทิ้ง เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเม็ดขนุน (เกาลัดเมืองไทย) เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคและความสะดวกในการรับประทานเป็นอาหารทานเล่นที่มีประโยชน์ อีกทั้งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากเม็ดขนุน โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แนวโน้มในการที่จะใช้เม็ดขนุนมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ จากแผนงานพิเศษเรื่อง การใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในเส้นบะหมี่สด ซึ่งในการทดลองนี้ทางผู้วิจัยสามารถใช้แป้งจากเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในการผลิตบะหมี่สดได้ถึง 40% จากน้ำหนักของแป้งทั้งหมด ในปีการศึกษา 2552 และจากแผนงานพิเศษเรื่อง การใช้เมล็ดขนุนทดแทนมันฝรั่งใน Mashed Potatoes ซึ่งสามารถใช้เม็ดขนุนที่ผ่านการต้มและนำมาบดละเอียดสามารถทดแทนมันฝรั่งได้ 25%

ของน้ำมันฝรั่งทั้งหมด ในปีการศึกษา 2553 ส่งผลให้เกิดการพัฒนาเพื่อต้องการต่อยอดให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการนำเม็ดขนุนมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้



แป้งจากเม็ดขนุน

เส้นบะหมี่สดจากแป้งเม็ดขนุน

โดยได้แบ่งประเภทการทดลองออกเป็น 3 ประเภท ประเภทที่ 1 การใช้เม็ดขนุนทั้งเม็ดเพื่อแปรรูป ประเภทที่ 2 การนำเม็ดขนุนมาต้มสุกและบดละเอียด และประเภทที่ 3 การแปรรูปเม็ดขนุนเป็นแป้งจากเม็ดขนุน และนำมาใช้ในผลิตอาหาร เพื่อสามารถใช้ประโยชน์จากเม็ดขนุนได้มากที่สุดเพิ่มผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณประโยชน์ต่อผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเม็ดขนุน ได้แก่ เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส (chip) เฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน และผลิตภัณฑ์จากแป้งเม็ดขนุนที่เหมาะสมกับการแปรรูปเม็ดขนุน

1.2.2 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเม็ดขนุน

1.2.3 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเม็ดขนุนสู่ชุมชน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ ใช้เม็ดขนุนจากขนุนพันธุ์ทองประเสริฐที่เป็นตากเกรด จากสวนเกษตรทิพย์สมบัติ จำกัด เพื่อเพิ่มมูลค่าของเม็ดขนุน โดยทำการศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การใช้เม็ดขนุนทั้งเม็ดเพื่อแปรรูป ประเภทที่ 2 การนำเม็ดขนุนมาต้มสุกและบดละเอียด และประเภทที่ 3 การแปรรูปเม็ดขนุนเป็นแป้งจากเม็ดขนุน รวมถึงการพัฒนารสชาติและเนื้อสัมผัส จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบแนวทางในการนำวัตถุดิบมาเพิ่มมูลค่าสูงสุด ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากขนุน

1.4.2 สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากเม็ดขนุนซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิต

1.4.3 ลดทรัพยากรที่เหลือใช้แก่ชุมชน และเป็นอีกทางเลือกในการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและชุมชน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของขนุน

ขนุนมีชื่อภาษาอังกฤษว่า แจ็คฟรุต (Jackfruit) และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus heterophyllus* Lank หรือ *Artocarpus intigifolia* Lank ขนุนจะมีปลูกทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย ขนุนเป็นไม้ผลอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิยมปลูก และรับประทานกันมาก เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ที่สามารถปลูก และดูแลรักษาง่าย เจริญเติบโตรวดเร็ว สามารถเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทย แต่ต้องไม่มีน้ำท่วมขัง และดินต้องมีการระบายน้ำดี สามารถขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ค่อนข้างดีและทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี จึงทำให้พื้นที่ปลูกขนุนกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะเขตพื้นที่ซึ่งเป็นดินดอน มีการระบายน้ำ และสภาพแวดล้อม ไม่แห้งแล้งจนเกินไป เขตที่ปลูกขนุนมาก ๆ ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ตราด ระยอง ราชบุรี กาญจนบุรี ซึ่งพื้นที่เหล่านี้ปลูกขนุนหนึ่งเป็นส่วนใหญ่ ส่วนจังหวัดปราจีนบุรี พิจิตร ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ สงขลา เป็นการปลูกขนุนรุ่นใหม่

ขนุนเป็นไม้ผลอีกชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกกันมาก ปัจจุบันมีพันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้ามากมายหลายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกภายในบริเวณบ้าน ได้แก่ พันธุ์ทองสุกใจ พันธุ์จำปากรอบ พันธุ์แดงรัศมี และพันธุ์ละมั่ง เป็นต้น เนื่องจากพันธุ์ขนุนดังกล่าวนี้ให้ผลดก ผลมีขนาดไม่ใหญ่มากเหมาะสำหรับการบริโภคในครัวเรือน การเลือกซื้อต้นพันธุ์ควรเลือกซื้อต้นพันธุ์ที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการติดตาหรือเสียบกิ่งเพราะจะได้ต้นต่อที่มีรากแก้ว ขนุนจัดเป็นไม้ผลอีกชนิดหนึ่งที่ดูแลรักษาได้ง่าย มีทรงพุ่มที่ทึบและให้ร่มเงาดี ควรมีการตัดแต่งกิ่งบ้างเพื่อให้ได้ทรงต้นที่มีขนาดเหมาะสมกับบริเวณบ้าน ขนุนเป็นไม้ผลที่คนไทยทั่วไปรู้จัก ขนุนเป็นไม้ผลที่นิยมรับประทานกันมาก เนื่องจากมีรสชาติและสีของเนื้อที่ถูกกับคนไทยที่นิยมผลไม้ที่มีเนื้อออกสีเหลืองทองหรือเนื้อออกสีแดง ที่มีรสชาติหวานจัด กรอบ มีกลิ่นหอม ผลของขนุนสามารถนำมาบริโภคได้ทั้งผลสุกและผลอ่อน และสามารถรับประทานได้ตั้งแต่ส่วนของเนื้อไปจนถึงขั้ว ส่วนมากจะรับประทานขนุนเป็นผลไม้สด และเนื้อผลสุกยังสามารถนำมาผสมกับอาหารประเภทอื่นให้มีรสชาติมากขึ้น เช่น ไอศกรีม รวมมิตร ลอดช่อง เป็นต้น นอกจากนี้เนื้อผลสุกยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และเป็นของหวานได้อีกหลายรูปแบบ เช่น ขนุนกวน ทำแยม ขนุนแผ่น ขนุนแช่อิ่ม ขนุนเชื่อม ขนุนอบแห้ง ข้าวเกรียบขนุน ขนุนในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ฯลฯ เมล็ดของขนุนหลังจากแกะเอาเนื้อไปรับประทานแล้ว นำมาต้มใส่เกลือรับประทานได้ สำหรับผลขนุนอ่อนสามารถใช้ประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น เป็นผักจิ้ม แกงคั่ว แกงส้ม และทำซุพขนุน

2.1.1 ประโยชน์ของขนุน ลดน้ำตาลในเลือดผู้ป่วยเบาหวาน

ราก แก้วโรคผิวหนัง มะเร็ง ท้องเสีย บำรุงเลือด

แก่น สมานแผล บำรุงเลือด สมานลำไส้

ใบ แก้วปวดหู หูเป็นน้ำหนอง แก้วผื่นองเื้อรัง ลดน้ำตาลในเลือด

- ผลสุก เป็นยาระบาย แก้กะหายน้ำ เมาสุรา บำรุงกำลัง และช่วยย่อย
- ไส้ใน แก้กตกลือดในทวารเบาของสตรี
- เมล็ด บำรุงน้ำนมในสตรีหลังคลอด แก้วปวดท้อง บำรุงร่างกาย บำรุงกำลังเป็นอาหารจะมี
ที่มีแป้ง
- ยาง ทาแผลบวมอักเสบ แผลมีหนองเรื้อรัง แก้กตอมน้ำเหลืองอักเสบ
- ไม้ขนุน ใช้เป็นสีย้อมผ้าไหม สารที่ทำให้เกิดสี คือ Morin และ Cyanomaclurin

<http://www.gotoknow.org/posts/512697>

เมล็ดขนุนมีสารพรีไบโอติกหรือสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ที่ทนต่อการย่อยของ
กระเพาะอาหาร และการดูดซึมของลำไส้ตอนบน ซึ่งช่วยดูดซึมแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม เหล็ก และยังสร้าง
สารป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ เม็ดขนุนช่วยบำรุงร่างกาย ขับน้ำนม และแก้อาการ ปวดท้องได้ดี (นันทกานต์,
2549)

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าทางอาหารของขนุนในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

คุณค่าทางอาหาร	ขนุนแก่	ซังขนุน	เมล็ด
ความชื้น (กรัม)	72.9	66.6	60.7
ไขมัน (กรัม)	0.3	0	0.2
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	23.7	29.2	30.6
เส้นใย (กรัม)	0.9	1.8	1.6
โปรตีน (กรัม)	1.7	1.4	5.5
ค่าพลังงานความร้อน (กรัม)	94	122	146
แคลเซียม (มก.)	27	21	0
ฟอสฟอรัส (มก.)	38	13	105
เหล็ก (มก.)	0.6	0.2	2.9
วิตามิน B1 (มก.)	0.09	0.08	1.74
วิตามิน B2 (มก.)	0.11	0.15	0.02
วิตามิน C (มก.)	9	13	3.25
ไนอาซีน (มก.)	0.7	0	24
วิตามิน A (IU)	329	0	22

ที่มา : นฤชิต, 2529

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเม็ดขนุนต่อปริมาณ 100 กรัม

Nutrient Composition per 100 g Edible Portion	เม็ดขนุน,ดิบ
Energy	153 Kcal.
Water	60.7 g.
Protein	5.5 g.
Fat	0.2 g.
Carbohydrate	32.2 g.
Ash	1.4 g.
Phosphorus	105 mg.
Iron	2.9 mg.
Thiamin	1.74 mg.
Riboflavin	0.02 mg.
Niacin	3.2 mg.
Vit C	24 mg.

ที่มา: กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, 2527

2.1.2 ความสำคัญของเม็ดขนุน



เม็ดขนุน



เม็ดขนุนต้ม

ภาพที่ 2.1 แสดงเม็ดขนุนดิบและเม็ดขนุนต้มสุก

เม็ดขนุนยังเป็นอาหารที่มีประโยชน์ให้พลังงานมาก มีปริมาณโปรตีนสูง พร้อมทั้งเกลือแร่และวิตามิน คนจีนมีความเชื่อว่าเม็ดขนุนมีสรรพคุณช่วยขับน้ำนม ช่วยเพิ่มน้ำนมมารดาให้ทารกได้ดูดดื่มอย่างจุใจ โดยทั่วไปใช้เมล็ด 60 - 120 กรัมผสมเนื้อสัตว์ตุ๋นกิน หรือผสมน้ำหวานและกะทิกิน หรือจะต้มรับประทานเล่น เม็ดของลูกขนุน มีรสชาติ คล้ายกัน กับเกาลัด มีคุณค่าทางโภชนาการ พอกัน ราคาไม่แพง

2.1.3 สรรพคุณของเม็ดขนุน

-เนื้อหุ้มเมล็ดสุก รสหวานหอม บำรุงกำลัง ชูหัวใจให้สดชื่น เป็นยาระบายอ่อนๆ หรือหมักทำเหล้า

-เนื้อในเมล็ด รสมัน บำรุงน้ำนม ขับน้ำนม บำรุงกำลัง ควรต้มหรือเผาให้สุกก่อนรับประทาน

2.2 ผลิตภัณฑ์จากเม็ดขนุน

2.2.1 เม็ดขนุนไส้ลอบปรุงรส

2.2.1.1 การอบแห้ง ในกระบวนการผลิตอาหารอบแห้ง ขั้นตอนการอบแห้งถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขึ้นตอนซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง การอบแห้งแบบถาดเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในการผลิตผักและผลไม้อบแห้ง เพราะมีราคาและค่าบำรุงรักษาเครื่องค่อนข้างต่ำ โดยการอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบถาด จะอาศัยลมร้อนจากแหล่งความร้อน ซึ่งอาจจะเป็น ฮีตเตอร์ คอลย์ไอน้ำ ก๊าซหุงต้ม หรือน้ำมันเตาลมร้อน จะไหลผ่านอาหารที่วางเป็นชั้นบางๆ (ประมาณ 2-6 ซม.) ดังแสดงในรูปที่ 2 ในชั้นของถาดที่อาจจะมีรูพรุนหรือไม่ก็ได้ ความเร็วลมที่ไหลเวียนอยู่ในช่วง 0.5-5 เมตร/วินาที มีระบบบังคับทิศทางลมของลมร้อนภายในเครื่องโดยใช้แผ่นเหล็กบางๆ กัน เพื่อให้ลมร้อนไหลอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงทุกส่วน

2.2.1.1.1 กลไกการทำแห้ง เมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านหน้าอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวของอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่ สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันไอที่ผิวหน้าของอาหารต่ำกว่าความดันไอด้านในอาหาร เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำ อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอสุงและค่อยๆ ลดต่ำลงเมื่อ ชั้นอาหารเข้าใกล้อากาศแห้ง ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่น้ำออกจากอาหาร

2.2.1.1.2 ช่วงการปรับสภาวะเบื้องต้น (Initial Adjustment Period) เป็นช่วงที่ความชื้นที่มีอยู่ในอาหารปรับตัวเพื่อมีอุณหภูมิเท่ากับลมร้อน อัตราการแห้งจะต่ำและจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงช่วงที่อัตราการอบแห้งคงที่ เป็นกรณีที่บริเวณผิวหน้าของแข็งมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่จะเริ่มเกิดการระเหยในตอนแรกจะสูงและค่อยๆ ลดลงจนคงที่

2.2.1.1.3 ช่วงอัตราการแห้งคงที่ (Constant Rate Period) เป็นช่วงที่น้ำในอาหารระเหยเป็นไออย่างต่อเนื่อง คล้ายกับการระเหยของน้ำโดยทั่วไป

2.2.1.1.4 ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling Rate Period) เป็นช่วงที่ความชื้นในอาหารเหลือน้อยจนแพร่ไปยังผิวหน้าอาหารอย่างต่อเนื่อง ทำให้ชั้นของเหลวที่ปกคลุมอยู่ไม่สม่ำเสมอ อัตราการแห้งจึงลดลง และเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นความชื้นจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงความชื้นสมดุลซึ่งน้ำในอาหารไม่สามารถระเหยออกมาได้อีก

2.2.1.2 น้ำในอาหาร แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ น้ำที่ถูกยึดไว้กับองค์ประกอบของอาหารอย่างแน่นหนา (Bound water) น้ำประเภทนี้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ และน้ำอิสระ (Free water) ที่เกาะอยู่กับอาหารอย่างหลวมๆ เรียกอีกชื่อหนึ่งคือวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity ; a_w) น้ำประเภทนี้ เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการเกิด ปฏิกิริยาต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียและการเน่าเสียของอาหารการทำแห้งจึงเป็นการดึงน้ำอิสระในอาหาร ซึ่งน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ออกไป ส่วนน้ำที่เหลือจากการทำแห้งเป็นน้ำที่ถูกยึดไว้กับองค์ประกอบของอาหารซึ่งน้ำที่อยู่ในโครงสร้างหรือในเซลล์อาหารจุลินทรีย์ไม่สามารถดึงมาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นการดึงน้ำออกจากอาหารหรือ

การทำให้อาหารแห้งก็ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และชะลอการทำงานของเอนไซม์จึงสามารถทำให้เก็บอาหารไว้ได้นานขึ้น

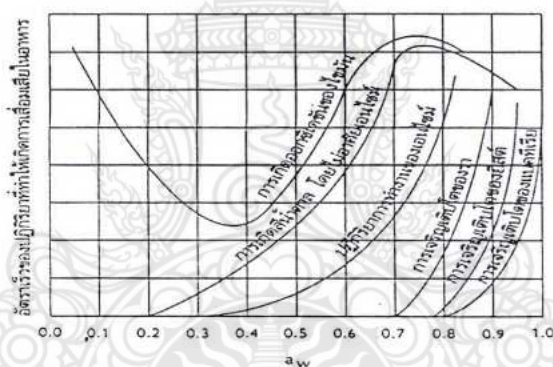
สามารถจัดกลุ่มอาหารตามค่า a_w เป็น 3 กลุ่ม คืออาหารที่มีความชื้นสูงอาหารที่มีความชื้นปานกลาง และอาหารที่มีความชื้นต่ำ (นิธิยา, 2545)

2.2.1.2.1 อาหารที่มีความชื้นสูง (High moisture foods : HMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w มากกว่าหรือเท่ากับ 0.95 หรือมีความชื้นมากกว่า ร้อยละ 50 เช่น เนื้อสัตว์ ผักและผลไม้สด

2.2.1.2.2 อาหารที่มีความชื้นปานกลาง (Intermediate moisture food ; IMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w ระหว่าง 0.65 – 0.85 หรือมีความชื้น ร้อยละ 15 – 50 เช่น ปลาหมึกแห้งปรุงรส ผลไม้แห้ง แยม เจลลี่ น้ำผึ้ง ขนมเค้ก นมข้นหวาน

2.2.1.2.3 อาหารที่มีความชื้นต่ำ (Low moisture food : LMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.65 หรือมีความชื้นที่มากกว่า ร้อยละ 25 เช่น นมผง แป้งมัน ไข่ผง กาแฟผง

อาหารจะมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0 – 1.0 ความสัมพันธ์ของค่า a_w กับอัตราเร็วของปฏิกิริยาต่าง ๆ ในอาหารแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวอเตอร์แอกทิวิตี(a_w)และอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหาร

ที่มา : ปิยธิดา, 2548

2.2.1.3 บทบาทของ a_w ต่อคุณภาพอาหาร

2.2.1.2.1 การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Microbiology growth) จุลินทรีย์เจริญเติบโตภายใต้ค่า a_w ที่จำกัด ถ้าค่า a_w ของอาหารต่ำกว่าค่า a_w ที่จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ มันจะไม่เจริญเติบโต เช่น แบคทีเรียส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า a_w ต่ำกว่า 0.91 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า a_w ต่ำกว่า 0.80

2.2.1.2.2 ปฏิกิริยาของเอนไซม์ (Enzymatic reaction) น้ำมีอิทธิพลต่อการทำงานของเอนไซม์มาก ไม่เพียงแต่ทำหน้าที่พาสารที่จะทำปฏิกิริยาไปยังด้านที่เกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ ยังมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่และการซึมผ่านของสารที่จะทำปฏิกิริยา สารเร่งปฏิกิริยา และสารยับยั้งเอนไซม์อีกด้วย

ถ้าไม่มีเอนไซม์จะทำหน้าที่ไม่ได้ อย่างไรก็ตามที่ความชื้นต่ำมาก หรือภายใต้สภาวะแช่แข็ง เอนไซม์หลายชนิดยังคงทำหน้าที่ได้ โดยทั่วไปปฏิกิริยาของเอนไซม์จะเพิ่มขึ้นตามความชื้น

2.2.1.2.3 ปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่เอนไซม์ (Non- enzymatic browning) เป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโน เกิดสารเมลานอยดิน ซึ่งมีสีน้ำตาล ปฏิกิริยาสีน้ำตาลขึ้นอยู่กับ ปริมาณความชื้น และมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงสุดที่ความชื้นปานกลาง (a_w) จะอยู่ในช่วง 0.6 - 0.7 ดังนั้นอาหารแห้งส่วนใหญ่และอาหารที่มีความชื้นปานกลางจะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

2.2.1.2.4 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Lipid oxidation) เมื่อค่า a_w ของอาหาร เพิ่มขึ้นจากศูนย์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะลดลงจนกระทั่งถึงความชื้นค่าหนึ่ง อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นตามความชื้น น้ำสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ทีปริมาณความชื้นต่ำ ๆ เพราะจะเกิดชั้นของน้ำรอบ ๆ สารเร่งปฏิกิริยาและไฮโดรเพอรอกไซด์ แต่เมื่อปริมาณความชื้นสูงขึ้นน้ำ จะทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายซึ่งทำให้โลหะที่เป็นสารเร่งปฏิกิริยาซึมผ่านได้ดีขึ้น นอกจากนี้ น้ำยังทำให้อาหารแห้งพองตัว สามารถรับออกซิเจนจากบรรยากาศได้เร็วขึ้น จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงขึ้นอีก (ปิยธิดา, 2548)

2.2.2 ขนลูกชุป

การที่จะปั้นลูกชุปนั้นจะต้องเริ่มจากปริมาณของถั่วที่จะใช้ปั้น แต่ละชิ้นต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน หรือเท่ากัน เพราะว่าลูกชุปที่ปั้นเสร็จแล้วจะต้องจัดในภาชนะเดียวกัน เทคนิคที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ จะต้องปั้นถั่วเป็นทรงกลมเหมือนกับการปั้นกระสุน จากดินเหนียว เพื่อต้องการให้เนื้อแน่นไม่แตกง่าย

การตกแต่งลูกชุปที่ปั้นเสร็จแล้วจะดูน่าสนใจหรือเหมือนจริงจะต้องมีสิ่งอื่นๆ ช่วยตกแต่ง ดังนี้ ใบไม้ กิ่งไม้ เมื่อปั้นลูกชุปเป็นผลไม้แล้ว ถ้าไม่มีกิ่งไม้หรือใบไม้ช่วยตกแต่งลูกชุปนั้น ก็อาจจะทำให้ ไม่เหมือนจริง เช่น ไข่ไก่ และกิ่งแก้วตกแต่งลูกชุปที่ปั้นเป็น ส้ม เซอร์ไทย หนามแดง ทำเป็นก้านเซิร์ฟหรือพวงมะม่วง เป็นต้น แต่การเลือกใช้ใบไม้หรือกิ่งไม้ใดๆ ก็ตามควรมีคุณสมบัติ คือ กิ่งหรือใบไม้นั้นจะต้องไม่เป็นพิษ และไม่เหม็นฉาว การสังเกตง่าย ๆ ใบไม้นั้นจะต้องมีความหนาเป็นมัน นอกจากกิ่งหรือใบแล้ว เรายังใช้ก้านหรือ ขั้วของผักต่างๆ เช่น ขั้วมะเขือเพื่อตกแต่งมะเขือต่างๆ ขั้วพริก เพื่อตกแต่งพริก เป็นต้น การเลือกควรเลือกขั้วผักที่มีความสดใหม่ เพราะจะทำให้ขนมดูสวยงามยิ่งขึ้น ข้อสังเกตขั้วที่สดจะมีสีเขียวเข้ม ตอนปลายของขั้วจะเป็นสีเขียวอ่อน ไม่มีสีน้ำตาล ถ้าปลายขั้ว มีสีน้ำตาลหมายความว่าขั้วนั้นไม่สด (รัชชัย, 2546)

2.2.2.1 คุณสมบัติต่างๆของส่วนผสมที่ใช้ในการทำลูกชุป

2.2.2.1.1 ถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก มีชื่อเรียกกันอยู่หลายชื่อ เช่น ถั่วทอง ถั่วซีก ซึ่งถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกที่มีขายกันอยู่ในปัจจุบันนี้ จะไม่เหมือนกับสมัยก่อนเพราะจะมีการเคลือบสีให้เหลือง เนื่องจากถั่วยังไม่แก่เต็มที่ถั่วเขียวก่อนนำมา ทำขนมจะต้องคัด และล้างจึงนำไปแช่น้ำค้ำคืนแล้วจึงล้างอีกครั้งก่อนนำมาต้มหรือนึ่ง แต่ในปัจจุบันถั่วเขียวที่นำมาใช้มักจะยังไม่แก่เต็มที่จึงใช้เวลาแช่น้ำน้อยลงโดยใช้น้ำอุ่นซึ่งก็จะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ก็ใช้ได้แล้ว ถ้านำถั่วเขียวไปแช่ค้างคืนจะเหม็นบูด เพราะเมล็ดถั่วยังไม่แก่ และแข็ง ถั่วชนิดนี้มี 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เปลือกสีดำกับพันธุ์เปลือกสีเขียวไม่ว่าจะเปลือกสีอะไรเนื้อถั่วก็เป็นสีทอง

ถั่วเขียวมีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Vigna radiate* ถั่วเขียวย่อยง่าย และมีสาร Oligosaccharides ที่ทำให้เกิดแก๊สในลำไส้ใหญ่ จึงเหมาะสำหรับเด็ก และผู้มีปัญหาถั่วเขียว มีโปรตีน และกรดอะมิโนไลซีน (lysine) ค่อนข้างสูง อีกทั้งยังอุดมด้วยวิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งที่ปลูกมากในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคเหนือ การใช้ประโยชน์ภายในประเทศใช้ในรูปแบบบริโภคโดยตรง และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ทำวุ้นเส้น เพาะถั่วงอก ทำชาหริ่ม เป็นต้น

1. คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเขียวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณโปรตีนสูงเมื่อเทียบกับถั่วเหลืองหรือถั่วอื่นๆ คือ มีโปรตีนร้อยละ 34 ไขมันร้อยละ 18.7 โดยน้ำหนักแห้ง คุณประโยชน์ของโปรตีนยังขาดกรดอะมิโน ซึ่งมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบได้แก่ เมทไธโอนีน (Methionine) และ ซีสตีน (Cystine) จึงควรรับประทานถั่วเขียวร่วมกับโปรตีนจากแหล่งอื่น เช่น ข้าว งาม เนื้อสัตว์ นม เป็นต้น ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่สูง จะทำให้โปรตีนจากถั่วเขียวกลายเป็นโปรตีนที่สมบูรณ์เช่นเดียวกับโปรตีนจากสัตว์ ถั่วเขียวเป็นพืชที่มีปริมาณไขมันต่ำ เมื่อเทียบกับถั่วชนิดอื่น จึงไม่สามารถใช้เป็นแหล่งของน้ำมันพืชได้ แต่สารอาหารที่มากของถั่วเขียว คือ คาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นแหล่งของแป้ง และแป้งสตาซ์ องค์ประกอบทางโภชนาการอื่นๆ ได้แก่ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส ร่างกายของคนเราต้องการโพแทสเซียมในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อต่างๆ ธาตุฟอสฟอรัสช่วยในการบำรุงประสาทและสมอง ส่วนธาตุแคลเซียมนั้นสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งในการเจริญเติบโตของกระดูก ในร่างกาย ในแง่ของวิตามินต่างๆ ถั่วเขียวอุดมสมบูรณ์ไปด้วยวิตามินเอ บี 1 บี 2 ไนอาซิน และวิตามินซี ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ การนำถั่วเขียว มาใช้ประโยชน์ ปริมาณการใช้ถั่วเขียวในประเทศประมาณร้อยละ 50 ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด โดยแยกออกเป็นถั่วเขียวผิวมันจะนำมาทำผลิตภัณฑ์แปรรูปเป็นแป้งถั่วเขียว แป้งสตาซ์ จากถั่วเขียวโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวโดยทั่วไปนิยมถั่วเขียวทั้งหมดมาทำอาหารหวานที่ง่าย และนิยมกันมาก คือ ถั่วเขียวต้มน้ำตาล นอกจากนี้ยังนำเมล็ดถั่วเขียวที่กะเทาะแล้วนำไปทำอาหารหวานของไทย ได้อีกหลายชนิดโดยใช้วิธีการต้มบด ได้แก่ เต้าส่วน ลูกชุบ เม็ดขนุน เป็นต้น (กระยาทิพย์, 2547)

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณค่าทางอาหารของถั่วเขียวในอัตราส่วน 100 กรัม

คุณค่าทางอาหารของถั่วเขียว	ปริมาณ (กรัม)
โปรตีน	21.7
ไขมัน	1.5
คาร์โบไฮเดรต	62.7
แป้ง	43
โปรตีน	24.8
เยื่อใย	4.0
น้ำตาล	5.4

ที่มา: กล้าณรงค์, 2539

2.2.2.1.2 กะทิ เป็นของเหลวสีขาวขุ่นได้จากการบีบคั้นเนื้อมะพร้าวขูด โดยการเติมหรือไม่เติมน้ำองค์ประกอบที่สำคัญของกะทิ คือ น้ำมัน น้ำ โปรตีน และน้ำตาลอยู่รวมกันเป็นอิมัลชันของน้ำมันในน้ำ โดยมีโปรตีนทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ ความเข้มข้นของน้ำกะทิขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ ที่ใช้คั้นน้ำกะทิเมื่อตั้งทิ้งไว้จะแยกเป็นหัวกะทิ และหางกะทิ โดยความสูงของหัวกะทิแสดงถึงความเข้มข้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำกะทิมีปริมาณน้ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีน โปรตีนไม่พอที่จะดึงน้ำมันให้กระจายแขวนลอยอยู่ทั่วไป โดยการใช้ประกอบอาหารคาวหวานในอดีตหรือในท้องที่ไกลตลาด น้ำกะทิในการผลิตระดับอุตสาหกรรมสามารถแบ่งได้เป็น 5 แบบ คือน้ำกะทิสด น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง น้ำกะทิพาสเจอร์ไรส์ น้ำกะทิบรรจุยูเอชที และกะทิผง (เวนิสา, 2547)

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของมะพร้าวส่วนที่กินได้ 100 กรัม

ชนิดของมะพร้าว	พลังงาน (kcal)	โปรตีน (g)	ไขมัน (g)	คาร์โบไฮเดรต (g)	แคลเซียม (g)	เหล็ก (g)
น้ำมะพร้าว (แก่)	12	1.0	-	2.1	21	1.4
มะพร้าวแก่ (เนื้อ)	321	3.2	28.2	16	23	2.5
น้ำมะพร้าวอ่อน	22	0.2	0.4	4.5	24	0.3
หัวกะทิ (ไม่ใส่น้ำ)	330	4.3	34.7	6.0	11	2.3
กะทิ (ใส่น้ำ)	241	3.2	24.9	5.2	16	1.6
กากมะพร้าว	116	1.8	4.3	17.5	10	5.3
มะพร้าวอ่อน, เนื้อ	77	1.4	3.6	10.3	42	1.0
มะพร้าวที่นึ่ง	99	1.4	5.5	11.9	10	0.7
จาวมะพร้าว	48	1.8	1.3	9.1	27	0.5
น้ำตาลสด	43	2.1	0.3	10.2	3	0.2
น้ำตาลมะพร้าว	383	0.4	0.1	95	80	1.4
น้ำมันมะพร้าว	883	-	99.9	-	2	-

ที่มา: ศรีสมร, 2546

2.2.2.1.3 ผงวุ้น โดยส่วนใหญ่ในประเทศไทยนิยมนำวุ้นจากสาหร่ายนำมาทำขนม เช่น วุ้นหน้ากะทิ วุ้นลาย วุ้นชั้น วุ้นสังขยา วุ้นที่ใช้ในการชุบของลูกชุบ วุ้นทำมาจากสารเหนียวที่มีอยู่ในสาหร่ายทะเล มีคุณสมบัติจับตัวเป็นวุ้นที่หยุ่นได้มีลักษณะใส วุ้นเป็นกาแลกแทนหรือพอร์แซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่ง สกัดได้จากสาหร่ายทะเลแดงวงศ์ Rhodophyceae มีหน้าที่เป็นองค์ประกอบโครงสร้างของเซลล์สาหร่ายที่ใช้สกัดที่สำคัญ ได้แก่ สกุล Gelidium และ Gracilaria มีความสามารถในการละลายได้ดีในน้ำร้อน วุ้นประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อะกาแรน (Agaran) หรืออะกาโรส (Agarose) สามารถเป็นเจลได้ดีและอะกาโรแพกติน (Agarpectin) ส่วนนี้ไม่สามารถเป็นเจลได้

1. วุ้นทำหน้าที่เป็นโครงสร้างขนม มีความยืดหยุ่น มีลักษณะใส วุ้นเป็นที่นิยมนำมาทำเป็นขนมไทย วุ้นที่มีจำหน่ายในท้องตลาดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ วุ้นรูปแบบเส้น และวุ้นผง

2. รูนรูปแบบเส้นทำเป็นเส้นแบนเล็กคล้ายเชือกฟางยาวประมาณ 1 ฟุต รวมกันเป็นมัดก่อนที่จะนำไปใช้ควรแช่รูนรูปแบบเส้นลงในน้ำเย็นหรือน้ำอุ่นอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ให้เส้นพองตัว รูนอ่อนตัว และตัดรูนเป็นท่อนสั้นๆก่อนที่จะนำไปตากเพื่อความสะดวกในการละลายของรูนให้ละลายได้ง่ายขึ้นรูนลักษณะนี้จะมีราคาแพงหาซื้อยาก

3. รูนผง มีลักษณะเป็นผงละเอียดบรรจุในซองมีด้วยกัน 2 ขนาด คือ ซองใหญ่ น้ำหนัก 5 กรัม ซองเล็กน้ำหนัก 25 กรัม รูนผงสามารถนำมาใช้งานโดยนำผงรูนแช่น้ำเพียง 10 นาทีหรือคลุกกับน้ำตาลหนัก 10 เท่าตัว แล้วให้ความร้อนใช้น้ำในการละลายค่อนข้างมากประมาณ 30 - 50 เท่า ของ น้ำหนักโดยไม่เกิดก้อนเหนียว และจำเป็นต้องละลายให้หมดก่อนนำไปผสมกับส่วนอื่นๆ รูนละลายได้ดีในน้ำร้อนที่ร้อนเกินกว่า 90 °C ลักษณะเฉพาะของเจลที่ได้จากรูน คือมีเนื้อสัมผัสเป็นแบบ Hard brittle และ Short texture มีคุณสมบัติการหลอม และเซตตัว เยลลี่รูนจะหลอมที่ 85 - 90 °C และเซตตัว เป็นเจลที่ 32 - 39 °C ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำงานโดยเฉพาะในการหยอด หรือเทเนื้อขนมที่ร้อน ลงในพิมพ์ และพักไว้ให้เย็นจะได้รูนตามรูปแบบที่ต้องการ (ปริดา, 2552)

2.2.2.1.4 สีส้มอาหาร สีจะช่วยให้ขนมลูกชุบมีสีสันน่ารับประทาน แต่เดิมนั้นคนโบราณจะไม่มีสีสังเคราะห์ ขนมนิยมก่อนที่มีสีจะเป็นสีที่ได้จากธรรมชาติทั้งสิ้น ซึ่งบางอย่างนอกจากจะให้สีแล้วยังให้ กลิ่นหอมด้วย เช่น สีเขียวจากใบเตย สีส้มจากดอกอัญชัน แต่ปัจจุบันนี้เรามีสีที่ใช้ ในการทำอาหารมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ สีที่ได้จากธรรมชาติ และสีวิทยาศาสตร์ (ศรีสมร, 2546)

1. สีธรรมชาติ

1.1 สีเขียว จากใบเตยหอมได้จากการหั่นใบเตยหอมตามขวางแล้วปั่นให้ละเอียดเติมน้ำเปล่าเล็กน้อย คั้นแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง ใช้ใส่ขนมที่ต้องการสีเขียวถ้าต้องการแต่งกลิ่นใบเตยก็ใช้ทั้งใบ

1.2 สีส้ม จากดอกอัญชัน โดยการนำดอกอัญชันใส่ถ้วยเติมน้ำเปล่าเล็กน้อย บดดอกอัญชันแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางจะได้สีส้มถ้าต้องการสีม่วงให้เติมน้ำมะนาวลงไป

1.3 สีแสด ได้จากเมล็ดของผลคำแสด โดยนำเมล็ดคำแสดมาแช่น้ำ และกรองเอากากออกตั้งไว้ให้สีตกตะกอนรินน้ำใสทิ้ง นำตะกอนไปปรุงแต่งอาหารตามต้องการ

1.4 สีเหลือง ได้จากพืชหลายชนิด เช่น ดอกกระดังงา ให้สีเหลืองทองโดยเด็ดเอาเฉพาะหลอดดอก คั้นเอาแต่น้ำ, ขมิ้นปอกเปลือกออกให้หมด โขลกให้ละเอียดเติมน้ำเปล่าเล็กน้อยคั้นเอาแต่น้ำ, ดอกคำฝอยให้สีเหลืองอ่อนใช้กลีบดอกต้มให้เดือดกรองเอาแต่น้ำ

1.5 สีแดง ได้จากพืชหลายชนิด เช่น กระเจี๊ยบแดงใช้ส่วนกลีบเลี้ยงแกะฝักทิ้งแล้วต้มให้เดือดใช้แต่น้ำ, ฝางใช้แก่นไม้ฝางต้มกับน้ำเปล่าจะให้สีชมพูอ่อนกรองเอาแต่น้ำ, ครั่งให้สีแดง ทับทิมควรเลือกครั้งใหม่ๆ แช่น้ำสารส้มเล็กน้อยจะได้สีแดงสวยงามยิ่งขึ้น (ปริดา, 2552)

2. สีวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เป็นสีอาหารโดยเฉพาะบรรจุมาในขวดเล็ก วิธีใช้ คือนำหลอดยางบีบ แล้วหยดลงในขนมที่ต้องการไม่ควรใช้มากเกินไปจะทำให้สีขนมเข้ม ทำให้แก้ไขยาก (จรรยาศรี, 2547)

2.2.3 เครปญี่ปุ่น (Japanese Crêpe)

ออกเสียงญี่ปุ่นว่า คุเรปู (Kurepu) เป็นขนมที่ได้รับอิทธิพลมาจากประเทศฝรั่งเศส แล้วได้มีการปรับเปลี่ยนรูปทรงของแป้ง ซึ่งแต่เดิมเพียงรีดแป้งโดให้เป็นแผ่นบางๆ แล้วนำเข้าอบ จากลักษณะของแป้งบางๆแบบนี้ ทำให้ได้ชื่อเรียกว่า “เครป – Crêpe” ซึ่งในภาษาฝรั่งเศส มีความหมายว่า ผ้าแพร จึงได้มีการประยุกต์ดัดแปลงรสชาติและรูปแบบจากของแท้ดั้งเดิมไปบ้างเล็กน้อย เพื่อให้ถูกปาก และเข้ากับรสนิยมการรับประทานของคนญี่ปุ่นสามารถทำได้ทั้งของหวานและของว่างยามบ่าย (ครัวญี่ปุ่น, 2549)

นิยาม มีลักษณะคือ กรอบตอนแรกที่ทำเสร็จใหม่เพียงแค่ 1 - 2 นาที ซึ่งส่วนใหญ่จะทอดด้วยกระทะเหล็กทรงกลม โดยมีวุ้นใส่กรวยกระดาษส่งให้ลูกค้าทาน เครปในอดีตมีการทานเนย โรยน้ำตาล หรือใส่ไส้ด้วยผลไม้ เห็ด เนยแข็ง และแฮม แต่ปัจจุบันคิดปรับปรุงสูตรใหม่ให้เข้ากับยุคสมัยและความนิยมของคนในประเทศนั้นๆ เครปที่ได้รับความนิยมที่ใส่ไส้มากที่สุด คือ ไข่ ไส้กรอก เห็ด แฮม น้ำพริกเผาและแฮมผลไม้รสต่างๆ (ชมภูนุช, 2558)

2.2.3.1 คุณสมบัติต่างๆของส่วนผสมที่ใช้ในการทำเครป

2.2.3.1.1 แป้งสาลี เป็นแป้งที่นิยมใช้ทำขนมแทบทุกชนิด และมีคุณสมบัติต่างจากแป้งอื่นๆ เมื่อผสมแป้งสาลีกับน้ำและนวดจะได้แป้งที่มีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่นได้ เมื่อล้างเอาแป้งออกจะมีลักษณะเป็นยางเหนียวและยืดหยุ่น เรียกว่า กลูเตน แป้งสาลีจะมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 13.50 (ครัวบ้านพิม, 2552)

1. ประเภทแป้งสาลี จำแนกตามปริมาณของโปรตีนสามารถจำแนกได้ 3 ชนิด

1.1 แป้งขนมปัง (bread) เป็นแป้งข้าวสาลี (wheat flour) ที่ผลิตจากข้าวสาลีชนิดแข็ง แป้งมีสีขาวนวล มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 12.5-14 ดูดน้ำได้มาก ทนต่อการหมัก ลักษณะของแป้งจะมี สีค่อนข้างคล้ำ ไม่ขาว หยาบ และไม่เกาะตัวกัน

1.2 แป้งอเนกประสงค์ (All Purpose Flour) เป็นแป้งสาลีที่ทำมาจากข้าวสาลีชนิดหนักและเบาผสมกัน มีโปรตีนประมาณร้อยละ 10-11 แป้งชนิดนี้สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง มีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน แป้งชนิดนี้ใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู เช่น คูกี้, พาย, โดนัท

1.3 แป้งเค้ก (Cake Flour) เป็นแป้งที่ได้จากข้าวสาลีชนิดอ่อน มีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7 - 9 มีความเหนียวน้อย เนื้อละเอียด แป้งชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้สารเคมี เช่น ผงฟู เบคกิ้งโซดาเป็นตัวทำให้ขึ้นฟูไม่นิยมใช้ยีสต์ (กล้าณรงค์, 2550)

2. หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ช่วยให้เกิดโครงสร้างแก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบ (เคอรี่ ฟลาวมิลล์, 2552) และทำให้คงรูปได้เมื่อผ่านการขึ้นรูป (กล้าณรงค์, 2550)

2.2.3.1.2 ไขมัน เนยสดเป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์คูกี้ ให้รสชาติและกลิ่นที่หอม ปริมาณที่ใช้แตกต่างกันตามชนิดและสูตรของขนม เนยสดมีทั้งเนยจืดและเนยเค็ม (ณัฐชา, 2554)

1. แบ่งเนยเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

1.1 เนยสด (Butter) เป็นไขมันที่ได้จากการสกัดนํ้านมสัตว์ แล้วนำไปผ่านกระบวนการทำให้แข็งตัวเป็นก้อน ซึ่งเนยประเภทนี้ จะต้องเก็บไว้ในตู้แช่หรือตู้เย็นเสมอ มิฉะนั้นแล้วจะเหลว

หรือละลายโดยเนยสดประเภทนี้จะแยกออกเป็นเนยจืดและเนยเค็ม ซึ่งเนยสดที่มีการห่อกระดาษสีเงินจะเป็นเนยสดรสจืด ส่วนที่ห่อกระดาษสีทอง จะเป็นเนยสดรสเค็ม

1.2 มาการีน (Margarine) หรือเรียกอีกอย่างว่า เนยเทียม โดยเนยประเภทนี้ จะทำจากไขมันจากพืช เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง (ในบางยี่ห้อ อาจจะมีการนำไขมันสัตว์มาปนด้วย) และผ่านกระบวนการ hydrogenation เพื่อให้กลายเป็นเนยเทียม ซึ่งเนยประเภทนี้สามารถนำมาใช้แทนเนยสดได้ แต่ความหอมอร่อยของเนยประเภทนี้ ก็จะน้อยกว่าเนยสดมาก เนยประเภทนี้เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง แบบไม่ต้องแช่เย็น ก็ไม่ละลาย

1.3 มาการีนเนยสด (Butter Margarine) เป็นมาการีนแบบเดียวกับข้างบนกระบวนการในการผลิตเหมือนกันทุกอย่าง เพียงแต่จะมีการเติมกลิ่นเนยสดเพิ่มเข้าไป เพื่อให้เวลานำไปทำขนมแล้วได้กลิ่นที่หอมใกล้เคียงเนยสดมากขึ้น

2. หน้าที่ของไขมันต่อผลิตภัณฑ์ เป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ทำให้ไขมันเข้ากับน้ำหรือของเหลวอื่นๆ ได้ดี (ครัวบ้านพิมพ์, 2553)

2.2.3.1.3 ไข่ทั้งฟอง

1. จำแนกไข่ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่

1.1 ไข่ขาว มีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 86 มีโปรตีนที่เรียกว่า มิวซิน (Mucin) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ไข่ขาวมีเมือกเหนียว ส่วนโปรตีนอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า โอวัลบูมิน (Ovalbumin) จะช่วยทำให้ไข่ขาวคงตัวเมื่อถูกความร้อน กรด และเมื่อตีไข่ขาวแรงๆ และเร็ว

1.2 ไข่แดง มีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 50 และมีไขมันที่เรียกว่า เรนซิติน (Lecithin) ฟอสโฟลิปิด (Phospholipid) ซึ่งสารทั้งสองจะทำให้ไข่แดงมีคุณสมบัติเป็นตัวเชื่อมส่วนประกอบให้รวมตัวกันแต่คุณสมบัติดังกล่าวจะถูกทำลายเมื่อเก็บไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิสูง คุณภาพของไข่สด มีผิวที่ด้านหยาบ ช่องอากาศไม่ลึก เมื่อตอกออกจากเปลือกจะพบว่าไข่แดงกลมมนตรงกลาง ส่วนไข่ขาวเกาะตัวกันดีกับไข่แดง ไม่มีกลิ่นเหม็น

2. หน้าที่ของไข่ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูและช่วยเก็บอากาศทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัว

2.2.3.1.4 เกลือ ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบนิยมใช้เกลือป่นละเอียด ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 99 เกลือที่ใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เกลือธรรมดา และเกลือกรด

2.2.3.1.5 นม หรือน้ำมัน หมายถึง ของเหลวสีขาวที่ประกอบด้วยสารอาหารที่ออกมาจากเต้านมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นมจะประกอบไปด้วยสารอาหารหลักที่จำเป็นสำหรับเด็กหรือสัตว์เกิดใหม่ ซึ่งนมสามารถนำไปสร้างผลิตภัณฑ์อื่นได้แก่ ครีม เนย โยเกิร์ต ไอศกรีม ชีส นอกจากนั้นนมยังสามารถหมายถึงเครื่องดื่มอื่นที่นำมาใช้ทดแทนนม เช่น นมถั่วเหลือง นมข้าว นมข้าวโพด นมแอลมอนต์ มีโครงสร้างเป็นอิมัลชัน (emulsion) ประเภทน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) ไขมันนม (butter fat) จะแขวนตัวเป็นหยดน้ำมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ ซึ่งธาตุไขมัน (Milk solid not fat) เช่น โปรตีน น้ำตาลแลคโตส (lactose) แร่ธาตุและวิตามิน (พิมพ์เพ็ญ, 2553)

2.2.3.1.6 กระบวนการดูดซึมน้ำของแป้ง การดูดซึมน้ำของแป้งเม็ดขนุนตัวอย่างควบคุม และแป้งพรีเจลลาทีไนซ์ จากเม็ดขนุน พบว่าแป้งพรีเจลลาทีไนซ์ที่เตรียมโดยวิธีการต้มเม็ดขนุนทั้งเมล็ด และการใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่มีค่าดัชนีการละลายน้ำและดัชนีการดูดซึมน้ำสูงกว่าแป้งเม็ดขนุน ตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากโดยปกติเม็ดแป้งมีโครงสร้างแบบกึ่งผลึก (Semi-crystalline) ประกอบด้วยอะไมโลส และอะไมโลเพกทิน ที่ถูกสร้างออกไปตามแนวรัศมีของเม็ดแป้งจากจุดไฮลัมสู่ขอบเม็ดแป้ง ภายในจะประกอบด้วยบริเวณของชั้นผลึก (Crystalline) สลับกับชั้นอสัณฐาน (Amorphous) บริเวณอสัณฐานเกิดจากส่วนโมเลกุลของอะไมโลเพกทินที่มีพันธะ α -1, 6 อยู่บางส่วนบริเวณผลึกเกิดจากการรวมตัวของสายกิ่งขนานกันไปตามโครงสร้างคลัสเตอร์ของอะไมโลเพกทิน โดยมีอะไมโลสแทรกอยู่ในอะไมโลเพกทินการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบของโมเลกุลอะไมโลเพกทินออกไปตามแนวรัศมีภายในเม็ดแป้งที่มีทั้งส่วนผลึก และอสัณฐานสลับเป็นชั้นกันไปเช่นนี้ จึงทำให้สามารถมองเห็นปรากฏการณ์การหักเหของแสงสองแนวหรือไบรีฟริงเจนส์ของเม็ดแป้งได้ การหักเหของแสงสองแนวที่มองเห็นจะปรากฏเป็นกากบาทไขว้สีดำ (Maltese Cross) ตัดกันที่จุดไฮลัมของเม็ดแป้ง ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดจากการจัดเรียงตัวของโมเลกุลภายในเม็ดแป้งอย่างเป็นระเบียบ (วรรณ, 2549) แต่เมื่อแป้งเม็ดขนุนซึ่งมีอุณหภูมิ การเกิดเจลลาทีไนซ์อยู่ในช่วง 73 – 81 องศาเซลเซียส (อมรรัตน์, 2546, Tulyathan, 2002) ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิเจลลาทีไนซ์ ความร้อนจะทำลายพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของแป้งโดยเริ่มที่บริเวณอสัณฐานก่อน น้ำจะเข้าสู่ภายในเม็ดแป้ง ได้มากขึ้น และเมื่อให้ความร้อนต่อไปเป็นระยะเวลานานขึ้นหรือระดับอุณหภูมิที่ใช้เพิ่มขึ้น จะมีผลให้เกิดการหลอมละลายบริเวณผลึกภายในเม็ดแป้งเพิ่มขึ้น เม็ดแป้งจึงดูดซึมน้ำได้ มากขึ้น ด้วยเหตุนี้แป้งพรีเจลลาทีไนซ์ จึงสามารถดูดซึมน้ำและละลายได้ดีกว่าแป้งดิบจากเม็ดขนุน สอดคล้องกับรายงานของ Lai (2001) ซึ่งพบว่าแป้งข้าวเจ้าพรีเจลลาทีไนซ์มีดัชนีการดูดซึมน้ำและดัชนีการละลายน้ำสูงกว่าตัวอย่างควบคุม (ดรรารัตน์, ม.ป.ป.)

2.2.3.1.7 การผสม ของของแข็งกับของเหลวเพื่อให้องค์ประกอบต่างๆ เพื่อช่วยคลุกเคล้าให้ของผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งจะเร่งการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลระหว่างการแปรรูปอาหาร เช่น การแปรรูปด้วยความร้อน (พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.)

2.2.3.1.8 การหมัก การพักแป้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อเป็นการการพักแป้งเครียดในตู้เย็นทำให้เนื้อแป้งเครียดขึ้น เนื่องจากแป้งมีการซึมซับของเหลวจนอิ่มตัวแล้วเซตตัว และฟองอากาศหายไป (แสงแดด, 2559)

2.2.4 เฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar)

ผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแท่ง (Cereal bar) เป็นรูปแบบของธัญชาติชนิดพองชนิดหนึ่งที่ผลิตขึ้นเพื่อสะดวกต่อการบริโภคโดยการผสมส่วนผสมที่เป็นชิ้นเล็กๆเข้าด้วยกันโดยใช้สารยึดเกาะที่มีความชื้นเหนียวเป็นตัวประสานจากนั้นนำมาขึ้นรูปแบบชิ้นหรือแท่งสำหรับประเทศไทยผลิตภัณฑ์นี้ส่วนมากเป็นอาหารว่างแบบพื้นบ้าน เช่น กระจ่างสารท, ข้าวแตน, ขมนนางเล็ด และถั่วกระจก เป็นต้น (ปาริสุทธ์, 2550) ซึ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์มี 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีลักษณะกรอบแห้ง (crunch bar) และชนิดเหนียวนุ่ม (Chewy bar) โดยปริมาณน้ำตาลในรูปซูโครสทั้งหมดร้อยละ 15-20 และอาจมีการเติมน้ำผึ้งในส่วนผสมเพื่อเพิ่มรสชาติ ผลิตภัณฑ์ชนิดเหนียวนุ่ม มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 25-30 ทั้งนี้การเติมนมเพื่อเพิ่มรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการ

2.2.4.1 คุณสมบัติต่างๆของส่วนผสมที่ใช้ในการทำเฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar)

2.2.4.1.1 น้ำตาล ที่ใช้บริโภคกันทุกวันนี้ คือผลึกของซูโครสที่ได้จากน้ำอ้อย น้ำตาลซูโครส อาจผลิตได้จากน้ำเชื่อม หรือได้จากต้นตาล, มะพร้าว, ข้าวโพด, เมเปิล, และหัวบีท จึงทำให้น้ำตาลมีชื่อเรียกหลายอย่างมีดังนี้

1. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined sugar) คือ ผลึกน้ำตาลซูโครสที่มีความบริสุทธิ์สูงมากเป็นเกล็ดใสมีสีขาวสะอาดปราศจากกากน้ำตาล มีความชื้นเล็กน้อยเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ใช้กันทั่วไปในร้านอาหาร ในครัวเรือน หรือในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร เครื่องดื่ม ขนมต่างๆ

2. น้ำตาลปี๊บ ส่วนมากทำจากน้ำตาลมะพร้าว บรรจุปี๊บน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม เป็นก้อนเหนียวมีความหนืดสูงสีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม น้ำตาลมะพร้าวที่มีคุณภาพดีควรมีสันวลโดยไม่ใช้สารฟอกสีเนื้อละเอียด และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวมีปริมาณความชื้นร้อยละ 7-8 ไม่เยิ้มเหลว ปริมาณน้ำตาลซูโครสมากกว่าร้อยละ 70 และมีน้ำตาลอินเวิร์ทไม่เกินร้อยละ 6-7 นิยมใช้กับอาหารที่มีกะทิเป็นส่วนผสม เช่น พะแนง, บัวลอย, แกงบวด, ขนมปลากิมไข่เต่า และน้ำปลาหวาน (ภักธิรา, 2554)

2.2.4.1.2 กลูโคสไซรัปหรือแบะแซ คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยแป้งจากข้าวโพด หรือ แป้งมันสำปะหลังด้วยกรดหรือเอนไซม์ ทำให้บริสุทธิ์และเข้มข้น ประกอบด้วย ดี-กลูโคส มอลโทส และ โพลีเมอร์ของดี-กลูโคส ในสัดส่วนที่ต่างกัน คุณสมบัติของแบะแซ กำหนดด้วยค่าสมมูลเด็กโทรส (D.E.) หมายถึงปริมาณน้ำตาลรีดิวิซ์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์โดยคำนวณในรูป D(+)-glucose ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด ที่จำหน่ายมีลักษณะที่กึ่งแข็งกึ่งเหลวและแบบผงโดยต้องมีค่า D.E. ไม่ต่ำกว่า 20 โดยองค์ประกอบของแบะแซที่ผลิตในประเทศไทย (ตารางที่ 2.4) แบะแซที่มีค่า D.E. ต่ำจะมีความหนืดสูงมีความหวานต่ำช่วยป้องกันการตกผลึก มีการดูดซับน้ำต่ำ ช่วยให้เนื้อสัมผัสเรียบเนียนทนต่อ การแตกหักได้ดีการละลายน้ำของแบะแซจะละลายได้ดีเมื่อค่า D.E.สูง และลดไปตามค่า D.E. ซึ่งแบะแซที่มีค่า D.E. สูงที่มีความหวานเพิ่มขึ้น แต่ความหนืดลดลง การควบคุมการตกผลึกก็ลดลง และดูดความชื้นได้สูง (ภาควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539)

ตารางที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบของแบะแซที่ผลิตในประเทศไทย

องค์ประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
ของแข็ง	89.03	ร้อยละ
ค่าสมมูลเด็กโทรส	40.24	ร้อยละ
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	4.60	pH
เด็กโทรส	6.91	ร้อยละ
มอลโทส	48.0	ร้อยละ

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์, 2510

แบะแซจะช่วยป้องกันและรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ให้ลักษณะเกาะรวมกันควบคุมระดับความหวานการตกผลึกของซูโครสและเด็กโทรส (Lees and Jackson, 1975) คุณสมบัติในการป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์เป็นผลจากน้ำตาลในผลิตภัณฑ์จะอยู่ใน

อสัณฐาน (amorphous) ซึ่งเป็นของแข็งที่มีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็วของน้ำตาลทำให้น้ำตาลเกิดการแข็งตัวก่อนที่จะเคลื่อนที่มาเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบและเกิดเป็นผลึกน้ำตาลในรูปอสัณฐานจะมีลักษณะใสกรอบหรือเหนียวนุ่มและหากเกิด การตกผลึกน้ำตาลจะมีลักษณะขุ่นเนื้อสัมผัสจะร่วน (Jackson,1995) คุณลักษณะทั่วไปของแบะแซ ต้องมีลักษณะเป็นของเหลวข้น มีรสหวาน ไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อน ไม่มีกลิ่นหมัก ไม่มีราที่ ไม่ตะกอนหรือสิ่งสกปรก ปราศจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาล กลิ่นและรสเทียม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์กลูโคสไซรัป มอก.268-2521)

2.2.4.1.3 เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส การเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสไม่ว่าจากธรรมชาติหรือสังเคราะห์ขึ้นมา จึงเป็นสิ่งที่ทำให้ขนมขบเคี้ยวน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น แม้ว่าสารปรุงแต่งกลิ่นรสจะไม่ใช่วัสดุหลักในการผลิตขนมขบเคี้ยวแต่ก็มีผลต่อลักษณะปรากฏและรสชาติของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (ศิริพันธ์, 2536) ได้มีการให้คำจำกัดความของสารที่ใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสว่าเป็นสารที่เติมลงในอาหาร ยา หรือผลิตภัณฑ์อื่นที่บริโภคเข้าไปในปากโดยมีจุดประสงค์อย่างเด่นชัดเพื่อที่จะทำให้เกิดกลิ่นรสขึ้นในผลิตภัณฑ์ จะไม่นำมาใช้เป็นอาหารบริโภคโดยตรง แต่ไม่ใช่วัสดุประกอบหลักในผลิตภัณฑ์อาหารไม่ว่าสารนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการหรือไม่ก็ตาม แต่จะนำมาเติมลงในอาหารเพื่อจุดประสงค์ทางด้านเทคนิคของการผลิตการแปรรูปใดก็ตามที่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นหรือรสชาติหรือทั้งกลิ่นและรสชาติ ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างปลอดภัยและได้รับอนุญาตให้ใช้ข้ามประเทศนั้น (สายสนม, 2540)

2.2.4.1.4 การตกผลึก การที่น้ำเชื่อมให้เข้มข้นอิมัลชันน้ำตาลไม่สามารถละลายได้อีกเรียกว่า สารละลายน้ำเชื่อมอิมัลชัน หรือ น้ำเชื่อมอิมัลชัน หากปล่อยให้เย็นลงอย่างระมัดระวังโดยไม่ให้ตกผลึก น้ำเชื่อมนี้จะมีน้ำตาลละลายอยู่มากกว่าที่ควรจะเป็น ณ อุณหภูมินี้จะเกิดภาวะอิมัลชันวดยิ่งและอาจแข็งตัวเป็นคล้ายแผ่นกระจกได้โดยไม่ตกผลึก แต่น้ำตาลส่วนที่เกินจะเริ่มตกผลึกเป็นผงละเอียดในภายหลัง เห็นได้จากผลิตภัณฑ์ถั่วตัด ถั่วกระจก น้ำตาลอยู่ในสภาวะอิมัลชันวดยิ่งแข็งใสไม่ตกผลึก เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานๆ น้ำตาลบางส่วนตกผลึกเป็นผงน้ำตาลละเอียด ถั่วกระจกมีลักษณะขุ่น ไม่ใส การตกผลึกขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ การทำอาหารที่ต้องการรสหวานจัด เช่น แยม เยลลี่ นิยมใช้ฟรุทโทส เป็นตัวให้ความหวาน ถ้าใช้ซูโครสหรือกลูโคสทำให้เกิดผลึกของน้ำตาลเมื่อใช้ในปริมาณมาก (ศิริลักษณ์, 2525)

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นางสาวสาวิตรี ทรัพย์ทิพย์ ศึกษาการใช้แป้งพรีเจลาติไนซ์เม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในชีฟพอนเค้ก การประเมินต้นทุนในเชิงการค้าของแป้งพรีเจลาติไนซ์เม็ดขนุนพบว่า มีราคาต้นทุนการผลิตต่ำกว่าแป้งสาลี 0.2% เมื่อนำมาทดแทนในชีฟพอนเค้กแป้งพรีเจลาติไนซ์เม็ดขนุน : แป้งสาลี 30 : 70 สามารถลดต้นทุนได้ 0.12% งานวิจัยนี้เป็นระดับห้องปฏิบัติการ ใช้สัดส่วนแป้งพรีเจลาติไนซ์เม็ดขนุน : แป้งสาลี 30 : 70 เป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ถ้าเป็นในระดับอุตสาหกรรมต้องมีปริมาณการใช้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งขนุนเป็นผลไม้ที่มีทุกฤดูกาล ดังนั้นปริมาณเมล็ดจึงมีมากเพียงพอที่จะป้อนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตแป้ง ส่วนผลการวิเคราะห์ทางด้านเคมีพบว่าชีฟพอนเค้กแป้งพรีเจลาติไนซ์เม็ดขนุน (30 : 70) ให้คุณค่าทางโภชนาการมากกว่า

ชีพพจนแก้สูตรมาตรฐาน โดยมีค่าพลังงานต่ำ และปริมาณเส้นใยสูง สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค ในปัจจุบันที่หันมาให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพกันมากขึ้น

ในแต่ละปี อุตสาหกรรมอาหารว่างในบางประเภทเช่นสหรัฐอเมริกาทำรายได้หนึ่งร้อยล้านดอลลาร์ ตลาดของอาหารจำพวกนี้กว้าง หลายบริษัทต้องการเป็นหุ้นส่วนของตลาดอาหารทานเล่นนี้ ผลที่ตามมาก็คือ การจัดรายการที่กระตุ้นให้ผู้บริโภคซื้อสินค้าจำพวกนี้ โฆษณาของอาหารกินเล่นมีมากกว่าโฆษณาของอาหารปกติ (เช่นผลไม้ ผัก เนื้อหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากนม) และโฆษณาในโทรทัศน์ส่วนใหญ่จะมุ่งขายอาหารประเภทนี้ หลังจากที่มีความตระหนักถึงคุณค่าทางอาหาร อาหารที่รับประทานเข้าไป การลดหรือคุมน้ำหนัก และสุขภาพ เริ่มมีมากขึ้น หลายคนจึงเริ่มหันมาบริโภคเพื่อสุขภาพ และเลือกอาหารทานเล่นที่มีเป็นของธรรมชาติเช่นผลไม้ (สดหรืออบแห้ง) ผัก (แท่งแครอท) ถั่วและธัญพืช

พญ.อารยา ตั้งวิฑูรย์ ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จึงได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง “พฤติกรรมการบริโภคอาหารว่างและขนมของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในอำเภอหาดใหญ่: ความสัมพันธ์กับภาวะโภชนาการ” โดยได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาสุขภาพภาคใต้ (วพส.) การบริโภคอาหารมื้อหลักของคนเราจำเป็นต้องบริโภคให้ครบทั้ง 3 มื้อ และสมดุลกันระหว่างอาหารทั้ง 5 หมู่ โดยเฉพาะวัยเด็กที่ต้องการพลังงานและสารอาหารในการเจริญเติบโต อาหารว่างและขนมจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญ เป็นส่วนเสริมให้เด็กได้รับสารอาหารที่มีคุณค่าที่จำเป็นต่อร่างกาย อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันอาหารว่างและขนมส่วนใหญ่มีแป้ง น้ำตาล และไขมันเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งให้เพียงพลังงาน แต่มีสารอาหารอื่นที่จำเป็นค่อนข้างน้อย จึงอาจส่งผลต่อภาวะโภชนาการและการเจริญเติบโตของเด็กได้

วลัยลักษณ์ (2549) กล่าวว่า การใช้ประโยชน์จากเมล็ดขนุนยังมีน้อย จึงมีงานวิจัยศึกษาเรื่องการนำเมล็ดขนุนมาผลิตเป็นแป้งเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยแป้งเมล็ดขนุนมีโปรตีน 6.1% เส้นใย และไขมัน คิดเป็นร้อยละ 12.43, 3.06, 2.45 และ 0.66

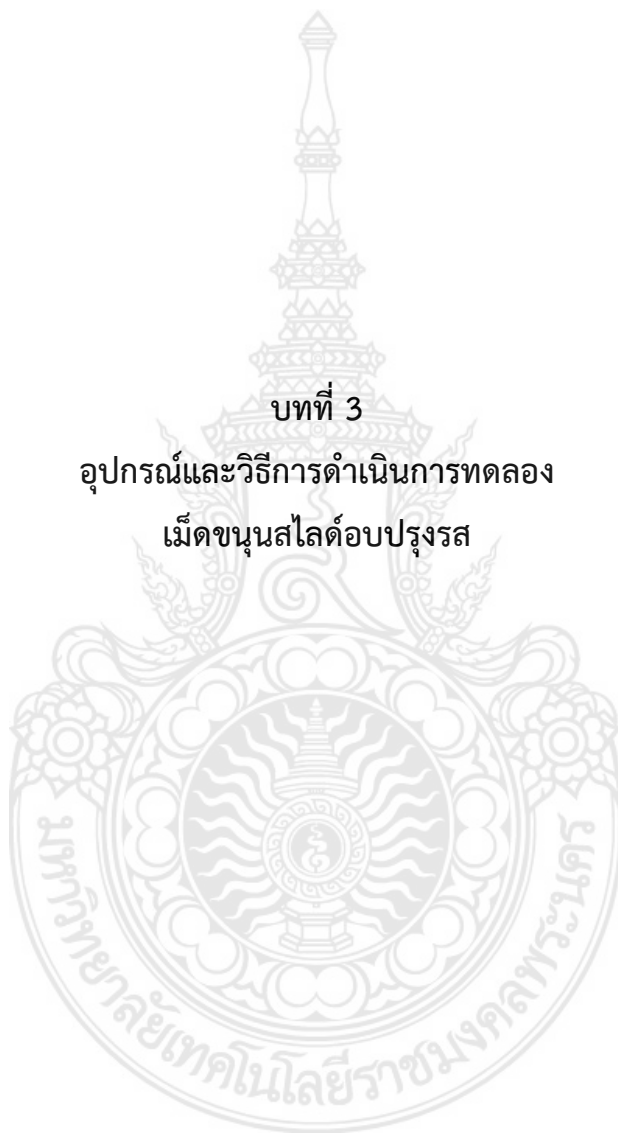
พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2552) กล่าวว่า แป้งเมล็ดขนุนมีปริมาณน้ำตาลและโปรตีนใกล้เคียงกับแป้ง ข้าวเจ้า แป้ง ข้าวเหนียว และแป้งสาลี

ดาร์รัตน์ และคณะ (2553) กล่าวว่า แป้งดิบจากเมล็ดขนุนที่มีความชื้นสุดท้ายประมาณ ร้อยละ 8 เพื่อใช้เป็นหน่วยทดลองควบคุม (Control) บรรจุแป้งที่ได้ในถุงพลาสติกและปิดผนึกแบบสุญญากาศ

กรมวิชาการเกษตร (2553) กล่าวว่า เม็ดขนุนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปและบริโภคขนุนมีปริมาณร้อยละ 10 - 15 ของน้ำหนักผลขนุน ซึ่งเมื่อคิดจากผลผลิตทั้งประเทศอาจมีปริมาณเม็ดขนุนสูงถึง 2 หมื่นตันต่อปี

สงวนศรี (2556) กล่าวว่า วิธีการแปรรูปเม็ดขนุนก็ คือการปรับปรุงคุณสมบัติโดยการดัดแปลง ให้มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับแป้ง/สตาร์ชมันฝรั่ง หรือ แป้ง/สตาร์ชข้าวโพดที่ไม่สามารถผลิตได้ในประเทศไทย จากการศึกษาพบว่าปริมาณเม็ดขนุนที่เหลือจากกระบวนการแปรรูป จะมีปริมาณอยู่ที่ 1,000 – 24,000 กก.ต่อปี

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง
เมื่อดูข้อมูลที่ได้ปรับปรุง



บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

- 3.1.1 เม็ดขนุน
- 3.1.2 น้ำมันปาล์ม (สำหรับทอด)
- 3.1.3 เกลือ
- 3.1.4 น้ำตาล
- 3.1.5 น้ำพริกแห้ง
- 3.1.6 ปลากรอบ
- 3.1.7 ถั่วลิ้นเตาอบกรอบ
- 3.1.8 ใบมะกรูด
- 3.1.9 พริกแห้ง

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 3.2.1 เครื่องชั่งดิจิตอลรุ่น ARC 120 ยี่ห้อ OHAUS
- 3.2.2 ถาด
- 3.2.3 เครื่องอบแห้ง
- 3.2.4 ช้อน
- 3.2.5 ไม้พาย
- 3.2.6 มีด
- 3.2.7 เตาแก๊ส
- 3.2.8 หม้อสแตนเลส
- 3.2.9 เทอร์โมมิเตอร์ 0-100 °C
- 3.2.10 ขวดแก้วและช่องฟอยด์

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- 3.3.1.1. เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer CM-3500d
- 3.3.1.2. เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aw) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B
- 3.3.1.3. เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B
- 3.3.1.4. เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) รุ่น TA-XT2i หัว (HDP/BS)

3.3.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.3.2.1 เครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยวิธีการอบแห้ง

3.3.2.2 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน Foss Soxtec205

3.3.2.3 เครื่องวัดปริมาณเส้นใยอาหาร Foss Fibertec 1020 และ Foss Cold Extraction Unit1021

3.3.2.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435

ชุดดูดซับไอน้ำ BUCHI Scrubber B-414

กลั่น BUCHI Distillation B-324

3.3.2.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า muffle furnace

3.3.2.6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = $100 - (\% \text{โปรตีน} + \% \text{ไขมัน} + \% \text{เถ้า} + \% \text{เยื่อใย} + \% \text{ความชื้น})$

3.3.2.7 เครื่องหาปริมาณความชื้น ยี่ห้อ Moisture Determination Balance FD-620

3.3.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางประสาทสัมผัส

โดยทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน นำมา นำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance- Anova) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

3.3.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.4.1 ตู้บลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven) Binder รุ่น FD 115

3.3.4.2 หม้ออัดความดัน (Autoclave) sanyo รุ่น lado Autoclave

3.3.4.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2

3.3.4.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PCA) สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด

3.3.4.5 จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ

3.3.4.6 ปิเปตขนาด 1 มล.ที่ปลอดเชื้อ

3.3.4.7 ปีกเกอร์ขนาด 50 ml

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล

3.4.1 แบบสอบถาม

3.4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์: โปรแกรมสำเร็จรูป

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ห้อง 521 ,621และ 622 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.6 ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ตุลาคม 2557 – 30 กันยายน 2558

3.7 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.7.1 สํารวจผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสในท้องตลาด

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบที่มีส่วนผสมโปรตีนเป็นหลักในท้องตลาดหรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซูเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส โดยทางผู้วิจัยต้องการพัฒนาเม็ดขนุนให้ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานขนมขบเคี้ยวประเภทถั่วที่มีปริมาณโปรตีนสูง ให้หันมาสนใจผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสแทน ซึ่งมีคุณประโยชน์คล้ายถั่วแต่มีราคาถูกกว่าในท้องตลาด อีกทั้งเป็นของเหลือทิ้งที่มีมากมายในท้องตลาดหลังจากแม่ค้าแกะเนื้อขนุนขายแล้ว โดยให้มีคุณลักษณะด้านกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกับในท้องตลาดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

3.7.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

- ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) โดยนำผลิตภัณฑ์ บดให้ละเอียดมาใส่ในภาชนะใส่ตัวอย่างเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE

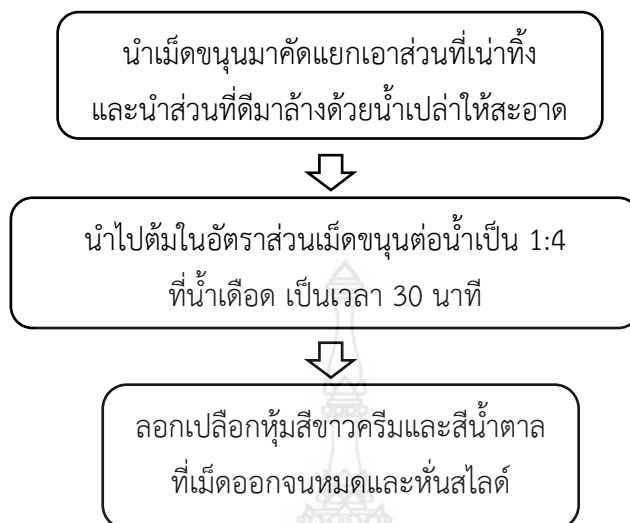
3.7.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- ตรวจวัดค่าปริมาณความชื้น โดยนำส่วนเนื้อลูกซุบมาปั่นให้ละเอียดใส่ภาชนะใส่ตัวอย่าง 3 กรัม โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาความชื้นแบบอินฟาเรด (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620

3.7.2 ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

3.7.2.1 การเตรียมเม็ดขนุนต้มในผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

เลือกซื้อเม็ดขนุนจากตลาดดินแดง นำมาล้างทำความสะอาด คัดแยกเอาแต่เม็ดที่ดีไม่เน่าเสีย โดยนำเม็ดขนุนมาต้มและนำไปศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี เพื่อควบคุมวัตถุดิบเริ่มต้นให้มีค่าใกล้เคียงกันทุกครั้งก่อนใช้ทำผลิตภัณฑ์ แสดงกรรมวิธีกระบวนการผลิตเม็ดขนุนต้ม แสดงผังแผนภาพที่ 3.1.1



แผนภาพที่ 3.1.1 แสดงกรรมวิธีการต้มเม็ดขนุน
ที่มา : ดารารัตน์, 2553

3.7.2.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (เม็ดขนุนต้ม)

- ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกชุบมาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)
- เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) รุ่น AQUA LAB Series 3TE

3.7.2.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (เม็ดขนุนต้ม)

- เครื่องวิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620

3.7.2.2 ศึกษาระยะเวลาการต้มเม็ดขนุนที่เหมาะสม

โดยการดัดแปลงสูตรที่ต้มเม็ดขนุนใช้ระยะเวลา 30 นาที (ดารารัตน์, 2553) เนื่องจากเม็ดขนุนสไลด์เมื่อต้มแล้วนำมาปอกเปลือกมีลักษณะเนื้อที่แข็งมากเกินไปเม็ดขนุนไม่ค่อยนุ่ม การปอกเปลือกค่อนข้างยาก จึงทำการศึกษาระยะเวลาการต้มเม็ดขนุนที่ส่งผลต่อคุณภาพของรสชาติของเนื้อเม็ดขนุนจำนวน 3 ระดับ คือ 30 , 60 และ 90 นาที การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปพัฒนาต่อไป

3.7.2.2.1 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยใช้ 9-point scale Hedonic วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทีไรต์เมนต์โดยใช้ DMRT (Duncan ' s New Multiple Range Test)

3.7.2.3 ศึกษาระยะเวลาการอบแห้งเม็ดขนุนสไลด์ (หลังต้ม)

นำเม็ดขนุนต้มแล้วเสร็จที่ดีที่สุดจากข้อ 3.7.2.2 มาสไลด์เป็นแผ่นบางเพื่อเข้าการอบแห้ง ให้เม็ดขนุนแห้งพร้อมสำหรับการทอดเพื่อให้ขึ้นฟูและเนื้อสัมผัสกรอบ ทำการดัดแปลงสูตรใช้อุณหภูมิการอบแห้งที่ 60 °C (นริสรา และเบญจวรรณ,2553) มาจัดเรียงใส่ถาดอลูมิเนียม ขนาดของถาดกว้าง x ยาว คือ 31 x 43 เซนติเมตร ใส่ในถาดปริมาณ 300 กรัมต่อถาด นำเข้าตู้อบลมร้อนแบบถาด จากนั้นนำเม็ดขนุนสไลด์ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งไปทอดที่อุณหภูมิ 160-180 °C เป็นระยะเวลา 25 วินาที โดยศึกษาระยะเวลาการอบแห้ง(หลังต้ม) จำนวน 3 ระดับ 20 , 30 และ 40 นาที วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) และทำการอบแห้งที่ 60 °C เป็นระยะเวลา 5 นาที เพื่อทำการไล่น้ำมันและลดปริมาณความชื้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์เพิ่มความกรอบและลดการเหม็นหืนได้ เมื่อได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ดีที่สุดให้ปรุงรสเพื่อเพิ่มรสชาติแก่ผลิตภัณฑ์ปริมาณร้อยละ 6 ของปริมาณของแห้งทั้งหมด แสดงดังกรรมวิธีการผลิตภาคผนวก ก

3.7.2.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

- ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่นCM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกชุปมาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปแบบของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)
- วัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) รุ่น AQUA LAB Series 3TE
- วัดค่าเนื้อสัมผัส โดยนำสูตรที่ดีที่สุดมาวัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XT2i หัว HDP/CFS, Pre-Test Speed 1.0 mm/s, Test Speed 1.0 mm/s, Post-Test Speed 10.0 mm/s, Distance 3 mm

3.7.2.3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- วิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620
- นำสูตรที่ดีที่สุดมาทำการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โปรตีนและเส้นใย (AOAC,2000)

3.7.2.3.3 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยใช้ 9-point scale Hedonic วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์โดยใช้ DMRT (Duncan ' s New Multiple Range Test)

3.7.3 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณภาพและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.7.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

- ศึกษาค่าวอเตอร์แอกติวิตี โดยนำผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสใส่ในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างอาหารเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี โดยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ(Aw) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.7.3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- วิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620

3.7.3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส บรรจุถุงละ 50 กรัม ในถุงพอยด์ปิดผนึกด้วยการซิลปากถุง เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน

3.7.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) บรรจุในถุงพอยด์ปิดผนึกด้วยการซิลปากถุง ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เป็นการทดสอบในห้างสรรพสินค้า , มหาวิทยาลัย โดยให้ผู้บริโภคทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วตอบคำถามในแบบสอบถาม เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง
เมื่อดูข้อมูลที่ได้ปรับปรุง



บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 สํารวจผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสในท้องตลาด

จากการทำการสำรวจสำรวจผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสในท้องตลาด จากร้านค้าต่างๆ ในท้องตลาดหรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซูเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสจากเม็ดขนุนที่เหลือทิ้ง โดยทางผู้วิจัยต้องการพัฒนาเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส เพื่อดูคุณลักษณะที่ได้ว่ามีสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสแบบใดและนำมาเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป แสดงดังตารางที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1.1 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสในท้องตลาดจำนวน 3 ยี่ห้อ

ชื่อผลิตภัณฑ์	ลักษณะที่ปรากฏ	
	สี	เนื้อสัมผัส
 ยี่ห้อ A (ถั่วปากอ้ารสพริก (ยี่ห้อ โก้แก่))	น้ำตาลอมเข้ม	มีลักษณะเนื้อแข็ง มีเศษพริกกระจาย
 ยี่ห้อ B (ถั่วลิสงอบเกลือ (ยี่ห้อ THONG GARDEN))	น้ำตาลอ่อน	มีลักษณะเนื้อแข็ง
 ยี่ห้อ C (ถั่วปากอ้า (ยี่ห้อ THONG GARDEN))	น้ำตาลเหลืองอ่อน	มีลักษณะเนื้อแข็ง

ตารางที่ 4.1.2 แสดงการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสยี่ห้อต่างๆ

การวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์		
	ยี่ห้อ A	ยี่ห้อ B	ยี่ห้อ C
ทางกายภาพ			
ค่าปริมาณน้ำอิสระ(a_w)	0.294±0.02	0.225±0.04	0.216±0.01
ทางเคมี (ร้อยละ)			
ค่าความชื้น	0.52±0.03	0.15±0.02	0.48±0.01

จากตารางที่ 4.1.2 พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรส จำนวน 3 ยี่ห้อในท้องตลาด ในด้านกายภาพ ค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าความชื้นแต่ละยี่ห้อ มีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งจัดเป็นอาหารที่มีความชื้นต่ำ (Low moisture food : LMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.65 หรือมีความชื้นที่มากกว่า ร้อยละ 25 (ปิยจิตา, 2548) ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานเกิดการเสื่อมเสียได้ยาก ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสะดวกในการใช้งานและนำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสในท้องตลาดจะได้นำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดขนมสไลด์อบปรุงรสต่อไป

4.2 ผลศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เม็ดขนมสไลด์อบปรุงรส

4.2.1 ผลการเตรียมเม็ดขนมต้มในผลิตภัณฑ์เม็ดขนมสไลด์อบปรุงรส

ผลคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเพื่อควบคุมวัตถุดิบเริ่มต้นให้มีค่าใกล้เคียงกันทุกครั้ง

ตารางที่ 4.1.3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเม็ดขนมต้ม

การวิเคราะห์	เม็ดขนมต้ม
ทางกายภาพ	
- ค่าสี	
- ค่าความสว่าง (L^*)	79.45 ± 0.01
- ค่าสีแดง (a^*)	0.04 ± 0.03
- ค่าสีเหลือง (b^*)	16.97 ± 0.74
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.99 ± 0.00
ทางเคมี (ร้อยละ)	
- ค่าปริมาณความชื้น	70.43 ± 0.07

จากตารางที่ 4.1.3 ผลการเตรียมเม็ดขนุน ก่อนการใช้เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส พบว่าเม็ดขนุน ต้มมีปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.99 ± 0.00 และค่าปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 70.43 ± 0.07 ซึ่งเป็นอาหารที่มีความชื้นสูง (High moisture foods : HMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w มากกว่าหรือเท่ากับ 0.95 หรือมีความชื้นมากกว่า ร้อยละ 50 (ปิยจิตา, 2548) ทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย ด้านค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 79.45 ± 0.01 ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ 0.04 ± 0.03 ค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 16.97 ± 0.74 มีสีชาวมเหลืองตามลำดับ

4.2.2 ผลการศึกษาระยะเวลาการต้มเม็ดขนุนที่เหมาะสม

โดยทำการศึกษาระยะเวลาการต้มเม็ดขนุนที่ส่งผลต่อคุณภาพของความสุขของเนื้อเม็ดขนุน จำนวน 3 ระดับ คือ 30 , 60 และ 90 นาที วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) แสดงดังตารางที่ 4.1.4

ตารางที่ 4.1.4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของเม็ดขนุนต้มสไลด์ จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการต้ม (นาที)		
	30	60	90
ลักษณะปรากฏ	6.33 ± 0.89^b	7.10 ± 0.80^a	6.10 ± 0.75^c
สี	6.27 ± 1.06^b	6.67 ± 0.88^a	6.04 ± 0.54^c
กลิ่น	5.87 ± 0.77^b	6.23 ± 0.90^a	5.80 ± 0.92^b
กลิ่นรส	6.60 ± 0.82^b	6.65 ± 0.82^{ab}	6.59 ± 0.71^b
รสชาติ	5.97 ± 0.73^{bc}	6.50 ± 0.76^a	5.93 ± 0.75^{bc}
เนื้อสัมผัส (ความแข็ง)	6.37 ± 0.95^b	6.57 ± 1.14^a	5.72 ± 0.93^c
ความชอบโดยรวม	5.98 ± 0.75^b	6.67 ± 0.94^a	5.10 ± 0.71^c

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.1.4 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้ระยะเวลาการต้มเม็ดขนุน 60 นาที มากกว่าสูตรอื่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแข็ง) และความชอบโดยรวม เนื่องจากนำเม็ดขนุนต้มมาทำการหั่นสไลด์ แล้วเป็นชิ้นไม่มีเนื้อสัมผัสที่แข็งและนิ่มละเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ระยะเวลาการต้มที่น้อยกว่าและมากกว่า เพราะว่าการใช้อุณหภูมิสูงในการต้มทำให้โครงสร้างภายในของเม็ดขนุนโดนทำลาย ยิ่งการใช้ระยะเวลานานจะทำให้เกิดลักษณะเนื้อเปื่อยยุ่ยได้ง่าย ส่วนการใช้ระยะเวลาการต้มน้อยทำให้โครงสร้างภายในยังไม่สุก เมื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะแข็งกระด้าง จึงเลือกสูตรที่ใช้ระยะเวลาการต้ม 60 นาที ไปพัฒนาต่อไปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม

4.2.3 ศึกษาระยะเวลาการอบแห้งเม็ดขนุนสไลด์ (หลังต้ม)

นำเม็ดขนุนต้มสไลด์ที่ดีที่สุดจากข้อ 4.2.2 มาสไลด์เป็นแผ่นบางเพื่อเข้าการอบแห้ง ที่อุณหภูมิอบแห้งที่ 60 °C จากนั้นนำเม็ดขนุนสไลด์ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งไปทอดที่อุณหภูมิ 160-180 °C เป็นระยะเวลา 25 วินาที โดยศึกษาระยะเวลาการอบแห้ง(หลังต้ม) จำนวน 3 ระดับ 20 , 30 และ 40 นาที วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) และทำการอบแห้งที่ 60 °C เป็นระยะเวลา 5 นาที เพื่อทำการไล่น้ำมันและลดปริมาณความชื้น ทำการปรุงรสเพื่อเพิ่มรสชาติแก่ผลิตภัณฑ์ ปริมาณร้อยละ 6 ของปริมาณของแห้งทั้งหมด

ตารางที่ 4.1.5 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเม็ดขนุนสไลด์ จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการอบแห้ง (นาที)		
	20	30	40
ทางกายภาพ			
- ค่าสี			
- ค่าความสว่าง (L*)	57.02 ± 0.32 ^a	49.43 ± 0.82 ^b	35.63 ± 0.72 ^c
- ค่าสีแดง (a*)	15.75 ± 0.57 ^a	12.75 ± 0.46 ^b	10.75 ± 0.56 ^c
- ค่าสีเหลือง (b*)	30.50 ± 0.62 ^a	25.50 ± 0.80 ^b	18.52 ± 0.70 ^c
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a _w)	0.680 ± 0.20 ^a	0.651 ± 0.18 ^a	0.560 ± 0.13 ^b
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	212.71±12.17 ^c	238.91±10.17 ^b	314.81±10.18 ^a
ทางเคมี (ร้อยละ)			
- ค่าปริมาณความชื้น	1.60±0.06 ^a	0.90±0.02 ^b	0.87±0.02 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p≤0.05)

จากตารางที่ 4.1.5 พบว่า สูตรที่ใช้ระยะเวลาการอบแห้งเม็ดขนุนสไลด์ก่อนทอดมีค่ามากกว่าสูตรอื่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤0.05) และเมื่อมีการเพิ่มระยะเวลาการอบแห้งสูตรที่ใช้ระยะเวลาการอบแห้ง 40 นาที จะมีค่าน้อยกว่าสูตรอื่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p ≤0.05) ด้านค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*)และสีเหลือง (b*) มีค่าลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลานานทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนสี เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดเกิดขึ้น การหดตัว การเกิดเปลือกแข็ง การเสียความสามารถในการคั้นสภาพ การเสียคุณค่าอาหารและสารระเหย (นิธิยา, 2545) ซึ่งเม็ดขนุนสไลด์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มและมีลักษณะแข็งเพิ่มมากขึ้น ปริมาณน้ำอิสระจะลดน้อยลง ทำให้อาหารเก็บได้นานเพิ่มขึ้น ลดการเกิดปฏิกิริยา oxidation ผลิตภัณฑ์เกิดการเหี่ยวเหินน้อยลง และส่งผลให้ปริมาณความชื้นน้อยลง ซึ่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นตามความชื้น น้ำสามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ทีปริมาณความชื้นต่ำ ๆ

(ปิยธิดา,2548) ส่วนในด้านเนื้อสัมผัสค่าความแข็งเม็ดขนุนสไลด์จะมีคุณลักษณะแข็งกระด้างมากเกินไป ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์เหลือน้อยลง จึงเลือกสูตรที่ใช้ระยะเวลาการอบแห้งเม็ดขนุนสไลด์ก่อนทอดที่ 30 นาที เพราะผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะที่พอดีไม่แข็งกระด้างเกินไป มีสีน้ำตาลทองสวยงาม

ตารางที่ 4.1.6 แสดงคุณสมบัติทางเคมีเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

คุณภาพทางเคมี	ผลการวิเคราะห์
	เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส
ค่าปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	1.20 ± 0.06
ค่าปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	1.34 ± 0.07
ค่าปริมาณเส้นใยอาหาร (ร้อยละ)	3.20 ± 0.17

จากตารางที่ 4.1.6 พบว่า ผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส เมื่อนำไปศึกษาคุณภาพทางเคมีด้านปริมาณไขมัน โปรตีน และเส้นใยอาหาร (ร้อยละ) มีค่าเท่ากับ 1.20 ± 0.06 , 1.34 ± 0.07 และ 3.20 ± 0.17 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีค่าปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นาน ลดการเกิดปฏิกิริยา oxidation การเหม็นหืนที่จะเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคได้รับปริมาณไขมันน้อยลงป้องกันการเกิดโรคจากการที่ปริมาณไขมันสะสมในร่างกายมากเกินไปและยังมีความปลอดภัยด้านปริมาณโปรตีนและเส้นใยในผลิตภัณฑ์ด้วย

ตารางที่ 4.1.7 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสจำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาการอบแห้ง (นาที)		
	20	30	40
ลักษณะปรากฏ	6.33 ^c ± 0.94	7.20 ^a ± 0.81	7.10 ^b ± 0.56
สี	6.17 ^c ± 1.05	7.67 ^a ± 0.82	7.20 ^b ± 0.64
กลิ่น	5.87 ^c ± 0.78	6.43 ^a ± 0.90	6.20 ^b ± 0.47
กลิ่นรส	6.15 ^c ± 0.86	6.60 ^a ± 0.72	6.24 ^b ± 0.60
รสชาติ	5.87 ^c ± 0.73	7.10 ^a ± 0.84	6.84 ^b ± 0.74
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.97 ^{bc} ± 0.92	7.57 ^a ± 1.04	7.00 ^{bc} ± 0.43
ความชอบโดยรวม	5.97 ^c ± 0.85	7.17 ^a ± 0.87	6.68 ^b ± 0.81

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.1.7 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้ระยะเวลาการอบแห้งเม็ดขนุน 30 นาที มากกว่าสูตรอื่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม เพราะว่าการอบแห้งใช้อุณหภูมิอบแห้งที่ 60 °C เมื่อใช้ระยะเวลาการอบนานเกินไปที่ 40 นาที เม็ดขนุนสไลด์จะสูญเสียความชื้นมากเกินไปโครงสร้าง

ภายในโดนทำลายทำให้การฟูในเนื้อหายไปเมื่อดขนุนสไลด์จะแข็งกระด้าง เมื่อนำไปทอดที่อุณหภูมิ 160-180 °C เป็นระยะเวลา 25 วินาที ซึ่งจัดเป็นการทอดแบบ Deep-fat-frying คือ การถ่ายเทความร้อนด้วยน้ำมันที่ร้อนไปยังภายในของอาหาร ใช้ปริมาณน้ำมันที่มาก โดยที่ทุกๆ ผิวหน้าของอาหารได้รับความร้อนที่เท่ากัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและลักษณะปรากฏเหมือนกัน (ศรีวรรณ, 2548) ส่วนการใช้ระยะเวลาการอบแห้งที่ 20 นาที ยังคงมีปริมาณน้ำอิสระค้างอยู่ภายในโครงสร้างเมื่อดขนุนสไลด์ เมื่อนำไปทอดจะไม่ขึ้นฟูในเนื่องจากการที่มีน้ำอิสระมากเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการทอดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่างๆ ของอาหาร จะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนและมวลระหว่างอาหารและน้ำมัน โดยน้ำในอาหารจะระเหยกลายเป็นไอ ทำให้โครงสร้างของอาหารมีการเปลี่ยนแปลงในส่วนของไซโตพลาสซึมและโปรตีนโดยเกิดการแยกตัวออกจากกันของเซลล์อย่างรวดเร็ว ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของผลิตภัณฑ์ (A.Kita et al., 2006) การซึมผ่านของน้ำมันมีความสำคัญมากต่อการพัฒนาโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ในผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างแข็งและกรอบ น้ำมันจะเคลือบที่บริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ก่อนเคลื่อนเข้าไปในผลิตภัณฑ์ เมื่อความร้อนภายในเพิ่มขึ้น ความชื้นในอาหารระเหยกลายเป็นไอและเคลื่อนตัวออกมาจากผลิตภัณฑ์ออกมารูเปิดผ่านไปยังน้ำมัน กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นประมาณ 20 นาทีแรกของการทอด (นุช, 2545) จึงเลือกสูตรที่ใช้ระยะเวลาการอบแห้งเมื่อดขนุนสไลด์ (ก่อนทอด) ที่ 30 นาที เนื่องจากมีรูปร่างค่อนข้างเรียบ เมื่อนำไปทอดแล้วจะมีการดูดซึมของน้ำมันในอาหารน้อย ซึ่งเกิดขึ้นขณะที่ความชื้นเคลื่อนที่ออกจากอาหาร อาหารที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นสูง มีผลทำให้ปริมาณน้ำมันสูงด้วย (Baumann and Escher, 1995) เป็นสูตรที่ดีที่สุดในผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความกรอบและอมน้ำมันน้อย

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เมื่อดขนุนสไลด์อบปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์เมื่อดขนุนสไลด์อบปรุงรสในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณภาพการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพทางเคมี และจุลินทรีย์ และนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป แสดงดังตารางที่ 4.1.8 เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพที่ผลิตได้ซึ่งส่งผลต่อการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.1.8 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์	
	เมื่อดขนุนสไลด์ อบปรุงรส	ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด (X)
ทางกายภาพ		
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.651 ± 0.18^a	0.245 ± 0.01^b
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	0.90 ± 0.02^a	0.38 ± 0.26^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.1.8 (ต่อ)

คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์	
	เม็ดขนุนสไลด์ อบปรุงรส	ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด (X)
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)		
สัปดาห์ที่ 0	< 10 (โดยประมาณ)	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 1	< 10 (โดยประมาณ)	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 2	< 10 (โดยประมาณ)	< 10 (โดยประมาณ)
ยีสต์และรา (CFU/g)		
สัปดาห์ที่ 0	< 10 (โดยประมาณ)	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 1	< 10 (โดยประมาณ)	< 10 (โดยประมาณ)
เดือนที่ 2	< 10 (โดยประมาณ)	< 10 (โดยประมาณ)

จากตารางที่ 4.1.8 ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสและเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง ในด้านคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีพบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นของเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสและผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดส่วนมากใช้วัตถุดิบเป็นถั่วซึ่งมีปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่าเม็ดขนุน ที่แตกต่างในกระบวนการเตรียมเม็ดขนุนก่อนนำมาใช้งานจะต้องมีการทำให้เนื้อสุกก่อน ทำให้เมื่อผ่านกระบวนการต่างๆเม็ดขนุนจึงมีปริมาณน้ำอิสระเหลือในผลิตภัณฑ์สุดท้ายมากกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ถึงแม้จะการใช้กระบวนการอบแห้งช่วยในการลดปริมาณน้ำอิสระแล้วก็ตาม แต่ผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสก็สามารถเก็บได้นานเช่นกัน เนื่องจากอยู่ในกลุ่มค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าความชื้นค่อนข้างต่ำ ซึ่งจัดเป็นอาหารที่มีความชื้นต่ำ (Low moisture food : LMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.65 หรือมีความชื้นที่มากกว่า ร้อยละ 25 (ปิยธิดา, 2548) ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานเกิดการเสื่อมเสียได้ยาก

ในด้านจุลินทรีย์ จากศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสนำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลูกเดือยกรอบ คือ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 cfu/g และ ยีสต์ราต้องไม่เกิน 100 cfu/g (มผช.900/2548) เนื่องจากในการผลิตเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส มีการควบคุมคุณภาพการผลิตอย่างดีทุกขั้นตอนทำให้สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 2 เดือน ปริมาณจุลินทรีย์ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดทำให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภค

4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

โดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ตารางที่ 4.1.9 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
- ชาย	30
- หญิง	70
2. อายุ	
- 16 - 19 ปี	10
- 20 - 25 ปี	55
- มากกว่า 25 ปี	35
3. สถานภาพ	
- โสด	80
- แต่งงาน	20
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
- มัธยมศึกษา / เทียบเท่า	7
- ปริญญาตรี	88
- สูงกว่าปริญญาตรี	5
5. อาชีพ	
- นักเรียน / นักศึกษา	80
- ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	7
- พนักงานบริษัทเอกชน	8
- แม่บ้าน/พ่อบ้าน	5
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	5
- 5,000 - 7,500 บาท	45
- 7,500 - 10,000 บาท	25
- 10,000 - 15,000 บาท	14
- 15,000 - 20,000 บาท	5
- มากกว่า 20,000 บาท	6

หมายเหตุ : การแบ่งช่วงอายุผู้บริโภค ได้ใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงอายุตาม Standard International Age Classification ของสำนักงานสถิติแห่งชาติและองค์กรสหประชาชาติ

จากตารางที่ 4.1.9 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 70 มีอายุระหว่าง 20 - 25 ปี ร้อยละ 55 มีสถานภาพโสดร้อยละ 80 มีระดับการศึกษาชั้นสูงสุดระดับปริญญาตรี ร้อยละ 88 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 80 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000 - 7,500 บาท ร้อยละ 45

ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภค

ตารางที่ 4.1.10 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

ข้อมูล	ร้อยละ
6. ปกติท่านนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวหรือไม่	
- ใช่	90
- ไม่ใช่	10
7. ท่านเคยรับประทานเม็ดขนุนสดต้มสุกหรือไม่	
- เคย	80
- ไม่เคย	20
8. หากมีการใช้เม็ดขนุนมาพัฒนาเป็นเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส ท่านจะสนใจซื้อหรือไม่	
- สนใจซื้อ	100
- ไม่สนใจซื้อ	-
9. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ไหนบ้าง	
- ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	55
- ร้านค้าตามตึกแถว	10
- ซูเปอร์มาร์เก็ต	13
- ห้องอาหาร/ร้านอาหาร	2
- ตลาดทั่วไป	20
10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
- รสชาติอร่อย	50
- มีราคาถูก	21
- หาซื้อได้ง่าย	14
- น่าทานรับประทาน	15

จากตารางที่ 4.1.10 ผู้บริโภคนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวร้อยละ 90 ผู้บริโภคเคยรับประทานเม็ดขนมสดต้มสุก ร้อยละ 80 ผู้บริโภคมีความสนใจหากมีการใช้เม็ดขนุนมาพัฒนาเป็นเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส ท่านจะสนใจซื้อร้อยละ 100 ผู้บริโภคซื้อลูกชุบจากร้านค้าในห้างสรรพสินค้าร้อยละ 55 และเหตุผลที่เลือกซื้อเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสมาบริโภคเพราะรสชาติอร่อยร้อยละ 50

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

ตารางที่ 4.1.11 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส (ร้อยละ)

ผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส	ร้อยละ
1. ความพอใจ	
- ชอบมาก	14
- ชอบปานกลาง	45
- ชอบเล็กน้อย	20
- เฉยๆ	9
- ไม่ชอบเล็กน้อย	6
- ไม่ชอบปานกลาง	6
2. ความพอใจต่อลักษณะต่างๆ	
2.1 ลักษณะปรากฏ(เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส)	
- สีซีดมาก	2
- สีซีดปานกลาง	3
- สีซีดเล็กน้อย	8
- สีเข้มเล็กน้อย	25
- สีเข้มปานกลาง	49
- สีเข้มมาก	13
2.2 รสชาติ(เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส)	
- เข้มข้นมาก	10
- เข้มข้นปานกลาง	65
- เข้มข้นเล็กน้อย	24
2.3 กลิ่นเครื่องเทศของ(เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส)	
- อ่อนมาก	0
- อ่อนปานกลาง	3
- อ่อนเล็กน้อย	4
- หอมเล็กน้อย	20
- หอมปานกลาง	48
- หอมมาก	25

ตารางที่ 4.1.11 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์นมจากเม็ตขุนสไลด์อบปรุงรส	ความถี่ (ร้อยละ)
2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัสความกรอบ(เม็ตขุนสไลด์อบปรุงรส)	
- กรอบมาก	25
- กรอบปานกลาง	60
- กรอบเล็กน้อย	15

จากตารางที่ 4.1.11 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เม็ตขุนสไลด์อบปรุงรส พบว่า มีความพอใจชอบปานกลาง ร้อยละ 45 ,ลักษณะปรากฏ (เม็ตขุนสไลด์อบปรุงรส) สีเข้มปานกลาง ร้อยละ 49, รสชาติเม็ตขุนสไลด์อบปรุงรส เข้มข้นปานกลาง ร้อยละ 65 , กลิ่นเครื่องเทศของเม็ตขุนสไลด์อบปรุงรส หอมปานกลาง ร้อยละ 48 และ ลักษณะเนื้อสัมผัสความกรอบ(เม็ตขุนสไลด์อบปรุงรส) กรอบปานกลาง ร้อยละ 60



บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

เมื่อดูข้อมูลได้อบบปรุงรต

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 จากการทำการสำรวจสำรวจผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดกรอบปรุงรสในท้องตลาด จากร้านค้าต่างๆ ในท้องตลาดหรือตามห้างสรรพสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ห้างโลตัส ห้างเดอะมอลล์ ห้างท็อปซูเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในท้องตลาด ส่วนมากจะใช้วัตถุดิบหลักเป็นธัญพืชตระกูลถั่ว มีเนื้อสัมผัสแข็งมาก มีสีออกสีน้ำตาล ปรุงแต่งด้วยรสชาติต่างๆ เพื่อเพิ่มความน่ารับประทาน มีปริมาณน้ำอึระและปริมาณความชื้นต่ำ

5.1.2 จากการศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

5.1.2.1 จากการเตรียมเม็ดขนุนต้มในผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส พบว่า เม็ดขนุนต้มมีปริมาณน้ำอึระ และค่าปริมาณความชื้น มีสีขาวอมเหลือง

5.1.2.2 จากการศึกษาระยะเวลาการต้มเม็ดขนุนที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ คือ 30 , 60 และ 90 นาที พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ใช้ระยะเวลาการต้มเม็ดขนุน 60 นาที เนื่องจากนำเม็ดขนุนต้มมาทำการหั่นสไลด์ แล้วเป็นชิ้นไม่มีเนื้อสัมผัสที่แข็งและนิ่มเละเกินไป

5.1.2.3 จากการศึกษาระยะเวลาการอบแห้งเม็ดขนุนสไลด์ (หลังต้ม) ที่อุณหภูมิอบแห้งที่ 60 °C จำนวน 3 ระดับ 20 , 30 และ 40 นาที พบว่า สูตรที่ใช้ระยะเวลาการอบแห้งเม็ดขนุนสไลด์ก่อนทอดที่ 30 นาที เพราะผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะที่พอดีไม่แข็งกระด้างเกินไป มีสีน้ำตาลทองสวยงาม ศึกษาคุณภาพทางเคมี ด้านปริมาณไขมัน โปรตีน และเส้นใยอาหาร (ร้อยละ) มีค่าเท่ากับ 1.20 ± 0.06 , 1.34 ± 0.07 และ 3.20 ± 0.17 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีค่าปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำและผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด

5.1.3 จากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอึระและปริมาณความชื้นของเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรสมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในท้องตลาด แต่เนื่องจากอยู่ในกลุ่มค่าปริมาณน้ำอึระและค่าความชื้นค่อนข้างต่ำให้สามารถเก็บรักษาได้นานเกิดการเสื่อมเสียได้ยาก ด้านจุลินทรีย์ สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 2 เดือน ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการบริโภค

5.1.4 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน ผู้บริโภคมีความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ที่มีความชอบปานกลาง และสนใจซื้อร้อยละ 100

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส พบว่ามีข้อเสนอแนะ ดังนี้คือ

- 5.2.1 ควรเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ใช้เม็ดขนุนที่เหลือทิ้งทางการเกษตร มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในหลากหลายรูปแบบ และให้สอดคล้องกับสังคมในปัจจุบัน



บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

ลูกชุบเม็ดขนุนกิ่งสำเร็จรูป

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

- 3.1.1 เม็ดขนุน พันธุ์ทองประเสริฐ
- 3.1.2 กะทิกล่อง ตราชาวเกาะ
- 3.1.3 น้ำตาล ตรามิตรผล
- 3.1.4 ผงวุ้น ตรานางเงือก
- 3.1.5 สีส้มอาหาร สีส้ม ตราวินเนอร์
- 3.1.6 ถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก ตราไรท์พิพย์

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 3.2.1 ตะแกรงร่อนเบเกอรี่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 1.10 มิลลิเมตร
- 3.2.2 เครื่องครัว
- 3.2.3 ไม้จิ้มฟัน
- 3.2.4 พลาสติกถนอมอาหาร
- 3.2.5 กล่องพลาสติกสุญญากาศ ขนาด 24x30x20 เซนติเมตร
- 3.2.6 พู่กัน เบอร์ 8
- 3.2.7 พิมพ์ซิลิโคนพลาสติกลูกชุบ รูปมังคุดและลูกพลับ ขนาด 5 กรัม
- 3.2.8 ถูพลาสติกชนิดหนา ขนาด 9 × 14 นิ้ว
- 3.2.9 กรรไกร
- 3.2.10 ผ้าขาวบาง
- 3.2.11 ถูอลูมิเนียมฟอยด์ ขนาด 4 × 7 นิ้ว
- 3.2.12 ตู้อบลมร้อน (Hot air Oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น FD115
- 3.2.13 เครื่องสับอาหาร โรนิก ยี่ห้อ RONIC รุ่น RON-FP 135
- 3.2.14 เครื่องปั่น Vitamix Drink Machine รุ่น Two-Steptimer Blender
- 3.2.15 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง Ohaus รุ่น Adventure
- 3.3.16 Thermometer 0-200°C ยี่ห้อ brannan
- 3.3.17 เครื่องบรรจุสุญญากาศ ULTRA VAC125

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

3.3.1.1 เวอร์เนียคาลิเปอร์ สเกล 0.05 มิลลิเมตร

3.3.1.2 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่น CM-3500d
โปรแกรมเวอร์ชัน CM-S100 W1.70.0001

3.3.1.3 เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE

3.3.1.4 เครื่อง Texture Analysis ยี่ห้อ TAXA2i รุ่น Stable Micro System ใช้หัว
3 Point Bending

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.3.2.1 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

3.3.2.1.1 เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟราเรด (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ
Sartorius รุ่น FD-620

3.3.2.1.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น BD1150

3.3.2.2 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

3.3.2.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย

3.3.2.3.1 เครื่องย่อย (Enzymatic Digester) รุ่น GDE

3.3.2.3.2 เครื่องแยกกาก (Filtration System)

3.3.2.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

3.3.2.4.1 เครื่องย่อย ยี่ห้อ BUCHI รุ่น Digestion Unit K-435

3.3.2.4.2 เครื่องดักจับไอน้ำ ยี่ห้อ BUCHI รุ่น Scrubber B-414

3.3.2.4.3 เครื่องกลั่นโปรตีน ยี่ห้อ BUCHI รุ่น Distillation Unit B-323

3.3.2.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

3.3.2.5.1 เตาเผา (muffle furnace) ยี่ห้อ Caebolite รุ่น CWF 1100

3.3.2.6 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตด้วยวิธีการ (Analysis for Nutrition Labeling)

3.3.2.6.1 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = $100 - (\text{ร้อยละของโปรตีน} + \text{ร้อยละของไขมัน} + \text{ร้อยละของเถ้า} + \text{ร้อยละของเส้นใย} + \text{ร้อยละของความชื้น})$

3.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.3.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น FD 115

3.3.3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave) ยี่ห้อ senyo รุ่น lado Autoclave

- 3.3.3.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Force รุ่น A2
- 3.3.3.4 เครื่องตีตัวอย่าง (Stomacher) ยี่ห้อ Seward รุ่น 400 Circulater
- 3.3.3.6 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง ยี่ห้อ HERMONY รุ่น VTX-3000L
- 3.3.3.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)
- 3.3.3.7 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)
- 3.3.3.8 สารละลาย NaCl
- 3.3.3.9 จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ
- 3.3.3.10 ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ปลอดเชื้อ
- 3.3.3.11 ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ปลอดเชื้อ
- 3.3.3.12 ปีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร
- 3.3.3.13 แอลกอฮอล์
- 3.3.3.14 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 3.3.3.15 หลอดทดลอง

3.3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบสอบถาม

เครื่องคอมพิวเตอร์ : โปรแกรมสำเร็จรูป

3.4 สถานที่

- 3.4.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ห้องปฏิบัติการ 521 , 523 , 621 , 622
- 3.4.2 เชิงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

1 ตุลาคม 2557 – 30 กันยายน 2558

3.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.6.1 ศึกษาวิธีการผลิตโดยใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป

3.6.1.1 สรรวจผลิตภัณฑ์ลูกชุบในท้องตลาดและห้างสรรพสินค้า

โดยการสำรวจลูกชุบในท้องตลาดและห้างสรรพสินค้า โดยทำการเปรียบเทียบลักษณะของส่วนเนื้อลูกชุบที่ทำจากถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก และนำส่วนเนื้อลูกชุบมาทำการพัฒนา

ซึ่งจะใช้เมล็ดขนุนทดแทนในส่วนของเนื้อลูกซุบ โดยนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ T - Test นำมาวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Pair sample T - Test เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพัฒนามีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงผลิตภัณฑ์ลูกซุบในท้องตลาด ทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี โดยนำข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลต้นแบบในการผลิตต่อไป

3.6.1.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ส่วนเนื้อลูกซุบ)

- การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยนำผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกซุบเต็มลูก มาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ สเกล 0.05 มิลลิเมตร
- การชั่งน้ำหนักต่อลูก โดยนำผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกซุบ มาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง Ohaus รุ่น Adventure
- ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกซุบมาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปแบบของค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)
- ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) โดยนำผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกซุบที่หั่นละเอียดมาใส่ในภาชนะใส่ตัวอย่างเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE
- การวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยนำเอาผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกซุบที่มีขนาด 2 ± 0.01 และ น้ำหนัก 6.5 ± 7.0 กรัมวัดค่าด้วยเครื่อง Texture Analysis รุ่น TA-XT2i ด้วยวิธีการ TPA ลักษณะหัวทรงกระบอก (P/50), Pre-test speeds 5.0 mm/s, Test speeds 10.0 mm/s, Post speeds 5.0 mm/s, Distance 40% (ศศิธร, 2555)



ภาพที่ 3.2.1 แสดงการตรวจวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analysis รุ่น TA-XT2i

3.6.1.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ส่วนเนื้อลูกชุบ)

- ตรวจวัดค่าปริมาณความชื้น โดยนำส่วนเนื้อลูกชุบมาปั่นให้ละเอียด ใส่ภาชนะใส่ตัวอย่าง 3 กรัม โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาความชื้นแบบอินฟาเรด (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620

3.6.1.2 ศึกษาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในการผลิตลูกชุบจากเม็ดขนุน

คัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ลูกชุบเพื่อการพัฒนาสูตร และทำการศึกษา ลูกชุบโดยใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในการผลิตลูกชุบ โดยศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตลูกชุบ จำนวน 3 สูตร ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design - CRD) แสดงดังตารางที่ 3.1 และนำสูตรที่ดีที่สุดไปพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 3.2.1 แสดงสูตรพื้นฐานในการผลิตลูกชุบ (ส่วนเนื้อลูกชุบและส่วนเคลือบภายนอก)

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
(ส่วนเนื้อลูกชุบ)			
ถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก	450	450	150
น้ำตาลทรายขาว	540	180	180
กะทิ	375	375	375
(ส่วนเคลือบภายนอก)			
วุ้นผง	12	12	6
น้ำเปล่า	500	750	250
น้ำตาลทรายขาว	45	45	45
สีผสมอาหาร (สีส้ม)	4	4	4

ที่มา : สูตรที่ 1 : ทิพวรรณ, 2543

สูตรที่ 2 : วไลกรณ์, 2551

สูตรที่ 3 : จันทร, 2547

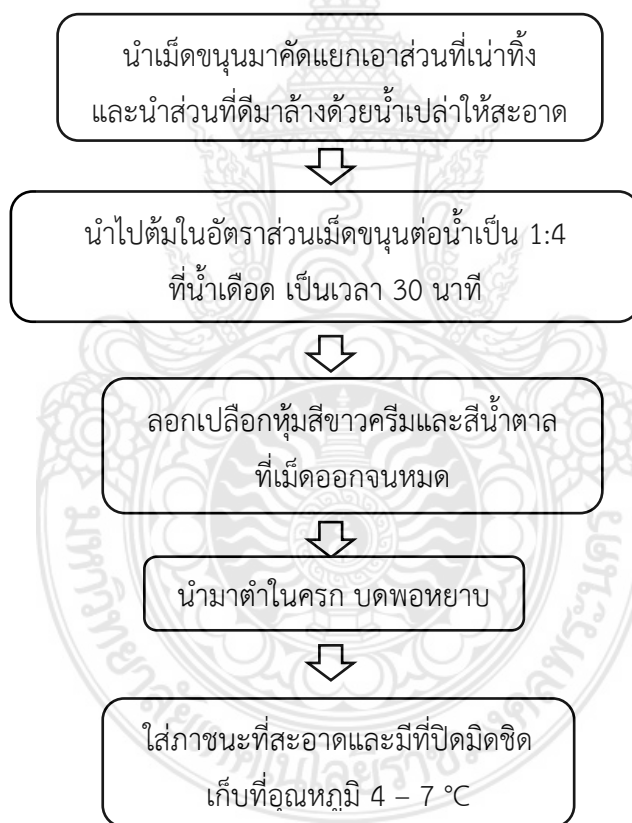
3.6.1.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนครั้งละ 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT)

3.6.1.3 การเตรียมเม็ดขนุนต้มสุกทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบ

เลือกซื้อเม็ดขนุนจากตลาดดินแดง นำมาล้างทำความสะอาด คัดแยกเอาแต่เม็ดที่ดีไม่เน่าเสีย โดยนำเม็ดขนุนมาต้มสุก และนำไปศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ของเม็ดต้มสุก เพื่อควบคุมวัตถุดิบเริ่มต้นให้มีค่าใกล้เคียงกันทุกครั้งก่อนใช้ทำผลิตภัณฑ์ลูกชุบ นำไปทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในสูตรพื้นฐาน ให้มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับลูกชุบสูตรพื้นฐาน แสดงกรรมวิธีการกระบวนการผลิตเม็ดขนุนต้มสุก ดังแผนภาพที่ 3.1



แผนภาพที่ 3.2.1 แสดงกรรมวิธีการผลิตเม็ดขนุนต้มสุก

ที่มา : ดารารัตน์, 2553

3.6.1.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (เม็ดขนุนต้มสุก)

- ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกชุบมาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)
- เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) รุ่น AQUA LAB Series 3TE

3.6.1.3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (เม็ดขนุนต้มสุก)

- เครื่องวิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620

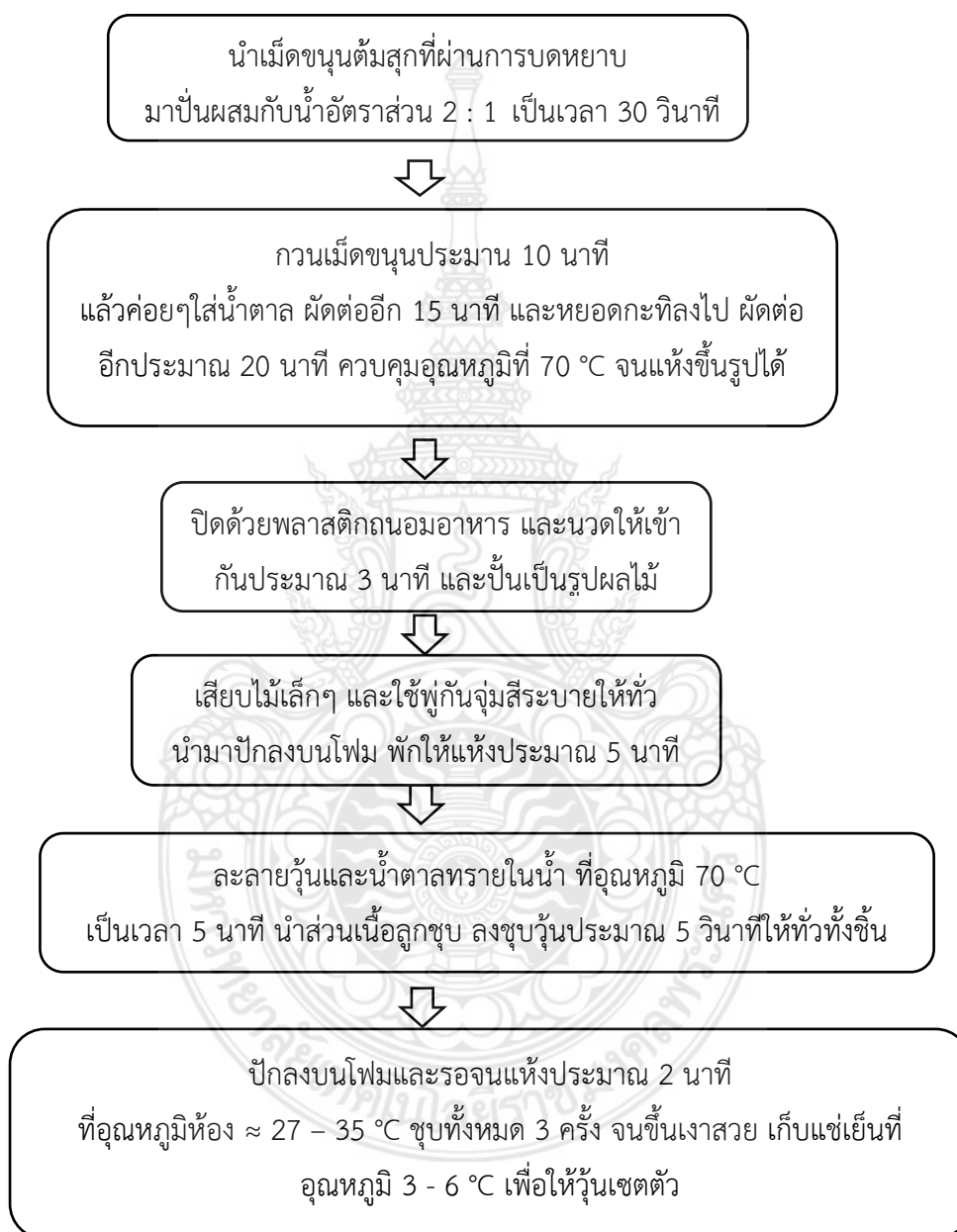
3.6.1.4 ศึกษาปริมาณกะทิที่เหมาะสมใช้ในการผลิตส่วนเนื้อลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

นำสูตรที่ผู้ทดสอบให้คะแนนชอบมากที่สุดของข้อ 3.4.1.2 ส่วนของวันที่เคลือบภายนอกไม่ได้ทำการปรับจากสูตรพื้นฐาน เนื่องจากเป็นสูตรที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด จึงนำมาใช้ในการศึกษาเพื่อเป็นตัวควบคุม ในการทดลองครั้งนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เนื้อเม็ดขนุนต้มสุกได้มากที่สุด ซึ่งจะทำให้การทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกให้ได้ถึง 100% เพื่อคุณประโยชน์ที่ผู้บริโภคจะได้รับมากมาย แต่เนื่องจากเม็ดขนุนมีปริมาณโปรตีน และไขมันเป็นองค์ประกอบ ทำให้เมื่อกระบวนการผลิตเสร็จจะเกิดการไหล บันขึ้นรูปยากยิ่งเมื่อใส่กะทิตามสูตรพื้นฐานยิ่งทำให้เป็นลักษณะดังกล่าว โดยทำการศึกษาปริมาณกะทิที่ใช้ในการผลิตจากเดิมโดยเริ่มจากปริมาณน้อย เนื่องจากในสูตรพื้นฐานมีปริมาณกะทิ 375 กรัม ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานในการกวนขึ้นรูป ทำให้กะทิเมื่อได้รับความร้อนนานจะเกิดการแตกมัน ผลิตภัณฑ์เกิดการเหลวทำให้ขึ้นรูปยาก จึงศึกษาปริมาณของกะทิ 3 สูตร คือ 30 , 40 และ 50 กรัม ตามลำดับ โดยปริมาณของน้ำตาลยังคงเดิม คือ 180 กรัม ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design - CRD) ดัดแปลงสูตรโดยการเติมน้ำเปล่าใส่ในปริมาณ 2 : 1 เพื่อช่วยในการปั้นละเอียดของตัวเม็ดขนุน เนื่องจากปริมาณน้ำตาลมีผลต่อผลิตภัณฑ์ทำให้ขึ้นรูปยากโดยทำการศึกษาปริมาณน้ำตาลต่อไป

3.6.1.5 ศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปในการผลิตส่วนเนื้อลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

นำสูตรที่ปรับลดปริมาณกะทิแล้วในข้อ 3.4.1.4 โดยทำการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตจากเดิมโดยเริ่มจากปริมาณน้อย เนื่องจากในสูตรพื้นฐานมีปริมาณน้ำตาลถึง 180 กรัม ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแฉะแต่พอจับตัวได้ ไม่ร่วน หากใส่น้ำตาลในปริมาณมากจะทำให้เกิดการเหลว ไม่สามารถจับตัวขึ้นรูปได้ จึงศึกษาปริมาณของน้ำตาล 3 สูตร คือ 20 , 30 และ 40 กรัม โดยใช้กะทิที่ 40 กรัม น่าจะสามารถขึ้นรูปได้ดีที่สุด

จากข้อ 3.6.1.4 ในสูตรประกอบด้วย เม็ดขนุนต้มสุก 150 กรัม กะทิ 40 กรัม และน้ำเปล่า 75 กรัม ดัดแปลงสูตรโดยการเติมน้ำเปล่าใส่ในที่มีปริมาณ 2 : 1 เพื่อช่วยในการปั่นละเอียดของตัวเม็ดขนุน ทำการวางแผน การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design - CRD) แสดงกรรมวิธีกระบวนการผลิตลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก ดังแผนภาพ 3.2



แผนภาพที่ 3.2.2 แสดงกรรมวิธีการผลิตลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

ที่มา: ดัดแปลงจาก จันทร, 2547

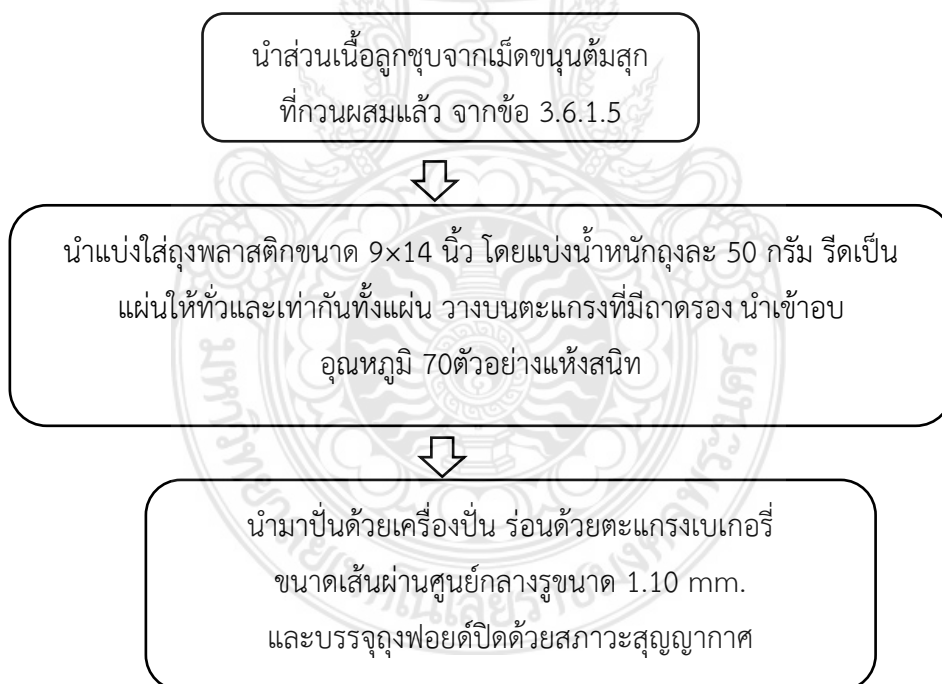
3.6.1.5.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีข้อ 3.6.1.1.1)

3.6.1.5.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีข้อ 3.6.1.1.2)

3.6.1.5.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตามวิธีข้อ 3.6.1.2.1)

3.6.1.6 ศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของเม็ดขนุนต้มสุกทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก ในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป (ส่วนเนื้อลูกชุบ)

นำสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 3.6.1.4 มาทำการศึกษาเวลาที่มีปัจจัยต่อการอบแห้ง ของส่วนเนื้อลูกชุบจากเม็ดขนุนที่อุณหภูมิ 70 °C (ดัดแปลง: วิชาสินีและสุกิตา, 2549) จำนวน 3 ระดับ คือ 30, 60 และ 90 นาที โดยส่วนเนื้อลูกชุบที่ใช้เม็ดขนุนต้มสุกทดแทนถั่วเขียว ซีกเลาะเปลือกที่แห้งแล้ว จะต้องมียุทธศาสตร์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) น้อยกว่า 0.6 และค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก (ตามมาตรฐาน มพช. ใจกว้างกลึงสำเร็จรูป 689/2547 ที่กำหนดไว้ในผลิตภัณฑ์ผงกึ่งสำเร็จรูป) เพื่อนำมาผลิตในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปจากเม็ดขนุนต้มสุก และทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design - CRD) แสดงกรรมวิธี กระบวนการอบแห้งเพื่อผลิตส่วนเนื้อลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป ดังแผนภาพที่ 3.3



แผนภาพที่ 3.2.3 แสดงกรรมวิธีกระบวนการอบแห้งส่วนเนื้อลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปจากเม็ดขนุนต้มสุก

3.6.1.6.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ส่วนเนื้อลูกซุบจากเม็ดขนุนผง กึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านการอบแห้ง)

- ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกซุบมาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)

- ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) โดยนำผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกซุบที่หั่นละเอียดมาใส่ในภาชนะใส่ตัวอย่างเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE

3.6.1.6.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีข้อ 3.6.1.1.2)

3.6.1.7 ศึกษาวิธีการขึ้นรูปโดยกระบวนการให้ความร้อนของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป

นำสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 3.6.1.5 มาทำการศึกษาวิธีการขึ้นรูปโดยการให้ความร้อนต่างๆ ที่มีปัจจัยต่อการขึ้นรูปของลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 เป็นการใส่น้ำร้อน ให้ความร้อนโดยตรงกับตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อดูอัตราการขึ้นตัวของผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งวิธีนี้ต้องเตรียมน้ำร้อนในการขึ้นรูป ส่วนวิธีที่ 2 การใช้ไมโครเวฟ เป็นการให้ความร้อนภายหลังจากการผสมผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปกับน้ำ คนให้เข้ากัน และนำไปให้ความร้อน เพื่อดูคุณลักษณะของเนื้อลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปว่าแบบใดมีลักษณะใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน และสูตรในท้องตลาดมากที่สุด เพื่อสามารถนำไปซุส ซุบวันให้สวยงาม และรับประทานได้จริงเมื่อขึ้นรูป นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ T - Test

ตารางที่ 3.2.2 แสดงวิธีการขึ้นรูปโดยการให้ความร้อนของลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป

ลำดับ	วิธีการ	การขึ้นรูป
1	การใส่น้ำเดือด	นำเม็ดขนุนผงกึ่งสำเร็จรูป ในปริมาณ 1:1 ใส่น้ำเดือด คนให้เข้ากัน ทิ้งให้น้ำดูดซึม ประมาณ 2 นาที
2	การใส่น้ำที่อุณหภูมิห้อง และเข้าไมโครเวฟ	นำเม็ดขนุนผงกึ่งสำเร็จรูป ในปริมาณ 1:1 ใส่น้ำที่อุณหภูมิห้อง คนให้เข้ากัน นำเข้าไมโครเวฟกำลังไฟฟ้าที่ 100 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที

ที่มา : วิธีที่ 1 ดัดแปลงจาก วิลาสินีและสุกิดา, 2549

วิธีที่ 2 ดัดแปลงจาก วิรดี, 2555

จากนั้นนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการวิธีการขึ้นรูปโดยการให้ความร้อนมาทำการปั่นเป็นลูกขุบ ดังแผนภาพที่ 3.2

3.6.1.7.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีข้อ 3.6.1.1.1)

3.6.1.7.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- เครื่องวิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620

3.6.1.7.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ T - Test โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนครั้งละ 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความต่าง 10 ระดับ (Difference from control test) จัดเสิร์ฟโดยประกอบด้วยตัวควบคุม (จากข้อ 3.6.1.4) และตัวอย่าง 2 ตัวอย่างที่ขึ้นรูปโดยวิธีการใส่น้ำเดือด และการใส่น้ำที่อุณหภูมิห้อง และนำเข้าไมโครเวฟ โดยให้คะแนนความต่างเฉพาะ 2 ตัวอย่าง ที่นำมาขึ้นรูป ทำตัวอย่างให้มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับลูกขุบจากถั่วเขียว ซึ่งเกาะเปลือกมากที่สุด และนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Pair Sample T – Test (ธงชัย, ม.ป.ป.)

3.6.1.8 ศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์

นำข้อมูลผลิตภัณฑ์ลูกขุบจากสูตรที่ดีที่สุดทั้ง 3 ตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพว่าสูตรที่ผลิตได้ มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ลูกขุบตามท้องตลาด และทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design - CRD) โดยนำผลิตภัณฑ์ลูกขุบมาทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี ทั้ง 3 ตัวอย่าง คือ

ตัวอย่างที่ 1 ผลิตภัณฑ์ลูกขุบในท้องตลาด (จากข้อ 3.6.1.1)

ตัวอย่างที่ 2. ผลิตภัณฑ์ลูกขุบจากเมล็ดขนุนที่ผลิตได้ (จากข้อ 3.6.1.5)

ตัวอย่างที่ 3. ผลิตภัณฑ์ลูกขุบผงกึ่งสำเร็จรูป (จากข้อ 3.6.1.6)

3.6.1.8.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- องค์กรประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดตามวิธีการของ (AOAC, 2000)

3.6.2 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ของการใช้เมล็ดขนุนทดแทน ถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงบึงสำเร็จรูป

โดยการนำลูกซุบผงบึงสำเร็จรูปจากเมล็ดขนุนมาบรรจุใส่ในถุงพอยด์และปิดด้วยสภาวะสุญญากาศ ทุกละ 80 กรัม และเก็บที่อุณหภูมิห้องแล้วนำมาวิเคราะห์ทางคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ทุกๆ 7 วัน โดยต้องมีคุณลักษณะที่เป็นผงบึงละเอียดไม่จับตัวเป็นก้อน สีขาวเหลือง ไม่มีกลิ่นหืน ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) น้อยกว่า 0.6 และค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก หากตรวจพบจะหยุดทำการทดสอบ เนื่องจากผู้บริโภคไม่ยอมรับซึ่งไม่ตรงตามมาตรฐาน (มผช. ใจักข้าวกล้องบึงสำเร็จรูป 689/2547)

3.6.2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

- ตรวจวัดสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่น CM-3500d โดยนำเอาผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกซุบมาวัดค่าสี และแสดงผลในรูปแบบของค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)

- ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) โดยนำผลิตภัณฑ์ส่วนเนื้อลูกซุบที่หั่นละเอียดมาใส่ในภาชนะใส่ตัวอย่างเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE

3.6.2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

- ตรวจวัดค่าปริมาณความชื้น โดยนำส่วนเนื้อลูกซุบมาบ่มให้ละเอียดใส่ภาชนะใส่ตัวอย่าง 3 กรัม โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาความชื้นแบบอินฟาเรด (Moisture Determination Balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น FD-620

3.6.2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

- เก็บรักษาเมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงบึงสำเร็จรูป บรรจุลงในถุงพอยด์ ปิดด้วยสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพทุกๆ 7 วัน การเก็บรักษาจะสิ้นสุดลง เมื่อพบจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน ที่กำหนด (ตามมาตรฐาน มผช. ใจักข้าวกล้องบึงสำเร็จรูป 689/2547)

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^5 โคโลนีต่อกรัม
- ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.6.3 ศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ของการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงบึงสำเร็จรูป

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในการผลิตลูกซุบผงบึงสำเร็จรูปที่ผ่านการพัฒนาแล้ว โดยในการทดสอบชิมโดยการคืนรูปด้วยน้ำเดือดใช้ตัวอย่างลูกซุบจากเมล็ดขนุนบึงสำเร็จรูป 1 ลูก น้ำหนัก 6.5 - 7 กรัม/ลูก เส้นผ่านศูนย์กลาง $2 \pm$

0.2 เซนติเมตร โดยชุบสี และชุบวุ้น บรรจุใส่ในถ้วยพลาสติกก่อนนำไปทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 100 คน ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และตลาด เทเวศร์ โดยวิธีการสุ่มบังเอิญในด้านความพอใจต่อผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก ในการผลิตลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป ใช้แบบทดสอบทั้งหมด 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ แบบสอบถาม ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคลูกชุบ และตอนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคมีต่อการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูก ชุบผงกึ่งสำเร็จรูป จากนั้นทำการเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติของผู้บริโภคจำนวน 100 คน



บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

ลูกชุบเม็ดขนุนกิ่งสำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาวิธีการผลิตโดยใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป

4.1.1 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์ลูกชุบในท้องตลาดและห้างสรรพสินค้า

จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ลูกชุบจากหลายสถานที่ ทางผู้สำรวจได้ทำการเลือก 2 สถานที่ คือ ตลาดสดแฟชั่นมอลล์ เนื่องจากเป็นตลาดอยู่ในใจกลางเมืองที่มีคนหมู่มากนิยมไป และร้านสุพัตรา ที่ห้างสรรพสินค้าพารากอน เนื่องจากมีการควบคุมการผลิตและการขายที่ดีกว่าในตลาดทั่วไป โดยนำส่วนเนื้อลูกชุบมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2.1 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกชุบที่สำรวจตามท้องตลาด (ส่วนเนื้อลูกชุบ)

การวิเคราะห์	ผลวิเคราะห์	
	ตลาดแฟชั่นมอลล์	ร้านสุพัตรา
ทางกายภาพ		
- ขนาด		
- เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	1.97 ± 0.02^a	1.82 ± 0.02^b
- น้ำหนัก (กรัม)	5.32 ± 0.09^a	4.44 ± 0.16^b
- ค่าสี		
- ค่าความสว่าง (L^*)	70.77 ± 0.15^b	74.73 ± 0.72^a
- ค่าสีแดง (a^*) ^{ns}	0.53 ± 0.24	0.98 ± 0.79
- ค่าสีเหลือง (b^*)	24.15 ± 0.43^b	33.87 ± 1.44^a
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ^{ns}	0.98 ± 0.00	0.98 ± 0.00
- ค่าเนื้อสัมผัส (นิวตัน)		
- ความแข็ง (Hardness) ^{ns}	4.13 ± 0.09	4.82 ± 0.28
- ความเกาะติดของอาหารกับ	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
ผิวสัมผัส (Adhesiveness) ^{ns}		
- ความยืดหยุ่น (Springiness) ^{ns}	0.15 ± 0.01	0.18 ± 0.06

ตารางที่ 4.2.1 (ต่อ)

การวิเคราะห์	ผลวิเคราะห์	
	ตลาดแฟชั่นมอลล์	ร้านสุพรรณ
- ค่าเนื้อสัมผัส (นิวตัน)		
- ความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน (Cohesiveness)	0.13 ± 0.03^a	0.00 ± 0.00^b
- การคืนตัว (Resilience)	0.00 ± 0.00^b	0.07 ± 0.01^a
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	49.68 ± 0.26^a	43.83 ± 0.95^b

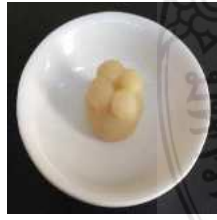
หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ลูกชุบที่ตลาดแฟชั่นมอลล์ และร้านสุพรรณที่ห้างสรรพสินค้าพารากอน พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี มีค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ 0.53 ± 0.24 และ 0.98 ± 0.79 ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.98 ± 0.00 และ 0.98 ± 0.00 ตามลำดับ และค่าเนื้อสัมผัส โดยค่าความแข็งเท่ากับ 4.13 ± 0.09 และ 4.82 ± 0.28 ตามลำดับ ค่าความเกาะติดของอาหารกับผิวสัมผัสเท่ากับ 0.00 ± 0.00 และ 0.00 ± 0.00 ค่าความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.15 ± 0.01 และ 0.18 ± 0.06 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากมีกรรมวิธีและวัตถุดิบในการผลิตที่เหมือนกัน ส่วนความสว่างเท่ากับ 70.77 ± 0.15 และ 74.73 ± 0.7 ตามลำดับ ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 24.15 ± 0.43 และ 33.87 ± 1.44 ตามลำดับ ความสามารถในการเกาะตัวรวมกันเท่ากับ 0.13 ± 0.03 และ 0.00 ± 0.00 ตามลำดับ การคืนตัวเท่ากับ 0.00 ± 0.00 และ 0.07 ± 0.01 ตามลำดับ และค่าปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 49.68 ± 0.26 และ 43.83 ± 0.95 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากแต่ละร้านมีการควบคุมการผลิตและมีความชำนาญต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์ลูกชุบจากร้านสุพรรณที่ห้างสรรพสินค้าพารากอนดีกว่าตลาดสดแฟชั่นมอลล์ มีค่าความสว่าง (L^*) มากกว่า ค่าสีเหลือง (b^*) มากกว่า ค่าการคืนตัวมากกว่า และค่าปริมาณความชื้น เนื่องจากส่วนเนื้อลูกชุบมีสีเหลืองอ่อนสวยงาม และมีเนื้อสัมผัสเนียน รสชาติหวานพอดี อีกทั้งยังมีการควบคุมวัตถุดิบและการผลิตที่ดีของทางร้าน

4.1.2 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก ในการผลิตลูกชุบจากเม็ดขนุน

4.1.2.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตลูกชุบ (ส่วนเนื้อลูกชุบ)

ตารางที่ 4.2.2 แสดงคุณลักษณะส่วนเนื้อลูกชุบสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

ผลิตภัณฑ์ลูกชุบ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
 สูตร 1	สีเหลืองสว่าง	มีกลิ่นกะทิชัดเจน	ลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่มีความแน่น มีความนิ่ม เนื้อเนียนละเอียด
 สูตร 2	สีเหลือง	มีกลิ่นกะทิชัดเจน	ลักษณะเนื้อสัมผัส ค่อนข้างนิ่ม เนื้อละเอียด
 สูตร 3	สีเหลืองอ่อน	มีกลิ่นกะทิชัดเจน	ลักษณะเนื้อสัมผัส เนื้อแน่นละเอียดเนียน เป็นเนื้อเดียวกัน

4.1.2.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกซุบสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 4.2.3 แสดงคะแนนความชอบของลูกซุบสูตรพื้นฐานที่มีความแตกต่างกัน จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ (สูตรพื้นฐาน)		
	1	2	3
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.61 ± 0.55	6.75 ± 0.54	6.63 ± 0.60
สี ^{ns}	6.33 ± 0.60	6.43 ± 0.62	6.41 ± 0.56
กลิ่น ^{ns}	6.85 ± 0.75	7.10 ± 0.75	7.03 ± 0.75
กลิ่นรส ^{ns}	6.71 ± 0.69	6.86 ± 0.76	6.91 ± 0.80
รสชาติ	6.63 ± 0.48 ^b	6.76 ± 0.49 ^{ab}	6.90 ± 0.51 ^a
เนื้อสัมผัส (ความเป็นเนื้อเดียวกัน)	6.63 ± 0.51 ^b	6.81 ± 0.62 ^{ab}	6.91 ± 0.56 ^a
ความชอบโดยรวม	6.76 ± 0.59 ^b	6.96 ± 0.71 ^{ab}	7.16 ± 0.76 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ที่มา : สูตรที่ 1 : ทิพวรรณ, 2543

สูตรที่ 2 : วไลกรณ์, 2551

สูตรที่ 3 : จันท, 2547

จากตารางที่ 4.2.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และกลิ่นรส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งไม่มีอิทธิพลต่อความชอบของผู้ทดสอบชิมทั้ง 3 สูตร แต่ปัจจัยคะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมมากที่สุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสูตรที่ 1 มีรสชาติหวานมาก เพราะมีระดับน้ำตาลค่อนข้างสูงกว่าสูตรที่ 3 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในระดับน้อย สูตรที่ 2 มีความหวานน้อยกว่าสูตรที่ 3 เพราะมีปริมาณถั่วเขียวซีกเลาะเปลือก มากกว่าสองเท่าของน้ำตาลที่ใช้ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในระดับปานกลาง ดังนั้นผู้ทดลองจึงเลือกนำเอาสูตรที่ 3 เนื่องจากมีคะแนนความชอบมากที่สุด เพราะมีเนื้อสัมผัสเนียน เป็นเนื้อเดียวกัน และมีรสชาติที่ดี จึงนำมาใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการทดลองต่อไป

4.1.3 ผลการเตรียมเม็ดขนุนต้มสุกทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบ

4.1.3.1 ผลคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเม็ดขนุนต้มสุก

เพื่อควบคุมเม็ดขนุนต้มสุกให้มีค่าใกล้เคียงกันทุกครั้งก่อนใช้ทำผลิตภัณฑ์ลูกชุบและนำไปทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 4.2.4 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเม็ดขนุนต้มสุก พันธุ์ทองประเสริฐ

การวิเคราะห์	เม็ดขนุนต้มสุก
ทางกายภาพ	
- ค่าสี	
- ค่าความสว่าง (L^*)	79.45 ± 0.01
- ค่าสีแดง (a^*)	0.04 ± 0.03
- ค่าสีเหลือง (b^*)	16.97 ± 0.74
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.99 ± 0.00
ทางเคมี (ร้อยละ)	
- ค่าปริมาณความชื้น	70.43 ± 0.07

จากตารางที่ 4.2.4 ผลการเตรียมเม็ดขนุน ก่อนการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบ พบว่าเม็ดขนุนต้มสุกมีปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.99 ± 0.00 ซึ่งค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และ ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมี (รุ่งนภา, 2545) ค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 79.45 ± 0.01 ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ 0.04 ± 0.03 ค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 16.97 ± 0.74 มีสีขาวอมเหลือง และค่าปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 70.43 ± 0.07 ตามลำดับ

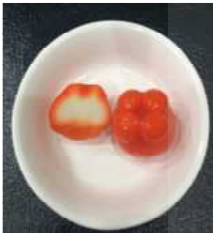
4.1.4 ผลการศึกษาปริมาณกะทิที่เหมาะสมใช้ในการผลิตส่วนเนื้อลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

จากการทดลองพบว่าปริมาณของกะทิที่ 30 กรัม มีลักษณะแห้ง ร่วน และจับตัวยาก, ปริมาณกะทิที่ 40 กรัม มีลักษณะแฉะแต่พอจับตัวได้ ไม่ร่วน และปริมาณกะทิที่ 50 กรัม มีลักษณะเลอะ เกิดการไหล ไม่สามารถจับตัวได้ จึงเลือกปริมาณกะทิที่ 40 กรัม เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับลูกชุบจากถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกและไปทำการพัฒนาทำให้สามารถจับตัวได้ ขึ้นรูป ไม่ร่วน ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ท้องตลาดต่อไป

4.1.5 ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตส่วนเนื้อลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

4.1.5.1 ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตส่วนเนื้อลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

ตารางที่ 4.2.5 แสดงคุณลักษณะส่วนเนื้อลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุกที่ลดปริมาณน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์ลูกชุบ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
 สูตรที่ 1 (20 กรัม)	สีขาวเหลือง	มีกลิ่นกะทิเล็กน้อย	ลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างนิ่ม เนื้อละเอียด เป็นเนื้อเดียวกัน
 สูตรที่ 2 (30 กรัม)	สีขาวเหลือง	มีกลิ่นกะทิชัดเจน	ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแน่น เนื้อละเอียด มีความเป็นเนื้อเดียวกัน
 สูตรที่ 3 (40 กรัม)	สีขาวเหลือง	มีกลิ่นกะทิชัดเจน	ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแน่นมาก เนื้อละเอียด มีความเป็นเนื้อเดียวกัน

4.1.5.1.1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี

ตารางที่ 4.2.6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตส่วนเนื้อลูกชุปจากเม็ดขนุนต้มสุก

การวิเคราะห์	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)		
	20	30	40
ทางกายภาพ			
- ขนาด			
- เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร) ^{ns}	2.00 ± 0.01	2.01 ± 0.01	2.00 ± 0.01
- น้ำหนัก (กรัม) ^{ns}	6.83 ± 0.28	6.66 ± 0.28	6.83 ± 0.28
- ค่าสี			
- ค่าความสว่าง (L*)	72.95 ± 0.37 ^a	70.38 ± 1.90 ^c	71.13 ± 0.07 ^b
- ค่าสีแดง (a*)	6.18 ± 1.96 ^b	8.56 ± 1.63 ^a	4.94 ± 0.41 ^c
- ค่าสีเหลือง (b*) ^{ns}	18.82 ± 0.49	19.07 ± 1.82	17.28 ± 0.30
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a _w) ^{ns}	0.97 ± 0.00	0.94 ± 0.02	0.95 ± 0.00
- ค่าเนื้อสัมผัส			
- ความแข็ง (Hardness)	8.37 ± 0.99 ^c	9.08 ± 0.91 ^b	11.62 ± 0.32 ^a
- ความเกาะติดของอาหารกับ	0.01 ± 0.01	0.00 ± 0.01	0.00 ± 0.00
ผิวสัมผัส (Adhesiveness) ^{ns}			
- ความยืดหยุ่น (Springiness) ^{ns}	0.11 ± 0.00	0.11 ± 0.00	0.12 ± 0.00
- ความสามารถในการเกาะตัว	0.14 ± 0.00 ^a	0.13 ± 0.00 ^c	0.14 ± 0.00 ^b
รวมกัน (Cohesiveness)			
- การคืนตัว (Resilience) ^{ns}	0.06 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.06 ± 0.00
ทางเคมี (ร้อยละ)			
- ค่าปริมาณความชื้น	50.76 ± 0.20 ^a	44.50 ± 0.36 ^b	42.33 ± 1.25 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.2.6 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของการศึกษาปริมาณน้ำตาลทั้ง 3 ระดับ พบว่าขนาดและน้ำหนักของส่วนเนื้อลูกชุปไม่แตกต่างกัน เพราะมีการควบคุมโดยใช้เป็นพิมพ์ลูกชุปทุกครั้ง มีค่าสีเหลือง, ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ใกล้เคียงกัน เนื่องจากเป็นสีของวัตถุดิบและการควบคุมเม็ดขนุนทุกครั้งก่อนการใช้งาน ส่วนความเกาะติดของ

อาหารกับผิวสัมผัส, ความยืดหยุ่น และการคั่นตัว ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*), ค่าความแข็ง, ความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน และค่าปริมาณความชื้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยค่าความสว่าง (L^*) ปริมาณน้ำตาล ที่ 20 กรัม มีค่าดีที่สุด เนื่องจากมีสีเหลืองอ่อน ส่วนค่าสีแดง (a^*) ปริมาณน้ำตาล ที่ 30 กรัม มีค่าดีที่สุด เนื่องจากเม็ดขนุนมีสีน้ำตาลเล็กน้อย ส่วนค่าความแข็ง ปริมาณน้ำตาลที่ 40 กรัม มีค่าดีที่สุด เนื่องจากน้ำตาลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่มขึ้น (จาริญา, 2554) และค่าการยึดเกาะ ปริมาณน้ำตาลที่ 30 กรัม มีค่าดีที่สุดเนื่องจากน้ำตาล มีอัตราส่วนที่เหมาะสมในการปรับปริมาณน้ำตาล ทำให้การยึดเกาะของตัวเนื้อลูกซุบสามารถปั้นขึ้นรูปได้ จึงนำปริมาณน้ำตาลที่ 30 กรัมไปทำการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งต่อไป

4.1.5.1.2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

ตารางที่ 4.2.7 แสดงผลวิเคราะห์ความชอบในการศึกษาปริมาณของน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

คุณลักษณะ	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)		
	20	30	40
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.56 ± 0.62	6.70 ± 0.46	6.66 ± 0.47
สี	6.83 ± 1.66 ^b	7.46 ± 1.04 ^a	6.83 ± 1.34 ^c
กลิ่น	5.66 ± 1.97 ^c	6.86 ± 1.77 ^a	6.33 ± 1.70 ^{ab}
กลิ่นรส	6.56 ± 0.56 ^c	6.96 ± 0.80 ^a	6.86 ± 0.77 ^{ab}
รสชาติ	6.00 ± 1.92 ^c	7.10 ± 1.37 ^a	6.50 ± 1.54 ^{ab}
เนื้อสัมผัส (ความเป็นเนื้อเดียวกัน)	6.06 ± 1.98 ^c	7.36 ± 1.35 ^a	6.50 ± 1.90 ^b
ความชอบโดยรวม	6.10 ± 1.72 ^c	7.43 ± 1.35 ^a	6.73 ± 1.22 ^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.2.7 ผลจากการศึกษาปริมาณของน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุก มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของปริมาณน้ำตาลทั้ง 3 สูตร คือ 20, 30 และ 40 กรัม พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปริมาณน้ำตาลที่ 30 กรัม ได้รับความชอบด้าน สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรอื่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยปริมาณน้ำตาลที่ 20 กรัม

มีผลทำให้สีเนื้อในอ่อน กลิ่นรสอ่อน รสชาติหวานน้อย เนื้อสัมผัสไม่ละเอียด และความชอบโดยรวมลดลง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม ส่วนปริมาณน้ำตาลที่ 40 กรัม มีผลทำให้รสชาติหวานเกินไปซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมเช่นกัน ส่วนปริมาณน้ำตาลที่ 30 กรัม มีรสชาติหวานพอดี เนื้อสัมผัส ไม่แน่นไม่ละเอียด ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด เนื่องจากน้ำตาลเมื่อได้รับความร้อนนาน ผลิตภัณฑ์เกิดการเหลวทำให้ขึ้นรูปยากจึงเลือกใช้ปริมาณน้ำตาลที่ 40 กรัม เพราะมีปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมทำให้สามารถขึ้นเป็นรูปได้และไม่เกิดการไหล เพื่อศึกษาการผลิตเม็ดขนุนทอดแทนถั่วเขียวซีกและเปลือกในการผลิตลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปต่อไป

4.1.6 ผลการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของเม็ดขนุนทอดแทนถั่วเขียวซีกและเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป (ส่วนเนื้อลูกชุบ)

โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C จะได้เป็นส่วนเนื้อลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปจากเม็ดขนุนอบแห้ง

4.1.6.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

ตารางที่ 4.2.8 แสดงผลการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของเม็ดขนุนทอดแทนถั่วเขียวซีกและเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป (ส่วนเนื้อลูกชุบ)

การวิเคราะห์	ระยะเวลาในการอบแห้ง (นาท)		
	30	60	90
ทางกายภาพ			
- ค่าสี			
- ค่าความสว่าง (L*)	73.09±0.08 ^c	80.91±0.56 ^b	86.16±0.05 ^a
- ค่าสีแดง (a*)	0.33±0.04 ^c	0.64±0.07 ^b	0.90±0.05 ^a
- ค่าสีเหลือง (b*)	13.05±0.19 ^c	15.18±0.65 ^b	16.47±0.03 ^a
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a _w)	0.87±0.01 ^a	0.72±0.002 ^b	0.36±0.01 ^c
ทางเคมี (ร้อยละ)			
- ค่าปริมาณความชื้น	25.38±0.26 ^a	14.48±0.03 ^b	4.82±0.11 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

จากตารางที่ 4.8 แสดงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งที่มีปัจจัยต่อการใช้เม็ดขนุนทอดแทนถั่วเขียวซีกและเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป พบว่า ระยะเวลาในการอบแห้งที่ 30 และ 60 นาท มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) มีค่าสีน้อยกว่าระยะเวลาในการอบแห้งที่ 90 นาท ค่าปริมาณน้ำอิสระเกิน 0.6 และ

ค่าความชื้นมากกว่าร้อยละ 10 เกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้ง่ายทำให้เกิดเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนระยะเวลาในการอบแห้งที่เวลา 90 นาทีที่ดีที่สุด เพราะยังใช้เวลาอบนาน จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีเหลืองสว่างที่สุด ค่าปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6 และค่าความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 10 สามารถยับยั้งการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ และยืดอายุในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่า (มพช. วัจกข้าวกล้องกิ่ง สำเร็จรูป 689/2547) จึงนำระยะเวลาในการอบแห้งที่เวลา 90 นาที มาศึกษาวิธีการนำเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกและเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปต่อไป

4.1.7 ศึกษาวิธีการคืนรูปโดยกระบวนการให้ความร้อนของการใช้เม็ดขนุนทดแทน ถั่วเขียวซีกและเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป

4.1.7.1 ผลการศึกษาวิธีการคืนรูปโดยกระบวนการให้ความร้อนของการใช้ เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกและเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป 2 วิธี คือวิธีที่ 1 การใส่น้ำเดือด, วิธีที่ 2 คือการใส่น้ำที่อุณหภูมิห้องและเข้าไมโครเวฟ

ตารางที่ 4.2.9 แสดงคุณลักษณะของการคืนรูปส่วนเนื้อลูกชุบโดยกระบวนการให้ความร้อนของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกและเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปจำนวน 2 วิธี

ผลิตภัณฑ์ลูกชุบ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
 วิธีที่ 1 (การใส่น้ำเดือด)	สีขาวเหลือง	มีกลิ่นกะทิเล็กน้อย	ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแน่น เนื้อละเอียด เป็นเนื้อเดียวกัน
 วิธีที่ 2 (การใส่น้ำที่อุณหภูมิห้อง และเข้าไมโครเวฟ)	สีขาวเหลือง	มีกลิ่นกะทิเล็กน้อย	ลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง เนื้อแน่น เนื้อละเอียด

4.1.7.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

ตารางที่ 4.2.10 แสดงผลทางกายภาพและทางเคมีโดยกระบวนการให้ความร้อนของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวชีกและเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกิ่งสำเร็จรูป

การวิเคราะห์	วิธีการคั้นรูป	
	การใส่น้ำเดือด	การใส่น้ำที่อุณหภูมิห้องและเข้าไมโครเวฟ
ทางกายภาพ		
- ขนาด		
- เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร) ^{ns}	2.01 ± 0.01	2.00 ± 0.01
- น้ำหนัก (กรัม) ^{ns}	6.66 ± 0.28	6.83 ± 0.28
- ค่าสี		
- ค่าความสว่าง (L*)	74.28 ± 0.10 ^a	73.04 ± 0.05 ^b
- ค่าสีแดง (a*)	0.23 ± 0.12 ^b	1.08 ± 0.01 ^a
- ค่าสีเหลือง (b*)	14.47 ± 0.45 ^a	13.16 ± 0.01 ^b
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a _w) ^{ns}	0.97 ± 0.00	0.96 ± 0.00
- ค่าเนื้อสัมผัส (นิวตัน)		
- ความแข็ง (Hardness)	16.73 ± 0.36 ^b	21.52 ± 1.50 ^a
- ความเกาะติดของอาหารกับ	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
ผิวสัมผัส (Adhesiveness) ^{ns}		
- ความยืดหยุ่น (Springiness)	0.38 ± 0.00 ^b	0.48 ± 0.01 ^a
- ความสามารถในการยึดเกาะ	0.15 ± 0.05	0.13 ± 0.02
รวมกัน (Cohesiveness) ^{ns}		
- การคืนตัว (Resilience) ^{ns}	0.09 ± 0.01	0.08 ± 0.10
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น ^{ns}	49.09 ± 0.66	47.81 ± 1.68

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

จากตารางที่ 4.2.10 แสดงผลทางกายภาพของการคั้นรูปโดยวิธีให้ความร้อนที่แตกต่างกันของลูกซุบผงกิ่งสำเร็จรูป พบว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ, ความเกาะติดของอาหารกับผิวสัมผัส, ความสามารถในการยึดเกาะรวมกัน, ค่าการคืนตัว และค่าความชื้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีการเติมน้ำ ซึ่งน้ำจะช่วยทำให้เนื้อสัมผัสจากที่เป็นผงเกิดการรวมตัวกันได้ มีความเป็นเนื้อเดียวกัน จับตัวเป็นก้อนปั้นขึ้นรูปได้ และความหนาแน่นการปรับสภาพเหล่านี้ให้เหมาะสมทำให้อาหารแห้ง มีการคั่นตัวดีขึ้น (ไพศาล, 2545) โดยวิธีการคั่นรูปโดยน้ำร้อนมีค่าดีที่สุด ส่วนค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่ามากที่สุด เนื่องจากการใช้น้ำร้อนจะมีไอน้ำที่ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นส่งผลให้ส่วนเนื้อลูกซุบมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม และชุ่มชื้นซึ่งมีปริมาณความชื้นที่มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นวิธีที่สะดวก และประหยัดเวลา ส่วนค่าความแข็ง และค่าความยืดหยุ่น วิธีการคั่นรูปโดยน้ำและใส่เข้าไมโครเวฟมีค่ามากที่สุด เนื่องจากการให้ความร้อนภายหลังจากการผสมและให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟนี้จะมีประสิทธิภาพ การเกิดความร้อนสูงสุดในการให้ความร้อนแก่น้ำ และประสิทธิภาพต่ำ เมื่อให้ความร้อนแก่ไขมัน น้ำแข็ง และน้ำตาล (ปริญญา, 2552) ส่งผลให้เนื้อสัมผัสที่ได้มีความแข็งกระด้าง และมีความยืดหยุ่นมากกว่าวิธีอื่นๆ เพราะได้รับความร้อนจากไมโครเวฟ จึงเลือกวิธีการคั่นรูปแบบ วิธีที่ 1 เพราะผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองเข้มมากกว่า มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มชุ่มชื้น และเนื้อเนียนละเอียด อีกทั้งยังเป็นวิธีที่ง่ายสะดวกสบาย

4.1.7.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกระบวนการให้ความร้อนของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป โดยผู้ทดสอบจะอธิบายความแตกต่างของตัวอย่างเมื่อ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมว่ามีความแตกต่างมากน้อยแค่ไหน ตัวอย่างระดับค่าคะแนนความแตกต่างที่ใช้ เช่น 0 - 10 โดยที่ 0 คือ ไม่มีความแตกต่างไปจนถึง 10 คือ มีความแตกต่างมากที่สุดจากตัวอย่างควบคุม

ตารางที่ 4.2.11 แสดงคะแนนความต่างของกระบวนการให้ความร้อนของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปจำนวน 2 วิธี

คุณลักษณะ	วิธีการคั่นรูป	
	การใส่น้ำเดือด	การใส่น้ำที่อุณหภูมิห้องและเข้าไมโครเวฟ
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	2.26 ± 3.09	3.13 ± 3.36
สี	1.26 ± 2.09 ^b	1.90 ± 2.72 ^a
กลิ่น	2.20 ± 2.15 ^b	2.23 ± 2.48 ^a
กลิ่นรส	2.93 ± 2.54 ^b	3.20 ± 3.08 ^a
รสชาติ	3.06 ± 2.99 ^b	3.26 ± 3.31 ^a
เนื้อสัมผัส (ความเป็นเนื้อเดียวกัน) ^{ns}	3.73 ± 3.07	4.63 ± 2.87
ความชอบโดยรวม	3.43 ± 2.67 ^b	4.10 ± 3.10 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2.11 การคืนรูปโดยการให้ความร้อนต่างกันของลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปโดยวิธีการใส่น้ำเดือด, การใส่น้ำที่อุณหภูมิห้อง และนำใส่ไมโครเวฟ พบว่าการคืนรูปทั้ง 2 วิธี มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนลักษณะด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) แต่การให้ความร้อนโดยวิธีการใช้น้ำเดือดได้รับคะแนนความต่างโดยรวมน้อยกว่าวิธีที่ใช้ไมโครเวฟ ซึ่งหากมีคะแนนน้อยกว่าก็คือไม่มีความแตกต่างมากที่สุด (จาก 0 – 10 โดยที่ 0 คือ ไม่มีความแตกต่างไปจนถึง 10 คือ มีความแตกต่างมากที่สุดจากตัวอย่างควบคุม) ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด เนื่องจากมีคุณลักษณะด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด ซึ่งเป็นวิธีการทำที่ง่ายสะดวกสบาย เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม โดยเพียงแค่เติมน้ำเดือดแล้วคนให้เข้ากัน นำมาปั้นเป็นรูปทรงตามต้องการ และนำไปซุบสี ซุบวุ้น ก็สามารถรับประทานได้ทันที

4.1.8 ผลศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.2.12 แสดงผลศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกซุบ

การวิเคราะห์	ลูกซุบ		
	ร้านสุพรรณ (ท้องตลาด)	เม็ดขนุนต้มสุก	ผงกึ่งสำเร็จรูป (จากเม็ดขนุน)
ทางเคมี (ร้อยละ)			
ค่าปริมาณความชื้น	52.67 ± 0.46^b	54.85 ± 0.20^a	5.02 ± 0.05^c
ค่าปริมาณโปรตีน	1.30 ± 0.05^a	0.53 ± 0.06^c	0.82 ± 0.01^b
ค่าปริมาณไขมัน	6.53 ± 0.13^a	5.59 ± 0.50^b	4.75 ± 0.03^c
ค่าปริมาณเส้นใย	3.20 ± 0.46^c	3.67 ± 0.18^b	6.76 ± 0.76^a
ค่าปริมาณเถ้า	0.85 ± 0.11^c	0.99 ± 0.01^b	2.04 ± 0.01^a
ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต	35.45 ± 0.84^b	34.37 ± 0.52^c	80.61 ± 0.70^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2.12 แสดงผลศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกซุบตามท้องตลาด, ลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุก และลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป พบว่า มีค่าปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) แต่ปริมาณโปรตีนลูกซุบยี่ห้อสุพรรณมีค่ามากที่สุด เนื่องจากใช้ถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตลูกซุบและเป็นพืชที่อุดมไปด้วยโปรตีน (เดชา, 2554) ส่วนลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป มีปริมาณความชื้น ไขมัน, เส้นใย, เถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5.02 ± 0.05 , 4.75 ± 0.03 , 6.76 ± 0.76 ,

2.04 ± 0.01 และ 80.60 ± 0.70 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด เนื่องจากลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านกระบวนการทำแห้งคือเป็นอาหารที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 (รุ่งนภา, 2545) ช่วยให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น ซึ่งปริมาณโปรตีนจากเม็ดขนุนจะช่วยบำรุงน้ำมันของแม่เพิ่มขึ้น (สุวดี, 2547) ปริมาณไขมันน้อยกว่าสูตรในท้องตลาดและสูตรเม็ดขนุนต้มสุก 6.53 ± 0.13 และ 5.59 ± 0.50 ตามลำดับ เนื่องจากในสูตรมีการเติมกะทิ ในสัดส่วนเล็กน้อยเท่านั้น ปริมาณเส้นใยมากกว่าสูตรในท้องตลาดและสูตรเม็ดขนุนต้มสุก 3.20 ± 0.46 และ 3.67 ± 0.18 ตามลำดับ จะช่วยระบบขับถ่ายในร่างกาย (พิมพ์เพ็ญ, 2554) ปริมาณเถ้า มีค่ามากกว่าช่วยในการทำงานของเอนไซม์ทำให้เซลล์ทำหน้าที่ได้ปกติ และปริมาณคาร์โบไฮเดรต มีค่ามากเพราะเม็ดขนุนมีสารพรีไบโอติกหรือสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ที่ทนต่อการย่อยของกระเพาะอาหารและการดูดซึมของลำไส้ตอนบน (นันทกานต์, 2549) ซึ่งลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปจากเม็ดขนุนสามารถเป็นขนมไทยทางเลือกใหม่สำหรับผู้ทดสอบชิมที่รักสุขภาพ อีกทั้งยังมีคุณประโยชน์ที่มากกว่าลูกซุบตามท้องตลาด และสามารถลดระยะเวลาในการผลิตเพียงผู้บริโภคเติมน้ำเดือด เก็บรักษาได้นานกว่า เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดผง อีกทั้งสะดวกเหมาะกับสังคมที่เร่งรีบในปัจจุบัน



4.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป

ตารางที่ 4.2.13 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป

การวิเคราะห์	ผลวิเคราะห์ (วัน)			
	0	7	14	21
ทางกายภาพ				
- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.36±0.01 ^d	0.39±0.00 ^c	0.41±0.00 ^b	0.46±0.00 ^a
- ค่าสี				
- ค่าความสว่าง (L^*)	82.73±0.02 ^d	82.75±0.02 ^c	86.18±0.01 ^b	86.24±0.01 ^a
- ค่าสีแดง (a^*)	0.72±0.01 ^d	0.77±0.015 ^c	0.85±0.02 ^b	0.90±0.05 ^a
- ค่าสีเหลือง (b^*)	16.43±0.01 ^d	16.56±0.11 ^c	17.47±0.07 ^b	17.90±0.17 ^a
ทางเคมี				
- ค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	4.82±0.11 ^d	5.31±0.12 ^c	6.08±0.21 ^b	6.61±0.08 ^a
ทางจุลินทรีย์				
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
- ปริมาณยีสต์รา (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.2.13 แสดงคุณค่าทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปจากเม็ดขนุน จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปในถุงอูมิเนียมฟอยด์ ขนาด 4×7 นิ้ว บรรจุจำนวน 80 กรัม/ถุง ปิดด้วยสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษา ในอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า ในแต่ละสัปดาห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ยังไม่พบปริมาณจุลินทรีย์และปริมาณยีสต์รา เนื่องจากค่าปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6 และค่าความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 10 (มผช.โจ๊กข้าวกลิ้งกึ่งสำเร็จรูป 689/2547) แต่ในทางกายภาพในสัปดาห์ที่ 3 เกิดการออกซิเดชันของไขมันในอาหารแห้งทำให้เกิดการจับตัวเป็นก้อน และมีสีสว่างมากขึ้น อีกทั้งเกิดกลิ่นรสที่ไม่ดี คือ กลิ่นหืน (รุ่งนภา, 2545) ไม่เป็นลักษณะที่ต้องการของผู้บริโภคและเป็นคุณลักษณะที่ไม่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ชนิดผงกึ่งสำเร็จรูป ดังนั้นผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป (ส่วนเนื้อลูกซุบ) สามารถเก็บรักษาได้นาน 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง บรรจุลงในถุงฟอยด์ ปิดด้วยสภาวะสุญญากาศ จะมีคุณลักษณะที่เหมาะสมที่จะเป็นอาหารผงกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีความสะดวกต่อการใช้งาน การพกพา และผู้บริโภคสามารถรับประทานขนมไทยผงกึ่งสำเร็จรูป ได้อย่างปลอดภัย

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน แบบสอบถามส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.2.14 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
- ชาย	32
- หญิง	68
2. อายุ	
- 15 – 24 ปี	62
- 25 – 34 ปี	21
- มากกว่า 35 ปี	17
3. ระดับการศึกษา	
- มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	0
- อนุปริญญา/ปวส.	19
- ปริญญาตรี	74
- สูงกว่าปริญญาตรี	7

ตารางที่ 4.2.14 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
4. อาชีพ	
- ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	20
- ครู/อาจารย์	6
- นักเรียน/นักศึกษา	65
- แม่บ้าน/พ่อบ้าน	9
5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	49
- 5,001 – 7,500 บาท	33
- 7,501 – 10,000 บาท	9
- 10,001 – 15,000 บาท	4
- 15,001 – 20,000 บาท	3
- มากกว่า 20,000บาท	2

จากตารางที่ 4.2.14 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงจำนวน 68 คน มีอายุระหว่าง 15 – 24 ปี ร้อยละ 62 มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 74 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 65 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน น้อยกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 49

ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคลูกซุบ

ตารางที่ 4.2.15 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคลูกซุบ

ข้อมูล	ร้อยละ
6. ปกติท่านนิยมบริโภคลูกซุบหรือไม่	
- ใช่	90
- ไม่ใช่	10
7. ท่านเคยรับประทานเม็ดขนุนสดต้มสุกหรือไม่	
- เคย	88
- ไม่เคย	12
8. หากมีการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผั่งสำเร็จรูป ท่านจะสนใจหรือไม่	
- สนใจ	100
- ไม่สนใจ	-

ตารางที่ 4.2.15 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
9. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์ลูกซุบที่ไหนบ้าง	
- ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	29
- ร้านค้าตามตึกแถว	10
- ซุปเปอร์มาเก็ต	3
- ห้องอาหาร/ร้านอาหาร	3
- ตลาดทั่วไป	55
10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อลูกซุบมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
- รสชาติอร่อย	46
- มีราคาถูก	21
- หาซื้อได้ง่าย	14
- น่าทานรับประทาน	19

จากตารางที่ 4.2.15 ผู้บริโภคนิยมลูกซุบร้อยละ 90 ผู้บริโภคเคยรับประทานเมล็ดขนุนสดต้มสุก ร้อยละ 88 ผู้บริโภคมีความสนใจในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปโดยใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวชิกเลาะเปลือก ร้อยละ 100 ผู้บริโภคซื้อลูกซุบจากตลาดทั่วไปร้อยละ 55 และเหตุผลที่เลือกซื้อลูกซุบมาบริโภคเพราะรสชาติอร่อยร้อยละ 46

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวชิกเลาะเปลือก ในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป

ตารางที่ 4.2.16 แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวชิกเลาะเปลือก ในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป

ข้อมูล	ร้อยละ
11. กรุณารับประทานการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวชิกเลาะเปลือก ในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป ในแต่ละด้าน และใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับความพึงพอใจ	
11.1 ลักษณะปรากฏ	
- มากที่สุด	42
- มาก	54
- ปานกลาง	4
- น้อย	0

ตารางที่ 4.2.16 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
11.2 สี	
- มากที่สุด	36
- มาก	63
- ปานกลาง	1
- น้อย	0
11.3 กลิ่น	
- มากที่สุด	17
- มาก	58
- ปานกลาง	24
- น้อย	1
11.4 กลิ่นรส	
- มากที่สุด	19
- มาก	73
- ปานกลาง	8
- น้อย	0
11.5 รสชาติ	
- มากที่สุด	22
- มาก	75
- ปานกลาง	3
- น้อย	0
11.6 เนื้อสัมผัส (ความเป็นเนื้อเดียวกัน)	
- มากที่สุด	23
- มาก	59
- ปานกลาง	16
- น้อย	2
11.7 ความชอบโดยรวม	
- มากที่สุด	31
- มาก	53
- ปานกลาง	16
- น้อย	0

ตารางที่ 4.2.16 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
12. ท่านยอมรับในการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป	
- ยอมรับ	100
- ไม่ยอมรับ	0
13. หากมีการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
- ซื้อ	86
- ไม่ซื้อ	0
- ไม่แน่ใจ	14
14. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปบรรจุใส่ถุงพอยด์อูมิเนียมแบบซิปล็อค ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิ 80 กรัมต่อซอง (ประมาณ 22 ลูก) ควรมีราคาเท่าไร	
- 30 บาทต่อถุง	32
- 40 บาทต่อถุง	66
- 50 บาทต่อถุง	2

จากตารางที่ 4.2.16 จากการศึกษาการยอมรับการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป พบว่า มีความพึงพอใจต่อด้านลักษณะที่ปรากฏ ของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็น ร้อยละ 54 ด้านสีของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็น ร้อยละ 63 ด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็นร้อยละ 58 ด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็นร้อยละ 73 ด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็นร้อยละ 75 ด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็นร้อยละ 59 ด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจมากคิดเป็นร้อยละ 53 ส่วนการยอมรับต่อการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับคิดเป็นร้อยละ 100 และจากการสอบถามผู้บริโภคว่าหากมีการใช้เมล็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปมาจำหน่ายท่านจะสนใจซื้อหรือไม่ พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ และซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 86 และไม่แน่ใจคิดเป็นร้อยละ 14 ส่วนราคาที่เหมาะสมต่อการขายผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูปบรรจุขนาด 80 กรัม (ประมาณ 22 ลูก) ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อราคา 40 บาท คิดเป็นร้อยละ 66

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

ลูกชุบเมล็ดขนุนกิ่งสำเร็จรูป



บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษาวิธีการผลิตโดยใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป

5.1.1.1 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์ลูกซุบในท้องตลาดและห้างสรรพสินค้า

5.1.1.1.1 ผลการสำรวจและวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี พบว่าร้านสุพรรณิการ์ ห้างสรรพสินค้าพาราไดซ์พาร์คเป็นร้านที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากกระบวนการผลิตมีการควบคุมที่ดี

5.1.1.2 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการทำเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในการผลิตลูกซุบจากเม็ดขนุน

5.1.1.2.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตลูกซุบ (ส่วนเนื้อลูกซุบ) จำนวน 3 สูตร พบว่าสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบในทุกด้านมากที่สุด เนื่องจากมีรสชาติหวานพอดี เนื้อสัมผัสมีความเป็นเนื้อเดียวกัน

5.1.1.3 ผลการเตรียมเม็ดขนุนต้มสุกทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกซุบผงกึ่งสำเร็จรูป

5.1.1.3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเม็ดขนุนต้มสุก พบว่าเม็ดขนุนมีปริมาณน้ำอิสระมีค่าเท่ากับ 0.99 ± 0.00 ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าเท่ากับ 79.45 ± 0.01 ค่าสีแดง (a^*) มีค่าเท่ากับ 0.04 ± 0.03 ค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าเท่ากับ 16.97 ± 0.74 มีสีชาวมเหลือง ค่าปริมาณความชื้นมีค่าเท่ากับร้อยละ 70.43 ± 0.07 ตามลำดับ

5.1.1.4 ผลการศึกษาปริมาณกะทิที่เหมาะสมใช้ในการผลิตส่วนเนื้อลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุก พบว่าปริมาณของกะทิที่เหมาะสมในการผลิตส่วนเนื้อลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุก คือ ปริมาณกะทิที่ 40 กรัม เนื่องจากมีลักษณะที่สามารถจับตัวได้

5.1.1.5 ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตส่วนเนื้อลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

5.1.1.5.1 ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตส่วนเนื้อลูกซุบจากเม็ดขนุนต้มสุกทั้ง 3 ระดับ พบว่าปริมาณน้ำตาลที่ 30 กรัม มีค่าดีที่สุด ซึ่งทำให้การยึดเกาะของตัวเนื้อลูกซุบสามารถปั้นขึ้นรูปได้ดี และไม่เกิดการไหลของผลิตภัณฑ์

5.1.1.5.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้ง 3 ระดับ พบว่าปริมาณน้ำตาลที่ 30 กรัม ได้รับความชอบในทุกด้านมากที่สุด เนื่องจากมีรสชาติที่หวานพอดี และเนื้อสัมผัส มีความเป็นเนื้อเดียวกัน

5.1.1.6 ผลการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป (ส่วนเนื้อลูกชุบ)

5.1.1.6.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี พบว่าระยะเวลาในการอบแห้งที่ 90 นาที โดยใช้อุณหภูมิ 70 °C ดีที่สุด เนื่องจากมีค่าสีเหลืองอ่อนสว่างที่สุด มีค่าปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6 และค่าความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 10 สามารถยับยั้งการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ได้

5.1.1.7 ผลศึกษาวิธีการคืนรูปโดยกระบวนการให้ความร้อนของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป

5.1.1.7.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี พบว่าวิธีการคืนรูปโดยน้ำเดือดมีค่าดีที่สุด เนื่องจากให้ความร้อนโดยตรงกับตัวผลิตภัณฑ์ ทำให้เนื้อสัมผัสมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และมีค่าใกล้เคียงกับลูกชุบตามท้องตลาดมากที่สุด

5.1.1.7.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการคืนรูปโดยวิธีการใส่น้ำเดือด มีคะแนนความชอบในทุกด้านมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นวิธีการทำที่สะดวกสบาย และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5.1.1.8 ผลศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์

5.1.1.8.1 ผลศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกชุบตามท้องตลาด, ลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก และลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป พบว่า พบว่า มีค่าปริมาณความชื้นและไขมันน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ลูกชุบตามท้องตลาด ร้อยละ 47.65 และ 1.78 ตามลำดับ ปริมาณเส้นใยและเถ้ามากกว่าผลิตภัณฑ์ลูกชุบตามท้องตลาด ร้อยละ 3.56 และ 1.19 ตามลำดับ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด และสามารถลดระยะเวลาในการผลิต

5.1.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป พบว่าในแต่ละสัปดาห์ ยังไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ และปริมาณยีสต์รา เนื่องจากค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าความชื้นไม่เกินมาตรฐานกำหนด แต่ในทางกายภาพพบการเปลี่ยนแปลง ในสัปดาห์ที่ 3 เกิดการออกซิเดชันของไขมันในอาหารแห้งทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน จับตัวเป็นก้อน สามารถเก็บรักษาด้วยสภาวะสุญญากาศในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 สัปดาห์

5.1.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ของการใช้เม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป พบว่าผู้บริโภคสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักสุทธิ ขนาด 80 กรัม ราคา 40 บาท โดยคิดเป็นร้อยละ 86 และให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 100 ได้คะแนนความชอบทุกด้านอยู่ในระดับที่ชอบมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

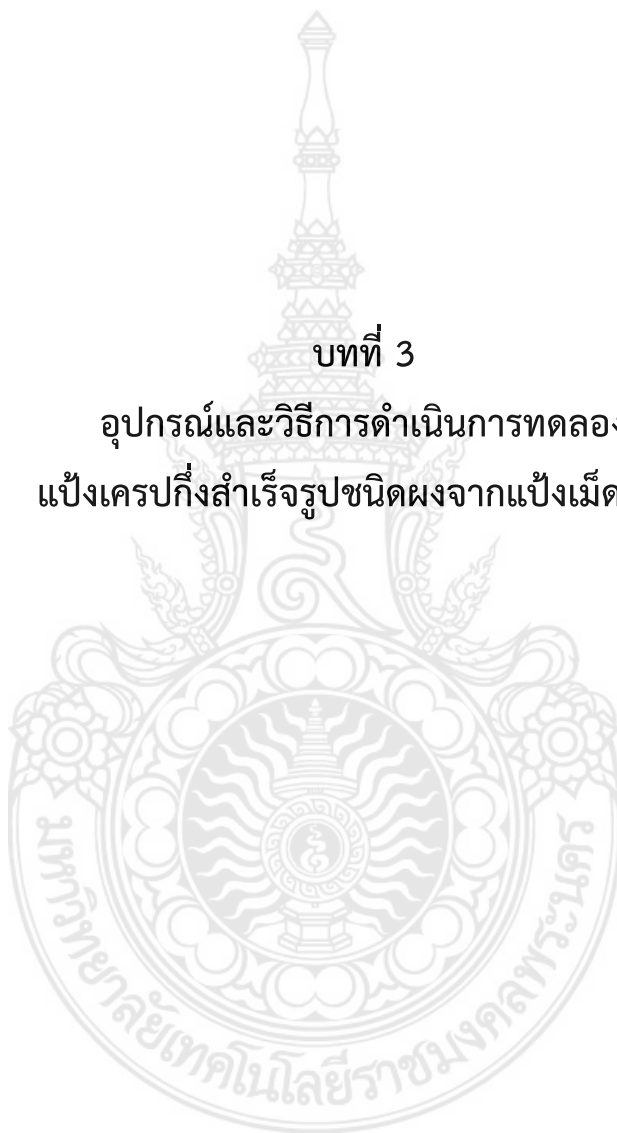
5.2.2 อาจมีการนำวัตถุดิบอื่นมาทดแทนในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปได้

5.2.3 สามารถนำแนวคิดและการผลิตไปพัฒนาในรูปแบบผลิตภัณฑ์อื่นได้



บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง
แบ่งครบกิ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน



บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

- 3.1.1 แป้งสาลีอเนกประสงค์ ตราว้าว
- 3.1.2 เม็ดขุ่น พันธุ์ทองประเสริฐ
- 3.1.3 น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล
- 3.1.4 ไข่ไก่ เบอร์ 0 ตราซีพี
- 3.1.5 เนยเค็ม ตราลาวรี
- 3.1.6 นมสด ตรามณี
- 3.1.7 เกลือป่น ตราปฐทิพย์
- 3.1.8 ผงวานิลา ตราเคเอช โรเบิร์ต

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- 3.2.1 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- 3.2.2 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)
- 3.2.3 กรดบอริก (H_3BO_3)
- 3.2.4 คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4)
- 3.2.5 โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
- 3.2.6 อะซีโตน ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)
- 3.2.7 เมธิลเรด ($\text{C}_{13}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$)
- 3.2.8 ปีโตรเลียมอีเทอร์
- 3.2.9 n - octanol
- 3.2.10 โบรโมครีโซลกรีน ($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$)
- 3.2.11 โพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาลेट ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$)
- 3.2.12 ฟีนอล์ฟทาเลิน ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

3.3.1.1 เครื่องทำแพนเค้ก / เครป ไฟฟ้า Verasu รุ่น SEV-2189

3.3.1.2 ตะแกรงร่อน Retsch ขนาด 120 เมช (125 μ m)

3.3.1.3 เครื่องปั่น Vita-Mix รุ่น VM0104

3.3.1.4 เครื่องซีลสุญญากาศ ULTRAVAC

3.3.1.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก OHAUS รุ่น V11P3

3.3.1.6 อ่างผสม

3.3.1.7 ตะกร้อมือ

3.3.1.8 ตู้อบลมร้อน BINDER รุ่น BD1150

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.3.2.1 เครื่องวัดของแข็งที่ละลายในน้ำ (Refractometer) รุ่น MR32ATC

สเกล 0 - 30 องศาบริกซ์ และสเกล 30 - 60 องศาบริกซ์

3.3.2.2 เครื่องวัดสี Spectrophotometer รุ่น CM-3500d

3.3.2.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.3.2.4 เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) รุ่น TA-XT2i หัว (HDP/BS)

3.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.3.3.1 ชุดเครื่องแก้ว

3.3.3.2 ตู้ดูดควัน

3.3.3.3 โถดูดความชื้น (Desicator)

3.3.3.4 เครื่องตรวจวัดปริมาณความชื้น (IR Moisture Determination Balance รุ่น FD-620)

3.3.3.5 เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH meter) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น PB-10

3.3.3.6 ตู้อบลมร้อน BINDER MODEL ED 115/E2 S/N WTBOO 12/90

3.3.3.7 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน Foss Soxtec 2005

3.3.3.8 เตาเผา Carbolte CWF 1100

3.3.3.9 Hotplate 1022 Hot DLATE FOSS TECATOR บริษัท ไฮแอนติปิโกโปรโมชัน จำกัด

3.3.3.10 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ประกอบด้วย

- ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435

- ชุดดูดซับไอน์กรด BUCHI Scrubber B-414

- ชุดกลั่น BUCHI Distillation Unit B-324

3.3.3.11 อื่นๆ ได้แก่ ถ้วยกระเบื้อง ถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด ครุฑิเบิลแก้ว ซ้อนตักสาร

และคีมคืบ Vial หัวกรอง Nylon membrane filter 0.45 μm

3.3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.3.4.2 แบบประเมินผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูล

3.3.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมทางสถิติ

3.4 สถานที่

3.4.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ห้องปฏิบัติการ 521 , 523 , 621 , 622

3.4.2 เชิงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

1 ตุลาคม 2557 – 30 กันยายน 2558

3.6 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.6.1 สรรวจผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีลักษณะคล้ายกับผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน เพื่อใช้ในการผลิตแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

สำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแป้งกึ่งสำเร็จรูป จากห้างสรรพสินค้าโลตัส ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายกับผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาให้ได้แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนผสมที่เป็นผง กึ่งสำเร็จรูป (แป้งผง) และส่วนผสมที่ผสมวัตถุดิบทั้งหมดแล้ว (แป้งเหลว) จากนั้นทำการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคในด้านความชอบ ด้านความพอใจต่อคุณลักษณะด้านต่างๆ ความชอบตัวไส้ของเครป และลักษณะการพับ เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน เนื่องจากปัจจุบันนี้ในท้องตลาดยังไม่มีผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปวางจำหน่าย และใช้ในการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน โดยผู้บริโภคจะได้คุณลักษณะด้านต่างๆ ลักษณะการพับ และตัวไส้ที่เหมาะสม จากการทำแบบสอบถาม

3.6.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (แป้งผง)

3.6.1.1.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. ตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ศึกษาค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจข้อ 3.6.1 ทั้ง 3 ยี่ห้อ ชั่งน้ำหนัก 3 กรัม ใส่ในภาชนะตัวอย่างเพื่อวัดค่า โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ(a_w) AQVALAB รุ่นSERIESPE 06069336B

2. ตรวจวัดสี โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจข้อ 3.6.1 ทั้ง 3 ยี่ห้อ ชั่งน้ำหนัก 3 กรัม ใส่ในภาชนะตัวอย่าง นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer รุ่น CM-3500d และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)

3.6.1.1.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. ตรวจวัดปริมาณความชื้น (Moisture) โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจข้อ 3.6.1 ทั้ง 3 ยี่ห้อ ชั่งน้ำหนัก 3 กรัม ใส่ในภาชนะตัวอย่าง นำไปวัดด้วยเครื่องวัดความชื้น (IR Moisture Determination Balance) รุ่น FD-620

3.6.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (แป้งเหลว)

3.6.1.2.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. ตรวจวัดร้อยละของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (%TSS) โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจข้อ 3.6.1 ผสมส่วนผสมตามที่ฉลากกำหนดก่อนจะนำไปทำการวิเคราะห์ โดยนำแป้งเหลวที่ผสมแล้ว นำไปวัดด้วยเครื่องวัดของแข็งที่ละลายในน้ำ (Refractometer) รุ่น MR32ATC สเกลที่ใช้ในการวัดคือ 0 - 30 องศาบริกซ์ และ 30 - 60 องศาบริกซ์

2. ตรวจวัดสี โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจข้อ 3.6.1 ทั้ง 3 ยี่ห้อ ผสมส่วนผสมตามที่ฉลากกำหนดก่อนจะนำไปทำการวิเคราะห์ โดยนำแป้งที่ผสมแล้ว ใส่ในภาชนะตัวอย่าง นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer รุ่น CM-3500d และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)

3.6.1.2.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสำรวจข้อ 3.6.1 ทั้ง 3 ยี่ห้อ ผสมส่วนผสมตามที่ฉลากกำหนดก่อนจะนำไปทำการวิเคราะห์ โดยนำแป้งเหลวที่ผสมแล้ว นำไปวัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง pH Meter ยี่ห้อ Sartorius รุ่น PB-10

3.6.1.3 การสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครป

สำรวจด้านความพึงพอใจต่อคุณลักษณะด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์เครป ได้แก่ สี และความกรอบ ด้านลักษณะการพับโดยให้ผู้บริโภคทำการเลือกลักษณะการพับ 2 แบบ ได้แก่ แบบสามเหลี่ยม และแบบครึ่งวงกลม และด้านความชอบตัวไส้ของเครป โดยมีไส้เครปให้ผู้บริโภคทำแบบทดสอบเลือกจำนวน 6 ตัวอย่าง ได้แก่ หมูหยอง+น้ำพริกเผา, แฮม+ปูอัด+ซอสพริก, ไช้+ซอสแม็กกี้+พริกไทย, กลัวยว+ซ็อกโกแลต, แฮมสตรอร์เบอร์รี่+ซ็อกโกแลตเกี๊ยว และหมูหยอง+ซ็อกโกแลต จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากแม่ค้าขายเครปเกี่ยวกับความนิยมบริโภคไส้เครปของผู้บริโภค โดยทำการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนที่อยู่บริเวณที่อยู่อาศัยของคณะผู้จัดทำ ใช้สถิติในการสุ่มแบบตามสะดวก (Convenience Selection) โดยใช้กลุ่มเป้าหมายช่วงวัยรุ่นตอนปลาย อายุ 17 - 25 ปี เพราะเป็นวัยที่อยากรู้อยากลองสิ่งแปลกใหม่ และมีอำนาจในการเลือกซื้อมากกว่าวัยอื่น แสดงแบบสอบถามดังภาคผนวก จ.

3.6.2 ศึกษาพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการทำแป้งเคปกิ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

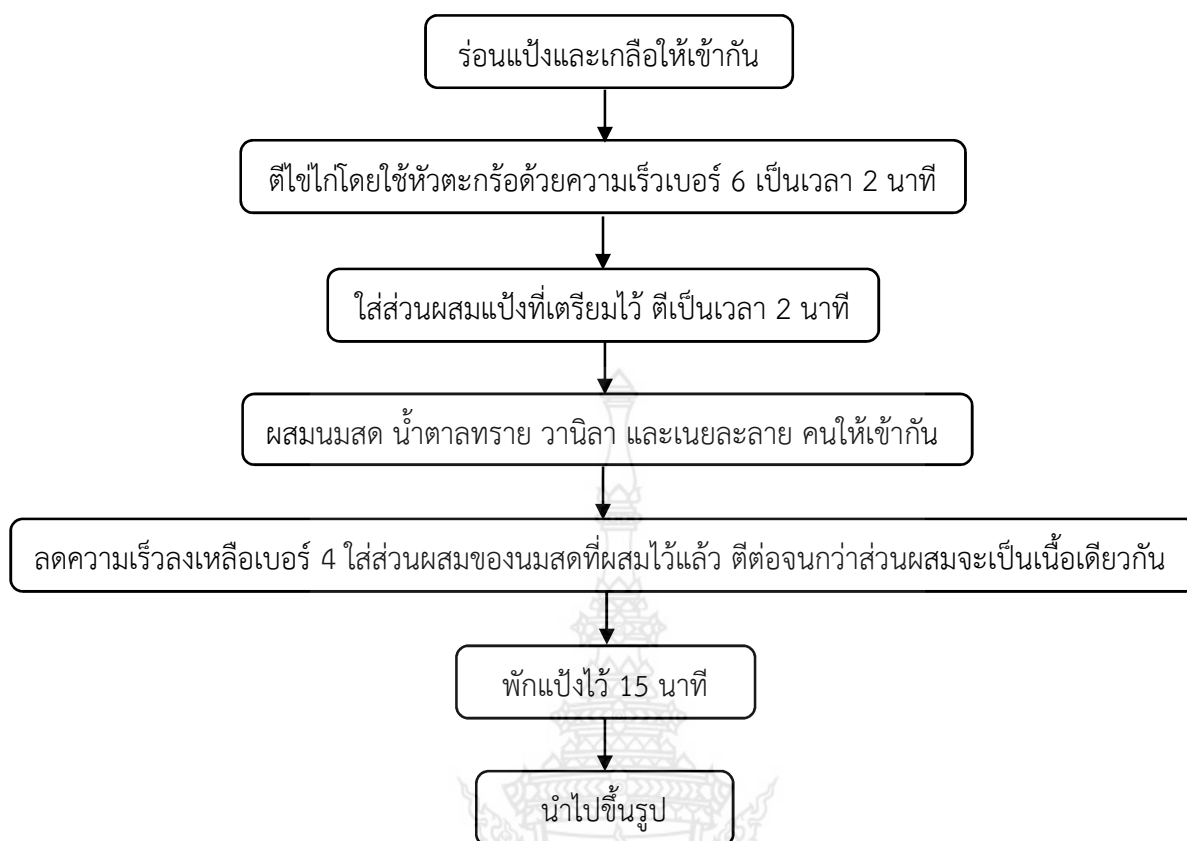
3.6.2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตเคป

ศึกษาเคปสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์เคป และคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ดีที่สุด เพื่อเป็นสูตรต้นแบบในการผลิตแป้งเคปกิ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน โดยทำการผลิตเคปจากสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 3.1 และวิธีการผลิตแสดงดังแผนภาพที่ 3.1 , 3.2 และ 3.3 ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนผสมที่ผสมวัตถุดิบทั้งหมดแล้ว (แบ่งเหลว) และ แผ่นเคปกรอบ (ไม่มีไส้)

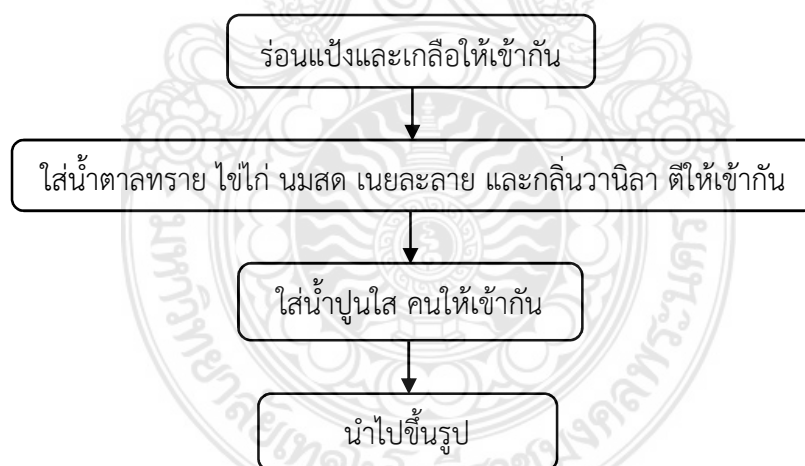
ตารางที่ 3.3.1 แสดงปริมาณส่วนผสมสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

ส่วนผสม	น้ำหนักส่วนผสมในแต่ละสูตร (กรัม)		
	1	2	3
แป้งสาลี	115	100	100
แป้งข้าวเจ้า	-	-	60
น้ำตาลทราย	25	30	50
ไข่ไก่	140	54	54
เนยเค็ม (ละลาย)	35	8.6	-
นมสด	250	100	100
เกลือป่น	4	5	4
กลิ่นวานิลลา	4	0.5	4
น้ำปูนใส	-	33.5	-
น้ำ	-	-	50

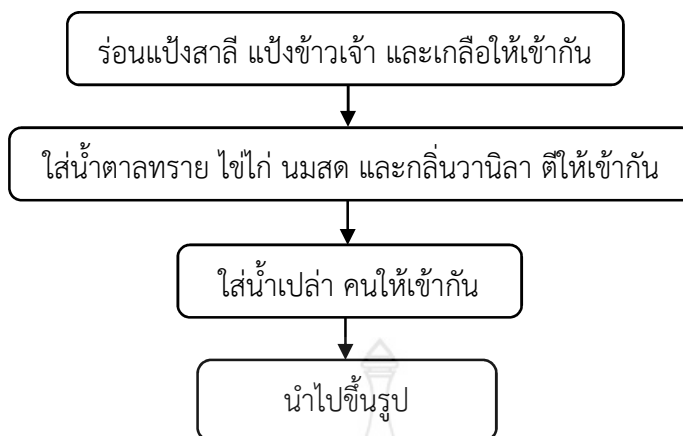
ที่มา : สูตรที่ 1 อมรินทร์, 2552 , สูตรที่ 2 ครีวบ้านพิม, 2557 , สูตรที่ 3 เจซอง, 2556



แผนภาพที่ 3.3.1 แสดงกรรมวิธีการผสมแป้งเครป สูตรที่ 1
ที่มา : อมรินทร์, 2552



แผนภาพที่ 3.3.2 แสดงกรรมวิธีการผสมแป้งเครป สูตรที่ 2
ที่มา : ศรัทธาบ้านพิม, 2557



แผนภาพที่ 3.3.3 แสดงกรรมวิธีการผสมแป้งเครป สูตรที่ 3

ที่มา : เจซอง, 2556

3.6.2.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (แป้งเหลว)

1. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีในข้อ 3.6.1.2.1)
2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีในข้อ 3.6.1.2.2)

3.6.2.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (แผ่นเครปกรอบ)

1. ตรวจวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยนำเอาแป้งกรอบที่ขึ้นรูปเป็นแผ่นกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 ± 0.5 นิ้ว ความหนา 0.32 ± 0.05 มิลลิเมตร วัดค่าความแข็ง (Hardness) ด้วยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XT2i หัว HDP/CFS, Pre-Test Speed 1.0 mm/s, Test Speed 1.0 mm/s, Post-Test Speed 10.0 mm/s, Distance 3 mm



ภาพที่ 3.3.1 แสดงการวัดค่าเนื้อสัมผัส

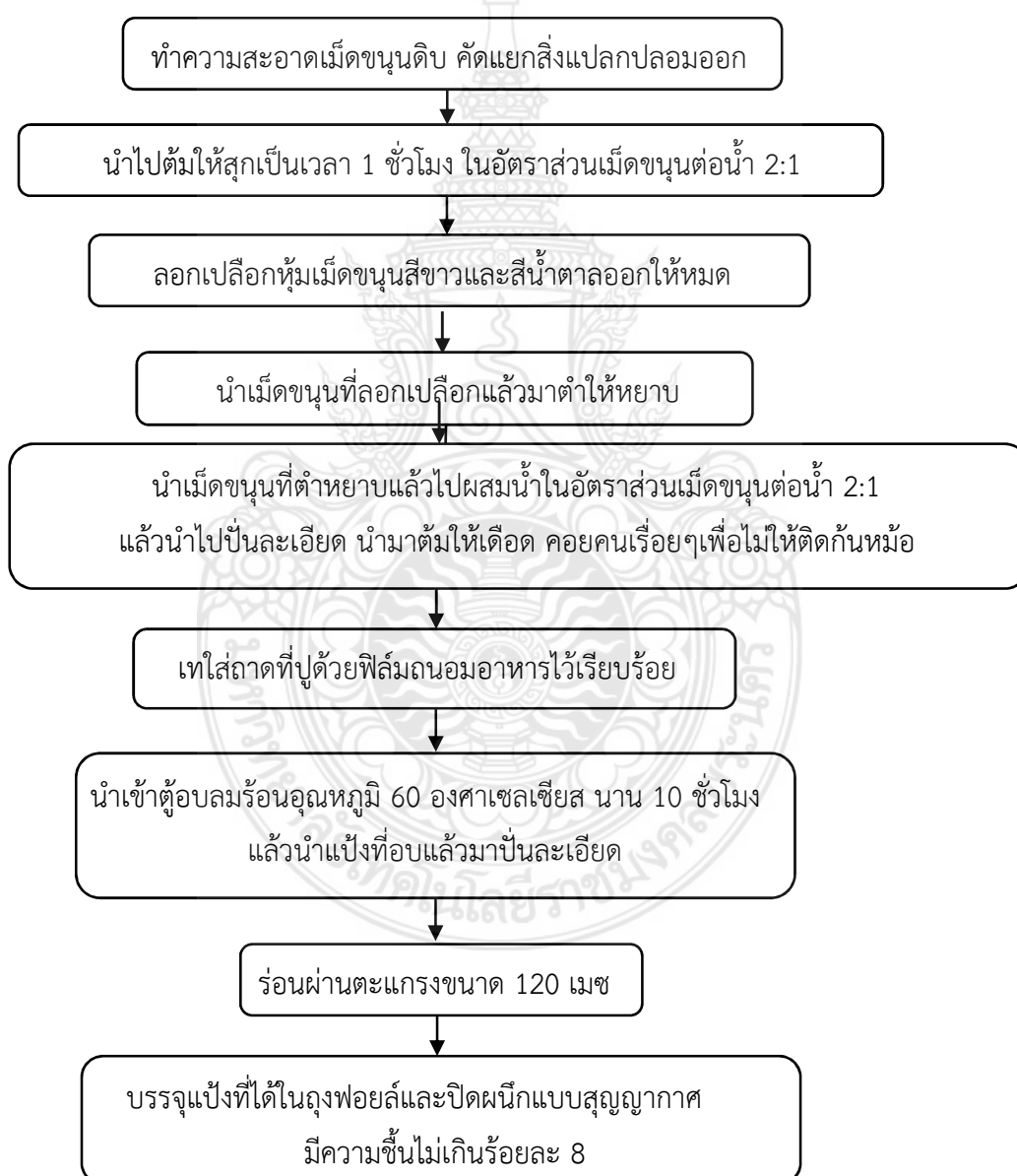
3.6.2.1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

วางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (จัดเสิร์ฟตัวอย่างเป็นแผ่นแป้งเปล่า) โดย

มีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - Point Hedonic Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range test (DMRT)

3.6.2.2 การเตรียมแป้งเม็ดขนุน ก่อนการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

เลือกซื้อเม็ดขนุนจากร้านขายขนุนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ นำมาล้างทำความสะอาด คัดสิ่งแปลกปลอมออก แยกเม็ดที่เน่าเสีย นำเข้ากรรมวิธีการผลิตแป้งเม็ดขนุน และนำไปศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ของแป้งเม็ดขนุน เพื่อควบคุมวัตถุดิบเริ่มต้นให้มีค่าใกล้เคียงกันทุกครั้งก่อนใช้ทำผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน แสดงกรรมวิธีการผลิตแป้ง เม็ดขนุน ดังแผนภาพที่ 3.4



แผนภาพที่ 3.3.4 แสดงกรรมวิธีการผลิตแป้งเม็ดขนุน

ที่มา : ดัดแปลงจาก ดารารัตน์, 2553

3.6.2.2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (แป้งผง) (ตามวิธีข้อ 3.6.1.1.1)

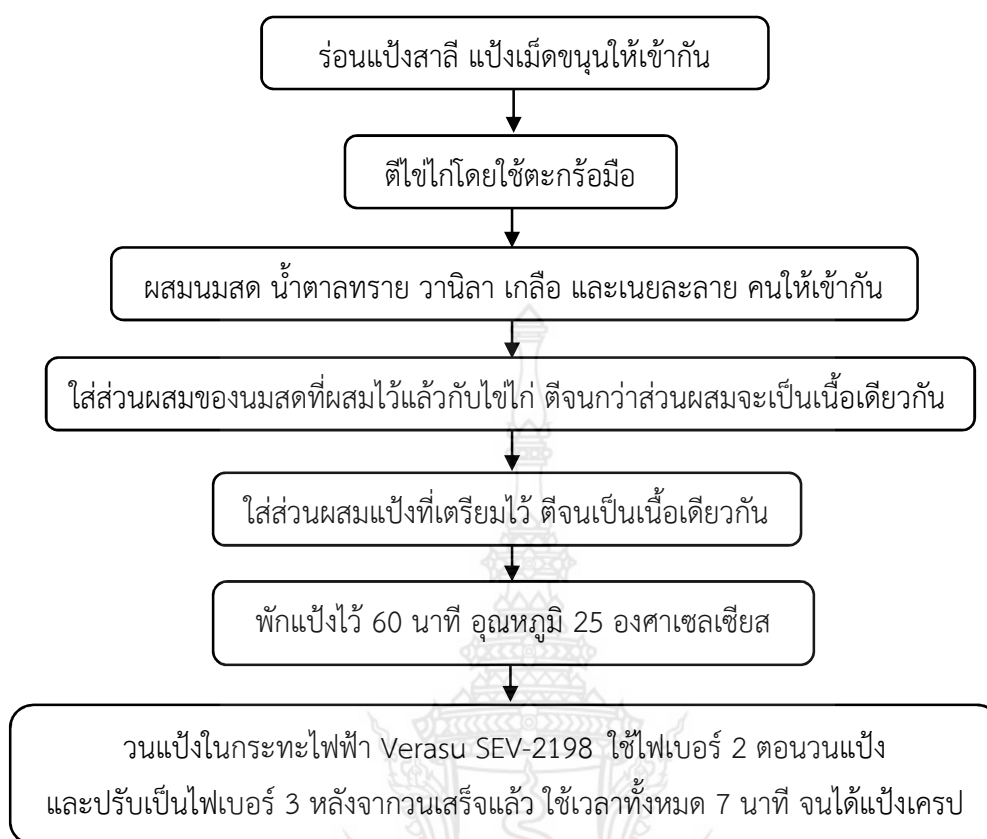
3.6.2.2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (แป้งผง) (ตามวิธีข้อ 3.6.1.1.2)

3.6.2.3 ศึกษาอัตราส่วนของปริมาณแป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

นำสูตรที่ผู้ทดสอบให้คะแนนชอบมากที่สุดของข้อ 3.6.2.1 มาทำการดัดแปลงสูตรในการผลิตแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน โดยใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลี อัตราส่วนของแป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี 3 ระดับที่ร้อยละ 100 : 0, 80 : 20 และ 60 : 40 ตามลำดับ แสดงดัง ตารางที่ 3.2 วิธีการผลิตแสดงดัง แผนภาพที่ 3.5 ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดนำไปพัฒนาต่อให้ได้แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติว่ามีคุณลักษณะใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานหรือไม่ โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนผสมที่ผสมวัตถุดิบทั้งหมดแล้ว (แป้งเหลว) และ แผ่นเครปกรอบ (ไม่มีไส้)

ตารางที่ 3.3.2 แสดงอัตราส่วนปริมาณแป้งเม็ดขนุนที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจำนวน 3 สูตร

ส่วนผสม	อัตราส่วนแป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี (กรัม)		
	100 : 0	80 : 20	60 : 40
แป้งเม็ดขนุน	115	92	69
แป้งสาลี	-	23	46
น้ำตาลทราย	25	25	25
ไข่ไก่เบอร์ 0	140	140	140
เนยเค็ม (ละลาย)	35	35	35
นมสด	250	250	250
เกลือป่น	4	4	4
กลิ่นวานิลลา	4	4	4



แผนภาพที่ 3.3.5 แสดงกรรมวิธีการผสม และกรรมวิธีการผลิตแป้งเครปจาก แป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี

ที่มา : ดัดแปลงจาก อมรินทร์, 2552

3.6.2.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (แป้งเหลว)

1. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีในข้อ 3.6.1.2.1)
2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีในข้อ 3.6.1.2.2)

3.6.2.3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (แผ่นเครปกรอบไม่มีไส้) (ตามวิธีในข้อ 3.6.2.1.2)

3.6.2.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตามวิธีในข้อ 3.6.2.1.3)

3.6.2.4 ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูป(แป้งผง)

นำส่วนผสมที่เป็นของแห้ง ได้แก่ แป้งสาลี, แป้งเม็ดขนุน, วานิลลาผง, เกลือ และน้ำตาล จากสูตรพื้นฐาน จากข้อ 3.6.2.1 ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด และสูตรที่ใช้แป้ง เม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลี จากข้อ 3.6.2.2 ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด มาทำการบรรจุแบบสุญญากาศ จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติ ว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูปในท้องตลาดที่ผ่านการสำรวจหรือไม่ในส่วนของแป้งผง โดยทำการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ T - Test

3.6.2.4.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีข้อ 3.6.1.1.1)

3.6.2.4.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (ร้อยละ) ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดตามวิธีการของ (AOAC, 2000)

3.6.2.5 ศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

เก็บรักษาแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุนในบรรจุภัณฑ์พอลิเอทิลีน 148 กรัม/ถุง ที่อุณหภูมิห้อง 14 วัน ทำการตรวจคุณภาพทุก ๆ 7 วัน คือ 0, 7, 14 วัน หรือจนกว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) จะมากกว่า 0.6 (วารสารจารย์พา, 2545) และความชื้นมากกว่าร้อยละ 14 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งผสมสำหรับประกอบอาหารทอด (มอก.1028 - 2534) ตามข้อกำหนดของ AOAC (1984) ข้อ 14.004 จึงหยุดการทดสอบหาอายุการเก็บรักษาสัณฐาน ทำการตรวจคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

3.6.2.5.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (แป้งผง) (ตามวิธีข้อ 3.6.1.1.1)

3.6.2.5.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (แป้งผง) (ตามวิธีข้อ 3.6.1.1.2)

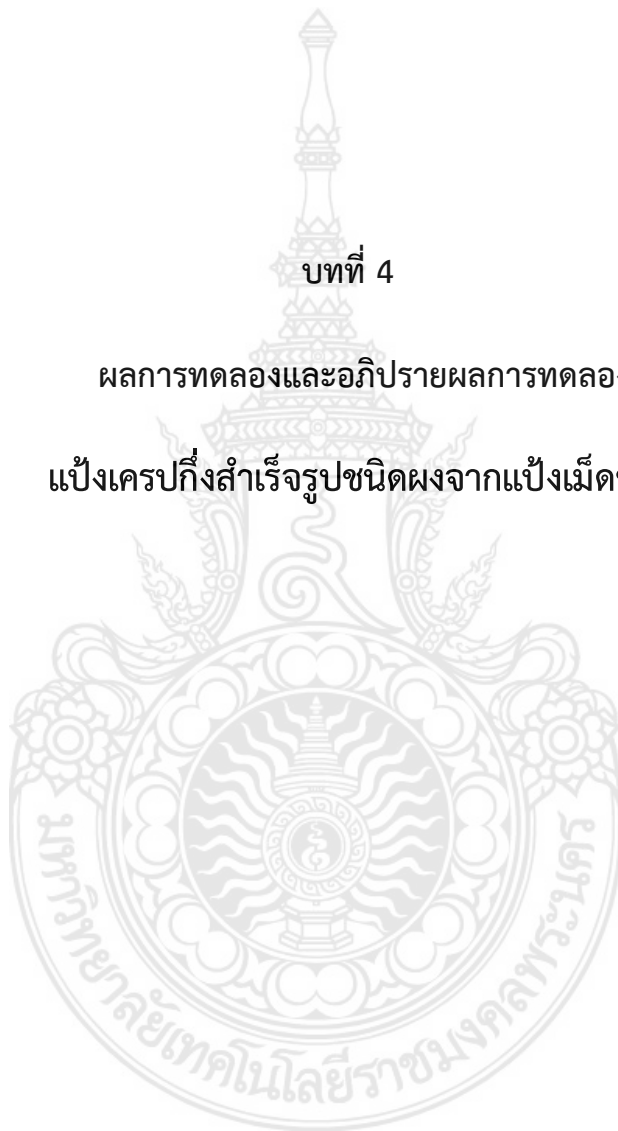
3.6.3 ศึกษาการยอมรับแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

นำข้อมูลจากข้อ 3.6.1.3 ที่ทำการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครป เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย โดยในการทดสอบต้องใช้แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน ผสมกับส่วนผสมที่เป็นของเหลวทั้งหมด ขึ้นรูปเป็นแผ่นเครปกรอบพร้อมไส้ไส้ที่ผ่านการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครป น้ำหนักแป้งเหลวที่ใช้ 200 ± 3.44 กรัม/แผ่น ให้ความร้อนโดยใช้กระทะไฟฟ้า ความแรงไฟเบอร์ 2 - 3 เป็นเวลา 7 นาที เส้นผ่านศูนย์กลางก่อนพับแผ่นแป้ง 7.00 ± 0.02 นิ้ว จัดเสิร์ฟตัวอย่าง จำนวน 1 แผ่น เสิร์ฟขณะร้อน โดยบรรจุในซองใส่เครป (กระดาษ) ทำการทดสอบผู้บริโภคจำนวน 100 คน คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนที่อยู่บริเวณที่อยู่อาศัยของคณะผู้จัดทำ ใช้สถิติในการสุ่มแบบตามสะดวก (Convenience Selection) โดยใช้กลุ่มเป้าหมายช่วงวัยรุ่นตอนปลาย อายุ 17 - 25 ปี เพราะเป็นวัยที่อยากรู้ อยากลองสิ่งแปลกใหม่ และมีอำนาจในการเลือกซื้อมากกว่า วัยอื่น

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน



บทที่ 4

ผลการทดลอง และอภิปรายผล

4.1 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีลักษณะคล้ายกับผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน เพื่อใช้ในการผลิตแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

4.1.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปในท้องตลาดที่สำรวจ

สำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแป้งกึ่งสำเร็จรูปในท้องตลาด เช่น บัตเตอร์มิลค์แพนเค้กเชค ตราอิมพีเรียล, บัตเตอร์มิลค์แพนเค้กมิกซ์ ตราอิมพีเรียล และแป้งวาฟเฟิลมิกซ์ ตราอิมพีเรียล จากห้างสรรพสินค้าโลตัส

ตารางที่ 4.4.1 แสดงคุณลักษณะผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปที่สำรวจ

ผลิตภัณฑ์	คุณลักษณะ		
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
บัตเตอร์มิลค์ แพนเค้ก เชค 	มีสีขาวเหลืองนวล	มีกลิ่นหอมคล้ายนมผง กลิ่นวานิลลาชัดเจน	ผงละเอียดเม็ดเล็ก ไม่เกาะตัว

ตารางที่ 4.4.1 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	คุณลักษณะ		
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
บัตเตอร์มิลค์ แพนเค้ก มิกซ์ 	 มีสีขาวนวล	มีกลิ่นวานิลลาชัดเจน	ผงละเอียด เกาะตัวเป็นก้อน มีความเงา
แป้งวาฟเฟิลมิกซ์ 	 มีสีขาวเหลืองอ่อน	มีกลิ่นหอมวานิลลา ชัดเจน	ผงละเอียด เม็ดเล็ก เกาะตัวเป็นก้อน

ตารางที่ 4.4.2 แสดงผลการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ที่สำรวจ

คุณลักษณะ	ผลิตภัณฑ์		
	แพนเค้กเซค	แพนเค้กมิกซ์	แป้งวอฟเฟิลมิกซ์
แป้งผง			
ทางกายภาพ			
- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ^{ns}	0.55 ± 0.05	0.51 ± 0.04	0.55 ± 0.00
- ค่าสี			
ค่าความสว่าง (L*)	93.65 ± 0.02 ^b	94.68 ± 0.06 ^a	90.04 ± 0.30 ^c
ค่าสีแดง (a*)	0.32 ± 0.02 ^b	0.33 ± 0.02 ^b	8.85 ± 0.14 ^a
ค่าสีเหลือง (b*)	10.80 ± 0.07 ^b	0.68 ± 0.07 ^c	13.85 ± 0.49 ^a
ทางเคมี			
- ความชื้น (ร้อยละ) ^{ns}	6.72 ± 1.19	6.60 ± 1.16	6.42 ± 0.78
แป้งเหลว			
ทางกายภาพ			
- ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix)	21.01 ± 0.01 ^c	35.02 ± 0.02 ^b	45.01 ± 0.01 ^a
- ค่าสี			
ค่าความสว่าง (L*)	84.63 ± 0.11 ^b	84.84 ± 0.15 ^a	81.25 ± 1.15 ^c
ค่าสีแดง (a*)	0.18 ± 0.07 ^c	2.51 ± 0.18 ^b	3.89 ± 0.37 ^a
ค่าสีเหลือง (b*)	16.66 ± 0.33 ^c	19.54 ± 0.12 ^b	21.85 ± 0.32 ^a
ทางเคมี			
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.74 ± 0.02 ^b	7.22 ± 0.14 ^a	7.13 ± 0.15 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ที่มา : บัตเตอร์มิลค์แพนเค้กเซค, บัตเตอร์มิลค์แพนเค้กมิกซ์ และแป้งวอฟเฟิลมิกซ์ ตราอิมพีเรียล

จากการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแป้งผงในท้องตลาด พบว่า ด้านปริมาณน้ำอิสระ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ด้านสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์แพนเค้กมิกซ์ มีค่าความสว่าง (L*) มากที่สุด ตามด้วยแพนเค้กเซค และแป้งวอฟเฟิลมิกซ์ ตามลำดับ แต่ในทางกลับกัน ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) พบว่าแป้งวอฟเฟิลมิกซ์ มีค่ามากที่สุด เนื่องจากส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างกันทำให้สีของแป้งวอฟเฟิลมิกซ์ มีสีเหลืองมาก ด้านปริมาณความชื้น ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจาก

เป็นผลิตภัณฑ์แป้งสำเร็จรูปจึงทำให้มีปริมาณความชื้นไม่ต่างกัน เพราะมีการควบคุมความชื้นให้สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งผสมสำหรับประกอบอาหารทอด (มอก.1028 - 2534) ต้องมีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 14

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ที่เป็นแป้งเหลว พบว่า ด้านของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ($^{\circ}\text{Brix}$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แป้งวอฟเฟิลมิกซ์ มีค่ามากเนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลค่อนข้างมากในส่วนผสม ด้านสี ค่าความสว่าง (L^*) แป้งเค้กมิกซ์ มีค่ามากที่สุดเนื่องจากมีการเติมผงนวลในส่วนผสม แต่ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) แป้งวอฟเฟิลมิกซ์ มีค่ามากที่สุดเนื่องจากในผลิตภัณฑ์แป้งวอฟเฟิลมิกซ์ มีการเติมเฉพาบน้ำและไข่ทั้งฟองจึงทำให้แป้งเหลวมีค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มากกว่า แป้งเค้กเซคและแป้งเค้กมิกซ์ ด้านความเป็น กรด - ด่าง (pH) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากผลจากระบบผลิตภัณฑ์แนะนำให้ผสมส่วนผสมที่เป็นของเหลวต่างชนิดกัน ซึ่งผลิตภัณฑ์แป้งเค้กเซค มีการผสมน้ำ ส่วนแป้งเค้กมิกซ์ มีการผสมไข่ทั้งฟอง และนม และแป้งวอฟเฟิลมิกซ์ มีการผสมน้ำ และไข่ โดยค่าความเป็นกรด - ด่างของ น้ำบริสุทธิ์ มีค่าเท่ากับ 7 ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของนม มีค่าเท่ากับ 6.5 (กาญจนาภิเษก, ม.ป.ป.) และค่าความเป็นกรด - ด่างของไข่สดทั้งฟอง มีค่าเท่ากับ 7.5 - 8.5 (พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.) ผลิตภัณฑ์จึงมีค่าความเป็น กรด - ด่าง เป็นกลาง ซึ่งปลอดภัยต่อผู้บริโภค เมื่อร่างกายได้รับปริมาณกรดมากเกินไป จะส่งผลทำให้ปริมาณออกซิเจนและสารอาหารที่เซลล์ควรได้รับน้อยลง เมื่อเซลล์ขาดออกซิเจนนานๆ จะก่อให้เกิดความผิดปกติในร่างกายส่วนต่างๆ เกิดการคั่งของของเสียรอบๆเซลล์ ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยและโรคต่างๆ ตามมาได้ (มงคล, 2559)

4.1.2 ผลการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครป

ตารางที่ 4.4.3 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
- ชาย	28
- หญิง	72
2. อายุ	
วัยรุ่นชาย	
- 16 - 19 ปี	5
- 20 - 25 ปี	23
วัยรุ่นหญิง	
- 14 - 17 ปี	3
- 18 - 25 ปี	69

ตารางที่ 4.4.3 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
3. สถานภาพ	
- โสด	98
- แต่งงาน	2
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
- มัธยมศึกษา / เทียบเท่า	4
- ปริญญาตรี	96
5. อาชีพ	
- นักเรียน / นักศึกษา	98
- พนักงานบริษัทเอกชน	2
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	8
- 5,000 - 7,500 บาท	64
- 7,500 - 10,000 บาท	21
- 10,000 - 15,000 บาท	4
- 15,000 - 20,000 บาท	1
- มากกว่า 20,000 บาท	2

หมายเหตุ : การแบ่งช่วงอายุบริโศค ได้ใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงอายุตาม Standard International Age Classification ของสำนักงานสถิติแห่งชาติและองค์กรสหประชาชาติ

จากตารางที่ 4.4.3 พบว่า ผู้บริโศคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 72 เป็นวัยรุ่นหญิงมีอายุระหว่าง 18 - 25 ปี ร้อยละ 69 สถานภาพโสดร้อยละ 98 ระดับการศึกษาขั้นสูงสุดระดับปริญญาตรี ร้อยละ 96 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 98 และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000 - 7,500 บาท ร้อยละ 64

ตารางที่ 4.4.4 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
7. ปฏิทำนนิยมรับประทานเครปหรือไม่	
- ใช่	97
- ไม่ใช่	3
8. ทานรับประทานเครปกี่ครั้งต่อ 1 สัปดาห์	
- น้อยกว่า 2 ครั้ง	41
- 2 - 3 ครั้ง	58
- 4 - 5 ครั้ง	7
- มากกว่า 5 ครั้ง	4
9. ปฏิทำนซื้อเครปจากที่ไหนมากที่สุด	
- ร้านค้าริมถนน	94
- ห้างสรรพสินค้า	6

จากตารางที่ 4.4.4 พบว่า ผู้บริโภคนิยมบริโภคเครป ร้อยละ 97 ผู้บริโภคบริโภคเครป 2 - 3 ครั้งใน 1 สัปดาห์ ร้อยละ 58 ผู้บริโภคซื้อเครปจากร้านค้าริมถนน ร้อยละ 94

ตารางที่ 4.4.5 แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
10. ทานพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เครปในแต่ละด้านต่อไปนี้หรือไม่	
10.1 สี (น้ำตาล)	
- น้ำตาลพอดี	86
- น้ำตาลเข้ม	14
10.2 ความกรอบ	
- ไม่กรอบ	4
- กรอบพอดี	71
- กรอบมาก	25
10.3 ลักษณะการพับ	
- สามเหลี่ยม	100

ตารางที่ 4.4.5 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
11. ตัวไส้ของแครป ท่านนิยมรับประทานไส้ใดจากตัวเลือกต่อไปนี้	
- หมูหยอง+น้ำพริกเผา	30
- แฮม+ปูอัด+ซอสพิซซา	52
- ไช้+ซอสแม็กกี้+พริกไทย	2
- กลัวย+ชีสโกแลต	6
- แยมสตรอว์เบอร์รี่+ชีสโกแลตเกล็ด	3
- หมูหยอง+ชีสโกแลต	7
12. ผลลัพธ์ที่แป้งแครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุนเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่	
- ยอมรับ	100
13. ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ หากต้องมีการเติม นม, เนย และไข่ ลงในผลลัพธ์แป้งแครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน	
- ซื้อ	79
- ไม่แน่ใจ	21
14. หากมีผลลัพธ์แป้งแครปกึ่งสำเร็จรูปจากแป้งเม็ดขนุนวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
- ซื้อ	83
- ไม่แน่ใจ	17
15. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลลัพธ์แป้งแครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน แบบบรรจุสุญญากาศ ปริมาณบรรจุ 148 กรัม(ประมาณ 6 ชิ้น ขนาด 7.00 ± 0.02 นิ้ว) ควรราคาเท่าใด	
- 40 บาท	20
- 45 บาท	33
- 50 บาท	18
- 55 บาท	17
- 60 บาท	9
- 65 บาท	3

จากตารางที่ 4.4.5 จากการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แครป พบว่า มีความพึงพอใจด้านสี สีน้ำตาลพอดี คิดเป็นร้อยละ 86 มีความพึงพอใจด้านความกรอบ กรอบพอดี คิดเป็นร้อยละ 71 มีความพึงพอใจด้านลักษณะการพับ แบบสามเหลี่ยม คิดเป็นร้อยละ 100 นิยมรับประทานไส้ แฮม ไข่ และซอสพริกซ้า คิดเป็นร้อยละ 52 ส่วนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์แป้งแครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน ของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 100 จากการสอบถามผู้บริโภคว่า จะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่หากต้องมีการเติม นม, เนย และไข่ ลงในผลิตภัณฑ์แป้งแครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน พบว่า ผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 79 และการสอบถามผู้บริโภคว่าหากมีผลิตภัณฑ์แป้งแครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุนวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ พบว่า ผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 83 ส่วนราคาที่เหมาะสมต่อการขายผลิตภัณฑ์แป้งแครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน บรรจุแบบสุญญากาศ ปริมาณบรรจุ 148 กรัม (ประมาณ 6 ชิ้น ขนาด 7.00 ± 0.02 นิ้ว) ควรราคาเท่าใด ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อราคา 45 บาท คิดเป็นร้อยละ 33

4.2 ผลการศึกษาพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการทำแป้งแครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

4.2.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตแครป

ตารางที่ 4.4.6 แสดงคุณลักษณะแป้งแครป สูตร 1

คุณลักษณะ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
แป้งเหลว 	สีเหลืองอ่อน	มีกลิ่นหอมวานิลลา	หนืดเล็กน้อย
แผ่นแครปกรอบ 	สีเหลืองเข้ม	มีกลิ่นหอมวานิลลา และ กลิ่นไข่	กรอบแข็ง

ที่มา : สูตร 1 อมรินทร์, 2522

ตารางที่ 4.4.7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีสูตร 1

คุณลักษณะ	สูตร 1
แป้งเหลว	
ทางกายภาพ	
- ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix)	24.07 ± 0.21
- ค่าสี	
ค่าความสว่าง (L*)	83.13 ± 0.43
ค่าสีแดง (a*)	2.32 ± 0.30
ค่าสีเหลือง (b*)	19.31 ± 0.66
ทางเคมี	
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.55 ± 0.08
แผ่นแครกกรอบ	
ทางกายภาพ	
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	1.51 ± 0.01

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ในส่วนที่เป็นแป้งเหลว พบว่า มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix) เท่ากับ 24.07 ± 0.21 มีสีเหลืองอ่อน ความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 6.55 ± 0.08 ในส่วนที่เป็นแผ่นแครกกรอบ พบว่ามีค่าความแข็ง (นิวตัน) เท่ากับ 1.51 ± 0.01

ตารางที่ 4.4.8 แสดงผลการศึกษสูตรพื้นฐานการผลิตแครกจำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	สูตรพื้นฐาน		
	1	2	3
ลักษณะปรากฏ	8.03 ± 0.76 ^a	6.37 ± 0.85 ^b	6.27 ± 1.11 ^b
สี	7.63 ± 0.81 ^a	6.43 ± 1.01 ^b	6.20 ± 1.21 ^b
กลิ่น	7.17 ± 0.91 ^a	6.93 ± 0.91 ^a	6.07 ± 1.11 ^b
รสชาติ	7.03 ± 1.45 ^a	6.73 ± 1.17 ^a	6.13 ± 1.22 ^b
เนื้อสัมผัส(กรอบ)	7.67 ± 1.67 ^a	5.67 ± 1.65 ^b	5.47 ± 1.36 ^b
ความชอบโดยรวม	7.70 ± 0.79 ^a	6.33 ± 1.03 ^b	5.70 ± 1.26 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p≤0.05)

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของการผลิตครีมจำนวน 3 สูตร คือ สูตร 1 (อมรินทร์, 2522) สูตร 2 (ครัวบ้านพิมพ์, 2557) และสูตร 3 (เจซอง, 2556) มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และ ความชอบโดยรวม (จัดเสิร์ฟตัวอย่างเป็นแผ่นครีมกรอบ) พบว่าคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกด้านมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตร 1 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมมากที่สุด เนื่องจากในสูตร 1 มีส่วนผสมคล้ายกันกับสูตร 2 และต่างจากสูตร 3 ที่มีส่วนผสมไม่เหมือนกัน แต่ปริมาณส่วนผสมในสูตร 1 มีมากกว่าสูตร 2 จึงทำให้คุณลักษณะด้านกลิ่น และรสชาติมีคะแนนความชอบใกล้เคียงกัน โดยสูตร 1 มีปริมาณแป้งสาลีเนกประสงค์, ไข่ไก่, เนยเค็ม และนมมากกว่า ซึ่งแป้งสาลีเนกประสงค์ช่วยให้ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบ เนื่องจากในแป้งสาลีมีกลูเตนช่วยให้แป้งเกิดโครงสร้างที่ดี เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้โครงสร้างของแป้งคงตัว มักใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ เช่น ครองแครง คุกกี้ พาย กรอบเค็ม และกะหรี่ปั๊พ (นินลาวัลย์, ม.ป.ป) ไข่ไก่ช่วยให้ครีมมีสีนํารับประทานมากขึ้น เพราะไข่แดงช่วยให้สีของขนมเข้มขึ้น (พินา, แผลง. 2551) เนยเค็มช่วยให้ครีมมีกลิ่นหอมและรสชาติอร่อย ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะโครงสร้างเฉพาะ ทำให้เกิดความคงตัวในผลิตภัณฑ์ ทำให้ส่วนผสมสามารถยืดหยุ่นและเป็นแผ่นได้ดี (นวรรตน์, 2550) นมช่วยให้กลิ่นรสเฉพาะตัว ช่วยให้แป้งเกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับน้ำ ช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆ เข้าด้วยกัน (จริยา, 2553) จึงทำการเลือกสูตรที่ 1 ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แป้งครีมสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

4.2.2 ผลการเตรียมแป้งเม็ดขนุน ก่อนการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แป้ง ครีม ปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

ตารางที่ 4.4.9 แสดงผลการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ของแป้งเม็ดขนุน

คุณลักษณะ	แป้งเม็ดขนุน
ทางกายภาพ	
- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.25 ± 0.01
- ค่าสี	
- ค่าความสว่าง (L^*)	84.69 ± 0.04
- ค่าสีแดง (a^*)	2.36 ± 0.02
- ค่าสีเหลือง (b^*)	14.05 ± 0.11
ทางเคมี	
- ความชื้น (ร้อยละ)	3.41 ± 0.06

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งเม็ดขนุน พบว่ามีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำอิสระ หากปริมาณความชื้น (ร้อยละ) มีค่าน้อย ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ก็จะมีค่าน้อยตามไปด้วย (วารสารจารย์พา, 2545) แป้งเม็ดขนุนจึงมีปริมาณน้ำอิสระค่อนข้างต่ำเพราะมีค่าปริมาณความชื้นต่ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีต่อผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปชนิดผง เพราะจะทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานมากขึ้น เนื่องจากอาหารที่มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต่ำกว่า 0.6 จะไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (นิรนาม, 2553) ด้านสี พบว่า แป้งเม็ดขนุนมีสีขาวครีม ซึ่งไม่ต่างกับสีของเม็ดขนุนสด เพราะอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการผลิตไม่สูงมากนัก จึงไม่ส่งผลต่อค่าสีของแป้งเม็ดขนุน



4.2.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนปริมาณแป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

ตารางที่ 4.4.10 แสดงคุณลักษณะแป้งเครปจากแป้งเม็ดขนุน 3 ระดับ

แป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี		สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
แป้งเหลว	แผ่นเครปกรอบ			
100 : 0			แป้งเหลว - สีเหลืองเข้ม	- มีกลิ่นเม็ดขนุนเล็กน้อย และมีกลิ่นวานิลลา
		แผ่นเครปกรอบ - สีเหลืองเข้ม	- กลิ่นหอมวานิลลา	- ชุ่มชื้นมากที่สุด
80 : 20			แป้งเหลว - สีเหลืองอ่อน	- กลิ่นวานิลลาชัดเจน
		แผ่นเครปกรอบ - สีเหลืองเข้ม	- กลิ่นหอมวานิลลา	- ชุ่มชื้นน้อย
60 : 40			แป้งเหลว - สีเหลืองอ่อนนวล	- กลิ่นวานิลลาชัดเจน
		แผ่นเครปกรอบ - สีเหลืองอ่อน	- กลิ่นหอมวานิลลา	- ชุ่มชื้นน้อยที่สุด
				- กรอบร่วนมากที่สุด

ตารางที่ 4.4.11 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งเหลวและแผ่นแครปกรอบ

คุณลักษณะ	สูตร 1	อัตราส่วนแป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี		
		100 : 0	80 : 20	60 : 40
แป้งเหลว				
ทางกายภาพ				
- ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix)	24.07 ± 0.21 ^d	27.01 ± 0.01 ^a	25.72 ± 0.14 ^b	25.39 ± 0.31 ^c
- ค่าสี				
ค่าความสว่าง (L*)	83.13 ± 0.43 ^a	73.85 ± 0.03 ^d	76.22 ± 0.02 ^c	77.74 ± 0.05 ^b
ค่าสีแดง (a*)	2.32 ± 0.30 ^d	4.38 ± 0.10 ^a	3.78 ± 0.13 ^b	2.67 ± 0.03 ^c
ค่าสีเหลือง (b*)	19.31 ± 0.66 ^a	17.49 ± 0.12 ^b	17.41 ± 0.02 ^c	14.71 ± 0.12 ^d
ทางเคมี				
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.55 ± 0.08 ^d	6.69 ± 0.02 ^a	6.65 ± 0.03 ^b	6.61 ± 0.01 ^c
แผ่นแครปกรอบ				
ทางกายภาพ				
- ค่าความแข็ง (นิวตัน)	1.51 ± 0.01 ^a	0.80 ± 0.24 ^d	0.91 ± 0.15 ^c	1.01 ± 0.38 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p<0.05)

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ในส่วนที่เป็นแป้งเหลว พบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลี จะทำให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix) ค่าสีแดง (a*)และสีเหลือง (b*) มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ความสว่าง (L*) มีค่าลดลง ส่วนความเป็นกรด - ด่าง (pH) อยู่ในช่วงความเป็นกลาง ซึ่งมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เมื่อร่างกายได้รับปริมาณกรดมากเกินไป จะส่งผลทำให้ปริมาณออกซิเจนและสารอาหารที่เซลล์ควรได้รับน้อยลง เมื่อเซลล์ขาดออกซิเจนนานๆ จะก่อให้เกิดความผิดปกติในร่างกายส่วนต่างๆ เกิดการคั่งของของเสียรอบๆเซลล์ ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยและโรคต่างๆ ตามมาได้ (มณฑล, 2559) ในส่วนที่เป็นแผ่นแครปกรอบ พบว่า มีความกรอบร่วนมากขึ้น เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลี ต่างจากแป้งสาลีที่มีความกรอบแข็ง เนื่องจากในแป้งสาลีมีกลูเตนช่วยให้แป้งเกิดโครงสร้างที่ดี เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้โครงสร้างของแป้งคงตัว มักใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ เช่น คุกกี้ พาย กรอบเค็ม และกะหรี่ปั๊พ (นินลาวัลย์, ม.ป.ป)

ตารางที่ 4.4.12 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของการผลิตแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้อัตราส่วนของ แป้งมันสำปะหลัง : แป้งสาลี 3 ระดับ

คุณลักษณะ	อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : แป้งสาลี		
	100 : 0	80 : 20	60 : 40
ลักษณะปรากฏ	6.36 ± 0.85 ^c	7.80 ± 0.88 ^a	7.20 ± 0.92 ^b
สี	6.16 ± 0.94 ^b	7.70 ± 0.95 ^a	7.26 ± 1.01 ^a
กลิ่น	7.36 ± 0.85 ^b	7.76 ± 1.33 ^a	7.73 ± 0.85 ^a
รสชาติ	5.43 ± 1.13 ^b	7.53 ± 1.27 ^a	7.10 ± 1.26 ^a
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.46 ± 0.93 ^b	7.33 ± 1.42 ^a	6.93 ± 1.46 ^{ab}
ความชอบโดยรวม	5.96 ± 1.15 ^c	7.70 ± 1.41 ^a	7.06 ± 0.82 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาอัตราส่วนของปริมาณแป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้อัตราส่วนของ แป้งมันสำปะหลัง : แป้งสาลี 3 ระดับ คือ 100 : 0, 80 : 20 และ 60 : 40 มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม (จัดเสิร์ฟตัวอย่างเป็นแผ่นกรอบ) พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมของสูตร 80 : 20 มากที่สุด เนื่องจากสูตร 100 : 0 มีปริมาณแป้งมันสำปะหลังมากกว่า ทำให้แป้งมีสีคล้ำ และมีรสชาติเค็มมากกว่า เพราะแป้งมันสำปะหลังมีรสเค็ม และส่งผลให้เนื้อสัมผัสมีความนุ่มนวล เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังอาจไม่มีกลูเตน จึงทำให้แผ่นกรอบมีความกรอบนุ่มนวลไม่เกาะกันเหมือนแป้งสาลี กลูเตน ช่วยทำให้แป้งเกิดโครงสร้างที่ดี เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้โครงสร้างของแป้งคงตัว มักใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ เช่น คุกกี้ พาย กรอบเค็ม และกะหรี่ปั๊พ (นินลาวัลย์, ม.ป.ป) ส่วนสูตร 60 : 40 มีปริมาณแป้งสาลีมากกว่าแป้งมันสำปะหลังทำให้มีต้นทุนการผลิตมากกว่าสูตร 80 : 20 เนื่องจากแป้งสาลีมีราคาสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตแสดงดังภาคผนวก ค. จึงเลือกสูตร 80 : 20 ที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลัง : แป้งสาลี ในปริมาณที่เหมาะสม ช่วยลดต้นทุน การผลิต อีกทั้งยังเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการของแป้งมันสำปะหลังปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงานเพียง 153 กิโลแคลอรี (นฤมล, ม.ป.ป.) ซึ่งน้อยกว่าคุณค่าทางโภชนาการของแป้งสาลีปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 339 กิโลแคลอรี (Chu and Michael, 2004) ถือเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันที่สนใจเรื่องสุขภาพในการรับประทานอาหารมากขึ้น

4.2.4 ผลศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูป (แป้งผง)

ตารางที่ 4.4.13 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูป (แป้งผง)

คุณลักษณะ	แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูป (แป้งผง)	
	สูตรพื้นฐาน (ของแห้งในสูตร)	แป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี 80 : 20
แป้งผง		
ทางกายภาพ		
- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.56 ± 0.01^a	0.29 ± 0.01^b
- ค่าสี		
ค่าความสว่าง (L^*)	93.46 ± 0.09^a	85.49 ± 0.03^b
ค่าสีแดง (a^*)	0.27 ± 0.03^b	1.48 ± 0.02^a
ค่าสีเหลือง (b^*)	8.43 ± 0.12^b	12.52 ± 0.11^a
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	6.74 ± 0.19^a	3.81 ± 0.09^b
- ค่าปริมาณโปรตีน	0.63 ± 0.02^b	0.74 ± 0.01^a
- ค่าปริมาณไขมัน	0.58 ± 0.04^a	0.45 ± 0.02^b
- ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ	0.32 ± 0.05^b	1.96 ± 0.57^a
- ค่าปริมาณเถ้า	2.28 ± 0.97^b	5.69 ± 0.24^a
- ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต	89.34 ± 0.91^a	87.33 ± 0.62^b

หมายเหตุ : ตัวอักษร a และ b ที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$),

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.4.13 จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ของสูตรพื้นฐาน (ของแห้งในสูตร) และผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน (แป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี 80 : 20) พบว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งในผลิตภัณฑ์แป้งเครป กึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุนมีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าสูตรพื้นฐาน เพราะแป้งเม็ดขนุนที่ผลิตเองมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่อนข้างน้อย จากตารางที่ 4.9 ด้านค่าสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งในผลิตภัณฑ์ มีสีขาวน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน เนื่องจากมีปริมาณแป้งเม็ดขนุนมากกว่าแป้งสาลี อีกทั้งเม็ดขนุนยังมีสีครีม ทำให้แป้งที่ผลิตได้มีขาวออกเหลือง จากตารางที่ 4.4.9

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี พบว่า ค่าปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเส้นใยหยาบ ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์โบไฮเดรต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งในผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน มีค่าปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน และปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน ร้อยละ 2.93, 0.22 และ 2.01 ตามลำดับ เนื่องจากแป้งสาลีมีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 13.50 (Kerry Flour Mills, 2552) ซึ่งแป้งเม็ดขนุน มีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 8 (ดาร์รัตน์, 2553) ค่าปริมาณไขมันที่น้อยจะทำให้ผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจาก แป้งเม็ดขนุนสามารถเก็บรักษาได้นาน เพราะไขมันจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศภายในบรรจุภัณฑ์ ยิ่งไขมันน้อยก็จะสามารถชะลอการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ได้ดี (ชาตรีและภาราดิ, ม.ป.ป.) ส่วนค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่น้อยจะให้พลังงานน้อย แต่ค่าปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใยหยาบ และปริมาณเถ้า มีค่ามากกว่าสูตรพื้นฐาน ร้อยละ 0.11, 1.64 และ 3.41 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลดี เพราะโปรตีนช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอในร่างกาย (เอิร์ล, 2556) เส้นใยหยาบจะช่วยเข้าไปแย่งพื้นที่ในระบบทางเดินอาหาร ส่งผลให้เรารู้สึกอิ่มได้เร็วและอิ่มได้นาน ช่วยลดความอยากอาหารลงไป เราสามารถลดพลังงานที่ได้รับจากอาหารได้ จึงส่งผลให้ลดน้ำหนักได้ (นิรนาม, ม.ป.ป.) วิตามินและแร่ธาตุเป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน แต่ช่วยในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายให้ทำหน้าที่เป็นปกติ และช่วย ในการทำงานของเอนไซม์ทำให้เซลล์ทำหน้าที่ได้ตามปกติ (นงคราญ, 2548) เพราะเหตุนี้จึงได้ผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน (แป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี 80 : 20) ที่ดีกว่าสูตรพื้นฐาน (ของแห้งในสูตร) ที่มีแต่แป้งสาลีเป็นส่วนผสม ซึ่งผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน เป็นผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปสามารถเก็บรักษาได้นาน สะดวกต่อการนำมาใช้งาน และราคาไม่แพงมาก

4.2.5 ผลการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

ตารางที่ 4.4.14 แสดงผลการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุนทางด้านกายภาพและเคมี ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน

คุณลักษณะ	ผลวิเคราะห์ (วัน)		
	0	7	14
ทางกายภาพ			
- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.26 ± 0.09^c	0.26 ± 0.17^b	0.28 ± 0.03^a
- ค่าสี			
ค่าความสว่าง (L^*)	85.49 ± 0.03^a	85.46 ± 0.09^{ab}	85.36 ± 0.04^b
ค่าสีแดง (a^*)	1.48 ± 0.02^c	2.20 ± 0.02^a	2.11 ± 0.04^b
ค่าสีเหลือง (b^*)	12.52 ± 0.11^b	12.66 ± 0.32^b	13.41 ± 0.18^a
ทางเคมี			
- ความชื้น (ร้อยละ) ^{ns}	4.43 ± 0.03	4.59 ± 0.11	4.65 ± 1.03

หมายเหตุ : ตัวอักษร a และ b ที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$),

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์แปรรูปสำเร็จรูปชนิดผงจาก แป้งเม็ดขนุน เป็นเวลา 14 วัน ตรวจคุณภาพทุก 7 วัน คือ 0, 7, 14 พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณความชื้น มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำอิสระ (a_w) หากปริมาณความชื้น เพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย (วารสารจารย์พา, 2545) และการบรรจุแบบสุญญากาศ (Vacuum packaging) เป็นการบรรจุโดยการลดปริมาณอากาศภายในภาชนะบรรจุ และปิดผนึก แต่ไม่สามารถนำอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ได้ทั้งหมด (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) จึงมีโอกาสเกิดปริมาณความชื้นเพิ่มมากขึ้นในผลิตภัณฑ์ ส่วนค่าสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลง มีสีครีมออกเหลือง ซึ่งผลิตภัณฑ์แปรรูปสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน มีอายุการเก็บรักษาได้น้อย 14 วัน โดยที่ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้น ยังเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง คือต้องมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ไม่เกิน 0.6 ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรรวมผงสำเร็จรูป (มพช.1441/2552) และปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ต้องไม่เกินร้อยละ 14 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งผสมสำหรับประกอบอาหารทอด (มอก.1028 - 2534)

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์แปรรูปสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

4.3.2 ผลการศึกษาการยอมรับแปรรูปสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

ตารางที่ 4.4.15 แสดงข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
- ชาย	31
- หญิง	69
2. อายุ	
วัยรุ่นชาย	
- 16 - 19 ปี	9
- 20 - 25 ปี	22
วัยรุ่นหญิง	
- 18 - 25 ปี	69

ตารางที่ 4.4.15 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
3. สถานภาพ	
- โสด	97
- แต่งงาน	3
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
- มัธยมศึกษา / เทียบเท่า	7
- ปริญญาตรี	93
5. อาชีพ	
- นักเรียน / นักศึกษา	92
- พนักงานบริษัทเอกชน	8
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	10
- 5,000 - 7,500 บาท	50
- 7,500 - 10,000 บาท	25
- 10,000 - 15,000 บาท	4
- 15,000 - 20,000 บาท	3
- มากกว่า 20,000 บาท	8

หมายเหตุ : การแบ่งช่วงอายุบริโศค ได้ใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงอายุตาม Standard International Age Classification ของ
สำนักงานสถิติแห่งชาติและองค์กรสหประชาชาติ

จากตารางที่ 4.4.15 พบว่า ผู้บริโศคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 69 มีอายุระหว่าง 18 - 25 ปี ร้อยละ 69 มีสถานภาพโสดร้อยละ 97 มีระดับการศึกษาขั้นสูงสุดระดับปริญญาตรี ร้อยละ 93 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 92 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000 - 7,500 บาท ร้อยละ 50

ตารางที่ 4.4.16 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
7. ปกติท่านนิยมรับประทานเครปหรือไม่	
- ใช่	95
- ไม่ใช่	5
8. ท่านรับประทานเครปกี่ครั้งต่อ 1 สัปดาห์	
- น้อยกว่า 2 ครั้ง	30
- 2 - 3 ครั้ง	52
- 4 - 5 ครั้ง	18
9. ปกติท่านซื้อเครปจากที่ไหนมากที่สุด	
- ร้านค้าริมถนน	98
- ห้างสรรพสินค้า	2

จากตารางที่ 4.4.16 พบว่า ผู้บริโภคนิยมผู้บริโภคเครป ร้อยละ 95 ผู้บริโภคบริโภคเครป 2 - 3 ครั้งใน 1 สัปดาห์ ร้อยละ 52 ผู้บริโภคซื้อเครปจากร้านค้าริมถนน ร้อยละ 98

ตารางที่ 4.4.17 แสดงข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
10. กรุณารับประทานผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน ที่ผ่านการให้ความร้อนและขึ้นรูปแล้ว แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน □ ตามความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์	
10.1 สีสั	
- มากที่สุด	24
- มาก	60
- ปานกลาง	15
- น้อย	1
10.2 กลิ่น	
- มากที่สุด	21
- มาก	59
- ปานกลาง	20

ตารางที่ 4.4.17 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
10.3 รสชาติ	
- มากที่สุด	18
- มาก	56
- ปานกลาง	26
10.4 เนื้อสัมผัส (กรอบ)	
- มากที่สุด	27
- มาก	50
- ปานกลาง	23
10.5 ความชอบโดยรวม	
- มากที่สุด	31
- มาก	55
- ปานกลาง	14
12. ผลลัพธ์แบ่งเคปิ้งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุนเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่	
- ยอมรับ	100
13. ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ หากต้องมีการเติม นม, เนย และไข่ ลงในผลลัพธ์แบ่งเคปิ้งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน	
- ซื้อ	81
- ไม่แน่ใจ	19
14. หากมีผลลัพธ์แบ่งเคปิ้งสำเร็จรูปจากแป้งเม็ดขนุนวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
- ซื้อ	89
- ไม่แน่ใจ	11

ตารางที่ 4.4.17 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
15. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้ง เม็ตขนุน แบบบรรจุสุญญากาศ ปริมาณบรรจุ 148 กรัม(ประมาณ 6 ชิ้น) ควร ราคาเท่าใด	
- 40 บาท	17
- 45 บาท	20
- 50 บาท	26
- 55 บาท	21
- 60 บาท	7
- 65 บาท	9

จากตารางที่ 4.4.17 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า มีความพึงพอใจด้านสีมากที่สุดเป็นร้อยละ 60 มีความพึงพอใจด้านกลิ่น มากคิดเป็นร้อยละ 59 มีความพึงพอใจด้านชาติ มากคิดเป็นร้อยละ 56 มีความพึงพอใจด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) มากคิดเป็นร้อยละ 50 มีความพึงพอใจด้านความชอบโดยรวม มากคิดเป็นร้อยละ 55 ส่วนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ตขนุนของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับคิดเป็นร้อยละ 100 จากการสอบถามผู้บริโภคว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ หากต้องมีการเติมนม, เนย และไข่ ลงในผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ตขนุน พบว่าผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 81 และจากการสอบถามผู้บริโภคว่าหากมีผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปจากแป้งเม็ตขนุนวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ พบว่าผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 89 ส่วนราคาที่เหมาะสมต่อการขายผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ตขนุนบรรจุแบบสุญญากาศปริมาณบรรจุ 148 กรัม (ประมาณ 6 ชิ้น ขนาด 7.00 ± 0.02 นิ้ว) ควรราคาเท่าใดผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อราคา ที่ 50 บาท คิดเป็นร้อยละ 26

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ
แปรงเครปกิ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีลักษณะคล้ายกับผลิตภัณฑ์แปงเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน เพื่อใช้ในการผลิตแปงเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

5.1.1.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ที่สำรวจในท้องตลาด ส่วนที่เป็นแป้งผง พบว่า บัตเตอร์มิลค์แพนเค้กเชค, บัตเตอร์แพนเค้กมิกซ์, แป้งวาฟเฟิลมิกซ์ มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ไม่เกิน 0.6 และมีปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ไม่เกินร้อยละ 7 โดยแป้งวาฟเฟิลมิกซ์ มีสีครีมเข้มที่สุด และเมื่อนำไปผสมเป็นแป้งเหลวพบว่า ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรด – ด่าง (pH) อยู่ในช่วงที่เป็นกลาง โดยแป้งวาฟเฟิลมิกซ์ มีสีเหลืองครีมเข้มที่สุด

5.1.1.2 ผลการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครป พบว่า ผู้บริโภค ร้อยละ 52 นิยมรับประทานเครปไส้ แยม ฟูอัด และซอสพิซซา คาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หากมีการเติม นม, เนย และไข่ ร้อยละ 79

5.1.2 ผลการศึกษาพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการทำแปงเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

5.1.2.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตเครป 3 สูตร โดยนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรพื้นฐานสูตร 1 มากที่สุด

5.1.1.2 ผลการเตรียมแป้งเม็ดขนุน ก่อนการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แปงเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน พบว่า มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.25 ± 0.01 โดยมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 84.69 ± 0.04 มีค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ 2.36 ± 0.02 มีค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 14.05 ± 0.11 มีสีเหลืองอ่อน และมีค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ) เท่ากับ 3.41 ± 0.06

5.1.1.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนของปริมาณแป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแปงเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน 3 ระดับ คือ 100 : 0, 80 : 20 และ 60 : 40 ในส่วนที่เป็นแป้งเหลว พบว่า ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ($^{\circ}\text{Brix}$) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลง มีสีครีมออกเหลือง เมื่อมีอัตราส่วนแป้งเม็ดขนุนที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เป็นแผ่นเครปกรอบ พบว่า ค่าความแข็ง (นิวตัน) มีแนวโน้มลดลง โดยที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตร 80 : 20 มากที่สุด

5.1.1.4 ผลการศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูป (แป้งผง) ทางด้านกายภาพ พบว่า ผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุนมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าความสว่าง (L^*) น้อยกว่าสูตรพื้นฐาน (ของแห้งในสูตร) แต่มีค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มากกว่า มีสีครีมออกเหลือง ส่วนค่าปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใยหยาบ และปริมาณเถ้า มีค่ามากกว่าสูตรพื้นฐาน

5.1.1.5 ผลการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าสีเหลือง (b^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 14 มีค่ามากที่สุด มีสีเหลืองอ่อน เก็บในถุงพอยล์ได้อย่างน้อย 14 วัน โดยที่ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ยังเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

5.1.3 ผลการศึกษายอมรับผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน พบว่า ผู้บริโภคจำนวน 100 คน ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 100 คาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์หากต้องมีการเติม นม เนย และไข่ ลงในผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน ร้อยละ 81 และหากมีผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน วางจำหน่าย คาดว่าจะซื้อ ร้อยละ 89 ได้คะแนนความชอบ อยู่ในระดับที่ชอบมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 อาจมีการผสมส่วนผสมทั้งหมดเพื่อพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปโดยการเติมเฉพาะน้ำ

5.2.2 นำผลิตภัณฑ์แป้งกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน ไปเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้มากขึ้น



บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

เฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุดิบ

- 3.1.1 เม็ดขนุน
- 3.1.2 แป้งเม็ดขนุน
- 3.1.3 แป้งสาหร่าย
- 3.1.4 แป้งข้าวโพด
- 3.1.5 แป้งข้าวเจ้า
- 3.1.7 นมผง
- 3.1.8 น้ำตาลทราย
- 3.1.9 ผงฟู
- 3.1.10 แปะแซ

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.2.1 เครื่องชั่งดิจิตอลรุ่น ARC 120 ยี่ห้อ OHAUS
- 3.2.2 ถาด
- 3.2.3 เครื่องผสม
- 3.2.4 ตู้เย็น -20 องศาเซลเซียส
- 3.2.5 ช้อน
- 3.2.6 กระชอน
- 3.2.7 มีด
- 3.2.8 ตู้อบ
- 3.2.9 เทอร์โมมิเตอร์

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- 3.3.1.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส
- 3.3.1.2 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer CM-3500d
- 3.3.1.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (A_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.3.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- 3.3.2.1 เครื่องวัดความชื้น
- 3.3.2.2 เครื่องวัดเส้นใยอาหาร
- 3.3.2.3 เครื่องวัดเถ้า

3.3.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางประสาทสัมผัส

โดยทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน นำมา นำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance-Anova) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

3.3.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- 3.3.4.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven) Binder รุ่น FD 115
- 3.3.4.2 หม้ออัดความดัน (Autoclave) sanyo รุ่น lado Autoclave
- 3.3.4.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2
- 3.3.4.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PCA) สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด
- 3.3.4.5 จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ
- 3.3.4.6 ปิเปตขนาด 1 มล. ที่ปลอดเชื้อ
- 3.3.4.7 ปีกเกอร์ขนาด 50 มล.

3.4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล

- 3.4.1 แบบสอบถาม
- 3.4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์: โปรแกรมสำเร็จรูป

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ห้อง 521,521/1,621 และ 622 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.6 ระยะเวลาทำการวิจัย

1 ตุลาคม 2557 – 30 กันยายน 2558

3.7 วิธีการทดลอง

3.7.1 ศึกษาชนิดของเมล็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน

ศึกษาชนิดของเมล็ดขนุนและกรรมวิธีการอบซีเรียลขนุน ได้แก่ แป้งเมล็ดขนุน และเมล็ดขนุนนึ่ง และ กรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน 2 วิธี ได้แก่ ไม่นึ่ง และนึ่ง แสดงดังตารางที่ 3.1.1 นำซีเรียลขนุนมาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block

Design-RCBD นำซีเรียลขนุนวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี (aw) จากนั้นซีเรียลขนุนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range test (DMRT)

3.7.2 ศึกษาอัตราส่วนของปริมาณเม็ดขนุน: แป้งสาลี

ศึกษาอัตราส่วนของปริมาณเม็ดขนุน: แป้งสาลีที่เหมาะสม 3 ระดับ 50 : 50 60 : 40 และ 70 : 30 นำซีเรียลเม็ดขนุนมาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD นำซีเรียลขนุนวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (aw) จากนั้นซีเรียลขนุนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range test (DMRT) เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด

ตารางที่ 3.4.1 แสดงชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุนจำนวน 4 สูตร

ส่วนผสม	แป้งเม็ดขนุน		เม็ดขนุนนึ่ง	
	อบเบเกอรี่	นึ่ง	อบเบเกอรี่	นึ่ง
แป้งเม็ดขนุน	8.25	4.5	-	-
เม็ดขนุนนึ่ง	-	-	8.25	4.5
แป้งสาลี	46.75	25.5	46.75	25.5
แป้งข้าวโพด	-	30	-	30
แป้งข้าวเจ้า	-	20	-	20
นมผง	11	5	11	5
น้ำตาลทราย	6	9	6	9
ผงฟู	0.5	-	0.5	-
น้ำ	40	50	40	50
แบะแซ	-	4	-	4
เกลือ	-	2	-	2

3.7.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค(Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซีเรียลขนุน

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซีเรียลขนุนโดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลองตลาด (Consumer test) ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เป็นการทดสอบในห้างสรรพสินค้า , โรงเรียน , โรงพยาบาล โดยให้ผู้บริโภค ทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วตอบคำถามในแบบสอบถาม เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์และต้นทุนการผลิต

3.7.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซีเรียลขนุนและเปรียบเทียบกับซีเรียลขนุนในท้องตลาดในยี่ห้อที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์ซีเรียลขนุนในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณภาพและนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.7.4.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.7.4.1.1 ศึกษาค่าวอเตอร์แอกติวิตี โดยนำผลิตภัณฑ์ ใส่ในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างอาหารเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี โดยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ(A_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.7.4.1.2 วัดค่าสี Spectrophotometer CM-3500d 3500d และแสดงผลในรูปของค่า ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*)

3.7.4.1.3 วัดค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield

3.1.7.4.2 วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซีเรียลขนุนที่เก็บในถุงพลาสติกปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 สัปดาห์ รวมเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

3.7.5 การศึกษาปริมาณแบะแซในขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากซีเรียลเม็ดขนุน 3 ระดับ

ศึกษาปริมาณแบะแซในขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากซีเรียลเม็ดขนุน 3 ระดับ 60 70 และ 80 นมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากซีเรียลเม็ดขนุน มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design-RCBD นำซีเรียลขนุนวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี ค่าวอเตอร์ แอกติวิตี (a_w) จากนั้นขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากซีเรียลเม็ดขนุนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range test (DMRT) เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด

ตารางที่ 3.4.2 แสดงปริมาณแบะแซในขนมขบเคี้ยวชนิดแห้งจากซีเรียลเม็ดขนุน 3 ระดับ

ส่วนผสม	ปริมาณแบะแซ (กรัม)		
	60	70	80
แบะแซ	60	70	80
น้ำ	20	20	20
น้ำตาล	10	10	10
ซีเรียล	25	25	25
มะเขือเทศอบแห้ง	6	6	6
เมล็ดฝักทอง	8	8	8
ถั่วงอก	25	25	25
งาดำ	3	3	3



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล
เฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน

ชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน ได้แก่ แป้งเม็ดขนุน และเม็ดขนุนนึ่ง และ กรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน 2 วิธีได้แก่ อบ และนึ่ง พบว่าการเตรียมเม็ดขนุนต่างกันทำให้ซีเรียลเม็ดขนุนมีค่าคุณภาพด้านค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตีแตกต่างกันทางสถิติ($P < 0.05$) พอว่าเม็ดขนุนที่ขึ้นรูปแบบนึ่งมีค่าทั้งสองอย่างสูงกว่าซีเรียลที่ขึ้นรูปเม็ดขนุนแบบอบ ส่วนกรรมวิธีการเตรียมขนุนเป็นแป้งเม็ดขนุน กับการนำเม็ดขนุนมานึ่งแล้วนำเม็ดขนุนทั้งสองแบบไปทำซีเรียลเม็ดขนุนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.4.1 แสดงคุณภาพของซีเรียลขนุนจากชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูป

คุณภาพ	แป้งเม็ดขนุน		เม็ดขนุนนึ่ง	
	อบเบเกอร์รี่	นึ่ง	อบเบเกอร์รี่	นึ่ง
คุณภาพทางกายภาพ				
L* (ความสว่าง)	68.62 ± 0.01 ^a	64.55 ± 0.01 ^d	66.19 ± 0.01 ^b	65.80 ± 0.01 ^c
a* (สีแดง)	10.82 ± 0.01 ^c	12.15 ± 0.01 ^a	10.45 ± 0.02 ^d	11.06 ± 0.01 ^b
b* (สีเหลือง)	33.15 ± 0.29 ^a	28.48 ± 0.01 ^c	31.87 ± 0.03 ^b	25.47 ± 0.02 ^d
ค่าความชื้น (ร้อยละ)	1.19 ± 0.02 ^d	1.36 ± 0.01 ^a	1.27 ± 0.02 ^b	1.42 ± 0.03 ^a
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.12 ± 0.01 ^d	0.29 ± 0.01 ^b	0.13 ± 0.01 ^c	0.30 ± 0.01 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพร้อมนมมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก จึงเลือกกรรมวิธีการเตรียมขนุนแบบทำเป็นแป้งเม็ดขนุน การเก็บรักษาวัตถุดิบง่ายกว่า และเมื่อนำมาผลิตเป็นซีเรียลเม็ดขนุนแล้วมีค่าจากนั้นนำมาขึ้นรูปด้วยวิธีการอบทำให้ซีเรียลเม็ดขนุนมีค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า ทำให้ผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุนมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

ตารางที่ 4.4.2 แสดงคุณภาพคุณภาพของซีเรียลขนุนจากชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูป

คุณภาพ	แป้งเม็ดขนุน		เม็ดขนุนนึ่ง	
	อบเบเกอรี่	นึ่ง	อบเบเกอรี่	นึ่ง
ลักษณะปรากฏ	6.43±1.48 ^b	6.73±1.39 ^{ab}	7.27±1.11 ^a	7.17±1.20 ^a
สี	6.40±1.54 ^b	6.47±1.50 ^b	7.37±1.24 ^a	7.10±1.12 ^a
กลิ่น	6.67±1.03	6.77±1.28	7.03±1.00	6.57±1.25
รสชาติ	6.73±1.14	6.80±1.63	6.97±1.35	6.60±1.25
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	6.47±1.68 ^b	6.90±1.84 ^{ab}	7.43±1.07 ^a	6.37±1.75 ^b
ความชอบโดยรวม	6.47±1.36 ^b	6.97±1.32 ^{ab}	7.20±1.16 ^a	6.57±1.36 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4.3 แสดงคุณภาพคุณภาพของซีเรียลขนุนจากชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปในนม

คุณภาพ	แป้งเม็ดขนุน		เม็ดขนุนนึ่ง	
	อบเบเกอรี่	นึ่ง	อบเบเกอรี่	นึ่ง
ลักษณะปรากฏ	6.77±1.38 ^b	6.90±1.42 ^b	6.67±0.99 ^a	6.77±1.36 ^b
สี	6.70±1.53 ^b	6.80±1.35 ^b	7.57±1.22 ^a	6.77±1.30 ^b
กลิ่น	6.90±1.09 ^{ab}	6.63±1.19 ^b	7.20±1.27 ^a	6.70±0.99 ^b
รสชาติ	6.87±1.10 ^{ab}	7.20±1.21 ^a	7.33±1.40 ^a	6.53±1.36 ^b
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	6.87±1.25 ^b	7.17±1.31 ^{ab}	7.57±1.10 ^b	6.17±1.66 ^c
เนื้อสัมผัส(ความนิ่ม)	5.80±1.67 ^b	6.73±1.62 ^a	7.17±1.49 ^a	5.70±1.78 ^b
ความชอบโดยรวม	6.70±1.26 ^{bc}	7.10±1.29 ^{ab}	7.53±1.19 ^a	6.50±1.48 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)



แป้งเม็ดขนุน:อบ

แป้งเม็ดขนุน:นึ่ง

เม็ดขนุน:อบ

เม็ดขนุน:นึ่ง

ภาพที่ 4.4.1 แสดงซีเรียลขนุนจากชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูป

4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนของปริมาณเม็ดขนุน: แบ่งสาส์

ศึกษาอัตราส่วนของปริมาณเม็ดขนุน: แบ่งสาส์ที่เหมาะสม 3 ระดับ 50 : 50 60 : 40 และ 70 : 30 นำซีเรียลขนุน มาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD นำซีเรียลขนุนวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี (aw) ซีเรียลขนุนประเมินคุณภาพทาง จากศึกษาจากนั้นศึกษาอัตราส่วนแบ่งเม็ดขนุนต่อแบ่งสาส์พบว่าที่อัตราส่วนแบ่งเม็ดขนุนต่อแบ่งสาส์เพิ่มขึ้น ซีเรียลเม็ดขนุนจะมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอมน้ำตาลถึงสีเหลืองอ่อนตามลำดับ เนื่องจากแบ่งเม็ดขนุนมีสีเหลือง (ดาร์รตัน, 2553) ส่วนค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตีของซีเรียลเม็ดขนุน มีค่าลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) เนื่องจากแบ่งเม็ดขนุนมีความชื้นร้อยละ 7 (ดาร์รตัน, 2553) ซึ่งน้อยกว่าแบ่งสาส์ที่มีความชื้นร้อยละ 13.50 (เคอร์รี่ ฟลาวมิลล์, 2552) ทำให้ซีเรียลเม็ดขนุน ที่ได้มีความชื้นลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแบ่งเม็ดขนุน

ตารางที่ 4.4.4 แสดงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุน โดยเปรียบเทียบแบ่งเม็ดขนุน : แบ่งสาส์

คุณภาพ	แบ่งเม็ดขนุน : แบ่งสาส์		
	50 : 50	60 : 40	70 : 30
คุณภาพทางกายภาพ			
L* (ความสว่าง)	72.36 $\pm$ 0.01 ^c	73.26 $\pm$ 0.01 ^b	74.44 $\pm$ 0.16 ^a
a* (สีแดง)	10.12 $\pm$ 0.01 ^a	8.69 $\pm$ 0.01 ^b	7.03 $\pm$ 0.01 ^c
b* (สีเหลือง)	33.61 $\pm$ 0.03 ^a	32.71 $\pm$ 0.01 ^b	29.99 $\pm$ 0.01 ^c
ค่าความชื้น (ร้อยละ)	1.95 $\pm$ 0.05 ^a	1.83 $\pm$ 0.04 ^b	1.56 $\pm$ 0.07 ^c
ปริมาณน้ำอิสระ (a _w)	0.15 $\pm$ 0.01 ^a	0.13 $\pm$ 0.01 ^b	0.11 $\pm$ 0.01 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาปริมาณแบ่งเม็ดขนุนที่เหมาะสมในการผลิตซีเรียลเม็ดขนุนทั้ง 3 ระดับ ในการทดลองปริมาณแบ่งเม็ดขนุนต่อแบ่งสาส์ 3 ระดับร้อยละ 50:50, 60:40, 70:30 ตามลำดับ พบว่าซีเรียลเม็ดขนุนมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และ สี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) คะแนนความชอบที่ร้อยละ 50:50 ผู้ทดสอบชิมให้ความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี มากที่สุด และคะแนนความชอบซีเรียลเม็ดขนุนในด้านกลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของซีเรียลเม็ดขนุนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 4.4.4 ซีเรียลเม็ดขนุนที่ระดับปริมาณแบ่งเม็ดขนุนต่อแบ่งสาส์ 70:30 มีกลิ่นของเม็ดขนุนที่มากกว่าระดับ 60:40 และ 50:50 เนื่องจากแบ่งเม็ดขนุนมีกลิ่นเฉพาะของขนุนจึงทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณแบ่งเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุนจึงมีกลิ่นของขนุนเพิ่มขึ้น ด้านเนื้อสัมผัสเมื่อเพิ่มปริมาณแบ่งเม็ดขนุนทำให้ซีเรียลเม็ดขนุนมีความแข็งลดลง เปราะและหัก ด้านสี ซีเรียลเม็ดขนุนจากแบ่งเม็ดขนุนที่ร้อยละ 50:50 มีสีเหลืองอ่อนและที่ร้อยละ 60:40 มีสีเหลืองอมน้ำตาล ซึ่งแตกต่างจากปริมาณ แบ่งเม็ดขนุนที่ร้อยละ 70:30 ที่มีสีเหลืองทอง ทำให้ผู้ทดสอบชิมเลือก

ปริมาณแป้งเม็ดขนุนต่อแป้งสาลีที่ร้อยละ 50:50 เป็นสูตรมาตรฐานเพื่อการศึกษาต่อไปโดยซีเรียลเม็ดขนุนอัตราส่วนแป้งเม็ดขนุนต่อแป้งสาลี 50:50 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ สี รส และความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก

ตารางที่ 4.4.5 แสดงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบระยะเวลาและอุณหภูมิในผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุนซีเรียล

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	แป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี		
	50:50	60:40	70:30
ลักษณะปรากฏ	7.70±0.99 ^a	7.70±0.99 ^b	7.70±0.99 ^b
สี	7.80±0.99 ^a	7.20±0.92 ^b	6.63±1.29 ^c
กลิ่น ^{ns}	6.73±1.08	6.60±1.07	6.60±1.27
รสชาติ ^{ns}	7.00±0.91	6.83±1.18	6.77±1.22
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ^{ns}	7.03±0.76	7.27±0.87	7.13±0.94
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.27±1.26	7.20±1.09	6.87±1.07

เมื่อนำซีเรียลเม็ดขนุนมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพร้อมนม พบว่าซีเรียลเม็ดขนุนมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) คะแนนความชอบที่ร้อยละ 50:50 ผู้ทดสอบชิมให้ความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี มากที่สุด และคะแนนความชอบซีเรียลเม็ดขนุนในด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และเนื้อสัมผัส(ความนุ่ม) ของซีเรียลเม็ดขนุนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 4.4 ซีเรียลเม็ดขนุนที่ระดับปริมาณแป้งเม็ดขนุนต่อแป้งสาลี 70:30 มีกลิ่นของเม็ดขนุนที่มากกว่าระดับ 60:40 และ 50:50 เนื่องจากแป้งเม็ดขนุนไม่มีกลิ่นจึงทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุนจึงมีลักษณะไม่พอเมื่อนำไปอบทำให้ซีเรียลเม็ดขนุนมีความแข็งเพิ่มขึ้น เปราะและหัก เมื่อซีเรียลเม็ดขนุนเม็ดขนุนแช่ในนมพบว่าเมื่อปริมาณแป้งเม็ดขนุนเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 70:30 ซีเรียลมีลักษณะดูดซับน้ำพองตัวและยุ่ยยากกว่าเล็กน้อย จึงเลือกซีเรียลจากแป้งเม็ดขนุนที่ร้อยละ 50:50 ที่มีสีเหลืองทอง ทำให้ผู้ทดสอบชิมเลือกเป็นสูตรมาตรฐานเพื่อการศึกษาต่อไปโดยซีเรียลเม็ดขนุนอัตราส่วนแป้งเม็ดขนุนต่อแป้งสาลี 50:50 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ สี รส และความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก

ตารางที่ 4.4.6 แสดงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบระยะเวลาและอุณหภูมิในผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุนแช่ในนม

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	แบ่งเม็ดขนุน : แบ่งสาส์		
	50:50	60:40	70:30
ลักษณะปรากฏ	7.73±0.83 ^a	7.23±0.89 ^b	6.97±1.07 ^b
สี	7.53±0.97 ^a	7.30±1.02 ^a	6.63±1.16 ^b
กลิ่น ^{ns}	6.97±1.09	6.67±1.09	6.63±1.19
รสชาติ	7.43±0.86 ^a	7.27±0.91 ^a	6.80±1.24 ^b
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ^{ns}	7.43±0.77	7.27±0.87	6.97±1.07
เนื้อสัมผัส(ความนุ่ม) ^{ns}	6.63±1.03	6.73±1.08	6.66±1.18
ความชอบโดยรวม	7.70±0.88 ^a	7.17±0.83 ^b	6.80±1.19 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p ≤ 0.05)

4.3 ผลศึกษาการยอมรับของซีเรียลเม็ดขนุน

พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 68 เปอร์เซ็นต์ อายุประมาณ 19-30 ปี 50 เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาอยู่ในระดับ มัธยมศึกษา จนถึงระดับปริญญาตรี 80 เปอร์เซ็นต์ อาชีพนักเรียนนักศึกษา 56 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้อยู่ในช่วง 5,000-10,000 บาท 46 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าผู้บริโภคซีเรียลเม็ดขนุนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มากกว่าเพศชาย อยู่ในระดับวัยรุ่นระดับมัธยมศึกษา รายได้ต่อเดือน 5,000 ถึง 10,000 บาท

ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีทั้งเพศชายและหญิง อายุอยู่ในช่วง 25 ถึง 34 ปี เป็นนักเรียนนักศึกษา ร้อยละ 54 มีรายได้ 5000 ถึง 7500 บาทต่อเดือน โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคเคยรับประทานซีเรียล รับประทานทุกสัปดาห์ร้อยละ 52 โดยผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 98 และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 84 โดยให้ราคา 15 บาท และจากการนำซีเรียลเม็ดขนุนไปทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยทุกปัจจัย ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความชื้น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก คุณภาพของซีเรียลเม็ดขนุน ได้ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ มีค่า (* 72.36 ± 0.01 a* 10.12 ± 0.01 และ b* 33.61 ± 0.03 ค่าความชื้น 1.95 ± 0.05 และค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ 0.015 ± 0.01

ตารางที่ 4.4.7 แสดงข้อมูลทั่วไป

ข้อมูล	ร้อยละ
เพศ	43
ชาย	57
หญิง	
อายุ	14
น้อยกว่า 15 ปี	62
15 - 24 ปี	22
25 - 34 ปี	2
35 - 44 ปี	0
45 - 54 ปี	0
มากกว่า 54 ปี	
การศึกษา	4
ประถม	24
มัธยม	48
ปริญญาตรี	0
มากกว่าปริญญาตรี	
อาชีพ	74
นักเรียน/นักศึกษา	17
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	4
พนักงานบริษัทเอกชน	5
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	0
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	0
อื่นๆ โปรดระบุ	
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	32
น้อยกว่า 5,000 บาท	41
5,000 - 7,500 บาท	25
7,501 - 10,000 บาท	2
10,001 -15,000 บาท	0
15,001 – 20,000 บาท	

ตารางที่ 4.4.7 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
ข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภค	
ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ซีเรียลใช่หรือไม่	
ใช่	98
ไม่ใช่	2
ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ซีเรียลบ่อยแค่ไหน	
ทุกวัน	3
วันเว้นวัน	38
ทุกสัปดาห์	52
ทุก 2 สัปดาห์	5
ทุกเดือน	2
ท่านรับประทานซีเรียล เพราะอะไร (ตอบได้มากกว่า1ข้อ)	
รสชาติ	49
ราคา	31
ประโยชน์	63
ข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์	
ผลิตภัณฑ์ซีเรียลเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่	
ยอมรับ	98
ไม่ยอมรับ	2
ผลิตภัณฑ์ซีเรียลวางจำหน่ายท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
ซื้อ	84
ไม่ซื้อ	0
ไม่แน่ใจ	16
ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ซีเรียล ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิ 25 กรัม/กล่อง	
10 บาท	32
15 บาท	61
20 บาท	6
25 บาท	1

4.4 ผลศึกษาการอายุการเก็บรักษาซีเรียลเม็ดขนุนเปรียบเทียบกับในท้องตลาดในยี่ห้อที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง

นำผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตได้จากการคัดเลือกของผู้ทดสอบชิมที่ให้คะแนนความชอบมากที่สุด และผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมาทดสอบทำการเปรียบเทียบ คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุนที่เก็บในถุงฟลอยด์ ปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง โดยสุ่มตัวอย่างทุก 1 เดือน รวมเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา < 10 (CFU/g) ซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภทนี้สามารถเก็บรักษาได้นานเนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระที่ค่อนข้างน้อย เชื้อจุลินทรีย์จึงเจริญเติบโตได้ช้า มีความปลอดภัยในการบริโภค

ตารางที่ 4.4.8 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์	
	ซีเรียลเม็ดขนุน	ซีเรียลในท้องตลาด
ทางกายภาพ		
ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.16± 0.01	0.25 ± 0.01
ค่าสี		
-ค่าความสว่าง (L [*])	74.52 ± 0.00	58.78 ± 0.02
-ค่าสีแดง (a [*])	15.26 ± 0.00	35.02 ± 0.01
-ค่าสีเหลือง (b [*])	31.95 ± 0.01	36.74 ± 0.01
ทางจุลินทรีย์		
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)		
เดือนที่ 0	< 10	< 10
เดือนที่ 1	< 10	< 10
เดือนที่ 2	< 10	< 10
เดือนที่ 3	< 10	< 10
เดือนที่ 4	< 10	< 10
เดือนที่ 5	< 10	< 10
เดือนที่ 6	< 10	< 10
ยีสต์และรา (CFU/g)		
เดือนที่ 0	< 10	< 10
เดือนที่ 1	< 10	< 10
เดือนที่ 2	< 10	< 10
เดือนที่ 3	< 10	< 10
เดือนที่ 4	< 10	< 10
เดือนที่ 5	< 10	< 10
เดือนที่ 6	< 10	< 10

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

เฟล็ก (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ชนิดของเม็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน ได้แก่ แป้งเม็ดขนุน และเม็ดขนุนนึ่ง และ กรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน 2 วิธีได้แก่ อบ และนึ่ง พบว่าการเตรียมเม็ดขนุนต่างกันทำให้ซีเรียลเม็ดขนุนมีค่าคุณภาพด้านค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตีแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าเม็ดขนุนที่ขึ้นรูปแบบนึ่งมีค่าทั้งสองอย่างสูงกว่าซีเรียลที่ขึ้นรูปเม็ดขนุนแบบอบ ส่วนกรรมวิธีการเตรียมขนุนเป็นแป้งเม็ดขนุน กับการนำเม็ดขนุนมานึ่ง แล้วนำเม็ดขนุนทั้งสองแบบไปทำซีเรียลเม็ดขนุนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพร้อมนม มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก จึงเลือกกรรมวิธีการเตรียมขนุนแบบทำเป็นแป้งเม็ดขนุน การเก็บรักษาวัตถุดิบง่ายกว่า และเมื่อนำมาผลิตเป็นซีเรียลเม็ดขนุนแล้วมีค่าจากนั้นนำมาขึ้นรูปด้วยวิธีการอบทำให้ซีเรียลเม็ดขนุนมีค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า ทำให้ผลิตภัณฑ์ซีเรียลเม็ดขนุนมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

จากนั้นศึกษาอัตราส่วนแป้งเม็ดขนุนต่อแป้งสาลีพบว่าที่อัตราส่วนแป้งเม็ดขนุนต่อแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ซีเรียลเม็ดขนุนจะมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีของซีเรียลจากแป้งเม็ดขนุนมีค่าลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยซีเรียลเม็ดขนุนอัตราส่วนแป้งเม็ดขนุนต่อแป้งสาลี 50:50 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ สี รส และความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก

จากนั้นนำซีเรียลเม็ดขนุนมาทำซีเรียลบาร์โดยศึกษาอัตราส่วนแบรินที่ใช้ 3 ระดับ พบว่า ซีเรียลบาร์จากซีเรียลเม็ดขนุนที่ปริมาณแบริน 50 นั้นผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ในระดับชอบมากแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคมียุ่ทั้งเพศชายและหญิง อายุอยู่ในช่วง 25 ถึง 34 ปี เป็นนักเรียนนักศึกษาร้อยละ 54 มีรายได้ 5000 ถึง 7500 บาทต่อเดือน โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคเคยรับประทานซีเรียล รับประทานทุกสัปดาห์ร้อยละ 52 โดยผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 98 และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 84 โดยให้ราคา 15 บาท และจากการนำซีเรียลเม็ดขนุนไปทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยทุกปัจจัย ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความชื้น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก คุณภาพของซีเรียลเม็ดขนุน ได้ค่าสีที่สม่ำเสมอ มีค่า L^* 72.36 ± 0.01 , a^* 10.12 ± 0.01 และ b^* 33.61 ± 0.03 ค่าความชื้น 1.95 ± 0.05 และค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.015 ± 0.01

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า ซีเรียลเม็ดขนุนที่สีเหลืองนวล มี L^* 74.58 ± 0.02 , a^* 12.11 ± 0.01 และ b^* 32.84 ± 0.02 ค่าความชื้น 1.87 ± 0.05 และค่าวอเตอร์แอกติวิตี

00.18 ± 0.01 อยู่ในระดับปลอดภัยในการบริโภค โดยมีลักษณะไม่แตกต่างกับซีเรียลในท้องตลาดทั่วไป และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยทุกปัจจัย ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความชื้น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ -



บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย ปีที่ 2 (1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2559)

ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารให้กับกลุ่มเป้าหมายทั้งภาคทฤษฎีและอบรมเชิงปฏิบัติ

3.1.4. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารสู่ชุมชน

3.1.4.1 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของการพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารโดยวิธีการวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาลักษณะจากเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บในภาชนะปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่แข็ง $4-7^{\circ}\text{C}$ (อุณหภูมิตู้เย็นช่องธรรมดา) และอุณหภูมิห้อง นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา

3.1.4.2 การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

- คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายในการถ่ายทอดเทคโนโลยีได้แก่ กลุ่มชุมชน วิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้าน สถานประกอบการที่ผลิตอาหารแปรรูป อาหารคาว อาหารหวาน ขนม ฯ
- สำรวจความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในการฝึกอบรมการพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้แบบสอบถามประเมินความต้องการเข้ารับการฝึกอบรม

2. จัดทำเอกสาร/ สื่อประกอบการอบรม ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

- จัดทำเอกสารการฝึกอบรมการพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร
- จัดทำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทุกชนิดที่นำไปฝึกอบรม
- จัดทำสื่อประกอบการอบรมและเผยแพร่

3. การดำเนินการ

- ขออนุมัติโครงการอบรมเชิงการพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร
- จัดเตรียมสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ วิทยากร ผู้เข้าอบรม ผู้ประสานงาน

คณะกรรมการ ดำเนินงาน และสิ่งอำนวยความสะดวก

- ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการระยะเวลาในการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 2 วัน (รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง) จัดการอบรมในวันที่ 22 - 23 สิงหาคม 2559 ประกอบด้วย พิธีเปิดการอบรม อธิบายความเป็นมาของโครงการ ให้ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เม็ดขนุนไส้สดอบปรุงรส ลูกชุบเม็ดขนุนกึ่งสำเร็จรูป

แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน และเฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน รวมถึงจัดเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ไว้สำหรับผู้เข้ารับการอบรม

- สถานที่ฝึกอบรม : ณ วิสาหกิจชุมชนบางตาโคง จ.สิงห์บุรี
- จำนวนครั้งที่ฝึกอบรม : 1 ครั้ง 30 คน
- การประเมินผลโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม โดย

ใช้ค่าสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 3.5.1 แสดงผู้เข้าอบรมลงทะเบียนเข้าร่วมการอบรม







ภาพที่ 3.5.2 แสดงวัตถุดิบ อุปกรณ์และผลิตภัณฑ์ในการอบรม



ภาพที่ 3.5.3 แสดงบรรยากาศการปฏิบัติงานของผู้อบรมและผลงานสำเร็จของผู้เข้าอบรม

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ผลการดำเนินการวิจัย ปีที่ 2 (1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2559)

4.1.1 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของการพัฒนาศักยภาพเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารโดยวิธีการวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากเม็ดขนุนในผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บในภาชนะปิดผนึกด้วยความร้อน จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เม็ดขนุนไส้ลดอบปรุงรส ลูกชุบเม็ดขนุนกึ่งสำเร็จรูป แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน และเฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน เก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่แข็ง 4-7 °C (อุณหภูมิตู้เย็นช่องธรรมดา) นำผลิตภัณฑ์มาทำการวิเคราะห์นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ทำการสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์โดยวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นเวลา 10 เดือน

ตารางที่ 4.5.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

คุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์			
	เม็ดขนุนไส้ลดอบ ปรุงรส	ลูกชุบผงกึ่ง สำเร็จรูป	แป้งเครป กึ่งสำเร็จรูปชนิด ผงจากแป้ง เม็ดขนุน	ซีเรียลบาร์
	(10เดือน)	(2 เดือน)	(10เดือน)	(6เดือน)
จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	< 10 โดยประมาณ	1x10 โดยประมาณ	< 10 โดยประมาณ	< 10 โดยประมาณ
ยีสต์และรา (cfu/g)	< 10 โดยประมาณ	< 10 โดยประมาณ	< 10 โดยประมาณ	< 10 โดยประมาณ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ พบว่า ได้แก่ เม็ดขนุนไส้ลดอบปรุงรส แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 10 เดือน เฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้อย่างน้อย 6 เดือน เนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระที่ค่อนข้างน้อย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลูกเต๋อยกรอบ (มพช.900/2558) ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งผสมสำหรับประกอบอาหารทอด (มอก.1028 - 2534) และลูกชุบผงกึ่ง

สำเร็จรูปสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 2 เดือน เนื่องจากเกิดการออกซิเดชันของไขมันในอาหารแห้งทำให้เกิดการจับตัวเป็นก้อน (มผช.โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป 689/2547) อยู่ในระดับปลอดภัย

4.1.2 ผลการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเม็ตขนุนในผลิตภัณฑ์อาหาร

ผลการวิเคราะห์ความต้องการเข้ารับการฝึกอบรมการรับถ่ายทอด จากการวิเคราะห์ความต้องการ ของสมาชิกชุมชน กลุ่มแม่บ้านและประชาชนที่สนใจ ณ วิสาหกิจชุมชนบางตาโคง จ.สิงห์บุรี จำนวน 30 คน ได้ผลแสดงเป็นค่าร้อยละ แสดงดังตารางที่ 4.5.2 - 4.5.4

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 4.5.2 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม N=30

ข้อมูล	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 เพศหญิง	25	83.3
1.2 เพศชาย	5	16.7
2. อายุ		
2.1 ต่ำกว่า 21 ปี	0	0
2.2 21-30 ปี	3	10
2.3 31-40 ปี	17	56.7
2.4 41-50 ปี	10	33.3
2.5 51-60 ปี	0	0
2.6 มากกว่า 60 ปี	0	0
3. สถานภาพ		
3.1 โสด	25	83.3
3.2 สมรส	5	16.7
3.3 หย่าร้าง, หม้าย, แยกกันอยู่	0	0
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด		
4.1 ประถมศึกษา	0	0
4.2 มัธยมศึกษา	10	33.3
4.3 ปวช./ปวส./อนุปริญญา	15	50
4.4 ปริญญาตรี	5	16.7
4.5 ปริญญาโทหรือสูงกว่า	0	0

ตารางที่ 4.5.2 (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน(คน)	ร้อยละ
5. อาชีพ		
5.1 นิสิต/นักศึกษา	4	13.3
5.2 ประชาชนทั่วไป	9	30
5.3 บุคลากร	5	16.7
5.4 ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	0	0
5.5 พนักงานบริษัทเอกชน	0	0
5.6 ธุรกิจส่วนตัว	0	0
5.7 รับจ้าง	7	23.3
5.8 แม่บ้าน	5	16.7
5.9 อื่นๆ โปรดระบุ.....	0	0
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
6.1 น้อยกว่า 5,000 บาท	6	20
6.2 5,000-10,000 บาท	16	53.3
6.3 10,001-20,000 บาท	8	26.7
6.4 20,001-30,000 บาท	0	0
6.5 มากกว่า 30,000 บาท	0	0

จากตารางที่ 4.5.2 ผู้ตอบแบบประเมินจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 83.3 อายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 56.7 สถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 83.3 ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด ปวช./ปวส./อนุปริญญา คิดเป็นร้อยละ 50 มีอาชีพเป็นประชาชนทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 30 และมีรายได้ 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 53.3

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามประสบการณ์ ด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหาร

ตารางที่ 4.5.3 แสดงข้อมูลความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี N=30

ประสบการณ์ด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหาร	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ไม่เคยทำ	20	66.7
เคยทำรับประทานเอง	8	26.7
เคยทำจำหน่ายเป็นอาชีพเสริม	2	6.6
อื่นๆ	0	0

จากตารางที่ 4.5.3 แสดงข้อมูลความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ของผู้ตอบแบบสอบถามด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีส่วนใหญ่ ไม่เคยทำ

ผลิตภัณฑ์อาหาร คิดเป็นร้อยละ 66.7 รองลงมาเคยทำรับประทานเอง คิดเป็นร้อยละ 26.7 และเคยทำเป็นอาชีพเสริม คิดเป็นร้อยละ 6.6

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามความประสงค์ในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ตารางที่ 4.5.4 แสดงข้อมูลความประสงค์รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี N=30

ความประสงค์	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ต้องการเข้าร่วม	30	100
ไม่ต้องการเข้าร่วม	0	0
ยังไม่สามารถตัดสินใจ	0	0

จากตารางที่ 4.5.4 แสดงข้อมูลความประสงค์รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีความประสงค์ต้องการเข้าร่วมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 100

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่อความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการในการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเม็ดขุนในผลิตภัณฑ์อาหาร

เป็นการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถาม ส่วนที่ 3 ซึ่งข้อคำถามเป็นการถามถึงความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน เกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการการพัฒนาศักยภาพเม็ดขุนในผลิตภัณฑ์อาหาร แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านกระบวนการให้บริการ ด้านวิทยากร และสิ่งอำนวยความสะดวก โดยแบ่งเป็นระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ลักษณะแบบสอบถามเป็น (Rating scale) กำหนดให้กลุ่มเป้าหมายประเมินค่า (1-5 คะแนน) เลือกได้เพียงคำตอบเดียว จากการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.5.5

ตารางที่ 4.5.5 แสดงค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับด้านกระบวนการให้บริการ ด้านวิทยากร และสิ่งอำนวยความสะดวก

ประเด็นคำถาม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านกระบวนการให้บริการ			
1. การประชาสัมพันธ์การจัดโครงการอย่างทั่วถึง	4.10	0.52	มาก
2. กำหนดระยะเวลา สถานที่จัดอบรมไว้อย่างชัดเจน	4.25	0.55	มาก
3. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดโครงการ	4.20	0.40	มาก
4. สถานที่จัดโครงการมีความเหมาะสม	4.30	0.57	มาก
5. ประเด็นเนื้อหาการอบรมมีความเหมาะสม	4.50	0.50	มาก
6. ทีมผู้จัดโครงการมีการเตรียมตัวและความตั้งใจที่จะให้บริการเป็นอย่างดี	4.45	0.60	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.30	0.52	มาก
ด้านวิทยากร			
7. คุณสมบัติและบุคลิกภาพมีความเหมาะสม	4.20	0.50	มาก
8. ความเชี่ยวชาญ/ความรู้ในเนื้อหาของการอบรม	4.35	0.55	มาก
9. ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ให้เข้าใจ	4.40	0.40	มาก
10. ความสามารถในการสร้างบรรยากาศการอบรม	4.60	0.60	มากที่สุด
11. เทคนิควิธีการถ่ายทอดความรู้มีความน่าสนใจ	4.45	0.65	มาก
12. การใช้เวลาในการอบรมได้อย่างเหมาะสม	4.50	0.55	มาก
13. ความชัดเจนในการตอบคำถาม/ข้อซักถาม	4.65	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.45	0.53	มาก
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก			
14. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม	4.40	0.50	มาก
15. ความเพียงพอของสิ่งอำนวยความสะดวกทั่วไป	4.50	0.55	มาก
16. การจัดรายการอาหารว่างและอาหารกลางวัน มีความเหมาะสมและเพียงพอ	4.60	0.60	มาก
17. มีการให้บริการและอำนวยความสะดวกของทีมงาน ผู้จัดโครงการเป็นอย่างดี	4.50	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.50	0.53	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.42	0.55	มาก

หมายเหตุ : เกณฑ์การพิจารณาค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.50	พึงพอใจน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.5.5 แสดงค่าความถี่ และค่าร้อยละ ของระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับด้านกระบวนการให้บริการ ด้านวิทยากร และสิ่งอำนวยความสะดวก พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.42 และจากการประเมินผลในแต่ละด้าน พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.50 รองลงมามีความพึงพอใจด้านวิทยากร และด้านกระบวนการให้บริการ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.45 และ 4.30 ตามลำดับ นอกจากนี้ จากการประเมินผลร้อยละของความพึงพอใจ พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเมล็ดพันธุ์ในผลิตภัณฑ์อาหาร มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก



บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยปีที่ 2 (1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2559)

5.1.2 สรุปผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเมล็ดพันธุ์ในผลิตภัณฑ์อาหาร

5.1.2.1 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของการพัฒนาศักยภาพเมล็ดพันธุ์ในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยวิธีการวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ เม็ดขุ่นใสลดอุปสรรค แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขุ่น และเฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 10 เดือน และถูกซบผงกึ่งสำเร็จรูปสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 2 เดือน เนื่องจากเกิดการเสื่อมเสียทางกายภาพ

5.1.2.2 การถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเมล็ดพันธุ์ในผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่า จำเป็นต้องความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในการฝึกอบรมโดยการใช้แบบสอบถามประเมินความต้องการ เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มเป้าหมายเป็นสมาชิกชุมชนในเมือง กลุ่มแม่บ้านและประชาชนที่สนใจ ระยะเวลา จำนวน 2 วัน (รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง) จัดการอบรมในวันที่ 22 - 23 สิงหาคม 2559 จัดทำเอกสาร/สื่อประกอบการอบรม จัดเตรียมสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ วิทยากร จำนวน 3 คน ผู้เข้าอบรมจำนวน 30 คน และเมื่อเสร็จสิ้นโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม สรุปผลวิเคราะห์ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปแบบสอบถามประเมินความต้องการเข้ารับการฝึกอบรม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 31-40 ปี สถานภาพโสด ระดับการศึกษาชั้นสูงสุด ปวช./ปวส./อนุปริญญา มีอาชีพเป็นประชาชนทั่วไป และมีรายได้ 5,000-10,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามประสบการณ์ ด้านการทำผลิตภัณฑ์อาหาร พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่ต้องการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีส่วนใหญ่ ไม่เคยทำผลิตภัณฑ์อาหาร รองลงมาเคยทำรับประทานเองและเคยทำเป็นอาชีพเสริม จำแนกตามความประสงค์ในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีความประสงค์ต้องการเข้าร่วมรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจเกี่ยวกับด้านกระบวนการให้บริการ ด้านวิทยากร และสิ่งอำนวยความสะดวก ผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และจากการประเมินผลในแต่ละด้าน พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจด้านวิทยากร ความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านกระบวนการให้บริการ อยู่ในระดับมาก ผู้เข้าร่วมโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาศักยภาพเมล็ดพันธุ์ในผลิตภัณฑ์อาหาร มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการการพัฒนาศักยภาพเมล็ดพันธุ์ในผลิตภัณฑ์อาหาร

5.2.1 ควรปรับเปลี่ยนกลุ่มเป้าหมายให้กระจายสู่ชุมชนชนบทเพิ่มขึ้น

5.2.2 ควรสอนในวันหยุดราชการประชาชนที่สนใจจะมีมากขึ้น



เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. สถิติการผลิตการเกษตรตามแหล่งปลูก. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

<http://www.doa.go.th>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2559)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2547. เอกสารเผยแพร่. [ออนไลน์] เข้าได้จาก:

http://energy.go.th/lawgeneral_link3.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2559)

กรมวิชาการเกษตร. 2551. ผลผลิตของขนุน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556. การบรรจุแบบสุญญากาศ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:

http://www.tistr-foodprocess.net/newsletter/news_april04_th2.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2559)

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. โจ๊กข้าวกล้องกิ่งสำเร็จรูป. ฉบับที่ มผช. 689/2547. สำนักงาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กระทรวงอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ:

กระยาทิพย์ เรือนใจ. 2547. ขนุนไทย. กรุงเทพฯ: แม่บ้าน.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2539. ถั่วเขียว บทที่ 3 ในเอกสารการสอนชุดวิชาอาหารและโภชนาการ.

(ฉบับปรับปรุง) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2550. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

กัลย์ธีรา อรัญยานนท์. 2558. สูดยอดประโยชน์จากขนุน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://mcot->

web.mcot.net/lively/content.php?id=5507d1e0be04705b258b45a2 (สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2559)

กาญจนาภิเษก. ม.ป.ป. พีเอช(เคมี). [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/พีเอช_เคมี (สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน)

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. 2527. แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดขนุน. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

เข็มทอง นิมจินดา. 2538. น้ำตาลทราย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ครัวญี่ปุ่น. 2549. เกรปญี่ปุ่น. [ออนไลน์] เข้าได้จาก: <http://www.pantown.com/board.php?id=13>

261&area=4&name=board2&topic=16&action=View (สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2559)

ครัวบ้านพิม. 2553. ขนุนจากต่างชาติ. [ออนไลน์] เข้าได้จาก: <http://www.pim.in.th/international-dessert-and-bakery> (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2559)

เคอรี่ ฟลาวมิลล์. ม.ป.ป. แป้งสาลี. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.kerrykfm.co.th/products3.php> (สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2559)

จันทร์ ทศานนท์. 2547. อาหารไทย. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ: แสงแดด.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

จิตติมนชน วงศ์ษา. 2555. **ผลของกรดอินทรีย์และอนุหนุมิการเก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลในเมล็ด**

ขนุนลอกเปลือก. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตเครื่องจักรกลอุตสาหกรรมเกษตร.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

จริยา เดชกุญชร. 2549. **อาหารจานเด็ด.** กรุงเทพฯ: แสงแดด.

จรรยา ศรีพลเวียง. 2547. **แม่บ้าน.** กรุงเทพฯ: แม่บ้าน. กรุงเทพฯ: แสงแดด.

จริยา เดชกุญชร. 2552. **สุดยอดเบเกอรี่.** พิมพ์ดี จำกัด, กรุงเทพฯ

จริยา เดชกุญชร. 2552. **cake สุขภาพ.** เพชรการเรือน, กรุงเทพฯ

ชาตรีและภราดาไ. ม.ป.ป. **ปฏิกิริยาออกซิเดชัน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [http://www.foodnetwork](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/395/lipid-oxidation-ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด)

[orksolution.com/wiki/word/395/lipid-oxidation-ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/395/lipid-oxidation-ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด) (สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2559)

ชลธิชา เทาดี และ ตุลญา สายทอง. 2553. **การใช้เมล็ดบัวทดแทนถั่วเขียวซีกและเปลือกในขนม**

ลูกชุบ. แผนงานพิเศษปริญญาตรีสาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ณัฐยา เณรเถาว์ และศราวุฒิ จันทร์ชื่น. 2554. **Cookies&Biscuits.** สำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด, กรุงเทพฯ

ดรรชนี นาคลออ และ คณะ. **ผลของการวิธีการเตรียมแป้งเมล็ดขนุนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนม**

ขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ดรรชนี นาคลออ และคณะ. 2553. **“ผลของการวิธีการเตรียมแป้งเมล็ดขนุนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์**

ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบ”. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา.

ดรรชนี และคณะ. 2554. **“การปรับปรุงคุณภาพของแป้งเมล็ดขนุนโดยการพรีเจลลาตินซ์”.** ภาควิชา

วิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

เดชา สมบัติคุณกุล. 2554. **พืชผักสวนครัว.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดบุ๊ค.

ทัศนีย์ โรจนไพบูลย์. 2532. **สมบัติทางกายภาพและการยอมรับของถั่วกวน.** นนทบุรี: บุ๊คเวิลด์.

ทิพวรรณ เฟื่องเรือง. 2543. **อาหาร-ขนม.** กรุงเทพฯ: วิทยาลัยสารพัดช่างพระนครกรม

อาชีวศึกษา.

ธงชัย สุวรรณสิขณณ์. ม.ป.ป. **เทคนิคการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการวิเคราะห์.**

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธวัชชัย เอื้ออารี. 2546. **ขนมลูกชุบ.** กรุงเทพฯ: แม่บ้าน.

นงคราญ ธาราทิพยกุล. **วิตามิน แร่ธาตุ.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.bloggang.com>

[/mainblog.php?id=indexplus&month=20-12-2005&group=6&gblog=1](http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=indexplus&month=20-12-2005&group=6&gblog=1) (สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2559)

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

นุช ผลนาถ. 2545. **ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพอาหารขนมขบเคี้ยวจากกระบวนการทอด.**

บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนานนท์. 2543. **ความหมายของการทำแห้ง.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

นันทกานต์ พิชรานนท์. 2549. **ประโยชน์ของเมล็ดขนุน.** กรุงเทพฯ: บ้านและสวน

นินลาลย์. ม.ป.ป. **วิชาเบเกอรี่.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://ninlawantaa.weebly.com/>

(สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2559)

เนตรนภา นามวงศ์. 2552. **อาหารไทยอร่อยสารพัด.** กรุงเทพฯ: แสงแดด.

นิรนาม. ม.ป.ป. **ไฟเบอร์กับการลดน้ำหนัก.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.healthdd.com/article/article_preview.php?id=29

(สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2559)

นิรนาม. 2553. **a_w.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [http://www.charpa.co.th/articles/pH%20and%](http://www.charpa.co.th/articles/pH%20and%20water%20activity%20of%20food.htm)

20water%20activity%20of%20food.htm (สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2559)

นวรรตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ. 2548. **ขนมอบ 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แม่บ้าน,** กรุงเทพฯ

นฤมล มานีพพาน. ม.ป.ป. **การเพาะปลูกและขยายพันธุ์ขนุนไม่มั่งคั่งราชินีไม่ผล. ส่งเสริมอาชีพธุรกิจ**

เพชรเกษม, กรุงเทพฯ

ประไพพรรณ และกุลยา. 2555. **“ผลของแป้งเมล็ดขนุนพรีเจลาติไนซ์ต่อสมบัติทางกายภาพของสปันจ์เค้กที่อบ**

ด้วยไมโครเวฟซึ่งเตรียมจากส่วนผสมเค้กเมล็ดขนุนสำเร็จรูป”. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี

ปริญญา มาตรวิสัยศักดิ์. 2552. **การให้ความร้อน.** นนทบุรี: ประกายพริก

ปรีดา เหวระกุล. 2552. **แม่บ้านขนมไทยรวมเล่ม 3.** กรุงเทพฯ: แม่บ้าน.

พงษ์ศักดิ์ ผ่องศรี และคณะ. 2552. **“เครื่องสไลด์และคัดแยกเปลือกสำหรับเมล็ดขนุน”.** มหาวิทยาลัย

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พันธิพา จันทวัฒน์. 2549. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชุบจากถั่วมะแฮะ.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยี

ทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2554. **เส้นใยอาหาร.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [http://www.foodnetwork](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1102/dietary-fiber)

[solution.com/wiki/word/1102/dietary-fiber](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1102/dietary-fiber)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. ม.ป.ป. **Vacuum packaging.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [http://www.food](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0847/vacuum-packaging)

[networksolution.com/wiki/word/0847/vacuum-packaging](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0847/vacuum-packaging) (สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม คม 2559)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. ม.ป.ป. **Vacuum packaging.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [http://](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0847/vacuum-packaging)

www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0847/vacuum-packaging (สืบค้นเมื่อวันที่ 25

พฤษภาคม 2559).

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ไพศาล วุฒิจำนงค์. 2545. **การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร**. กรุงเทพฯ: แสงแดด.
- มงคล แก้วสุทัศน์. 2559. **รู้จักอาหารกรดต่างสร้างสมดุลให้ร่างกาย**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://health.kapook.com/view74720.html> (สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2559)
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. **สมุนไพรรวมผงสำเร็จรูป**. มพช.1441/2552
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **แป้งผสมสำหรับประกอบอาหารทอด**. มอก.1028-2534
- ไมเคิล มอสลีย์. 2557. **วิธีลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.healthcarethai.com/วิธีลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว/> (สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2559)
- เรืองวิทย์ ลิกค์ และคณะ. ม.ป.ป. **การปลูกขุ่นและวิธีเพิ่มผลผลิตอีกเท่าตัว**. สำนักพิมพ์ ยูทิลิตี้ จำกัด, กรุงเทพฯ
- รุ่งนภา แสงอารียา. 2545. **อาหารเพื่อสุขภาพ**. กรุงเทพฯ: แม่บ้าน.
- วรรณภา สุทธา. 2548. **น้ำในอาหาร**. กรุงเทพฯ: ไพลินบุ๊คเน็ต.
- วไลกรณ์ สุทธา. 2551. **ขนมหวานไทย**. กรุงเทพฯ: แม่บ้าน.
- วิรัตน์ ปัญจานนท์. 2555. **การศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหลือทิ้ง เพื่อพัฒนาแป้งขนมเบื้องไทยโบราณสำเร็จรูปแช่แข็ง**. โครงการพิเศษปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร และโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- วิลาสินี ศิริพงษ์วัฒน์. 2549. **การศึกษาวิธีการผลิตถั่วกวนผงกึ่งสำเร็จรูป**. แผนงานพิเศษ ปริญญาตรี สาขาอาหารและโภชนาการ – พัฒนาลิขสิทธิ์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- เวนิสา ทินภัทร. 2547. **เมนูไทย**. กรุงเทพฯ: ครีบ้านและสวน.
- วลัยลักษณ์ เปรมอ่อน. 2549. **การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์แผ่นกรอบเพื่อสุขภาพจากแป้งเมล็ดขุ่น**. ปริญญา นิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 104 หน้า.
- ศรีสมร คงพันธุ์. 2546. **ตำรับขนมไทย**. กรุงเทพฯ: แสงแดด.
- ศศิธร เรืองโรจน์. 2555. **คุณลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของถั่วกวนจากถั่วเขียวผสมถั่วขาว**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริลักษณ์ ดวงอุไร. 2552. **การเก็บรักษาอาหาร**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ศูนย์พันธุ์กิ่งไม้ออนไลน์. ม.ป.ป. **ขุ่น**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://every-sale.thaicentralgar-den.com/index.php?route=product/product&product_id=176

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สงวนศรี เจริญเหรียญ. 2556. **สร้างมูลค่าจากเมล็ดขนุน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.2.rdi.ku.ac.th/newweb/?p=2053> (สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2559)
- สมล กิตติวิโรจน์. 2554. **การอบแห้ง**. นนทบุรี: อักษระบันเทิง.
- สุวดี สายสุวรรณ. 2547. **ขนุน**. กรุงเทพฯ: บ้านและสวน.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2548. **กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน**
ลูกเดือยกรอบ. มผช 900/2548.
- หทัยรัตน์ ศรีสุภะ. 2554. **สร้างมูลค่าจากผลิตขนุน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.2.rdi.ku.ac.th/newweb/?p=2053> (สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2559)
- อรุณี อภิชาติสรารากร. 2530. **การทำแห้ง**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เอิร์ล มั่นเดิลล์. 2556. **โปรตีน (Protein) คืออะไร? ประโยชน์ของโปรตีน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://frynn.com/%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%95%E0%B8%B5%E0%B8%99/>
- A.Kita et al., 2006. **The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps**. Department of Food Storage and Technology, Faculty of Food Science, Agricultural University of Wroclaw, C.K. Norwida Wroclaw, Poland.
- Baumann and Escher, 1995. **Mass and heat transfer during deep-fat frying of potato slices, rate of drying and oil uptake**, Lebensmittel-Wissenschaft and –Technologie.
- CHARPA Techcenter. **ปัจจัยและการควบคุมอายุอาหาร : พีเอช วอเตอร์แอกทิวิตี สารเคมีบรรจุภัณฑ์**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก; <http://www.charpa.co.th/articles/pH%20and%20water%20activity%20of%20food.htm> (วันที่สืบค้นข้อมูล 10 มกราคม 2559)
- Chen, A.L. And F. Gutmans. 1968. **Auto-oxidation of extractable color pigment in Chilli pepper with special reference to ethoxqin treatment**. J food Sci.
- Chu and Michael. 2547. **"Wheat Flour"**. [ออนไลน์] เข้าได้จาก: <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%9B%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A5%E0%B8%B5> (สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2559)
- Kategunya Rengsutthi. 2011. **Physico-chemical properties of jackfruit seed starch (Artocarpus heterophyllus) and its application as a thickener and stabilizer in chilli sauce**. LWT - Food Science and Technology. 54(44), 1309-1313.
- YanJun Zhang. 2016. **Characterizations of high purity starches isolated from five different jackfruit cultivars**. LWT - Food Science and Technology. 59(52), 785-794

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก.1
สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
เม็ตขุ่นสไลด์อบปรุงรส

เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส



ล้างเม็ดขนุน



นำขนุนไปต้มเวลา 1 ชั่วโมง



ปอกเปลือกและฝีก



หั่นสไลด์เป็นแผ่นบางๆ





อบด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที



ทอดในน้ำมันเวลา 20-25 วินาที



อบไล่ไขมันด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที

แผนภาพที่ ก.1 แสดงกรรมวิธีการผลิตเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

เม็ดขุ่นสไลด์อบปรุงรส

ร้อยละ

เม็ดขุ่นสไลด์ทอดกรอบ	40 กรัม	51.94	53
น้ำพริกแห้ง	12 กรัม	15.58	17
ปลากรอบ	5 กรัม	6.49	6
หอยลายอบกรอบ	5 กรัม	6.49	6
ถั่วลิ้นเตาอบกรอบ	5 กรัม	6.49	6
ใบมะกรูดอบแห้ง	5 กรัม	6.49	6
พริกแห้ง	5 กรัม	6.49	6

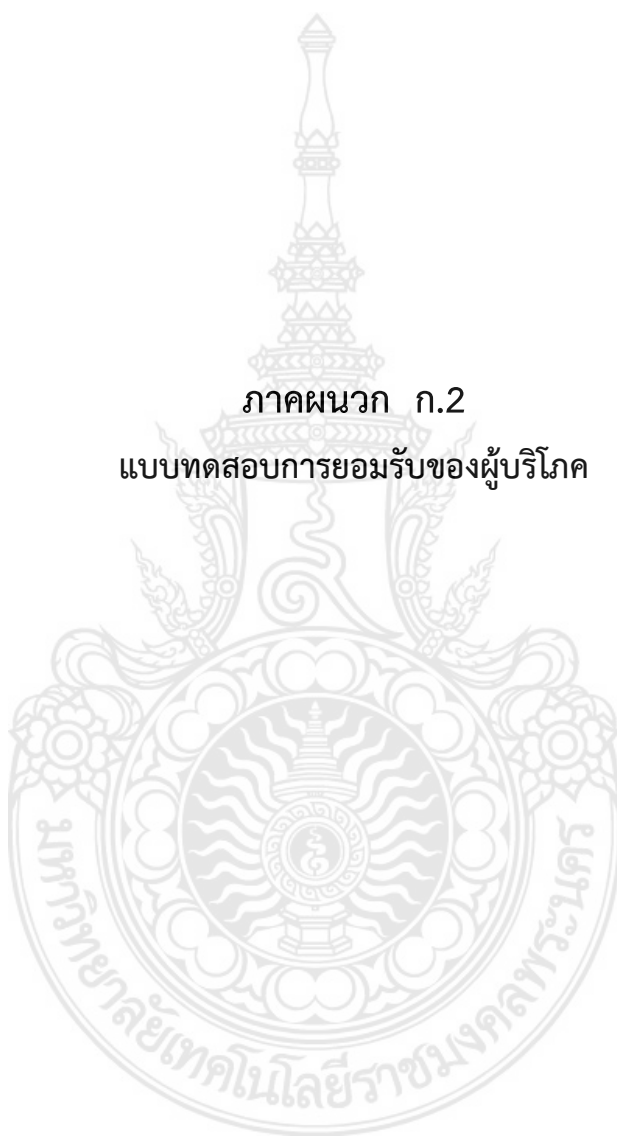
วิธีทำ

นำส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้าให้เข้ากัน



ภาพที่ ก.1 แสดงผลิตภัณฑ์เม็ดขุ่นสไลด์อบปรุงรส

ภาคผนวก ก.2
แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค



ชุดที่

เรื่อง เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

วันที่

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบน้อยที่สุด

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	รหัสนี้.....	รหัสนี้.....	รหัสนี้.....
สี			
กลิ่น(เครื่องเทศ)			
กลิ่นรส(เครื่องเทศ)			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test)

รหัสการทดสอบ.....

วันที่.....

ชื่อตัวอย่าง **เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส**

ชื่อผู้บริโภค.....

1. กรุณابอกความพอใจต่อเม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส(overall acceptance)

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ชอบมาก	ชอบ	ชอบ	เฉยๆ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบ	ไม่ชอบมาก
	ปานกลาง	เล็กน้อย		เล็กน้อย	ปานกลาง	

2. กรุณابอกความพอใจต่อลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เม็ดขนุนสไลด์อบปรุงรส

(individual attribute acceptance)

- 2.1 ลักษณะปรากฏ

☐	สีที่ผิว	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		ซีดมาก	ซีดปานกลาง	ซีดเล็กน้อย	เข้มเล็กน้อย	เข้มปานกลาง	เข้มมาก

- 2.2 รสชาติ

☐	☐	☐	☐
	มาก	ปานกลาง	เล็กน้อย

- 2.3 กลิ่นเครื่องเทศ

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	อ่อนมาก	อ่อน	อ่อน	หอม	หอม	หอมมาก
		ปานกลาง	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ปานกลาง	

- 2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

☐	กรอบ	☐	☐	☐
		มาก	ปานกลาง	เล็กน้อย

3. ข้อคิดเห็น (comments).....

ภาคผนวก ก.3
บรรจุภัณฑ์และโปรซัวร์





ภาคผนวก ข.1
สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
ลูกชุบเมล็ดขนุนกิ่งสำเร็จรูป

ตารางที่ ข.1 แสดงสูตรการทำเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
(ส่วนเนื้อลูกชุบ)	
เม็ดขนุน	150
น้ำตาลทรายขาว	30
กะทิกล่อก	40
น้ำเปล่า	75
(ส่วนเคลือบภายนอก)	
วุ้นผง	6
น้ำเปล่า	250
น้ำตาลทรายขาว	45
สีผสมอาหาร สีส้ม	4

ที่มา : ดัดแปลงจาก จันทร, 2547

วิธีทำ



นำเม็ดขนุนมาคัดแยกเอาส่วนที่เน่าทิ้ง และนำส่วนที่ดีมาล้างด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด
นำไปต้มในอัตราส่วนเม็ดขนุนต่อน้ำเป็น 1:4 ที่น้ำเดือด เป็นเวลา 30 นาที
ลอกเปลือกหุ้มสีขาวครีมและสีน้ำตาล ที่เมล็ดออกจนหมด



นำมาตำในครก บดพอหยาบ และนำเม็ดขนุนไปใส่เครื่องสับอาหาร
ตามอัตราส่วน ต่อน้ำ 2 : 1 เป็นเวลา 30 วินาที



กวนเม็ดขนุนประมาณ 10 นาที แล้วค่อยๆ ใส่น้ำตาล ผัดต่ออีก 15 นาที และหยอดกะทิลงไป ผัดต่ออีก
ประมาณ 20 นาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 70 °C จนแห้งขึ้นรูปได้



ปิดด้วยพลาสติกถนอมอาหาร และนวดให้เข้ากันประมาณ 3 นาที และนำเข้าพิมพ์ปั๊มเป็นรูปผลไม้



เสียบไม้เล็กๆ และใช้ฟู่กันจุ่มสีระบายให้ทั่ว นำมาปักลงบนโฟม พักให้แห้งประมาณ 5 นาที





ละลายวุ้นและน้ำตาลทรายในน้ำ ที่อุณหภูมิ 70 °C
เป็นเวลา 5 นาที นำส่วนผสมลูกชุบ ลงชุบวุ้นประมาณ 5 วินาทีให้ทั่วทั้งชิ้น



ปักลงบนโฟมและรอจนแห้งประมาณ 2 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ชุบทั้งหมด 3 ครั้ง จนชิ้นเงาสวย
เก็บแช่เย็นที่อุณหภูมิ 3-6 °C เพื่อให้วุ้นเซ็ตตัว

แผนภาพที่ ข.1 แสดงกรรมวิธีการผลิตลูกชุบจากเม็ดขนุนต้มสุก

ตารางที่ ข.2 แสดงสูตรการทำเม็ดขนุนทดแทนถั่วเขียวซีกเลาะเปลือกในผลิตภัณฑ์ลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูป

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	กรัม	ร้อยละ
(ส่วนผสมลูกชุบ)		
เม็ดขนุน	150	50.84
น้ำตาลทรายขาว	30	10.16
กะทิกล่่อง	40	13.56
น้ำเปล่า	75	25.42

ที่มา : ดัดแปลงจาก จันทร, 2547

หมายเหตุ: 1 สูตร ผลิตได้ 20-22 ลูก ขนาด 2.00 ± 0.01 น้ำหนัก 6.5 ± 7.0

วิธีทำ



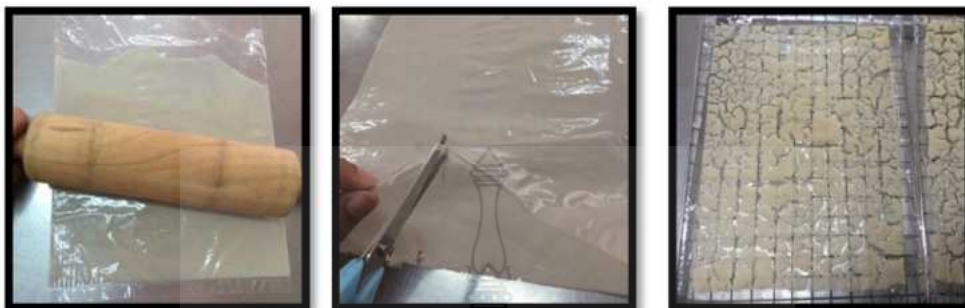
นำเม็ดขนุนมาคัดแยกเอาส่วนที่เน่าทิ้ง และนำส่วนที่ดีมาล้างด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด
นำไปต้มในอัตราส่วนเม็ดขนุนต่อน้ำ 1 : 4 ที่น้ำเดือด เป็นเวลา 30 นาที
ลอกเปลือกหุ้มสีขาวครีมและสีน้ำตาล ที่หุ้มเมล็ดออกจนหมด



นำมาตำในครก บดพอหยาบ และนำเม็ดขนุนไปใส่เครื่องสับอาหาร
ตามอัตราส่วน ต่อน้ำ 2 : 1 เป็นเวลา 30 วินาที



กวนเม็ดขนุนประมาณ 10 นาที แล้วค่อยๆ ใส่น้ำตาล ผัดต่ออีก 15 นาที และหยอดกะทิลงไป
ผัดต่ออีกประมาณ 20 นาที ควบคุมอุณหภูมิที่ 70 °C จนแห้งขึ้นรูปได้



นำแบ่งใส่ถุงพลาสติกขนาด 9×14 นิ้ว โดยแบ่งน้ำหนักถุงละ 50 กรัม รีดให้เท่ากันทั่วทั้งแผ่น
ตัดเปิดถุง วางบนตะแกรงที่มีถาดรอง นำเข้าอบอุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 90 นาที



นำมาปั่นด้วยเครื่องปั่น ร้อนด้วยตะแกรงเบเกอรี่ บรรจุถุงฟรอยด์ปิดผนึก ถุงละ 80 กรัม



นำลูกชุบผงกึ่งสำเร็จรูปมาผสมน้ำเดือดในอัตรา 1 : 1 ผสมให้เข้ากัน ปิดด้วยพลาสติกถนอมอาหาร และ
นวดให้เข้ากันประมาณ 3 นาที และนำเข้าพิมพ์ปั่นเป็นรูปผลไม้





เสียบไม้เล็กๆและใช้ฟู่กันจุ่มสีระบายให้ทั่ว นำมาปักลงบนโฟม พักให้แห้งประมาณ 5 นาที
ละลายวุ้นและน้ำตาลทรายในน้ำ ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 5 นาที
นำส่วนเนื้อลูกชุบ ลงชุบวุ้นประมาณ 5 วินาทีให้ทั่วทั้งชิ้น



ปักลงบนโฟมและรอจนแห้งประมาณ 2 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ชุบทั้งหมด 3 ครั้ง จนขึ้นเงาสวย
เก็บแช่เย็นที่อุณหภูมิ 3-6 °C เพื่อให้วุ้นเซ็ตตัว



แผนภาพที่ ข.2 แสดงกรรมวิธีการผลิตลูกชุบจากเม็ดขนุนผงกิ่งสำเร็จรูป

ภาคผนวก ข.2
บรรจุภัณฑ์และโปรซัวร์





ภาคผนวก ค .1

สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน



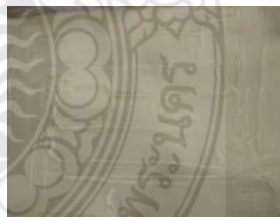
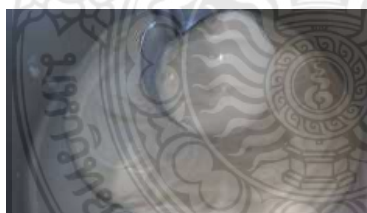
กรรมวิธีการผลิต



ทำความสะอาดเม็ดขนุนดิบ คัดแยกสิ่งแปลกปลอมออก
นำไปต้มให้สุกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในอัตราส่วนเม็ดขนุนต่อน้ำ 2:1



ลอกเปลือกหุ้มเม็ดขนุนสีขาวและสีน้ำตาลออกให้หมด
นำเม็ดขนุนที่ลอกเปลือกแล้วมาตำให้หยาบ



นำเม็ดขนุนที่ตำหยาบแล้วไปผสมน้ำในอัตราส่วนเม็ดขนุนต่อน้ำ 2:1
แล้วนำไปปั่นละเอียด นำมาต้มให้เดือด คอยคนเรื่อยๆ เพื่อไม่ให้ติดกันหม้อ
เทใส่ถาดที่ปูฟิล์มถนอมอาหารไว้เรียบร้อยแล้ว



นำเข้าตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง
แล้วนำแป้งที่อบแล้วมาปั่นละเอียดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 120 เมช



บรรจุแป้งที่ได้ในถุงพอยล์และปิดผนึกแบบสุญญากาศ
มีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 8

แผนภาพที่ ค.1 แสดงกรรมวิธีการผลิตแป้งเม็ดขนุน
ที่มา : ดัดแปลงจาก ดารารัตน์, 2553



สูตรมาตรฐานแป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

ส่วนผสม(ของแห้ง)			ร้อยละ
แป้งเม็ดขนุน	92	กรัม	62.17
แป้งสาลี	23	กรัม	15.54
น้ำตาลทราย	25	กรัม	16.89
เกลือป่น	4	กรัม	2.70
กลิ่นวานิลลา	4	กรัม	2.70

วิธีการผลิต

นำส่วนผสมทั้งหมดบรรจุลงถุงฟอยล์ ขนาด 5×7 นิ้ว โดยมีการแบบ Vacuum Packaging (VP) ถุงละ 148 กรัม เมื่อนำมาทำเครปสำหรับรับประทาน ผสมแป้งในถุง 148 กรัม, ไข่ 140 กรัม, เนยเค็มละลาย 35 กรัม และนมสด 250 กรัม เข้าด้วยกัน โดยทำการผสมของแห้งลงในของเหลว ขึ้นรูปเป็นแผ่นเครป ซึ่งสามารถผลิตได้ประมาณ 6 ชิ้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.0 ± 0.02 นิ้ว น้ำหนัก 200 ± 3.44 กรัม/แผ่น

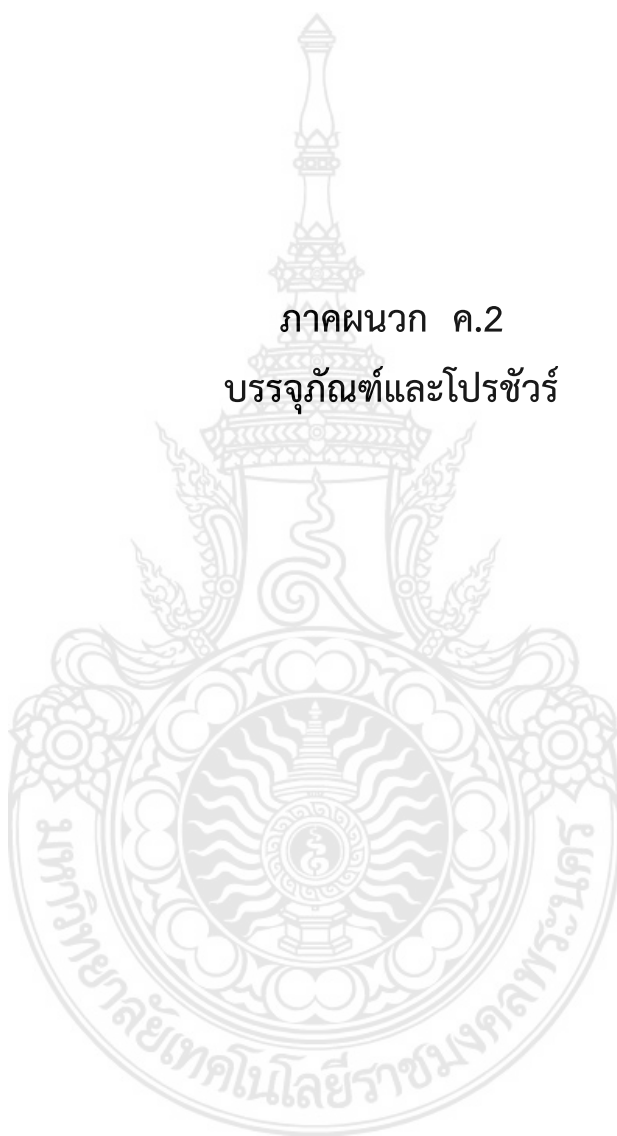


ภาพที่ ค.1 แสดงผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน



ภาพที่ ค.2 แสดงภาพเครปจากผลิตภัณฑ์แป้งเครปกึ่งสำเร็จรูปชนิดผงจากแป้งเม็ดขนุน

ภาคผนวก ค.2
บรรจุภัณฑ์และโปรচার์







ภาคผนวก ง.1

สูตรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต
เฟล็ค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน

วิธีทำ เฟล็ค (flake) ซีเรียล

วัตถุดิบ	อัตราส่วน แป้งเม็ดขนุน : แป้งสาลี
	50 : 50
แป้งเม็ดขนุน	25.58
แป้งสาลี	25.58
นมผง	10.23
น้ำตาลทราย	5.58
ผงฟู	0.48
น้ำ	32.55

ขั้นตอนการทำเฟล็ค (flake) ซีเรียล



ชั่งส่วนผสม

ละลายนมผง น้ำตาล เกลือ ในน้ำ ตามอัตราส่วนที่เตรียมไว้

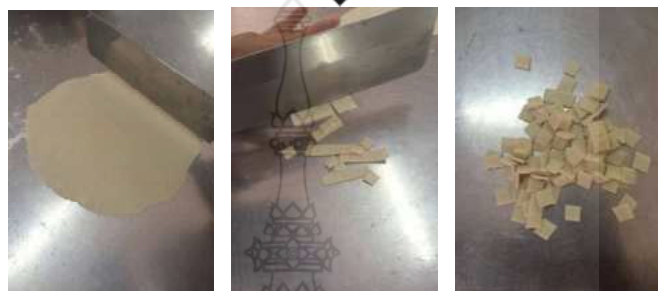


ใส่แป้งเม็ดขนุนและแป้งสาลี ในส่วนผสมที่ละลายไว้ ผสมจนเข้ากัน





นวดแป้งที่ได้จนเนื้อเนียน ใช้ไม้คลึง รีดแป้งที่นวดได้



ตัดแผ่นแป้งที่รีดไว้ ให้ได้ขนาด 1.5x1.5 เซนติเมตร



จัดเรียงลงบนถาด

อบด้วยตู้อบเบเกอรี่ ที่อุณหภูมิ 130 ใช้เวลา 20 นาที



แผนภาพที่ ง. 1 แสดงกรรมวิธีการผลิตเฟล็ค (flake) จากเม็ดขนุน

วิธีทำซีเรียลบาร์

วัตถุดิบ	ปริมาณ แปะแซ	
	กรัม	%
แปะแซ	50	34
น้ำ	20	13.6
น้ำตาล	10	6.8
ซีเรียล	25	17.0
มะเขือเทศอบแห้ง	6	4.0
เมล็ดฝักทอง	8	5.44
ถั่วงอก	25	17.00
งาดำ	3	2.16

ขั้นตอนการทำซีเรียลบาร์



ส่วนผสม



นำแปะแซ น้ำ ลงกระทะทองเหลือง เปิดไฟอ่อน ใช้เวลา 4 นาที





นำส่วนผสมที่เหลือ ใส่ลงในถ้วยผสมให้เข้ากัน
 นำแบะแซที่เคี้ยวได้ เทลงส่วนผสม ปริมาณ 20 กรัม และผสมให้เข้ากัน

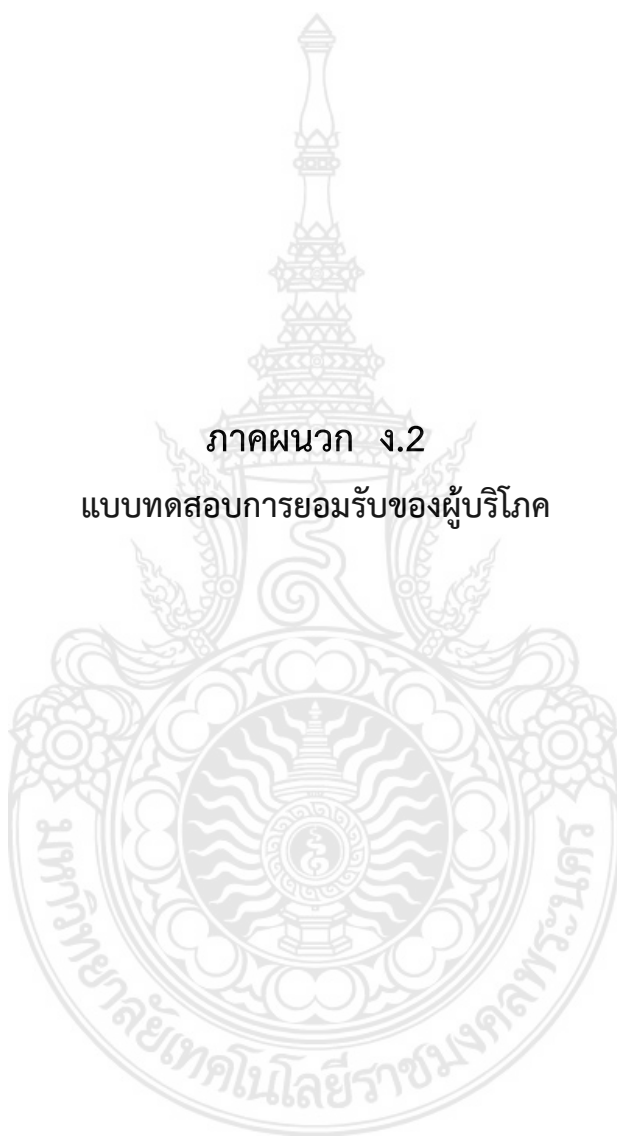


ใส่ลงในพิมพ์ ทิ้งไว้ 40 นาที และนำมาตัดเป็นแท่ง



แผนภาพที่ ง. 2 แสดงกรรมวิธีการผลิตซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเม็ดขนุน

ภาคผนวก ง.2
แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค



แบบสอบถาม
การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซีเรียล

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ซีเรียล
2. แบบสอบถามฉบับนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้
 - ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของผู้บริโภค
 - ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภค
 - ส่วนที่ 3 ข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์
3. แบบสอบถามฉบับนี้ใช้สำหรับการหาข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัย ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ตามความเป็นจริง ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยครั้งนี้

คำอธิบาย : ผลิตภัณฑ์ซีเรียลเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมมาจากแป้งเมล็ดขนุน ที่มีขนาด 1.5x1.5 เซนติเมตร

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ ที่นี้
สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชุดที่.....

คำแนะนำ กรุณาเติมเครื่องหมาย ✓ ในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค

1. เพศ

() ชาย

() หญิง

2. อายุ

() น้อยกว่า 15 ปี

() 15 - 24 ปี

() 25 - 34 ปี

() 35 - 44 ปี

() 45 - 54 ปี

() มากกว่า 54 ปี

3. การศึกษา

() ประถม

() มัธยม

() ปริญญาตรี

() มากกว่าปริญญาตรี

5. อาชีพ

() นักเรียน/นักศึกษา

() รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ

() พนักงานบริษัทเอกชน

() ประกอบธุรกิจส่วนตัว

() แม่บ้าน/พ่อบ้าน

() อื่นๆ โปรดระบุ

6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

() น้อยกว่า 5,000 บาท

() 5,000 - 7,500 บาท

() 7,501 - 10,000 บาท

() 10,001 - 15,000 บาท

() 15,001 - 20,000 บาท

() มากกว่า 20,000 บาท

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภค

7. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ซีเรียลใช่หรือไม่

() ใช่

() ไม่ใช่

8. ปกติท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ซีเรียลบ่อยแค่ไหน

() ทุกวัน

() วันเว้นวัน

() ทุกสัปดาห์

() ทุก 2 สัปดาห์

() ทุกเดือน

9. ท่านรับประทานซีเรียล เพราะอะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() รสชาติ

() ราคา

() ประโยชน์

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ ซีเรียล

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

- | | | |
|------------------|--------------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 6 = ชอบเล็กน้อย | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 8 = ชอบมาก | 5 = เฉยๆ | 2 = ไม่ชอบมาก |
| 7 = ชอบปานกลาง | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่น	
รสชาติ	
ลักษณะเนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ผลิตภัณฑ์ ซีเรียลในนม

คำแนะนำ นำซีเรียลใส่ลงในนม คน2-3ครั้ง และทดสอบชิมทันที ทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้ว ให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

- | | | |
|------------------|--------------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 6 = ชอบเล็กน้อย | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 8 = ชอบมาก | 5 = เฉยๆ | 2 = ไม่ชอบมาก |
| 7 = ชอบปานกลาง | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่น	
รสชาติ	
ลักษณะเนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

11. ผลิตภัณฑ์ซีเรียลเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่

() ยอมรับ

() ไม่ยอมรับ

12. หากมีผลิตภัณฑ์ซีเรียลวางจำหน่ายท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

() ซื้อม

() ไม่ซื้อ

() ไม่แน่ใจ

13. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ซีเรียล ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิ 25 กรัม/กล่อง ควรราคาเท่าไร

() 10 บาท

() 15 บาท

() 20 บาท

() 25 บาท

ภาคผนวก ง 3

บรรจุภัณฑ์และโปรซัวร์



ซีเรียลบาร์จากซีเรียลเมล็ดขนุน

ผู้วิจัย อาจารย์เกรกรินทร์ เพ็ชรรัตน์

บทคัดย่อ

ชนิดของเมล็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน ได้แก่ แป้งเมล็ดขนุน และเมล็ดขนุนทั้ง และ กรรมวิธีการขึ้นรูป ซีเรียลขนุน 2 วิธีได้แก่ อบ และนึ่ง พบว่าการเตรียมเมล็ดขนุน ต่างกันทำให้ซีเรียลเมล็ดขนุนมีค่าคุณภาพด้านค่าความชื้นและ ค่าวอเตอร์แอคทีวิตีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) พบว่าแบบนึ่งมี ค่าทั้งสองอย่างสูงกว่าแบบอบ แต่กรรมวิธีการเตรียมขนุนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงเลือกกรรมวิธีการเตรียมขนุนแบบ ทำเป็นแป้งเมล็ดขนุนจากนั้นนำมาขึ้นรูปด้วยวิธีการอบทำให้ ซีเรียลเมล็ดขนุนเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพร้อมกันมี คะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก จากนั้นศึกษาอัตราส่วนแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งสาลีพบว่าที่อัตราส่วน แป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ซีเรียลจากแป้งเมล็ดขนุนจะมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของซีเรียลจากแป้ง เมล็ดขนุนมีค่าลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยซีเรียลจากแป้งเมล็ดขนุนอัตราส่วนแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้ง สาลี 50:50 ซีเรียลจากแป้งเมล็ดขนุน มีคะแนนความชอบเฉลี่ย ในด้านลักษณะปรากฏ สี รส และความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ใน

ระดับชอบมาก จากนั้นนำซีเรียลจากแป้งเมล็ดขนุนมาทำ ซีเรียลบาร์โดยศึกษาอัตราส่วนแบบและที่ใช้ 3 ระดับ พบว่า ซีเรียลบาร์จากซีเรียลแป้งเมล็ดขนุนที่ปริมาณแบบและ 50 นั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงสุดอยู่ในระดับชอบมากแตกต่างแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการทดสอบผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคทั้งเพศชายและหญิง อายุอยู่ในช่วง 25 ถึง 34 ปี เป็นนักเรียนนักศึกษาร้อยละ 54 มีรายได้ 5000 ถึง 7500 บาทต่อเดือน โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคเคยรับประทานซีเรียลบาร์ รับประทานมูกสปีด้าร้อยละ 52 โดยผู้บริโภคให้การยอมรับ ผลิตภัณฑ์ร้อยละ 98 และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 84 โดยให้ ราคา 15 บาท

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้เมล็ดขนุนกับ ผลิตภัณฑ์ซีเรียล
2. เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากซีเรียล เมล็ดขนุน
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์จากซีเรียลเมล็ดขนุน

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาชนิดของเมล็ดขนุนและกรรมวิธีการขึ้นรูปซีเรียลขนุน ได้แก่ แป้งเมล็ดขนุน และเมล็ดขนุนทั้ง และ กรรมวิธีการขึ้นรูป ซีเรียลขนุน 2 วิธีได้แก่ อบ และนึ่ง นำซีเรียลขนุน มาวิเคราะห์ผล การทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in

Randomized Completely Block Design-RCBD นำซีเรียลขนุน วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี ค่าวอเตอร์ แอคทีวิตี (aw) จากนั้นซีเรียลขนุนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้ คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale

2. ศึกษาอัตราส่วนของปริมาณเมล็ดขนุน แป้งสาลีที่เหมาะสม 3 ระดับ 50 : 50 60 : 40 และ 70 : 30 นำซีเรียลขนุน มาวิเคราะห์ ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in Randomized Completely Block Design-RCBD นำซีเรียลขนุน วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เช่นเดียวกับข้อที่ 1 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุด

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อ ผลิตภัณฑ์ซีเรียลขนุนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อ ผลิตภัณฑ์ซีเรียลขนุนโดยการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ไปทดลอง ตลาด (Consumer test) ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค โดยใช้ แบบสอบถาม กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 100 คน แบบ Central Location test (CLT) เพื่อศึกษาแนวโน้มการตลาด การกำหนดราคาเพื่อทราบถึงแนวโน้มในการยอมรับผลิตภัณฑ์ และต้นทุนการผลิต

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซีเรียลขนุนและเปรียบเทียบกับ ซีเรียลขนุนในท้องตลาดในยี่ห้อที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียง นำ ผลิตภัณฑ์ซีเรียลขนุนในสูตรที่ดีที่สุด มาทำการทดสอบคุณภาพและ นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

5. การศึกษาปริมาณแบบและในซีเรียลบาร์จากซีเรียลเมล็ดขนุน 3 ระดับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเพิ่มความหลากหลายและคุณค่าทาง โภชนาการในผลิตภัณฑ์ซีเรียล
2. สามารถเพิ่มมูลค่าของขนุนตกเกรด
3. เพิ่มรายได้แก่ชุมชนและภาคเอกชน

ส่วนประกอบซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเมล็ดขนุน

แบบและ	34
น้ำ	13.6
น้ำตาล	6.8
ซีเรียล	17.0
มะเขือเทศอบแห้ง	4.0
เมล็ดผักทอง	5.44
ถั่วทอง	17.0
งาดำ	2.16

กรรมวิธีการผลิต



คณะเทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ซีเรียลบาร์จากซีเรียลเมล็ดขนุน

ผู้วิจัย

อาจารย์เกรกรินทร์ เพ็ชรรัตน์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
ที่อยู่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวังใหม่ เขตดุสิต
กรุงเทพมหานคร 10300 โทร 02- 281-9756-8
เว็บไซต์ www.mutp.ac.th

ภาพที่ 1 แสดงบรรจุภัณฑ์ฟลેค (flake) ซีเรียลบาร์ (cereal bar) จากเมล็ดขนุน

ส่วน ค ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร

(ภาษาอังกฤษ) Miss DUANGKAMOL TUNGSATITPORN

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1 9204 00018 17 9

3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 168 ถนนศรีอยุธยา
แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ. 10300 โทรศัพท์ 0-2281 9231-4 ต่อ 6201 โทรสาร
0-2282-4490

E-mail : duangkamol.t@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คศ.บ./อาหารและโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร	2550
ปริญญาโท	วท.ม./พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2553

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) พัฒนาผลิตภัณฑ์ สาขาวิทยาศาสตร์เคมีอาหารและเคมีอาหาร

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

7.1 ผลงานวิจัย

ชื่อผลงาน	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว		
- โครงการแปรรูปพาสต้าจากข้าวหอมมะลิอินทรีย์	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2551
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยโดยการใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2553
- โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารจากกล้วย	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2554
- คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2554
- การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากเส้นใยกล้วยสำหรับบรรจุ	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2554

ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป		
โครงการวิจัยและเป็นผู้รับผิดชอบหลักของโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาภูมิสมุนไพรรักษาโรค : ลดการอักเสบและดับ กลิ่นปาก	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2555
งานวิจัยที่กำลังทำ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากกากมะพร้าวที่เหลือใช้	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2556

ส่วน ค ประวัติคณะผู้วิจัย

- ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) นาง เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์
(ภาษาอังกฤษ) Mrs. KASARIN PEDCHARAT
- เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1016 006 79 62 9
- ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย
หัวหน้าสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวรจักรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ. 10300
โทรศัพท์ 0-2281-9231-4 ต่อ 2410
โทรสาร 0-2282-4490
e-mail : kassarini.m@rmutp.ac.th
- ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	วท.บ./พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2538
ปริญญาโท	วท.ม./พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2546

- สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) เกษตรและชีววิทยา
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผลงานวิจัย

ชื่อผลงาน	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
- โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงเพื่ออุตสาหกรรมส่งออก	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2549-2550
- โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมส่งออก	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2550-2551

- เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหอมนิลเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2550-2551
- โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดบัวเพื่ออุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ	หัวหน้าโครงการ โครงการวิจัย	2552
- คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ	หัวหน้าโครงการ โครงการวิจัย	2554
- โครงการการประยุกต์ใช้ข้าวกล้องงอกในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน	หัวหน้าโครงการ โครงการวิจัย	2554
- โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมสมุนไพรไทยพื้นบ้าน:ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก	หัวหน้าโครงการ โครงการวิจัย	2555
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารจากกล้วย	ผู้ร่วมวิจัย โครงการวิจัย	2554 – 2555
งานวิจัยที่กำลังทำ - โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากกากมะพร้าวที่เหลือใช้	หัวหน้าโครงการ โครงการวิจัย	2556



5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต/เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2535

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิชาการ วิทยาศาสตร์กายภาพและคณิตศาสตร์

กลุ่มวิชา สถิติ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผลงานวิจัย

ชื่อผลงานวิจัย	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
โครงการวิจัยเรื่องการศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำคั้นเปลือกสับปะรด	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2546 - 2547
โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงสำเร็จรูปเพื่อการส่งออก	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2549 - 2550
โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหอมนิล เพื่ออุตสาหกรรมอาหาร	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2550 - 2551
โครงการวิจัยเรื่องการศึกษาจิตวิทยาที่มีผลต่อผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นเลียนราง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2551
โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากปลาน้ำจืดเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณเงินรายได้คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์/2551
โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากปลานิลเพื่อพัฒนาอาชีพของชุมชนในจังหวัดลพบุรี	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณภายนอก/2551 (โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ของ เครือข่ายวิจัยเครือข่ายอุดมศึกษาภาคกลางตอนบน)
โครงการวิจัยเรื่องการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แกะสลักเพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2552
โครงการวิจัยเรื่องต่อยอดการพัฒนาผลิตภัณฑ์	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2552

อาหารแปรรูปจากปลาน้ำจืดเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี		
ชื่อผลงานวิจัย	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องเสริมทักษะการเรียนรู้พญานาฬนาเบรลล์ไทย	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณเงินรายได้คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ/2552
โครงการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของคณะเทคโนโลยี-คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณเงินรายได้คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์/2553
โครงการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ข้าวกล้องงอกในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2554
โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารจากกล้วย	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2554
โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาอุปกรณ์การเรียนรู้แผนที่ประเทศไทย สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการเห็น	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2554
โครงการวิจัยคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณเงินรายได้คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์/2554
โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารจากกล้วย	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2555
โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาลูกอมสมุนไพรไทย พื้นบ้าน : ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2555
โครงการวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกรณีศึกษา : เฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียม	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2555
โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากกากมะพร้าวที่เหลือใช้	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2556
โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาปัจจัยในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ยั่งยืน : กรณีศึกษาการใช้สีและวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่สื่อถึง	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2556

ประโยชน์ใช้สอยเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม		
โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาแผ่นวีเนียร์จาก ซี่เลื่อยไม้เพื่อการตกแต่งเครื่องเรือนในที่พักอาศัย	ผู้ร่วมวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2556
ชื่อผลงานวิจัย	สถานภาพ	แหล่งทุน/ปี
โครงการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เปลือกแตงโมใน ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและขนมหวาน	หัวหน้า โครงการวิจัย	งบประมาณรายจ่าย/2557

7.2 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับชาติ

วลัย หุตะโกวิท และคณะ. 2550. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงสำเร็จรูปเพื่ออุตสาหกรรม
การส่งออก.” วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 1, 1 (พฤษภาคม) : 9-20.

วลัย หุตะโกวิท และคณะ. 2552. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพิ่มมูลค่าจากปลาน้ำจืด.”
วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 3, 2 (กันยายน) : 197-208.

วลัย หุตะโกวิท และคณะ. 2552. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าชนิดแผ่น และกรวย
ไอศกรีมจากข้าวหอมนิล.” วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 3, 2 (กันยายน)
: 209-221.

ประชา พิจักขณา และคณะ. 2552. “การศึกษาจิตวิทยาสีที่มีผลต่อผู้ที่มีความบกพร่อง
ทางการมองเห็นเลือนราง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ.” วารสารวิชาการและวิจัย
มทร.พระนคร. 3, 2 (กันยายน) : 136-145.

การประชุมวิชาการระดับชาติ

วลัย หุตะโกวิท, วาสนา ขวัญเงิน, เกศรินทร์ มงคลวรารณ, น้อมจิตต์ สุธิบุตร, เจตนิพัทธ์
บุญยสวัสดิ์, และนพพร สุกุลยีนงสุข. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องแกงสำเร็จรูปเพื่อ
อุตสาหกรรมส่งออก. การประชุมวิชาการราชชมภววิชาการครั้งที่ 1 ณ โรงแรมธรรมรินทร์ ธนา จังหวัด
ตรัง. 7-29 สิงหาคม 2551.