การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าชนิดแผ่น และกรวยไอศกรีมจากข้าวหอมนิล
Development of Sliced Breakfast and Ice Cream Cone from Khao Hom Nil

วลัย หุตะโกวิท[1] บุษรา สร้อยระย้า[1] ชญาภัทร สุทธิมิตร[3] เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์[2]*
น้อมจิตต์ สุธีบุตร[2] สุพรรณิการ์ โกสุม[3] เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์[3] และนพพร สกุลยืนยงสุข[2]

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร กรุงเทพฯ 10300
[2]อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร กรุงเทพฯ 10300
[3]อาจารย์ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร กรุงเทพฯ 10300

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหอมนิลเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร ได้ดำเนินการวิจัยผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ อาหารเช้าชนิดแผ่น และกรวยไอศกรีม โดยการวิเคราะห์คุณภาพของแป้งข้าวหอมนิล พบว่า องค์ประกอบของแป้งที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตด้วยวิธีการโม่เปียก และโม่แห้งนั้น เหมาะกับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน แป้งที่ผ่านการโม่เปียกมีลักษณะเหมาะกับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าชนิดแผ่นจากข้าวหอมนิล สูตรที่ใช้อัตราส่วนปริมาณแป้งข้าวหอมนิลต่อปริมาณแป้งข้าวโพดที่ 30 : 30 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุด โดยผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีลักษณะที่แห้ง กรอบ โดยมีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณของเยื่อใยสูงกว่า เทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นที่ขายในท้องตลาด ส่วนกรวยไอศกรีมจากข้าวหอมนิลสามารถใช้แป้งข้าวหอมนิลทดแทนแป้งสาลี 100% อัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำตาลทรายป่นต่อเนยขาวในการผลิต เท่ากับ 14% และ 10% ได้กรวยไอศกรีมมีค่าสีน้ำตาลที่รับการยอมรับสูงที่สุดทุกด้าน โดยมีคะแนนความชอบในระดับชอบปานกลาง จากการนำผลิตภัณฑ์ มาวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และความชื้น พบว่ามีปริมาณต่ำ ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

Abstract

Development Project of food products from Khao Hom Nil for food industry aimed to conduct food recipe and food processing which consisted of Khao Hom Nil sliced breakfast and Khao Hom Nil ice cream cone. As for Khao Hom Nil sliced breakfast, Khao Hom Nil flour to corn flour ratio was 30:30 and it was the most accepted for all attributes. The product obtained was dry, crispy but lower puffing capacity than other products sold in markets. It also gave higher nutritional value when compared to other instant breakfast in markets in that it gave high fiber. As for Khao Hom Nil ice cream cone, powdered sugar to shortening ratio was 14%:10% and the product obtained was the most accepted. Determination of water activity and moisture content was at low level. This helped long-shelf life food.

คำสำคัญ : แป้งข้าวหอมนิล อาหารเช้าชนิดแผ่น กรวยไอศกรีม
Keywords : Khao Hom Nil Flour, Sliced Breakfast, Ice Cream Cone

ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ kasarinmong@hotmail.com โทร 0-2282-9531 ต่อ 6201

1. บทนำ

ประเทศไทยส่งออกข้าวปริมาณมาก แต่ส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวเพียงเล็กน้อย เช่น การส่งออก ในปี พ.ศ. 2548 ส่งออกข้าวรวม 4,281,837.77 ตัน แต่ส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าวเพียง 117,117 ตัน คิดเป็น 1.8% ของปริมาณส่งออกข้าวเป็นหลัก โดยนำรายได้เข้าประเทศ 2,630 ล้านบาท หรือเป็น 3.0% ของมูลค่าข้าวส่งออก (ส่งออกข้าวรวมมีมูลค่า 51,541.53 ล้านบาท) ผลิตภัณฑ์ข้าวส่งออก ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวอื่น ๆ และผลิตภัณฑ์เส้น เช่น เส้นหมี่และก๋วยเตี๋ยว เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้อยกว่าการส่งออกข้าว แต่เมื่อคำนวณเป็นราคาต่อตันพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวมีราคาสูงกว่าข้าวอย่างเด่นชัด โดยมีราคา 22,460 บาท/ตัน ในขณะที่ราคาข้าวมี 13,270 บาท/ตัน แม้ในกลุ่มข้าวคุณภาพดีก็ยังคงมีราคาต่ำกว่าราคาผลิตภัณฑ์ ดังนั้นหากสามารถพัฒนาแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ย่อมเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวให้สูงขึ้น อีกทั้งการที่ประเทศไทยนำเข้าแป้งสาลีเพื่อนำมาทำอาหารปริมาณมาก ทำให้ประเทศไทยยิ่งขาดดุลการค้าเพิ่มขึ้น หากประเทศไทยสามารถที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปข้าวเพื่อลดการนำเข้าแป้งสาลียิ่งช่วยประเทศลดการขาดดุลทางการค้า แต่การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวก็มีหลากหลายเนื่องจากข้าวมีคุณสมบัติของแป้งแตกต่างกัน โดยแบ่งจากปริมาณอะไมโลส เช่น ข้าวเหนียว มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ดังนั้นการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์จึงมีหลากหลาย ผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมสามารถพัฒนาจากข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ ข้าวนึ่ง เส้นหมี่ บะหมี่ ข้าวบรรจุกระป๋อง เป็นต้น

ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงเห็นควรทำวิจัยเพื่อมุ่งสร้างอาหารจากข้าวหอมนิล โดยคำนึงถึงอาหารหรือขนมที่นิยมรับประทานที่ส่วนใหญ่มีปริมาณการใช้แป้งสาลีมาก โดยใช้ปริมาณแป้งข้าวทดแทน เพื่อสร้างความหลากหลาย และลดการใช้แป้งสาลี โดยคำนึงถึงการคัดเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของแป้งข้าวหอมนิลที่ศึกษาได้ รวมถึงรสชาติ เนื้อสัมผัส และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาวิธีการโม่แป้ง จากนั้นนำแป้งที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม แล้วศึกษาอายุการเก็บรักษาอาหารจากข้าวหอมนิลที่พัฒนาได้ และศึกษาภาชนะบรรจุที่เหมาะสมในการบรรจุอาหารจากข้าว และเพื่อนำความรู้และเทคโนโลยีที่พัฒนาได้มาถ่ายทอดสู่ชุมชน ภาคเอกชน และสถานประกอบการ เพื่อให้คนไทยได้บริโภคอาหารจากข้าวที่มีคุณภาพ สร้างให้อาหารจากข้าวมีมาตรฐานเพื่อเพิ่มปริมาณการส่งออก แต่ยังคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของอาหาร ให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล

2. วิธีการทดลอง

2.1 ศึกษาปริมาณผลผลิตของแป้งจากวิธีการโม่แห้ง และโม่เปียก มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 กรรมวิธีการโม่แห้ง

2.1.1.1 นำข้าวมาทำการแยกสิ่งสกปรกโดยวิธีการเป่าลมเพื่อแยกสิ่งเจือปนออก เช่น เศษฟางข้าว

2.1.1.2 นำข้าวมาผ่านกระบวนการบดละเอียด ด้วยเครื่องบด Vitamix

2.1.1.3 ร่อนแป้งผ่านตะแกรงเพื่อแยกส่วนที่เป็นแป้งออกมา ได้เป็นแป้งข้าวหอมนิล

2.1.1.4 ชั่งน้ำหนักแป้งเพื่อหาผลผลิตแป้งที่ได้

2.1.2 กรรมวิธีการโม่เปียก

2.1.2.1 นำข้าวหอมนิลล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ ระหว่างการล้างจะต้องมีการกวนเพื่อให้สิ่งสกปรกออก หลังจากนั้นนำมาแช่น้ำในอัตราส่วน ข้าว : น้ำ เท่ากับ 1 : 2.5 เพื่อให้เมล็ดข้าวอ่อนตัวลง โดยใช้เวลาแช่ 2-4 ชั่วโมง

2.1.2.2 นำข้าวที่ผ่านการแช่ระบายน้ำออกให้สะเด็ดน้ำ นำข้าวผ่านเครื่องโม่หินพร้อมน้ำในอัตราส่วน ข้าว : น้ำ เท่ากับ 2 : 1

2.1.2.3 นำน้ำแป้งเข้าสู่กระบวนการกรองแยกแป้ง โดยผ่านถุงกรองผ้าดิบแยกแป้ง

2.1.2.4 นำแป้งที่ได้แผ่กระจายให้ทั่วถาดเพื่อเข้าสู่เครื่องอบลมร้อน ใช้เวลา 3-5 ชั่วโมง หรือจนกว่าแป้งจะแห้งทั่วถึงกัน

2.1.2.5 นำแป้งที่ผ่านการอบจนแห้งแล้วมาทำการบดละเอียดด้วยเครื่องบดจนแป้งมีลักษณะเป็นผงละเอียด แล้วนำมาทำการร่อนผ่านตะแกรงได้เป็นแป้ง

2.1.2.6 ชั่งน้ำหนักของแป้งข้าวหอมนิลที่ได้ทั้งหมดเพื่อคำนวณร้อยละผลผลิตแป้ง โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละผลผลิตแป้งข้าว} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งข้าว} \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวสาร}}$$

2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบของแป้ง

2.2.1 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ วิเคราะห์ขนาดและโครงสร้างของเม็ดแป้ง วิเคราะห์ความข้นหนืดของแป้ง วัดค่าสีของแป้ง โดยการอ่านค่าสีจาก Munsell book วัดปริมาณวอเตอร์แอคติวิตี้ Water Activity ด้วยเครื่องวัดวอเตอร์แอคติวิตี้

2.2.2 วิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการ (A.O.A.C., 2000)

2.3 ศึกษาการผลิตอาหารเช้าชนิดแผ่นแป้งข้าวหอมนิล

2.3.1 ศึกษาอัตราส่วนปริมาณแป้งข้าวหอมนิลที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์

นำแป้งข้าวหอมนิลแบบโม่เปียก มาศึกษาโดยการกำหนดอัตราส่วนปริมาณแป้งข้าวหอมนิล : แป้งข้าวโพด : แป้งข้าวเจ้าในการผลิตอาหารเช้าชนิดแผ่น 3 ระดับ ได้แก่ 20:40:20, 30:30:20 และ 40:20:20 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก RCBD และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง ให้ผู้ทดสอบชิม 30 คน โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) นำผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance-Anova) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Least Signification Difference-LSD)

2.3.2 ศึกษาคุณภาพของอาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิล

นำสูตรที่พัฒนาได้จากการศึกษาอัตราส่วนแป้งข้าวหอมนิล มาทดสอบดังนี้

2.3.2.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer การวัดค่าสีด้วยสมุด Munsell book of color

2.3.2.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ การวัดค่าความชื้นด้วยเครื่องหาความชื้นแบบอินฟาเรด โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C., 2000)

2.3.2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยวิธีการ pour plate ได้แก่ การทดสอบหาปริมาณยีสต์รา โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (A.O.A., 2000) และการทดสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) โดยใช้ PCA (A.O.A.C., 2000)

2.4 การผลิตกรวยไอศกรีมจากแป้งข้าวหอมนิล

2.4.1 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำตาลทรายป่นต่อเนยขาวในการผลิตกรวยไอศกรีมจากข้าวหอมนิล

โดยดัดแปลงสูตรจาก ขนมปังกรอบ (อี แอล เอส ฟู้ดคลับ, 2535) ใช้แป้งข้าวหอมนิลแทนแป้งสาลีทั้งหมดได้แก่ แป้งข้าวหอมนิล 25%, น้ำตาลทรายป่น 17%, เนยขาว 17%, ไข่ขาว 40% และ วนิลา1 % โดยการวางแผนการทดลองแบบ Factorial 2^2 in RCBD ศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายป่น 2 ระดับ คือ 10 และ 14% และเนยขาว 2 ระดับ คือ 10 และ 14% มี 4 สิ่งทดลอง นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวม โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน / ครั้ง โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) นำผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance-Anova) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range test

2.4.2 ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของกรวยไอศกรีม

2.4.2.1. องค์ประกอบทางกายภาพ

สี ใช้การวัดค่าสีด้วยสมุดเทียบสี Munsell Book โดยนำตัวอย่างกรวยไอศกรีมซึ่งเป็นของแข็งมาบดให้ละเอียด บรรจุในภาชนะบรรจุถ้วยแก้ $^3/_4$ ของถ้วย

ความหนา ใช้ Vernier caliper

ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร Aqua Lab Series 3

2.4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยใช้เครื่อง Infrared Moisture Determination Balance FD – 620

2.4.2.3 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ โดยวิธีการ pour plate ได้แก่ การทดสอบหาปริมาณยีสต์รา โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (A.O.A.C., 2000)

2.4.3 ศึกษาปริมาณก๊าซในการเก็บรักษากรวยไอศกรีม

การศึกษาอัตราส่วนของก๊าซเพื่อยืดอายุ

การเก็บผลิตภัณฑ์ ศึกษาการบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศ โดยใช้ปริมาณก๊าซไนโตรเจน ที่ 100% และศึกษาการบรรจุแบบสุญญากาศ แสดงดังตารางที่ 1 โปรแกรมเครื่องในการบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศและการบรรจุแบบสุญญากาศ นำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การวัดค่า A_w การวัดค่าทางเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น และการวัดค่าทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด ของวันที่ศูนย์หลังการผลิตเสร็จ สุ่มตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตัวอย่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 35°C) นำกรวยไอศกรีมไปทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าสีด้วย Munsell book การวัดค่า A_w การวัดค่าทางเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น และการวัดค่าทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด รอผลวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลโดยใช้ T test แบบ Paired Sample T-Test

ตารางที่ 1 โปรแกรมเครื่องในการบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศและการบรรจุแบบสุญญากาศ

วิธีการ	โปรแกรมเครื่อง				
	Vacuum	Gas	Sela	Soft Air	Cool
การบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศ	11	8.0	2.5	2.0	3
การบรรจุแบบสุญญากาศ	2	8.0	2.5	2.0	3

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการศึกษาปริมาณผลผลิตของแป้งจากวิธีการโม่ 2 วิธี

จากการนำข้าวหอมนิลมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นแป้งข้าว โดยวิธีการโม่เปียกและโม่แห้ง

ตารางที่ 2 ร้อยละของผลผลิตแป้งข้าวหอมนิลที่ได้จากวิธีการโม่เปียกและโม่แห้ง

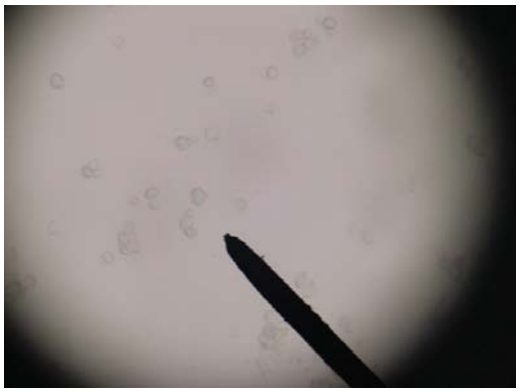
วิธีการโม่	ร้อยละของน้ำหนักแป้งข้าวหอมนิล			
โม่เปียก	64.28	65.43	65.89	65.2b
โม่แห้ง	72.51	75.23	73.86	73.87a

หมายเหตุ : อักษรในแนวตั้งแตกต่างกัน หมายถึง ค่าของผลผลิตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

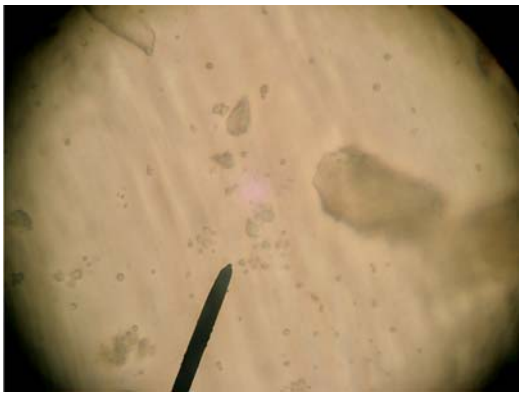
พบว่าวิธีการผลิตเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ร้อยละของผลผลิตแป้งข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 2 โดยวิธีการโม่แห้งจะมีปริมาณร้อยละของผลผลิตสูงกว่าวิธีการโม่เปียก

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของแป้งที่ผ่านการโม่ 2 วิธี พบว่า จากการวิเคราะห์สีของแป้งที่ผลิตด้วย วิธีการโม่เปียกค่าสีที่อ่านได้ คือ 5YR 8/2 สีที่ได้มีลักษณะสีม่วงปนขาว ส่วนแป้งข้าวหอมนิลที่ผลิตโดยวิธีการโม่แห้ง ค่าสีที่อ่านได้ คือ 10YR 6/2 สีที่ได้มีลักษณะสีเหลืองปนสีดำ วิเคราะห์ขนาดและโครงสร้าง

ของเม็ดแป้ง จากการศึกษาลักษณะโครงสร้างอนุภาคของแป้งโม่เปียกและโม่แห้งในข้าวหอมนิลด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่าและทำการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล ลักษณะโครงสร้างอนุภาคของเม็ดแป้งโดยวิธีการโม่เปียกและโม่แห้งของแป้งข้าวหอมนิล เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าลักษณะโครงสร้างภายนอกของเม็ดแป้งที่ทำการโม่เปียกจะมีลักษณะเป็นกลมมนออกเหลี่ยมเล็กน้อย เม็ดแป้งไม่เกาะติดกันแยกออกจากกันอย่างชัดเจน เนื่องจากในการโม่เปียกต้องผ่านขั้นตอนของการแช่น้ำ ล้างน้ำ แยกน้ำออก และทำแห้ง ทำให้ปริมาณส่วนที่ห่อหุ้มเม็ดแป้งลดลง สำหรับแป้งที่ผ่านการโม่แห้งลักษณะที่พบแป้งจะมีรูปร่างกลมเหลี่ยมเล็กน้อย ขนาดแตกต่างกันไป และยังคงเกาะรวมกันเป็นกลุ่ม เนื่องจากแป้งที่ผ่านการโม่แห้งอนุภาคยังมีขนาดใหญ่และการเกาะติดรวมตัวกันอยู่ในอะไมโลส ทำให้เม็ดสตาร์ชไม่แยกออกจากกันอย่างชัดเจน ซึ่งลักษณะโครงสร้างของเม็ดแป้งข้าวหอมนิลที่ได้มีลักษณะคล้ายเม็ดสตาร์ชของแป้งข้าวโพด คือ มีลักษณะกลมเหลี่ยมเล็กน้อย วิเคราะห์ทางเคมี การทดลองศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวหอมนิลแสดงดังตารางที่ 3 พบว่าวิธีการโม่มีผลต่อปริมาณโปรตีน ความชื้น เถ้า เส้นใยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแป้งที่ผ่านการโม่แห้งมีปริมาณโปรตีน ความชื้น เถ้า เส้นใยสูงกว่าแป้งที่ผ่านการโม่เปียก ทั้งนี้เนื่องจากในการโม่เปียกมีการแช่ข้าวในน้ำ ทำให้โปรตีนอัลบูมิน ซึ่งอยู่ที่ชั้นแอลิวโรนที่สามารถละลายน้ำได้อาจละลายออกไป นอกจากนี้การโม่เปียกซึ่งเป็นวิธีโม่ข้าวพร้อมกับน้ำ อนุภาคของข้าวซึ่งมีขนาดเล็กลงมีพื้นผิวสัมผัสและระยะเวลาในการสัมผัสกับน้ำมาก จึงทำให้แป้งโม่เปียกมีปริมาณโปรตีนเหลืออยู่น้อย (สุพัตรา, 2545) ส่วนปริมาณไขมัน คาร์โบไฮเดรต และวอเตอร์แอคติวิตี้ ทั้งกระบวนการโม่เปียกและโม่แห้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



รูปที่ 1 ขนาดและโครงสร้างของเม็ดแป้งข้าวหอมนิลแบบโม่เปียก กำลังขยาย 40 เท่า



รูปที่ 2 ขนาดและโครงสร้างของเม็ดแป้งข้าวหอมนิลแบบโม่แห้ง กำลังขยาย 40 เท่า

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวหอมนิลที่ผ่านการโม่เปียกและโม่แห้ง

ค่าคุณภาพทางเคมี	ร้อยละของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักแป้งข้าวหอมนิลแห้ง	
	โม่แห้ง	โม่เปียก
โปรตีน	9.30a	8.67a
ไขมัน	3.43a	3.47a
เถ้า	1.73a	0.99a
ความชื้น	5.1a	3.6a
เยื่อใย	1.04a	0.93a
คาร์โบไฮเดรต	84.5a	85.9a
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้	0.19a	0.17a

หมายเหตุ : อักษรในแนวนอนแตกต่างกัน หมายถึง ค่าขององค์ประกอบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของแป้งข้าวหอมนิล

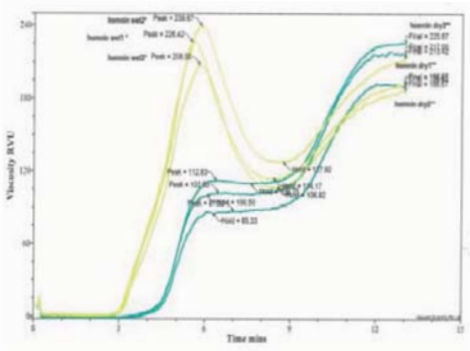
3.2.1 การศึกษาและวิเคราะห์ความหนืดของแป้งข้าวหอมนิล

โดยการวิเคราะห์ความข้นหนืดของแป้งที่ผ่านกระบวนการโม่เปียกและโม่แห้ง พบว่าวิธีโม่มีผลต่อคุณสมบัติทางความหนืดของแป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4 โดยการโม่เปียกมีค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ค่าความคงทนต่อการกวน (Trough) และค่าผลต่างระหว่างความหนืดสูง และความหนืดต่ำสุด (Break down) สูงกว่าการโม่แห้งอาจเนื่องมาจากการโม่แห้งเป็นวิธีที่ทำให้เม็ดสตาร์ชเสียหายมาก ทำให้แป้งมีความหนืดต่ำ และแป้งที่โม่แห้งยังมีปริมาณโปรตีนสูง ซึ่งปริมาณโปรตีนจะไปขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้ง ทำให้มีผลต่อความหนืดของแป้ง แต่การโม่เปียกจะมี Set back, Peak time ต่ำกว่าการโม่แห้ง เมื่อพิจารณาจากค่าที่ได้ ค่า Set back แสดงถึงการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลเมื่อมีการลดอุณหภูมิลง พบว่า การโม่เปียกมีค่า Set back ที่ต่ำแสดงว่าแป้งที่โม่โดยวิธีนี้มีการเกิดรีโทรเกรเดชันต่ำ ส่วนค่าอุณหภูมิการเกิดเจล (Pasting temperature) เป็นอุณหภูมิที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืด ซึ่งความหนืดจะเกิดขึ้นเมื่อน้ำแป้งได้รับความร้อนแล้วเกิดเจลาติไนซ์ (กล้าณรงค์, 2550) จากการวิเคราะห์ไม่สามารถอ่านค่าได้ (Error) และค่าความข้นหนืดสุดท้าย (Final viscosity) วิธีการโม่ไม่มีผลต่อความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่อง RVA ทั้งโม่เปียกและโม่แห้ง

ค่าความหนืด	ร้อยละของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักแป้งข้าวหอมนิลแห้ง	
	โม่แห้ง	โม่เปียก
Peak Viscosity (RVU)	100.89b	224.67a
Breakdown (RVU)	2.36b	108.36a
Setback(RVU)	112.64a	81.25b
Final Viscosity(RVU)	211.17a	797.59b
Trough	98.53b	116.34a
Peak Time	6.62a	5.73b

หมายเหตุ : อักษรในแนวตั้งแตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 3 ความหนืดของแป้งข้าวหอมนิล

3.3 อาหารเช้าชนิดแผ่น

3.3.1 ศึกษาอัตราส่วนปริมาณแป้งข้าว-หอมนิลที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์

พบว่า อัตราส่วนแป้งข้าวหอมนิล : แป้งข้าวโพดในการผลิตอาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่น มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น และความกรอบอย่างมีนัย-สำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 5 โดยปัจจัยด้านสีของอาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นพบว่าการเพิ่มปริมาณข้าวหอมนิลจากอัตราส่วน แป้งข้าวหอมนิลต่อแป้งข้าวโพด 20:40 เป็น 30:30 อาหารเช้าชนิดแผ่นมีคะแนนความชอบด้านสีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิลต่อแป้งข้าวโพดเป็น 40:20 คะแนนความชอบด้านสีลดลงเพราะว่าสีของอาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นมีสีเข้มเกิน ส่วนปัจจัยด้านกลิ่นพบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิลมากขึ้นคะแนนความชอบด้านกลิ่นของอาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิลเพิ่มขึ้น แต่ปัจจัยด้านความกรอบกลับมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมนิล โดยอัตราส่วนปริมาณแป้งข้าวหอมนิลต่อปริมาณแป้งข้าวโพดที่ 30:30 โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุด

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยการวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของอาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิล

คุณลักษณะ	แป้งข้าวหอมนิล : แป้งข้าวโพด		
	20 : 40	30 : 30	40: 20
ความชอบโดยรวม	7.00a	7.47a	7.13a
สี	6.80b	7.53a	6.90b
กลิ่น	6.57b	7.17a	7.07a
รสชาติ	7.03a	7.43a	7.23
ความกรอบ	7.40a	7.80a	7.47ab

หมายเหตุ : อักษรในแนวนอนแตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

20 : 40 30 : 30 40 : 20

รูปที่ 4 อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิล : แป้งข้าวโพด 3 ระดับ

รูปที่ 5 อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิล

3.3.2 ศึกษาคุณภาพของอาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางด้านเคมี และทางด้านจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิลที่พัฒนาได้โดยการตรวจเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาด (อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นรสธรรมชาติ) แสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิลที่พัฒนาแล้ว

คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น	ผลิตภัณฑ์ A
คุณภาพทางกายภาพ		
ค่า water activity	0.320	0.301
ค่าสี	5 YR 3/4	-
คุณภาพทางเคมี		
ความชื้น (ร้อยละ)	1.49	2.6
โปรตีน (ร้อยละ)	6.41	8.1
ไขมัน (ร้อยละ)	2.35	0.3
เยื่อใย (ร้อยละ)	0.92	0.4
เถ้า (ร้อยละ)	3.96	2.9
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	84.87	86.1
คุณภาพ	**ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น**	**ผลิตภัณฑ์ A**
คุณภาพทางจุลินทรีย์		
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ND	-
จำนวนยีสต์และรา (CFU/g)	ND	-

หมายเหตุ : 1. ผลิตภัณฑ์ A เป็นสินค้าที่วางขายตามท้องตลาดทั่วไป
2. ND หมายถึง ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพทางด้านเคมี และทางด้านจุลินทรีย์ของอาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิล เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้กับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นที่ขายในท้องตลาด จะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ที่ขายในท้องตลาด มีค่า water activity ที่สูงกว่า โดยผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีลักษณะที่แห้ง กรอบ ส่วนด้านสีของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้นั้นจะมีสีน้ำตาลคล้ายกับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโก้โก้ ส่วนคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นที่พัฒนาได้กับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นที่ขายในท้องตลาด จะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีปริมาณเยื่อใยสูงกว่า แต่คาร์โบไฮเดรตมีปริมาณน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ขายในท้องตลาด เนื่องจากแป้งข้าวหอมนิลมีคาร์โบไฮเดรตต่ำ ส่วนคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ในการตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์รา นั้น ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ใด ๆ ทั้งสิ้น ที่ระดับการเจือจางที่ 10^{-1} ซึ่งในเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากธัญชาติที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1534-2541) ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1x104 CFU/g จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g ซึ่งทำให้ผู้บริโภคเชื่อมั่นได้ว่าผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปที่พัฒนาได้ มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

3.4 กรวยไอศกรีม

3.4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำตาลทรายป่นต่อเนยขาวในการผลิตกรวยไอศกรีมจากข้าวหอมนิล

จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำตาลทรายป่นต่อเนยขาวในการผลิตกรวยไอศกรีมจากข้าวหอมนิล พบว่า ปริมาณน้ำตาลทรายป่น และปริมาณเนยขาวไม่มีอิทธิพลต่อความชอบด้านกลิ่นของกรวยไอศกรีมข้าวหอมนิล และปริมาณเนยขาวที่ระดับน้ำตาลทรายป่นเดียวกันก็ไม่มีอิทธิพลต่อทุกปัจจัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ปริมาณน้ำตาลทรายป่นมีอิทธิพลต่อปัจจัย สี รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมของกรวยไอศกรีม

จากข้าวหอมนิลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 7 โดยเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายปั่นจาก 10% เป็น 14% กรวยไอศกรีมจะมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกปัจจัยสูง การใช้ปริมาณน้ำตาลทรายปั่นต่ำทำให้กรวยไอศกรีมจากข้าวหอมนิลมีรสชาติจืด น้ำตาลทรายปั่นปริมาณมากทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบ เนื่องจากน้ำตาลทรายเมื่อได้รับความร้อนแล้วเย็นทันทีจะเกิดเป็นของแข็งที่มีลักษณะกรอบร่วน ทำให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย ที่กรวยไอศกรีมที่ทำจากอัตราส่วนของน้ำตาลทรายปั่นต่อเนยขาวเป็น 14% และ 10% ได้รับการยอมรับสูงที่สุดทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในระดับชอบปานกลาง ซึ่งมีผลระดับคะแนนตั้งแต่ 7.50 7.07 7.03 7.67 และ 7.43 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยการวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกรวยไอศกรีมจากข้าวหอมนิล 4 สูตร

คุณลักษณะ	ปริมาณน้ำตาลทรายปั่น(%) : ปริมาณเนยขาว (%)			
	10 : 10	10 : 14	14 : 10	14 : 14
สี	6.75b	6.85b	7.50a	7.25a
กลิ่น	7.00a	7.05a	7.07a	7.25a
รสชาติ	6.53b	6.52b	7.03a	6.87ab
ความกรอบ	6.65b	7.37a	7.67a	7.50a
ความชอบโดยรวม	6.87b	6.98b	7.43a	7.17ab

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของกรวยไอศกรีม

จากการศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ของกรวยไอศกรีม โดยการนำกรวยไอศกรีมที่ดีที่สุด คือ มีอัตราส่วนของน้ำตาลทรายปั่นและเนยขาวเป็น 14% และ 10% มาศึกษาผลที่ได้ดังนี้

3.4.2.1 ผลองค์ประกอบทางกายภาพ

สีของกรวยไอศกรีม ค่าสีที่อ่านได้ คือ 5YR 3/4 สีที่ได้มีสีน้ำตาล แสดงว่ากรวยไอศกรีมมีค่าความสว่างของสีน้อยโดยมีค่า hue เท่ากับ 5YR คือ สีส้มอมแดง value เท่ากับ 3 คือ มีความสว่างน้อย และ chroma เท่ากับ 4 คือ มีความเข้มของสีต่างจากสีที่เป็นกลาง 4 เท่า ดังนั้นจึงปรากฏลักษณะของกรวยไอศกรีมเป็นสีน้ำตาล โดยการเกิดสีดังกล่าว เกิดขึ้นได้จากแป้งข้าวหอมนิลซึ่งมีคุณสมบัติในการให้สีทดแทนการใช้ผงโกโก้ในกรวยไอศกรีมแบบทั่วไป ฉะนั้นความเข้มหรือความสว่างของสีจึงน่าจะขึ้นอยู่กับปริมาณแป้งข้าวหอมนิลที่ใช้ รวมถึงส่วนผสมอื่นที่จะเข้ามามีบทบาทต่อความเข้มของสีด้วยว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด

จากนั้นนำมาวัดค่าทางกายภาพ ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และค่าความชื้น พบว่า กรวยไอศกรีมข้าวหอมนิลที่อัตราส่วนของน้ำตาลทรายปั่นและเนยขาวเป็น 14% และ 10% ที่บรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศ และแบบสุญญากาศ มีปริมาณน้ำอิสระในอาหาร และปริมาณความชื้นในปริมาณต่ำกว่าแบบถุงร้อน โดยมีค่าเท่ากับ 0.478 และ 0.477 และ 2.0 และ 1.9% ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 8 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสม

อาหารแห้งทั่วไปควรมี a_w ต่ำกว่า 0.6 และความชื้นต่ำกว่า 5-10% เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของยีสต์และราในอาหาร ซึ่งจะทำให้เก็บรักษาอาหารได้เป็นเวลานาน (Fennema, 1996)

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์ปริมาณวอเตอร์แอคติวิตี้และค่าความชื้น

	วอเตอร์แอคติวิตี้	ความชื้น(%)
กรวยไอศกรีม	0.502	2.2
ดัดแปลงบรรยากาศ	0.478	1.9
แบบสุญญากาศ	0.477	2.0

3.4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษากรวยไอศกรีม

จากการศึกษาการเก็บรักษากรวยไอศกรีม 2 วิธีการ เมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น แสดงดังตารางที่ 9 ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังคงมีค่าสีอยู่ในเกณฑ์เดิม แต่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า a_w และค่าความชื้น ตลอดจนการเจริญเติบโตมากขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์เมื่อระยะเวลาการเก็บยาวนานแต่ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ กล่าวคือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1 x 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ประเภทขนมปังกรอบ 523/2547)

ตารางที่ 9 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของกรวยไอศกรีม

การเก็บ (สัปดาห์)	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆ				
	สี	aw	ความชื้น	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์รา
สุญญากาศ					
0	5 YR 3/4	0.229	1.4	ND	ND
2	5 YR 3/4	0.257	3.2	ND	ND
4	5 YR 3/4	0.329	3.3	$<3\times10$	ND
6	5 YR 3/4	0.331	3.5	$<4\times10$	ND
ดัดแปลง					
0	5 YR 3/4	0.229	1.4	ND	ND
2	5 YR 3/4	0.284	2.5	ND	ND
4	5 YR 3/4	0.324	2.7	ND	ND
6	5 YR 3/4	0.327	3.0	3.8×10^2	ND

หมายเหตุ : 1. ที่ 0 สัปดาห์ของการบรรจุแบบสุญญากาศ (Vacuum Packaging) และการบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศ (Modified Atmosphere Packaging, MAP) ได้ผลการวิเคราะห์เดียวกัน เนื่องจากใช้ตัวอย่างเดียวกันก่อนการนำไปบรรจุ

2. ND หมายถึง ตรวจไม่พบ

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยการวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของกรวยไอศกรีมที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
สุญญากาศ					
2^{ns}	7.43	7.43	7.07	7.90	7.40
4^{ns}	7.83	7.60	7.63	7.50	7.93
6^{ns}	7.70	7.60	7.60	8.00	7.93
ดัดแปลงบรรยากาศ					
2^{ns}	7.60	7.37	7.40	7.67	7.50
4^{ns}	7.80	7.60	7.33	7.93	7.67
6^{ns}	7.53	7.67	7.57	8.03	7.83

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกรวยไอศกรีมที่เก็บรักษา 2 สภาวะ โดยผ่านการเก็บเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เมื่อทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ยังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งทางด้านความชอบ ทั้งสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางและชอบมากแสดงว่ากรวยไอศกรีมที่บรรจุในสุญญากาศไม่แตกต่างกับบรรจุในสภาวะดัดแปลง ดังนั้นเก็บแบบสุญญากาศจะมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าแบบดัดแปลงที่ต้องใส่อากาศเพิ่มเข้าไป

4. สรุป

จากการศึกษากระบวนการผลิตแป้งข้าวกล้องสีนิลโดยวิธีการโม่เปียกและโม่แห้งที่ส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวกล้องสีนิล พบว่ากระบวนการโม่แห้งมีผลผลิตสูงกว่าการโม่เปียก ผลจากกระบวนการผลิตโดยการโม่เปียกและโม่แห้งส่งผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) **ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าชนิดแผ่นจากข้าวหอมนิล** สูตรที่ใช้อัตราส่วนปริมาณแป้งข้าวหอมนิลต่อปริมาณแป้งข้าวโพดที่ 30:30 โดยกำหนดปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่ 20 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุด โดยผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีลักษณะที่แห้ง กรอบ แต่มีการพองตัวน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ขายในท้องตลาดเล็กน้อย ส่วนคุณค่าทางโภชนาการเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นที่ขายในท้องตลาด พบว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีปริมาณของเยื่อใยสูงกว่า **กรวยไอศกรีมจากข้าวหอมนิล** อัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำตาลทรายป่นต่อเนยขาวในการผลิตเท่ากับ 14% และ 10% ได้รับการยอมรับสูงที่สุดทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในระดับชอบปานกลาง กรวยไอศกรีมมีค่าสีที่อ่านได้ คือ 5YR 3/4 สีที่ได้มีสีน้ำตาล ค่าวอเตอร์-แอคติวิตี้ และค่าความชื้น เท่ากับ 0.486 และ 2.0% ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาสาขาอาหารโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์และทุกคนที่มีส่วนร่วมในงานครั้งนี้ และหวังว่าโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อประชาชน หากผิดพลาดประการใดผู้วิจัยน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

6. เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2550. **เทคโนโลยีแป้ง.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วันดี กฤษณพันธ์ และคณะ. 2541, **สมุนไพรในสวนครัว.** เมดิคัลมีเดีย, กรุงเทพฯ.

ศรีสมร คงพันธ์. 2546. **10 อันดับเมนูอาหารไทยยอดนิยมในต่างประเทศ Thai Skills Road Show 2003 In Berlin.** กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน, กรุงเทพฯ.

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2546. **กระบวนการทาแห้ง.** น. 187-195. ใน จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพัตรา งามอุรุเลิศ. 2540. **ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของสตาร์ชข้าวเหนียว.**

วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ประเภทขนมปังกรอบ 523/2547.

Fennema, O.R. 1996. **Water and Ice, In O.R. Fenema (ed.). Food Chemistry. Marcel Dekker.** Inc., New York. pp. 52-54.