การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากแป้งกล้วย ด้วยเทคโนโลยีเอกซ์ทรูชัน

Development Model of Breakfast Cereal Products which Produce from Banana Flour by Extrusion Technology

รศ. วลัย หุตะโกวิท

รศ. บุษรา สร้อยระย้า

นางสาวชมภูนุช เผื่อนพิภพ

นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงินรายได้ของมหาวิทยาลัย (งบวิจัยสถาบัน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคกลุ่มเด็ก วัยรุ่น และวัยทำงานที่อาศัยอยู่ในเมืองให้ความสนใจบริโภคเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลาเร่งด่วนและเวลาที่มีจำกัด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. เพื่อศึกษาถึงชนิดและพันธุ์ของกล้วยไทยที่สามารถผลิตเป็นแป้งกล้วยที่มีคุณภาพและมาตรฐาน 2. เพื่อศึกษาสูตร และปัจจัยที่สภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตโดยใช้เครื่องเอกซ์ทรูชัน 3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป งานวิจัยนี้วางแผนการทดลองการศึกษาการผลิตอาหารเช้าสำเร็จรูปแบบ CRD งานวิจัยมีตัวแปรคงที่ คือ $CaCo_3$ ร้อยละ 1 ส่วนตัวแปรผันแปร คือ อัตราส่วนระหว่างแป้งกล้วยกับเกล็ดข้าวโพดที่ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 50:50 40:60 และ 30:70 โดยที่อัตราส่วนร้อยละ 30:70 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีอัตราการพองตัวพอดี คือ และศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายที่ 3 ระดับ คือ 0 3 และ 6 กรัม ซึ่งที่ 3 กรัม ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9 Points Hedonic Scale มากที่สุด ซึ่งทุกคุณลักษณะมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก คุณลักษณะของสี 7.37$\pm$ 0.01, ความกรอบ 7.33$\pm$ 0.01 และความชอบโดยรวม 7.70$\pm$ 0.01 โดยเฉพาะกลิ่น 7.63$\pm$ 0.01, และรสชาติ 7.38$\pm$ 0.03 มีความแตกต่างกับน้ำตาลทรายที่ 0 และ 6 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p<0.05$) ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ กับผู้บริโภค จำนวน 80 คน วิธี Central Location Test พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับคิดเป็นร้อยละ 88.00 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 70, อายุระหว่าง 18-27 ปี ร้อยละ 88, การศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 81, เป็นนักเรียนและนักศึกษา ร้อยละ 81, และมีรายได้ < 5,001 บาท ร้อยละ56 งานวิจัยนี้ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปผลิตด้วยเทคโนโลยีเอกซ์ทรูชั่น ด้วยเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว ความเร็วสกรู 168 rpm, อุณหภูมิบาร์เรล์ 135 $^{\circ}$C, 380 Volt, 85 amp, เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าแปลน 2 mm., ความเร็วใบมีด 95 rpm มี 2 ใบมีด และกำลังการผลิตของเครื่อง 14.4 kg/hr ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า a_w 0.34±0.02, ค่าสี L* (ความสว่าง) 60.41 ± 0.16 , a* (สีแดง)1.19 ± 0.02 ,และ b* (สีเหลือง)15.26 ± 0.16, อัตราการพองตัว 1.69±0.01, ค่าความหนาแน่น 0.15±0.001, คุณภาพทางเคมี ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ6.60 ± 0.16 , 7.88 ± 0.16 , 0.07 ± 0.16 , 1.85 ± 0.16 , 1.31 ± 0.16 และ 82.3 ± 0.16 และมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค รวมถึงค่ายีสต์และราอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป แป้งกล้วย เทคโนโลยีเอกซ์ทรูชั่น

Abstract

Instant Breakfast cereal (IBC) is very popular and has increase tendency the target group in worldwide such as children, teenager, and adult which live in central city. In this study has aimed to, 1.) to study for type and species of the Thai banana which produce to the standard and quality banana flour 2.) to study the fix factor of formula and condition by extruder machine 3.) to study the acceptance of consumer about IBC. The study used CRD to design the method and has a stable variable is 1% $CaCo_3$. The part of vary variables are the ratio between banana flour (BF): corn flack (CF) and the amount of grinded sugar (GS). The ratio of BF:CF had 3 levels 50:50 40:60 and 30:70 which the processed condition of IBC at 30:70 had a fit extend ratio. And this research study about the level of GS at 3 levels 0 3 and 6 g. which at 6 g., the IBC had well scores of 7 to 8 (like moderately to like very much; used 9 Points Hedonic Scale method for the sensory test) the characteristic for color was 7.37± 0.01, texture in crisp was 7.33± 0.01 and overall acceptance was 7.70± 0.01. Especially, odor was 7.63± 0.01, and taste was 7.38± 0.03 there were significant differences *($p<0.05$)* with 0 and 6% grinded sugar. IBC was well accepted by consumers, with 88.00% (used the Central Location Test for questionnaire paper survey). Almost, 70% were female, 88% had 18-27 years-old, 81% were student, and 56% had income cash < 5,001 baht/ months. This study used the extrusion technology to produce IBC which the fixed specification fallow as; a speed of single screw was 168 rpm, Barrel temperature was 135 °C, 380 Volt, 85 Amp, a diameter in front of machine was 2 mm., a speed of blade 95 rpm and had 2 pieces. And the capacity was 14.4 kg/hr. Therefore, IBC had a_w 0.34±0.02, ค่าสี L* (Lightness) 60.41 ± 0.16, a* (Red) 1.19 ± 0.02 , และ b* (Yellow)15.26 ± 0.16, %extended ratio1.69±0.01, % bulk density 0.15±0.001. Chemical Properties for %moisture, %protein, %lipid, %fiber, %ash, and %carbohydrate: 6.60 ± 0.16 , 7.88 ± 0.16 , 0.07 ± 0.16 , 1.85 ± 0.16 , 1.31 ± 0.16 และ 82.3 ± 0.16. IBC was found to conform to the microbiological standard of the ministry of Public Health. The Total Plate Count was acceptable whereas both Yeast and Mold.

Keywords: Instant Breakfast Cereal Banana flour Extrusion technology

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูดชั่น สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆแก่ข้าพเจ้า และขอขอบคุณบริษัท เจริญทัศน์ ที่ให้ความช่วยเหลือในกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูดชั่นนี้ด้วย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ ทุกคนที่มีส่วนช่วยในเรื่องการตอบแบบสอบถามรวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านห้องปฏิบัติงานทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ และคณาจารย์ที่ช่วยชิมและให้กำลังใจทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนขอขอบคุณผู้ที่ให้ความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

คณะผู้วิจัยหวังว่าโครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนและผู้ที่สนใจการผลิตอาหารเช้า สามารถทำอาหารเช้าจากแป้งกล้วยโดยใช้เครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยวไปใช้ได้จริง หากผิดพลาดประการใดทางผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	IV
สารบัญภาพ	V
สารบัญแผนภูมิ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและที่มีของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เอกสาร	3
2.2 วัตถุดิบที่ใช้	7
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง	22
3.1 อุปกรณ์และวัตถุดิบ	22
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	24
3.3. สถานที่ดำเนินงาน	28
3.4 ระยะเวลาทำการวิจัย	28
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลการทดลอง	40
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	42
ภาคผนวก ก. สูตรอาหารเช้าจากแป้งกล้วย	43
ภาคผนวก ข. ขั้นตอนกระบวนการผลิตอาหารเช้าจากแป้งกล้วย	45
ภาคผนวก ค. ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	52
ภาคผนวก ง. อุปกรณ์และเครื่องมือ	54
ภาคผนวก จ. แบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินการยอมรับ	57

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายชื่อผู้ประกอบการที่สำคัญและแสดงชื่อตราสินค้า	6
2	องค์ประกอบที่พบจากปริมาณเนื้อกล้วย (plantain) สุก 100 กรัม	11
3	ปริมาณวิตามินที่พบในกล้วยพันธุ์ต่างๆ	12
4	องค์ประกอบทางเคมี แร่ธาตุ และปริมาณวิตามินของผลกล้วยน้ำว้าต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักผลสุก	12
5	ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำในอาหารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร	19
6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำและการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารชนิดต่าง ๆ	20
7	สูตรขนมขบเคี้ยวพื้นฐานที่มีข้าวโพดเป็นองค์ประกอบหลัก	25
8	อัตราส่วนของแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด จำนวน 3 สูตร	25
9	อัตราส่วนของแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด จำนวน 3 สูตร	26
10	ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม จำนวน 3 สูตร	26
11	คะแนนความชอบเฉลี่ยของอัตราส่วนของแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด จำนวน 3 สูตร	30
12	คะแนนความชอบเฉลี่ยของปริมาณน้ำตาลทราย (ขาว) ที่เหมาะสม จำนวน 3 สูตร	31
13	สภาวะการผลิตด้วยเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว(2 กิโลกรัมต่อสูตร)	32
14	คุณภาพทางกายภาพทางเคมีและทางจุลินทรีย์ของอาหารเช้าจากแป้งกล้วยโดยใช้เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว	33
15	ลักษณะข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	35
16	ความคิดเห็นถึงคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปที่ขายในปัจจุบัน	36
17	ความสนใจของผู้บริโภคที่จะนำแป้งกล้วยมาผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วย	37
18	คุณลักษณะของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของอาหารเช้าจากแป้งกล้วย	37
19	การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยที่พัฒนาขึ้น	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงประเภทของอาหารเช้าจากธัญชาติ	5
2	แสดงประเภทของโคล์ดซีเรียล	5
3	แสดงเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว, Collet	15
4	การเคลื่อนที่ของมวลหลอมตั้งแต่เริ่มจนเสร็จกระบวนการผลิต	16
5	ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยโดยใช้เครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยวที่พัฒนาได้	39
6	แสดงขั้นตอนในการเตรียมแป้งกล้วย	46
7	แสดงขั้นตอนในการเตรียมเกล็ดข้าวโพด	49
8	แสดงขั้นตอนการผลิตอาหารเช้าจากแป้งกล้วยโดยใช้เครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยว	50
9	แสดงผลิตภัณฑ์สูตรมาตรฐานหลังการตัดและอบแห้ง 60 °C 30 นาที	51
10	แสดงผลิตภัณฑ์อาหารเช้าในท้องตลาด	53
11	แสดงเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว, Collet	55
12	แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ	56

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตแป้งจากกล้วยน้ำว้า	24
2	ขั้นตอนการเตรียมเกล็ดข้าวโพด	24

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีศักยภาพในการปลูก การดูแลให้กล้วยมีมาตรฐานในการส่งออก แต่ก็ไม่มีผู้ใด ทำการส่งออกจริงจัง การส่งออกจะได้ผลดี ต้องอาศัยองค์ประกอบ อาทิเช่น เกษตรกร พันธ์กล้วยที่ให้ผลิตสูง และผลผลิตมีคุณภาพ ซึ่งอาจจะต้องอาศัยความร่วมมือ จากกน่วยงานอื่นๆ เช่น มหาวิทยาลัย องค์กรของรัฐ เป็นต้น จากการสำรวจของเบญจมาศ ศิลาย้อย และฉลองชัย แบบประเสริฐ เพราะว่า พันธุ์กล้วยในประเทศไทยมีอยู่ 53 พันธุ์ จากเว็บ (http://www.kasetcity.com/data/articledetails.asp?GID=109) การทดลองของณรงค์ สิงห์บุระอุดม พบว่า หากปลูกกล้วยในอัตราปลูก 350 ต้น/ไร่ จมีกล้วยจำนวนมาก เพื่อการส่งออก และมีปริมาณสิ่งที่เหลือใช้จากการส่งออกมากมาย (วรรณา, 2549)

จากความจำเป็นและความสำคัญดังกล่าวสมควรที่จะต้องทำการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากกล้วย โดยการแปรรูปเป็นแป้งกล้วย (banana flour) เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตรและเป็นการสร้างข้อมูล เพื่อนำไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ ที่ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป โดยการใช้เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ เนื่องจากอาหารเช้าเป็นมื้อที่สำคัญที่สุดของวัน เพราะร่างกายจะอยู่ในภาวะขาดน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของร่างกายและสมอง เนื่องจากเราไม่ได้กินอาหารนับจากมื้อเย็นประมาณ 8-12 ชม. ทำให้ร่างกายต้องดงพลังงานที่สะสมไว้มาใช้เพื่อให้ร่างกายทำงานได้ปกติ แต่ไม่นานก็หมดไป ถ้าไม่มีการเพิ่มสารอาหารเข้าไปทดแทน ทั้งนี้ควรคำนึงถึงประโยชน์ของอาหาร ควรใรสารอาหารครบถ้วน ทั้ง คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุต่างๆ ควรให้พลังงาน 20 % ของความต้องการพลังงานทั้งวัน อาหารมื้อเช้าควรให้พลังงานอย่างน้อย 320 กิโลแคลอรี่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงชนิดและพันธุ์ของกล้วยไทยที่สามารถผลิตเป็นแป้งกล้วยที่มีคุณภาพและมาตรฐาน
2. เพื่อศึกษาสูตร และปัจจัยที่สภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตโดยใช้เครื่องเอกซ์ทรูชัน
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. กล้วยที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต คือ กล้วยน้ำว้า ซึ่งพันธุ์ที่เลือกใช้สามารถปลูกได้ในประเทศไทย เช่น พันธุ์ไส้เหลือง พันธุ์ไส้แดง พันธุ์มะลิอ่อง พันธุ์เตี้ย เป็นต้นและมีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี เหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นวัตถุดิบ
2. ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป คือ ธัญชาติและ/ หรือ ธัญพืชอบกรอบ ชนิดเฟลค (Flake)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เหมาะต่อการบริโภคทุกเพศ ทุกวัย
2. เพิ่มมูลค่ากล้วยให้แก่เกษตรกรไทย ที่ปลูกกล้วยจำหน่าย
3. ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปที่ผลิตจากแป้งกล้วยไทย โดยการใช้เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์สามารถจดสิทธิบัตรได้
4. สามารถเผยแพร่ในรูปแบบบทความวิจัยในวารสารระดับชาติและ/ หรือ นานาชาติ

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป

ความเป็นมาของอาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญชาติ เกิดจากความคิดริเริ่มผลิต"อาหารเพื่อสุขภาพ" โดย WK Kellogg และ C.W. Post ในปลายศตวรรษที่ 19 ซึ่งรับผิดชอบในการจัดอาหารมังสวิรัติให้กับชุมชนผู้บริโภคอาหารประเภทนี้ ที่เมืองแบทเทล์อ กรีค(Battle Greek) รัฐมิชิแกน (Michigan) ประเทศสหรัฐอเมริกา ความคิดเกี่ยวกับอาหารเช้าจากธัญชาติของ Kellogg และ Post คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบ มีส่วนผสมของธัญชาติที่สามารถบริโภคได้และย่อยได้ง่าย ซึ่งกระบวนในการผลิตอาหารเช้าจากธัญชาติจะประกอบด้วย การทำให้สุกและการทำให้แห้ง ธัญชาติเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารเช้า ซึ่งความเจริญทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าได้พัฒนามาจากกรรมวิธีการผลิตแบบง่ายๆ คือ การนำเมล็ดพืชมาบดและต้มให้สุก เป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคที่ทำได้ง่ายและประหยัดเวลา จึงมีเทคโนโลยีใหม่ๆเพื่อผลิตอาหารเช้าพร้อมบริโภคเพื่อความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเอกซ์ทรูชั่น(Extrusion) มาแทนการผลิตอาหารเช้าสำเร็จรูปแบบดั้งเดิม ข้อดีของการใช้กระบวนการเอกซ์ทรูชั่น คือ ประหยัดเวลา ประหยัดพลังงาน ลดแรงงานจากคน ทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้ และมีความยืดหยุ่นต่อการใช้วัตถุดิบในสูตรการผลิตสามารถผสมส่วนผสมให้เข้ากันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้งเครื่องมือ นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ตามต้องการ (เรวดี ,2545)

ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากธัญชาติเป็นผลิตภัณฑ์ที่เข้ามามีบทบาทมากขึ้นเพราะสภาพสังคม เศรษฐกิจ ความเจริญทางเทคโนโลยี วัฒนธรรมของชาวตะวันตก สภาพการทำงานที่เร่งรีบ ต้องหันมาบริโภคอาหารเช้าที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถเตรียมบริโภคได้เองที่บ้าน เก็บไว้ได้นาน หาซื้อได้ง่ายตามร้านค้าและห้างสรรพสินค้าทั่วไป(ไพจิตร,2534 อ้างในเรวดี,2545) อีกทั้งอร่อยและมีคุณค่าทางโภชนาการ จึงเป็นที่นิยมบริโภคกับผู้บริโภคทุกเพศทุก (Hill,1995 อ้างในเรวดี,2545)

ในการผลิตอาหารเช้าสำเร็จรูป ธัญชาติที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักได้แก่ ข้าวสาลีร้อยละ 37 ข้าวโอ๊ตร้อยละ 30 ข้าวโพดร้อยละ 22 ข้าวเจ้าร้อยละ 11 (ซึ่งเรียงตามเปอร์เซ็นต์ของความนิยมรับประทาน) (ไพจิตร,2534 อ้างในเรวดี,2545)

2.1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารเช้า ตามพื้นฐานการบริโภคและลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังนี้(Tribelhorn, 1991อ้างในเรวดี,2545)

2.1.1.1 ประเภทดั้งเดิม (Traditional cereal) ต้องใช้เวลาในการต้มก่อนบริโภคประมาณ 5-10 นาที ลักษณะเป็นเมล็ดพืชดิบ เช่น ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต

2.1.1.2 ประเภทสุกทันที(Instant traditional hot cereal) โดยการเติมลงในน้ำเดือดบริโภคทันทีขณะร้อน ลักษณะเป็นเมล็ดธัญชาติที่ผ่านการทำให้สุกแล้ว

2.1.1.3 ประเภทอาหารเช้าสำเร็จรูป(Ready-to-eat cereal) บริโภคได้ทันที เป็นธัญชาติที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยการนำเมล็ดธัญชาติมาทำให้สุก และดัดแปลงรูปร่าง เช่น เป็นแผ่นพองกรอบ หรือ เป็นชิ้น อาจเติมน้ำ น้ำนม หรือโยเกิร์ต ปัจจุบันอาหารเช้าจากธัญชาติประเภทนี้ได้รับความนิยมมากที่สุด

2.1.1.4 ประเภทอาหารเช้าสำเร็จรูปแบบผสม(Ready-to-eat cereal mix) ลักษณะเหมือนประเภทที่ 3 แต่มีส่วนผสมหลายอย่าง เช่นธัญชาติอื่นๆ ถั่วต่างๆ เมล็ดพืชน้ำมัน และผลไม้แห้ง

2.1.1.5 ประเภทอื่นๆ ที่ไม่สามารถจัดอยู่ในประเภทดังกล่าวได้ เนื่องจากมีกรรมวิธีการผลิตและจุดประสงค์การใช้ที่พิเศษ เช่น ประเภทเป็นเม็ด เป็นก้อน หรืออาหารเด็กอ่อน

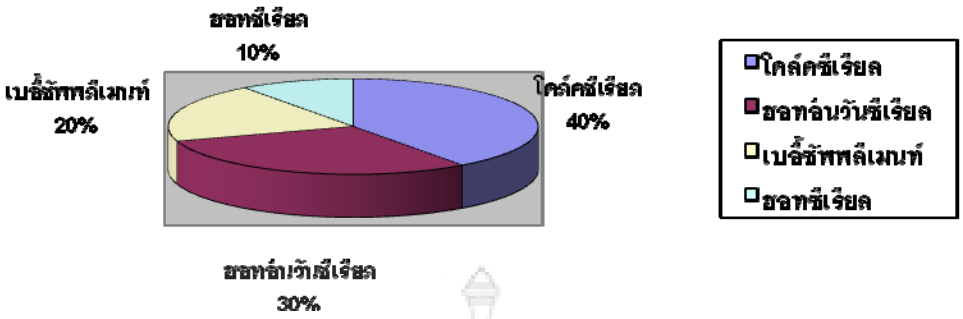
2.1.2 อาหารเช้าจากธัญชาติสามารถแบ่งตามวิธีในการบริโภคได้ 4 ประเภท ดังนี้

2.1.2.1 โคลด์ซีเรียล (Cold cereal) เป็นอาหารเช้าจากธัญชาติที่นิยมบริโภคกับนมเย็น ได้แก่ คอร์นเฟลกส์ โกโครั้นซ์ ฮันนี่สตาร์ และอื่นๆ มีปริมาณการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 40 เมื่อเทียบกับตลาดของอาหารจากธัญชาติทั้งหมด

2.1.2.2 ออลอินวันซีเรียล (All in one cereal)เป็นอาหารจากธัญชาติ นิยมบริโภคโดยผสมกับน้ำอุ่นหรือน้ำร้อน เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผสมนม เช่น เนสวิต้า และอื่นๆ มีปริมาณการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 30

2.1.2.3 เบบี้ซัพพลีเมนท์(Baby supplement)เป็นอาหารจากธัญชาติที่สำหรับเด็กอ่อนที่มีอายุตังแต่ 6 เดือน ถึง 3 ขวบเพราะมีเนื้อละเอียดและรับประทานได้ง่าย โดยรับประทานผสมกับน้ำร้อนหรือดัดแปลงผสมกับน้ำผลไม้ ได้แก่ ซีรีแลค และอื่นๆ มีปริมาณการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 20

2.1.2.4 ฮอทซีเรียล (Hot cereal)เป็นอาหารจากธัญชาติ ที่นิยมบริโภคกับเครื่องดื่มร้อนประเภทต่างๆ อาทิ โกโก้กาแฟ ฯลฯ ซึ่งได้แก่ เควกเกอร์โอ๊ต มีปริมาณการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 10



ภาพที่ 1 แสดงประเภทของอาหารเช้าจากธัญชาติ

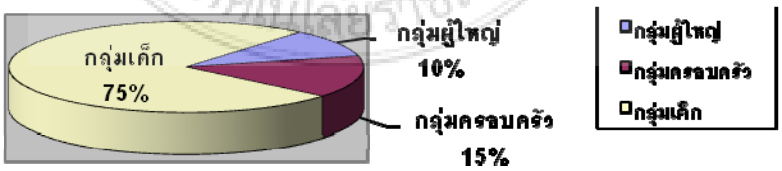
ที่มา: ศูนย์วิจัยข้อมูลเนลสัน(2541)

2.1.3 การแบ่งส่วนครองตลาดของประเภทโคล์ดซีเรียลได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.1.3.1 Child segment เป็นอาหารเช้าจากธัญชาติที่มีกลุ่มเป้าหมายคือ เด็กที่มีอายุตั้งแต่ 6-14 ปี มีรสหวานหรือมีการผสมปรุงแต่งรสเพิ่มเติม เช่น ช็อคโกแลต น้ำผึ้ง โกโก้ และอื่นๆ มีส่วนครองตลาดร้อยละ 75 ของตลาด เช่น โกโก้ครันซ์ ฮันนี่สตาร์ เป็นต้น

2.1.3.2 All- Family segmentเป็นอาหารเช้าจากธัญชาติที่มีกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้บริโภคทุกคนในครอบครัว มีรสจืด เช่น คอร์นเฟลกส์ มีส่วนครองตลาดร้อยละ 15

2.1.3.3 Adult segment เป็นอาหารเช้าจากธัญชาติที่มีกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้ใหญ่ที่ห่วงใยสุขภาพ มีส่วนผสมของผลไม้ เช่น ลูกเกด มะม่วงหิมพานต์ แอปเปิ้ล รวมทั้ง ข้าวพองและลูกเดือย เพื่อเพิ่มใยอาหาร คุณค่าทางโภชนาการและรสชาติ มีราคาสูงที่สุดในกลุ่มโคลด์ซีเรียล มีส่วนครองตลาดร้อยละ 10



ภาพที่ 2 แสดงประเภทของโคล์ดซีเรียล

ที่มา: ศูนย์วิจัยข้อมูลเนลสัน(2541)

อาหารจากธัญชาติมีมูลค่าตลาด 900 ล้านบาท โดยตลาดโคล์ดซีเรียลมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 40 หรือคิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 400 ล้านบาท มีศักยภาพในการเติบโตค่อนข้างสูงเฉลี่ยร้อยละ 10 ต่อปี (คู่แข่งรายวัน,2540) ประเทศไทยมีผู้ประกอบการรายใหญ่ที่ดำเนินงานอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพียง 2 บริษัทด้วยกัน คือ

1. เนสท์เล่ โปรดักส์(ไทยแลนด์) อิน เป็นผู้นำตลาด มีส่วนครองตลาดร้อยละ 50 โดยเป็นผู้นำเข้าสินค้าและจัดหน่ายเอง

2. บริษัท เคลล็อกซ์(ประเทศไทย)จำกัด มีส่วนครองตลาดเป็นอันดับสองร้อยละ 35 โดยมีฐานการผลิตในประเทศไทย และจัดจำหน่ายโดยบริษัทดีทแฮล์ม จำกัดนอกจากนั้นยังมีผู้ประกอบการรายย่อย ได้แก่ บริษัทยอดคุณ จำกัด และบริษัทแซนดอช ดิสทริบิวชั่น จำกัด และอื่นๆ อีกประมาณร้อยละ 15 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 รายชื่อผู้ประกอบการที่สำคัญและแสดงชื่อตราสินค้า

ผู้ประกอบการ	ชื่อตราสินค้า
เนสท์เล่ โปรดักส์ (ไทยแลนด์)อินค์	โกโกครันซ์, ฮันนี่สตาร์, ไมโล, คอร์นเฟลกส์, ฮันนี่โกลด์, สโนว์เฟลกส์, และช็อกโกเฟลกส์
บริษัท เคลล็อกซ์(ประเทศไทย)จำกัด	คอร์นเฟลกส์, คอร์นฟรอสตี้,โกโก้ป๊อบ, ไรซ์ คริสปี้, คอร์นปอบ, โกโก้ฟรอสตี้, ช็อคโก,ฟรูป ลูป เช็คโกเช็ค, สเปเชียลเค, และมุสลิกแอปเปิ้ล และอัลมอนด์
บริษัทยอดคุณ จำกัด	โดเน่ช็อคโก, โดเน่ฟรุตตี้,เน่สวีทตี้,โดเน่ฮันนี่ และโดเน่ช็อคโกบอล

ที่มา:เนสท์เล่ โปรดักส์(ไทยแลนด์)อิน จำกัด(2541)

2.1.4.1 ผลิตภัณฑ์อาหารเช้า ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติ (break cereal) ซึ่งรวมทั้งที่ทำจากข้าวแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

1. วิธีการทำให้สุกก่อนบริโภค ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติที่แบ่งระเภทตามวิธีนี้ แบ่งได้ 4 ประเภท คือ ดั้งเดิม (Old fashion) ต้องใช้เวลาต้มก่อนบริโภค 5 -10 นาที ประเภทที่สอง คือ แบบต้มเร็ว(Quick cooking)ใช้เวลาต้มเพียง 1 นาที ประเภทที่ต้องสามแบบสุกทันที (Instant cooking)เติมลงในน้ำเดือดก็บริโภคได้ทันที และประเภทสุดท้าย คือ แบบพร้อมบริโภค

(Ready to eat cereals)ไม่ต้องต้มหรือใช้น้ำร้อนก็บริโภคได้เลย อาจจะเติมน้ำ เติมน้ำนม แล้วบริโภคได้ทันที ซึ่งปัจจุบันนี้นิยมอาหารเช้าจากธัญชาติประเภทนี้มากที่สุด

2. รูปร่างของผลิตภัณฑ์ มีหลายลักษณะทำให้การแบ่งน้ำไม่ค่อยเด่นชัดนัก ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติในลักษณะบดเป็นผงหยาบ(meal) หยาบมาก(farina) บดเป็นแผ่น(flake) กรอบพอง(Puff) เป็นชิ้นๆ(shred) และเป็นเม็ด(granular) เป็นต้น

3. ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ จะแบ่งประเภทได้จากชนิดธัญชาติที่นิยมนำมาทำผลิตภัณฑ์เป็นอาหารเช้านี้ ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าว ข้าวโอต เป็นต้น หรืออาจทำจากรำของธัญชาติชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือทำจากธัญชาติรวมหลายชนิด

4. ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากข้าวพร้อมบริโภค ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญชาติในปัจจุบันมีข้าวเป็นส่วนประกอบหลักมากขึ้น โดยอาจใช้ข้าวล้วนหรือใช้ข้าวผสมกับธัญชาติชนิดอื่น เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต เป็นต้น โดยลักษณะผลิตภัณฑ์จะเป็นแบบหุงสุก แห้ง แผ่นกรอบบาง หรือพองกรอบ ในกระบวนการแปรรูป)ต้องควบคุมเวลาการทำให้สุก ความดันไอน้ำ อุณหภูมิ ของส่วนประกอบที่นำมาปรุงแต่งรสชาติและการเติมแต่งกลิ่น เพิ่มวิตามิน และแร่ธาตุ และเสริมโปรตีนลงในส่วนประกอบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากข้าวพร้อมบริโภคนี้มีคุณค่าทางโภชนาการ เหมาะสำหรับผู้บริโภคในวัยเด็ก และวัยรุ่น (Fast and Caldwell,1990 อ้างในอรอนงค์ ,2547)

5. ผลิตภัณฑ์ลักษณะพองกรอบ อาจจะทำจากข้าวทั้งเมล็ด หรือว่าทำจากแป้งนวดให้เป็นโด(ความชื้น 30-35%) เติมน้ำตาล เกลือ และน้ำมัน ทำให้สุกด้วยระบบความดัน ทำให้แห้งมีความชื้นร้อยละ 14-16 นำเข้าเครื่องเอกซ์ทรูชัน ตัดออกเป็นเม็ด นำเมล็ดข้าวที่ทำความสะอาด และปรับความชื้นดีแล้ว หรือเม็ดโดนี้ ลงในหม้ออัดความดันปิดสนิท ทำให้ภายนอกหม้อร้อนด้วยไอน้ำ ทำให้ความดันภายในเพิ่มสูงขึ้นมากจนสตาร์ชในวัตถุดิบสุกจนเป็นเจล แล้วจึงเปิดฝาหม้อทันที หรือจะทำในลักษณะกระบอกอัดความดันเวลาเปิดฝากระบอกทำให้คล้ายการยิงปืน ทำให้ธัญชาติที่ได้พองมีความชื้นเหลือ 3 % นำไปย่างให้สุกทำให้เย็น (Clark,1986อ้างในอรอนงค์ ,2547)

นำผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่น หรือพองกรอบมาเคลือบด้วยน้ำตาล หรือน้ำเชื่อม โดยใช้น้ำเชื่อมซูโครสผสมน้ำผึ้ง เพื่อให้เคลือบติดแบบใส และแห้งไม่เหนียวเยิ้มเมื่อถูกความชื้น ผลิตภัณฑ์เคลือบน้ำตาลจะมีน้ำตาลเพิ่มจากเดิม 2-7% เป็น 43-51%

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารเช้า

2.2.1 กล้วยน้ำว้า

ชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Musa sapientum* วงศ์ *Musaceae*

2.2.1.1 แหล่งกำเนิดและการกระจาย

กล้วยน้ำว้าที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบันตามหลักฐานปรากฏว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งมีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีการค้นพบว่าประชากรแถบภูมิภาคนี้ใช้ประโยชน์จากกล้วยน้ำว้ากันมานานแล้วโดยปลูกและใช้เป็นอาหารก่อนที่จะรู้จักดื่มนม สำหรับความเป็นมาของกล้วยน้ำว้าในประเทศไทย มีความเชื่อกันว่ามีการปลูกในประเทศไทยมานานก่อนสมัยอาณาจักรศรีวิชัย (พ.ศ. 1200โดยประมาณ) สถานที่เพาะปลูกกล้วยน้ำว้าที่สำคัญของไทยได้แก่ จังหวัดเลย จังหวัดหนองคาย จังหวัดระนอง เป็นต้น

2.2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วยน้ำว้า

ลำต้นเทียมสูง 2 – 9 เมตร มีลำต้นสั้นๆ อยู่ใต้ดิน (ที่เรียกว่าหัว) พร้อมด้วยตาหลายตา ซึ่งเป็นตำแหน่งเกิดเหง้าที่เจริญเป็นหน่อมากมายใกล้ๆต้นแม่ จะมีรากพิเศษแผ่ไปตามแนวรากออกไปไกลได้ถึง 4 -5 เมตร มีความลึกประมาณ 75 เซนติเมตร แต่ส่วนมากอยู่ตามผิวดินเบียดกันเป็นแผงแน่น หน่อรูปทรงกระบอกคือลำต้นเทียมที่เกิดจากกาบใบ ที่ทับสลับกันจนแน่นกอมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 20 – 25 เซนติเมตร

ใบจะเกิดจากหัวแล้วค่อยๆ แทงออกมาที่ยอดเมื่อคลี่จะเป็นแผ่นใบยาวรีขนาด 150 - 40 เซนติเมตร x 70 – 100 เซนติเมตร ใบสามารถทรงตัวอยู่บนลำต้นได้ด้วยเส้นกลางใบที่แน่นแข็งจัดเรียงกันแบบขนนก มีเส้นใบขนานที่ใบสุดท้ายหรือที่ชาวนาเรียกว่า “ใบสั้น” หรือ “ใบธง” ช่อดอกหรือเครือที่เกิดจากต้นใต้ดินจะโผล่พ้นยอดดอกมาใน 1 หรือ 2 วัน ตาที่โคนกาบปลีซึ่งเป็นส่วนที่ออกผลจะโตอย่างรวดเร็ว ช่วงก้านเครือระหว่างยอดหวีบีดออกจากก้าน กลีบปลีจะเปิดม้วนคราวละ 1 กาบหรือมากกว่านั้น เผยให้เห็นดอกตัวเมียที่ติดกันปลายขนเล็กๆ ซึ่งจะเจริญเป็นหวีกล้วยต่อไป ผลเล็กเหล่านี้ขยายออกและกระดกปลายขึ้น ส่วนทั้งหมดจะกลายเป็นเครือกล้วยหลังจากดอกแห้งและกาบปลีร่วงหล่นไป(เทวี, 2534)

2.2.1.3 ความสำคัญของกล้วยน้ำว้า กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าอาหารสูง ดังที่คนไทยได้รู้จักนำมายใช้เป็นอาหารเสริมเลี้ยงเด็กอ่อนควบคู่กับน้ำนมแม่ที่เป็นอาหารหลัก คนไทยทั่วไปนิยมบริโภคกล้วยน้ำว้าเป็นประจำ โดยในยามขาดแคลนสามารถจะหากล้วยน้ำว้ามาบริโภคทดแทนอาหารอื่นได้เป็นอย่างดี

กล้วยน้ำว้าเป็นพันธุ์กล้วยที่แพร่หลายที่สุดทั่วทุกภาคของประเทศไทยมีลักษณะผลอ้วน เมื่อสุกเปลือกเปลี่ยนสีเขียวเป็นสีเหลืองอมน้ำตาลแดง ใช้ทำอาหารไทยได้ทั้งคาวหวานมากมายหลายชนิด รวมทั้งใช้ในการบริโภคเป็นผลไม้และทำขนมหวานได้หลายอย่าง

2.2.1.4 ประโยชน์ของกล้วยน้ำว้า ทุกส่วนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แต่ประโยชน์จากผลกล้วยมีมากที่สุด กล้วยน้ำว้าเป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยวิตามินซี โพแทสเซียม และใยอาหาร นอกจากนั้นยังมี วิตามินบี 6 ซึ่งสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แอนติบอดีของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายมนุษย์ ช่วยในกระบวน การย่อยโปรตีน การสร้างเม็ดเลือดแดง และการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง วิตามินซี ช่วยในการรักษาและป้องกันการติดเชื้อได้ มีประโยชน์กับร่างกายในการดูดซึม ธาตุเหล็ก และการสร้างเม็ดเลือด ส่วนโพแทสเซียมนั้นช่วยรักษาความสมดุลของของเหลวในเลือดและเซลล์ อีกทั้งยังเป็นแร่ธาตุหลักในการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการสร้างกล้ามเนื้อ เพราะจะไปช่วยกระตุ้นการส่งกระแสประสาทในตอนที่กล้ามเนื้อหดตัว

นอกจากนั้นกล้วยน้ำว้ายังเป็นผลไม้ที่มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ ทำให้ร่างกายเปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว และง่ายกว่าการเปลี่ยนพลังงานจากโปรตีนและไขมันอีกทั้งมีโซเดียม (เกลือแร่) ต่ำ และไม่มีไขมันกับคอเลสเตอรอลด้วย กล้วยน้ำว้ามีสารอาหารที่ร่างกายมนุษย์มีความจำเป็นต้องได้รับทุกวัน เมื่อเทียบกับแอปเปิ้ลพบว่ากล้วยน้ำว้ามีโปรตีนมากกว่า 4 เท่า คาร์โบไฮเดรตมากกว่า 2 เท่า ฟอสฟอรัสมากกว่า 3 เท่า วิตามินเอและธาตุเหล็กมากกว่า 5 เท่า วิตามินและแร่ธาตุอื่นๆมากกว่า 2 เท่า และยังอุดมไปด้วยโพแทสเซียม กล้วยน้ำว้าอุดมด้วยน้ำตาลธรรมชาติ 3 ชนิด คือ ซูโครส ฟรุคโตส และกลูโคส รวมกับเส้นใยและกากอาหาร กล้วยน้ำว้าจะช่วยเสริมเพิ่มพลังงานให้กับร่างกายทันทีทันใด จากงานวิจัยพบว่าการรับประทานกล้วยแค่ 2 ผล ก็สามารถเพิ่มพลังงานให้อย่างเพียงพอกับการออกกำลังกายอย่างเต็มที่ได้นานถึง 90 นาที

เนื่องจากคนไทยมีการใช้ประโยชน์จากกล้วยน้ำว้ามาเป็นเวลานาน นอกเหนือจากการใช้ประโยชน์ในการนำมาแปรรูปเป็นอาหารคาว อาหารหวานแล้ว ยังพบว่ามีการนำทุกส่วนของกล้วยน้ำว้ามาใช้ประโยชน์ต่างๆ ดังนี้

ผล ของกล้วยใช้รับประทานได้ทั้งอ่อน แก่ สุก และดิบและยังมีการนำมาใช้เป็นสรรพคุณทางยา เช่น

1. โรคโลหิตจาง ในกล้วยน้ำว้ามีธาตุเหล็กสูงจะเป็นตัวช่วยกระตุ้นการผลิตฮีโมโกลบินในเลือด และจะช่วยในกรณีที่มีสภาวะโลหิตจาง

2. โรคความดันโลหิตสูง ในกล้วยน้ำว้ามีแร่ธาตุโปรแตสเซียมสูงสุด แต่มีปริมาณเกลือต่ำ ทำให้เป็นอาหารที่สมบูรณ์แบบที่สุดที่จะช่วยรักษาโรคความดันโลหิตมาก ในประเทศอเมริกายินยอมให้อุตสาหกรรมการปลูกกล้วยสามารถโฆษณาได้ว่า กล้วยเป็นผลไม้พิเศษช่วยลดอันตรายอันเกิดจากเรื่องความดันโลหิตหรือโรคเส้นเลือดฝอยแตกได้

3. กำลังสมอง มีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าปริมาณโปรแตสเซียมที่มีอยู่ในกล้วยน้ำว้าสามารถช่วยให้นักเรียนมีความตื่นตัวในการเรียนมากขึ้น

4. โรคท้องผูก ปริมาณเส้นใยและกากอาหารที่มีอยู่ในกล้วยน้ำว้าช่วยให้การขับถ่ายเป็นปกติ และยังช่วยแก้ปัญหาโรคท้องผูกโดยไม่ต้องรับประทานยาถ่ายเลย

5. โรคซึมเศร้า ในกล้วยน้ำว้ามีโปรตีนชนิดหนึ่งที่ชื่อว่า Tryptophan เมื่อสารนี้เข้าไปในร่างกายจะถูกเปลี่ยนเป็น Serotonin เป็นที่ทราบกันดีว่าเป็นสารช่วยผ่อนคลายอารมณ์ให้ดีขึ้นได้ คือช่วยทำให้รู้สึกมีความสุขเพิ่มขึ้นนั่นเอง

6. อาการเมาค้าง วิธีที่เร็วที่สุดที่จะแก้อาการเมาค้าง คือ การดื่มกล้วยน้ำว้าปั่นกับนมและน้ำผึ้ง โดยกล้วยน้ำว้าจะทำให้กระเพาะหยุดการบีบตัว ส่วนน้ำผึ้งจะเป็นตัวช่วยหนุนและเสริมปริมาณน้ำตาลในเส้นเลือดที่หมดไป ในขณะที่นมก็ช่วยปรับระดับของเหลวในร่างกายให้คงที่

7. อาการเสียดท้อง ในกล้วยน้ำว้าประกอบไปด้วยสารลดกรดที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ดังนั้นหากพบปัญหาอาการเสียดท้องให้ลองรับประทานกล้วยน้ำว้าจะสามารถช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับอาการเสียดท้องลงได้

8. ความรู้สึกไม่สบายในตอนเช้า การกินกล้วยน้ำว้าเป็นอาหารว่างระหว่างมื้ออาหาร จะช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเส้นเลือดให้คงที่ได้เพื่อหลีกเลี่ยงความรู้สึกไม่สบายในตอนเช้า

9. ระบบระสาท ในกล้วยน้ำว้ามีปริมาณวิตามินบีสูงมาก ช่วยทำให้ระบบประสาททำงานเป็นปกติ จากการศึกษาของสถาบันจิตวิทยาในออสเตรียค้นพบว่า ความกดดันในที่ทำงานเป็นสาเหตุนำไปสู่การกินอย่างจุกจิก เช่น ขนมหวาน ช็อคโกแลต และอาหารประเภททอดกรอบต่าง ๆ ในคนไข้จำนวน 5,000 คน ในโรงพยาบาลต่างๆ นักวิจัยพบว่าส่วนใหญ่เป็นโรคอ้วนมากเกินไป และคนไข้ส่วนใหญ่เหล่านี้ทำงานภายใต้ความกดดันสูงมาก จากรายงานดังกล่าวสรุปว่า เพื่อหลีกเลี่ยงการตื่นตระหนกและนำไปสู่การกินอาหารอย่างบ้าคลั่ง จึงต้องควบคุมปริมาณน้ำตาลในเส้นเลือด ด้วยการกินอาหารว่างที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง เช่น กินกล้วยทุก 2 ชั่วโมง เพื่อรักษาปริมาณน้ำตาลให้คงที่ตลอดเวลา

รากและลำต้น นำมาทำสมุนไพรใช้ในการรักษาโรคตามแผนโบราณ

ลำต้นเทียม หรือกาบลำต้น ใช้ทำเส้นใย ทำเชือก หรือทอผ้า ทำอาหารสัตว์ นอกจากนี้บางพื้นที่ยังมีการนำใช้รับประทานแทนผักอีกด้วย

ใบกล้วย เรียกว่า ใบตอง แผ่นใบใช้สำหรับห่อของ มวนบุหรี่ และใช้ในงานประดิษฐ์ต่างๆเช่น ทำกระทง เย็บแบบ ทำบายศรี ใบของกล้วยที่นิยมมากคือใบของกล้วยตานี

เพราะมีใบที่ใหญ่ เหนียวและมีสีเขียวเป็นเงา เมื่อนำไปประดิษฐ์หรือเย็บ จึงสวยงามไปแตกง่าย เช่นเดียวกับกล้วยชนิดอื่น ใบกล้วยที่ใช้รองลงมาจากกล้วยตานีคือกล้วยน้ำว้า แผ่นใบกล้วยที่อ่อน ถ้านำไปอังไฟให้อ่อนนิ่มแล้วนำมาพอกตรงบริเวณที่ขัดยอก จะทำให้อาการดังกล่าวหาย

ดอก หรือที่เรียกว่าปลี คือดอกตัวผู้ ซึ่งจะเห็นได้หลังจากกล้วยติดผลแล้ว คนไทยและชาวเอเชียรับประทานหัวปลีแทนผักโดยรับประทานสดๆ แกะเอาส่วนนอกของหัวปลีออกทิ้ง ส่วนในที่อ่อนนำมาทำเครื่องเคียงของอาหารหลายอย่าง นอกจากใช้รับประทานแทนผักแล้วหัวปลียังใช้เป็นสมุนไพรได้อีกด้วย

2.2.1.5 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้า

กล้วยน้ำว้าสุกมักจะมีรสหวานเป็นอาหารที่ย่อยง่าย และเป็นผลไม้ที่มีองค์ประกอบหลากหลาย ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 2 องค์ประกอบที่พบจากปริมาณเนื้อกล้วย (plantain) สุก 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	85	แคลอรี่
น้ำ	75.7	กรัม
โปรตีน	1.1	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
คาร์โบไฮเดรท	22.2	กรัม
เถ้า	0.8	กรัม
แคลเซียม	8.0	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.7	มิลลิกรัม
โปแตสเซียม	370	มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	33	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	190	IU
Thiamine	0.05	มิลลิกรัม
Riboflavin	0.06	มิลลิกรัม
Niacin	0.7	มิลลิกรัม
วิตามินC	10.0	มิลลิกรัม

ที่มา : คุณค่าของกล้วย.(ออนไลน์)

ตารางที่ 3 ปริมาณวิตามินที่พบในกล้วยพันธุ์ต่างๆ

คุณค่าอาหาร	กรอสมิเชล	คาเวนดิช	กล้าย (plantain)
	ร้อยละ ต่อ 100 กรัม		
วิตามิน A	3.8	5.1	61.6
B	13.3	20.0	26.7
C	25.0	-	-
Thaiamine	3.3	2.6	2.9
Riboflavin	3.8	5.8	5.9
Niacin	4.3	4.8	4.0

ที่มา : คุณค่าของกล้วย.(ออนไลน์)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมี แร่ธาตุ และปริมาณวิตามินของผลกล้วยน้ำว้าต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักผลสุก

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ กรัมต่อ 100 กรัม
ความชื้น (g)	69.02
ไขมัน (g)	0.76
โปรตีน (N x 6.25)	0.90
คาร์โบไฮเดรด (g)	22.21
เถ้า (g)	0.72
แคลเซียม (mg)	19.99
ฟอสฟอรัส (mg)	25.10
เหล็ก (mg)	11.39
B-Carotene (Ug)	118.40
วิตามิน A (IU)	281.37
แอสคอนิก (mg)	18.35

ที่มา : คุณค่าของกล้วย.(ออนไลน์)

2.2.2 ข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นพืชตระกูลหญ้า (Gramineae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays.* โครงสร้างของเมล็ดข้าวโพดแบ่งออกเป็นส่วนขั้ว ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดและส่วนของเอ็นโด-สเปอร์ม ซึ่ง

เป็นอาหารที่สะสมในเมล็ด ส่วนที่เป็นแป้งมี 2 ชนิด คือ แป้งอ่อนเป็นแป้งที่เกาะกันหลอมๆมีสีขาวขุ่น และแป้งแข็งเป็นแป้งที่มีเซลล์รวมกันอยู่อย่างแน่นอนมีลักษณะค่อนข้างใส ส่วน germ ซึ่งฝังตัวอยู่ในเอ็นโดสเปอร์(Endosperm)สามารถเจริญเป็นต้นอ่อนได้ ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวโพดประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 70 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแป้ง(starch)แป้งข้าวโพดจะมีอะมิโลส(Amylose)อยู่ร้อยละ 23 แป้งในธรรมชาติจะมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ไม่มีรสชาติ และไม่เหมาะสำหรับรับประทาน การทำให้แป้งอยู่ในลักษณะที่ย่อยง่ายและเป็นที่ยอมรับต่อการบริโภค คือ การหุงต้ม สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าที่บริโภคได้เลย ธัญชาติจะถูกทำให้สุกในระหว่างการผลิตโดยการหุงต้มในน้ำที่ร้อน 60-80 องศาเซลเซียส จะทำให้แป้งเกิดเป็นเจลาติไนซ์(Gelatinization)และมีลักษณะที่ง่ายต่อการย่อยด้วยเอ็นไซม์(Enzyme) ถ้าเกิดกรณีการหุงต้มใช้น้ำน้อย และใช้ความร้อนสูงตะทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล(Browning) โปรตีนในข้าวโพดมีประมาณร้อยละ 10 พบมาที่สุดในส่วนที่เป็นเอ็นโดสเปอร์มร้อยละ 73.1 ปละเอมบริโอ(Embryo) ร้อยละ 23.9 ไขมันและน้ำมันร้อยละ 4 พบมากที่สุดในส่วนที่เป็นเอมบริโอและเอ็นโดสเปอร์มร้อยละ 83.2 และ 15 ตามลำดับ และยังประกอบด้วยวิตามินต่างๆที่สำคัญได้แก่วิตามินเอ,บี1,บี3,แคโรทีน(Carotene) กรดแพนโทนิค(Pantothenic acid)และวิตามินอี (อรอนงค์,2547)

แป้งข้าวโพดนี้เป็นแป้งที่มีการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุดในโลก เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผู้ผลิตรายใหญ่และนำเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมช่วยดัดแปรคุณสมบัติทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมในข้าวโพดส่งผลให้แป้งผลิตได้มีคุณสมบัติต่างๆแตกต่างกัน(กล้าณรงค์และเกื้อกูล: 2546)

2.2.3 วัตถุดิบในการผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำอาหารขบเคี้ยว แบ่งออกเป็น 10 ชนิด ได้แก่ พืชหัว ธัญชาติ ถั่วเปลือกแข็ง(nut) ถั่ว legumes ผลไม้ พืชน้ำมัน เนื้อสัตว์ ปลาและอาหารทะเล ผลิตภัณฑ์ นม และแป้ง (Blenford ,1982) สำหรับอุตสาหกรรมอาหารขบเคี้ยวในประเทศ ส่วนใหญ่จะใช้พืชหัว ธัญชาติ และถั่วเมล็ดแห้ง ซึ่งทั้ง 3 ชนิดนี้ ใช้ในรูปแป้งเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารขบเคี้ยว แป้งที่ใช้เป็นแป้งลักษณะดิบ คือ ไม่ได้แปรสภาพ ด้วยกรรมวิธีทางกายภาพ ทางเคมี จุลินทรีย์

การเตรียมวัตถุดิบที่จะนำมาผ่านกระบวนการเอกซ์ทรูชันต้องนำวัตถุดิบมาผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำวัตถุดิบที่ผสมดีแล้วมาป้อนเข้าสู่เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีได้หลายแบบตามลักษณะของเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ที่ใช้และสภาวะของเครื่องที่กำหนด วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชันสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่ม ตามหน้าที่ของวัตถุดิบที่มีต่อผลิตภัณฑ์(Guy,1994) ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ธัญชาติ และพืชหัว เป็นรูปของแป้ง(flour) ผงหยาบ(granule) และสตาร์ช(starch)

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่กระจายอยู่ในส่วนที่เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โปรตีน และเส้นใย

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มของสารช่วยให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันและช่วยให้การพาวัตถุดิบดีขึ้น ได้แก่ น้ำ น้ำมันและอิมัลซิไฟเออร์

กลุ่มที่ 4 เป็นสารที่ทำให้ฟองอากาศมาเกิดในผลิตภัณฑ์ที่มีผลให้ผลิตภัณฑ์พองและให้ฟองอากาศที่ละเอียด ได้แก่ ผงฟู ซอล์ค และแคลเซียมคาร์บอเนต

กลุ่มที่ 5 เป็นสารที่ทำหน้าที่ให้รสชาติ ได้แก่ เกลือ น้ำตาล และสารให้กลิ่นรสต่างๆ

กลุ่มที่ 6 เป็นกลุ่มที่ให้สี ได้แก่ นมผงและสีจากธรรมชาติ

2.2.4 กระบวนการผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน

เครื่อง เอกซ์ทรูเดอร์ ที่ใช้ในการผลิตขนมขบเคี้ยว มีหน้าที่อยู่ 4 อย่าง คือ การผสม การทำให้สุก (cooking) การทำให้เกิดรูปร่าง (shaping) และการทำให้พอง (puffing) ซึ่งกระบวนการที่เกิดขึ้นนี้อยู่ในเครื่องพียงเครื่องเดียว เป็นเทคนิคแปรรูปอาหารในระดับอุตสาหกรรม ที่ทำให้ส่วนผสมของวัตถุดิบสุกจนได้ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูป เทคโนโลยีอันทันสมัยของเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สามารถที่จะนำไปใช้เมื่อต้องการผลิตอาหารให้มีคุณสมบัติต่างๆ (Guha and Ali , 2006) เช่น ต้องการผลิตอาหารที่มีลักษณะพอง (puff) หรือต้องการสร้างลักษณะปรากฏของอาหารให้คล้ายเนื้อสัตว์ และมีการเติมส่วนผสมอาหารที่มีโปรตีนสูงลงในสูตร เป็นต้น โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์อาหารว่างประเภทขนมขบเคี้ยว ซึ่งความต้องการของตลาดมักจะมีความหลากหลายในด้านรูปร่าง ขนาด สี และลักษณะเนื้อสัมผัส สิ่งต่างๆ เหล่านี้สามารถสร้างสรรค์ได้ด้วยเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่ นอกจากนั้นเครื่องเอกซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่ยังสามารถรองรับการผลิต ที่ต้องการความยืดหยุ่นในเรื่องของพารามิเตอร์ในกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความเร็วของสกรู ปริมาณความชื้น ตลอดจนอัตราการไหล

ภาพที่ 3 แสดงเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว, Collet (รุ่น D50L300, บ. เจริญทัศน์)

2.2.4.1 หลักการทำงานของเครื่อง กระบวนการเอกซ์ทรูชัน เป็นกระบวนการทำให้เกิดรูปร่างโดยการบังคับสารที่อ่อนตัวหรือหลอมเหลวผ่านรูหรือไดด้วยความดัน ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเอกซ์ทรูเดอร์มากที่สุด คือ สภาวะการเดินเครื่อง อุณหภูมิ ความดัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของได และอัตราการเฉือน ลักษณะของสกรู ส่วนคุณสมบัติของส่วนผสม ปัจจัยที่สำคัญที่สุด ได้แก่ ความชื้น ขนาดของวัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมี

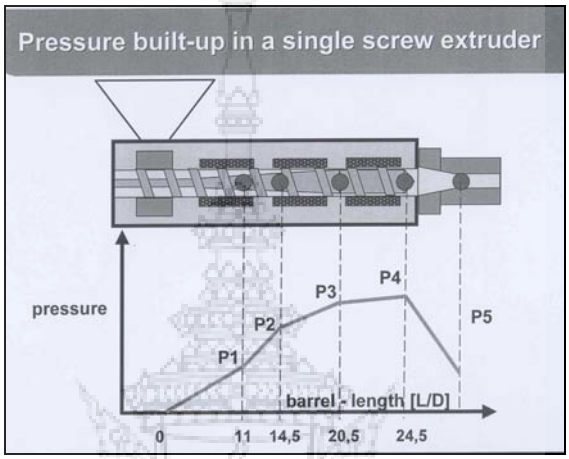
สกรูเป็นหัวใจของกระบวนการเอกซ์ทรูชัน โดยลักษณะของสกรูและความเร็วของการหมุนมีผลต่อการเอกซ์ทรูชัน การเคลื่อนที่ของส่วนผสมของวัตถุดิบเกิดจากเกลียวที่อยู่ตามแนวแกนความยาวของสกรู ผนังของบาร์เรลมักทำเป็นร่องเพื่อเพิ่มความฝืดและลดความลื่น เนื่องจากส่วนผสมที่ถัดจากผนังบาร์เรลมักจะลื่นและหมุนตามสกรู

2.2.4.2 สกรูทำหน้าที่ 3 อย่าง คือ

1. การขนถ่ายเคลื่อนย้ายมวล
2. ก่อให้เกิดพลังงานและความร้อน
3. เกิดการผสม

สกรูในส่วนแรกที่ทำหน้าที่ป้อนมักมีลักษณะสันเกลียวลึกซึ่งจะรับส่วนผสมของอาหารเคลื่อนที่ไปตามความยาวของสกรูและระหว่างการเคลื่อนที่ส่วนผสมจะได้รับการอัดเพิ่มขึ้น ส่วนที่สองของสกรูจะเป็นช่วงของการอัด สกรูจะมีสันเกลียวลดลงหรืออาจใช้วิธีการอื่นที่ทำให้ความสามารถในการเคลื่อนที่ลดลง ซึ่งมีผลให้เกิดการอัดมากขึ้น ส่วนนี้ของสกรูออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่ผสมส่วนผสมของอาหารที่หลอมเหลวนี้ สันเกลียวที่ตื้นขึ้นจะเพิ่มแรงเฉือนและช่วยให้การผสมดีขึ้นเพื่อให้เกิดโดที่มีอุณหภูมิและความดันสูงสม่ำเสมอ

2.2.4.3 การทำงานของเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ ส่วนผสมที่ถูกป้อนเข้าสู่บาร์เรลของเครื่องมักอยู่ในรูปที่เป็นเม็ด (Granular) พลังงานต่าง ๆ ที่ป้อนเข้าสู่เครื่องทั้งจากความร้อนของกระแสไฟฟ้า และความดันที่สูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิของส่วนผสมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะคงอยู่น้อยกว่า 20 วินาที เพราะถ้านานเกินไปจะทำให้เกิดการไหม้และเกิดกลิ่นรสแปลกปลอม สกรูจะทำหน้าที่ขนถ่ายส่วนผสมของอาหารทำให้เกิดการอัดและผ่านไดเพื่อให้เกิดรูปร่างต่าง ๆ



ภาพที่ 4 การเคลื่อนที่ของมวลหลอมตั้งแต่เริ่มจนเสร็จกระบวนการผลิต

เมื่อโดถูกปล่อยออกจากไดด้วยความดันสูงอย่างทันทีทันใด ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการพองตัว (Puffing) อย่างทันที การพองตัวส่วนใหญ่เกิดจากไอน้ำที่ระเหยออกจากน้ำในผลิตภัณฑ์ อาหารที่ออกจากเอกซ์ทรูเดอร์ที่ขยายตัวจะมีโครงสร้างของเซลเปิด ซึ่งเซลแต่ละเซลถูกล้อมรอบด้วย เมมเบรนของแป้งหรือโปรตีน ขนาดของเซลเหล่านี้เป็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ คือ ลักษณะเนื้อและความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ เอกซ์ทรูเดตจะถูกตัดที่ผิวหน้าของไดด้วยใบมีด แล้วอบแห้งต่อด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนให้มีความชื้น 2-12 % ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์

Kadan(2003) ศึกษากระบวนการเอกซ์ทรูชัน(extrusion) เป็นขบวนการที่ทำให้ส่วนผสมอาหารชื้นก่อนแล้วทำให้สุกอัดออกมาเป็นรูปทรง ซึ่งความร้อนที่ทำให้แป้งสุกนี้จะเปลี่ยนแป้งดิบให้เป็นเจลสมบูรณ์ อัดพองเป็นรูปต่างๆโดยผ่านรูไดแล้วอบให้แห้งกรอบ ปัจจุบันกระบวนการผลิตแบบ extrusion cooking เป็นกรรมวิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ประเภทขนมขบเคี้ยวและอาหารเช้าประเภทธัญพืช

2.2.5 การพองตัว

การพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ เพราะเป็นปัจจัยคุณภาพอย่างหนึ่งของการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค การพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ ความดันและความต้านทาน ความดันเกิดจากน้ำที่แทรกอยู่ในอาหารเกิดการขยายตัวดันให้เนื้ออาหารเป็นโพรง หรือรูพรุน เพื่อให้ความชื้นออกจากเนื้ออาหารได้ ในขณะเดียวกันก็จะเกิดแรงต้าน หรือแรงยึดมิให้น้ำขยายตัวหลุดออกไป ถ้าใช้พลังงานพอเหมาะจะทำให้ความดันเท่ากับความต้านทาน การพองตัวที่ได้จะมีการพองตัวสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นอาหาร ความชื้นที่เหลืออยู่พอเหมาะที่จะทำให้มีความกรอบพอเหมาะพอดี และมีโครงสร้างเนื้อสัมผัสดีไปด้วย แต่ถ้าความดันน้อยกว่าความต้านทาน ลักษณะเนื้อสัมผัสจะไม่ดี มีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ ส่วนที่เป็นรูพรุนก็จะแห้ง สัดส่วนของแอมิโลสและแอมิโลแพคตินในแป้งมีผลต่อคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ได้ โดยแอมิโลสเพกตินจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์พองตัว มีลักษณะโปร่งเบาและแตกหักได้ง่าย สำหรับการใช้แป้งที่มีปริมาณแอมิโลสสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แข็งกว่าและมีข้อจำกัดในการพองตัว

2.2.5.1 กลไกการโตของฟองอากาศ การกำเนิดและการโตของฟองอากาศ (Initiation and early growth) ในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ประกอบด้วย

แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) เป็นวัตถุดิบที่ผลิตจากหินปูน และนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมต่างๆ ด้วยคุณสมบัติของแคลเซียมคาร์บอเนตที่ไม่เป็นพิษ มีความขาวและความสว่างสูง จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้เป็นตัวเติมเต็ม (Filler) และตัวเพิ่มปริมาณ (Extender) ในอุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยว เป็นต้น

แคลเซียมคาร์บอเนต มีสูตรทางเคมี ($CaCO_3$) ส่วนประกอบทางเคมีประกอบด้วย CaO ร้อยละ 56 และ CO_2 ร้อยละ 44 มีความแข็ง 3 ความถ่วงจำเพาะ 2.71 สลายตัวเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 825 องศาเซลเซียส ลักษณะทางกายภาพของแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นผงสีขาวไม่ละลายน้ำแต่สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำและ คาร์บอนไดออกไซด์ โดยที่กลไกการโตของฟองอากาศเกิดจากกลไกการทำงานของปฏิกิริยาการสลายตัวของสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ดังนี้ (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่,2547)

โดยที่กลไกการโตของฟองอากาศจะเกิดขึ้นขณะที่น้ำถูกเปลี่ยนสภาพให้เป็นน้ำเดือด บริเวณที่อยู่รอบหยดน้ำขยายออกเป็นบริเวณกว้างและเป็นวงกลม เกิดเป็นผนังเซลล้อมรอบฟองอากาศหรือฟองไอน้ำ ฟองอากาศจะขยายตัวออกเรื่อยๆจนผนังเซลแต่ละฟองอากาศเริ่มชนติดกัน การเชื่อมติดกัน ฟองอากาศเล็กรวมกับฟองอากาศใหญ่ เนื่องจากผนังเซลขาดจึงทำให้

ฟองอากาศมารวมกัน เป็นโครงสร้างรูพรุนในเม็ดอาหารที่ไม่มีความสม่ำเสมอของฟองอากาศ ซึ่งการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตลงไปในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจะช่วยทำให้เอกซ์ทรูเดตที่ออกจากหน้าแปลนเกิดโครงสร้างลักษณะรูพรุนในผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตเมื่อได้รับความร้อนและน้ำจะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เอกซ์ทรูเดตเกิดการพองตัว อีกทั้งแคลเซียมคาร์บอเนตยังเป็น nucleation ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นตัวล่อขนาดเล็กทำให้เกิดฟองอากาศที่มีขนาดเล็กเท่าๆกัน ขนาดของรูพรุนมีลักษณะที่สม่ำเสมอเพิ่มขึ้น (ณัฐชนก,มปป.)

2.2.6 การอบแห้ง

ผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ได้จากกระบวนการเอกซ์ทรูชันยังมีความชื้นอยู่มาก จึงมีความจำเป็นที่ต้องนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปอบแห้ง เพื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์ที่สุกแต่ยังไม่พองทันที และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่สุกพองทันที

อาหารขบเคี้ยวประเภทสุกพองทันทีต้องการการอบแห้งหลังจากกระบวนการอัดพอง ความชื้นของวัตถุดิบเริ่มต้นมีค่าประมาณร้อยละ 15-20 ความชื้นของอาหารขบเคี้ยวลดลงเป็นร้อยละ 8-12 เมื่อผ่านกระบวนการอัดพอง เนื่องจากน้ำจะถูกความร้อนทำให้กลายเป็นไอและระเหยออกไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอบไล่ความชื้นเหลือเพียงร้อยละ 2-3 เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่กรอบแห้ง และเพื่อเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ประชา(2537) กล่าวว่า อาหารขบเคี้ยวที่มีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบหลักด้วยกระบวนการอัดพอง ผลิตภัณฑ์ใช้อุณหภูมิในการอบประมาณ 80 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่ใช้อบอยู่ระหว่าง 15-30 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแห้ง และกรอบคงทน มีความชื้นร้อยละ 2-3

2.2.7 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และวอเตอร์แอกติวิตี้

วอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำ (Water Activity) หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์(PO) ที่อุณหภูมิเดียวกัน ซึ่งก็คือ ความดันไอสัมพัทธ์ เนื่องจากน้ำที่อยู่ในอาหารอยู่ในรูปสารละลายซึ่งหากสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น ความดันไอของน้ำในอาหารก็จะลดลง ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำในอาหารจึงลดลง

ปริมาณน้ำในอาหารเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปแบคทีเรียต้องการความชื้นหรือน้ำมากกว่ายีสต์และเชื้อรา อาหารแต่ละชนิดจะเสียเร็วหรือช้านั้นขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์หรือที่เรียกว่า วอเตอร์แอกติวิตี้ อาหารที่มีปริมาณน้ำมากจัดอยู่ในประเภทที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้สูง ซึ่งค่าใกล้เคียง 1.00 ได้แก่ อาหารสดทั้งหลาย เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล และผักสด เป็นต้น อาหารที่จัดอยู่ในจำพวกอาหารกึ่งแห้ง มีค่าวอเตอร์

แอกติวิตี้ อยู่ในช่วง 0.6 – 0.9 ได้แก่ แยม ทุเรียนกวน และกุ้งแห้ง เป็นต้น ส่วนอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ ต่ำกว่า 0.6 ได้แก่ อาหารแห้ง ธัญชาติ นมผง และกาแฟ ซึ่งเกิดการเน่าเสียได้ยากสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน

จุลินทรีย์แต่ละชนิดเจริญได้ในอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ ต่างกัน แบคทีเรียเจริญได้ดีในอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้สูง ส่วนยีสต์และเชื้อรานั้นทนต่อสภาพที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ต่ำได้ดีกว่า นั่นคือการเน่าเสียของอาหารแห้งส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อรา จุลินทรีย์แต่ละชนิดที่มีความสำคัญในอาหารสามารถเจริญในอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ ขั้นต่ำสุดแตกต่างกัน

ตารางที่ 5 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำในอาหารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร

ชนิดอาหาร	ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้
Distilled water	1.00
Tap water	0.99
Raw meats	0.97 - 0.99
Milk	0.97
Juice	0.97
Cooked bacon	< 0.85
Saturated NaCl solution	0.75
Point at which cereal loses crunch	0.65
Typical indoor air	0.50 – 0.70
Honey	0.50 – 0.70
Dried fruit	0.50 – 0.60

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำและการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารชนิดต่าง ๆ

ค่า P/Po (A_w)	จุลินทรีย์ที่ไม่เจริญในช่วงค่า A_w ต่ำกว่านี้	ชนิดของอาหารที่มีค่า A_w อยู่ในช่วงนี้
1.00-0.95	*Pseudomonas , Escherichia , Proteus , Shigella*	ผัก ผลไม้สด เนื้อสัตว์ ปลา น้ำนม ไส้กรอก
	Klebsiella , Bacillus , Clostridium perfringens	
	ยีสต์และราบางชนิด	อาหารที่มีน้ำตาล 40% หรือเกลือ 7%
0.95-0.91	*Salmonella* , *Vibrio parahaemolyticus* ,*C.botulinum*, *Serratia* , *Lactobacillus* ,*Pediococcus* , ยีสต์ ราบางชนิด(*Rhodotorula* ,*Pichial*)	เนยแข็ง แฮมน้ำผลไม้เข้มข้นบางชนิด อาหารที่มีน้ำตาลสูงถึง 55% หรือมีเกลือ 12%
0.91-0.87	Many yeasts (*Candida* , *Torulopsis* ,*Hansenula*) , *Micrococcus*	ไส้กรอกหมัก เค้กไข่ เนยเทียม อาหารที่มีน้ำตาลสูงถึง 65%หรือมีเกลือ 15%
0.87-0.80	Most molds (*mycotoxigenic penicillia*) , *Staphylococcus aureus* , most *Saccharomyces* (*bailli*) spp., *Debaryomyces*	น้ำผลไม้เข้มข้นส่วนใหญ่ นมข้นหวาน น้ำเชื่อม ช็อกโกแลต น้ำเชื่อมจากผลไม้ หรือ จากเมเปิล แป้ง ข้าว เมล็ดที่มีความชื้น 15-17% เค้กผลไม้
0.80-0.75	Most halophilic bacteria, mycotoxigenic aspergilli	แยม มาร์มาเลด มาร์ชเมโล
0.75-0.65	Xerophilic molds *(Apergillus chevalieri* , *A.candidus* , *Wallemia sebi*),*Saccharomyces bisporus*	เกล็ดข้าวโอ๊ตที่มีความชื้น 10% เยลลี่ ผลไม้แห้ง และพวกถั่ว
0.65-0.60	Osmophillic molds (*Saccharomyces rouxii*) ,รา บางชนิดเช่น *Aspergillus echinulatus* , *Monascus bisporus*	ผลไม้แห้งที่มีความชื้น 15-20% น้ำผึ้ง ทอฟฟี่ และคาราเมล
0.50	ไม่มีจุลินทรีย์เจริญเติบโต	มักกะโรนี สปาเกตตีที่มีความชื้น 12% เครื่องเทศที่มีความชื้น 10%
0.40	ไม่มีจุลินทรีย์เจริญเติบโต	ไข่ผงที่มีความชื้น 5%
0.30	ไม่มีจุลินทรีย์เจริญเติบโต	คุกกี้ แครกเกอร์
0.20	ไม่มีจุลินทรีย์เจริญเติบโต	นมผงที่มีความชื้น 2-3% ผลไม้แห้ง และข้าวโพดแผ่นกรอบที่มีความชื้น 5%

ที่มา : รุ่งนภา,2550

2.2.8 การดูดซับน้ำ การพองตัวและการละลาย

การดูดซับน้ำ จะเกิดขึ้นเมื่อเติมน้ำลงไปในแป้งและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำที่เติมลงไปภายใต้สภาวะบรรยากาศห้อง จนเกิดสมดุลระหว่างความชื้นภายในเม็ดแป้งกับน้ำที่เติมลงไปและความชื้นภายในบรรยากาศ ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมจะขึ้นกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ น้ำที่อยู่ในเม็ดแป้งมี 3 รูปแบบ คือ น้ำในผลึก น้ำในรูปที่ไม่อิสระ(bound water) และน้ำในรูปอิสระ (free water) โดยมีการจับกับแป้งได้แน่นตามลำดับ และแป้งที่มีความชื้น 8-10% สามารถจับน้ำได้แน่นกว่าแป้งที่มีความชื้นสูงกว่านี้ ดังนั้นเมื่อความร้อนแก่สารละลายน้ำแป้ง เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัว และบางส่วนของแป้งจะละลายออกมา กำลังการพองตัวของแป้งจะแสดงเป็นปริมาตรหรือน้ำหนักของเม็ดแป้งที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเม็ดแป้งพองตัวได้อย่างอิสระในน้ำ สำหรับความสามารถในการละลายจะแสดงเป็นน้ำหนักของแข็งทั้งหมดในสารละลายที่สามารถละลายได้ (กล้าณรงค์,2550)

Lee and Osman (1991) กล่าวว่า การพองตัวของสตาร์ชเกิดขึ้นโดยโมเลกุลของน้ำจับกับโมเลกุลของสตาร์ชด้วยพันธะไฮโดรเจน ส่วนการเกิดเจลาติไนเซชันของเม็ดแป้งพันธะไฮโดรเจนของโครงสร้างที่เป็นผลึกในสตาร์ชจะแตกออก โดยน้ำจะเข้าไปแทนที่ในผลึกทำให้สตาร์ชเกิดการพองตัว

ความสามารถในการดูดซับน้ำ(WAI) นิยามถึง ปริมาณของสตาร์ชที่พองตัวในน้ำปริมาณมากเกินพอ ส่วนความสามารถในการละลาย (WSI) นิยามถึง ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ที่ปล่อยออกมาจากอนุภาคของสตาร์ชในน้ำปริมาณมากเกินพอ ซึ่งค่าทั้งสองนี้บ่งบอกถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์เอกซ์ทรูเดต โดยเมื่อค่า WSI เพิ่มขึ้น จะแสดงถึง starch conversion ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสตาร์ชถูกทำลาย และมีความสามารถจับน้ำได้ดี (Sriburi and Hill, 2000) โดยค่าพารามิเตอร์บ่งบอกถึง starch conversion ได้แก่ ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ แรงเฉือนและคุณภาพทางเคมี (Myllymaki et al., 1997)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 อุปกรณ์และวัตถุดิบ

3.1.1 เครื่องจักรผลิต

3.1.1.1 เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว, Collet (รุ่น D50L300, บ. เจริญทัศน์)

3.1.1.2. Fitz Mill (The Fitzpatrick Company , Code No. M5 , S/N No. 1871 ตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร)

3.1.2 วัตถุดิบ

3.1.2.1 กล้วยน้ำว้า

3.1.2.2 เกล็ดข้าวโพด (เกรด G1, บ. อุตสาหกรรมแป้งข้าวสาลีไทย จำกัด)

3.1.2.3 น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)

3.1.2.4 แคลเซียมคาร์บอเนต ไลท์(Food grade) (บ. วิทยาศรม จำกัด)

3.1.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.3.1 เครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยวิธีการอบแห้ง (AOAC,2000)

3.1.3.2 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ชุด Soxhlet (AOAC,2000)

3.1.3.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC,2000)

3.1.3.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC,2000)

3.1.3.5 เครื่องหาปริมาณความชื้น ยี่ห้อ Sartorius (No KCAL 0807446)

3.1.4 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.4.1 Water activity(Aqua lab)

3.1.4.2 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer ; รุ่น CM-3500d ,Minolta ประเทศญี่ปุ่น)

3.1.4.3 เวอร์เนียคาลิปเปอร์

3.1.5 สารเคมีในการวิเคราะห์

3.1.5.1 ปิโตรเลียมอีเทอร์

3.1.5.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.1.5.3 กรดบอริค

3.1.5.4 โพแทสเซียมไฮโรเจนพาธาเลต

3.1.5.5 โบรโมครีโซกรีน

3.1.5.6 เมธิลเรด

3.1.5.7 ฟีนอล์ฟทาลีน

3.1.5.8 เอทิลแอลกอฮอล์ 95%

3.1.5.9 กรดซัลฟูริคเข้มข้น

3.1.5.10 กรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น

3.1.5.11 สารเร่งปฏิกิริยา(คอปเปอร์ซัลเฟต และ โพแทสเซียมซัลเฟต)

3.1.5.12 สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์

3.1.5.13 n-octanal

3.1.6 เทคนิคการวิเคราะห์

3.1.6.1 โปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ปอกเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ (กล้วย 2 หวี)

↓

ใช้มีดหรือที่ไสผักไสกล้วยให้เป็นแผ่นบางที่สุด

↓

เกลี่ยแผ่นกล้วยไม่ให้ติดกันวางลงบนถาด

↓

อบแห้งที่ 60 °C จนแห้งสนิท

↓

ปั่นให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านกระชอนขนาด 1.2×1.2 mm

↓

เก็บแป้งที่ได้ไว้ในถุงพลาสติก ปิดให้มิดชิด (เตรียมแป้งได้ประมาณ 500 g)

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตแป้งจากกล้วยน้ำว้า

นำเกล็ดข้าวโพด

↓

มาร่อนผ่านกระชอนที่มีรูผ่านขนาด 1.2×1.2 mm

↓

นำเกล็ดข้าวโพดที่เหลือค้างอยู่บนกระชอนมาปั่นให้ละเอียด
โดยแล้วใช้เครื่องปั่นแล้วทำการร่อนอีกครั้ง

แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมเกล็ดข้าวโพด

3.2.2 เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าชนิดใหม่ที่มีแป้งกล้วยเป็นองค์ประกอบโดยใช้เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานเพื่อใช้ในการทำอาหารเช้า ได้แก่ เกล็ดข้าวโพด 93% น้ำตาล 6% แคลเซียมคาร์บอเนต 1%(ประชา และ จุฬาลักษณ์,2540) แสดงดังตารางที่ 7 และทำการดัดแปลงสูตร โดยศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด ที่เหมะสมในการผลิตอาหารเช้า โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ซึ่งใช้ปริมาณแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 50:50 ,60:40 และ 70:30 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 8 ซึ่งใช้ส่วนผสมจากสูตรพื้นฐาน ปริมาณน้ำตาล 6% และปริมาณ แคลเซียมคาร์บอเนต 1% (จากตารางที่ 7) โดยผสมเกล็ดข้าวโพดกับน้ำ 5% ของน้ำหนักทั้งหมด (ปรับปริมาณความชื้นให้ได้ 12% ใส่ถุงปิดไว้ประมาณ 3-5 ชั่วโมง) และแป้งกล้วยร่อนผ่านกระชอนขนาดรูประมาณ 1.2 mm (แป้งมีขนาดอนุภาคประมาณ 40 mesh) เปิดเครื่องรอให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด ประมาณ 25 นาที เมื่อได้อุณหภูมิตามที่ ใส่เกล็ดข้าวโพดและแป้งกล้วยที่ผสมแล้วลงไปกำหนดให้เปิดเครื่องที่ความเร็วรอบที่ต้องการ ทำการเก็บผลิตภัณฑ์ ที่ได้ นำเข้าตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายแล้วสุ่มตัวอย่างมาทดสอบคุณภาพต่างๆ

ตารางที่ 7 สูตรขนมขบเคี้ยวพื้นฐานที่มีข้าวโพดเป็นองค์ประกอบหลัก

วัตถุดิบ	ปริมาณ(%)
เกล็ดข้าวโพด	93
น้ำตาล (ขาว)	6
แคลเซียมคาร์บอเนต	1

หมายเหตุ : ประชา บุญญสิริกูลและ จุฬาลักษณ์ จารุนุช. 2540

ตารางที่ 8 อัตราส่วนของแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด จำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	**สูตร** (ร้อยละ)		
	1	**2**	**3**
แป้งกล้วย :เกล็ดข้าวโพด	50:50	60:40	70:30

3.2.3 ศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด ที่เหมะสมที่มีผลต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการผลิตอาหารเช้าโดยใช้เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว

ศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด ที่เหมะสมในการผลิตอาหารเช้า โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ซึ่งใช้ปริมาณแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 40 :60 , 30 : 70 และ 20: 80 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 อัตราส่วนของแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด จำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	**สูตร** (ร้อยละ)		
	1	**2**	**3**
แป้งกล้วย :เกล็ดข้าวโพด	40:60	30:70	20:80

3.2.4 ศึกษาปริมาณน้ำตาล (ขาว) ที่เหมาะสมที่มีผลต่อรสชาติและค่าสีของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าโดยใช้เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว

ศึกษาปริมาณน้ำตาล (ขาว)ที่เหมะสมในการผลิตอาหารเช้า โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ซึ่งใช้ปริมาณศึกษาปริมาณน้ำตาล (ขาว) 3 ระดับ คือ 0 , 3 และ 6 กรัม ตามลำดับ โดยที่ปริมาณน้ำตาลทราย (ขาว) 6 กรัม ดัดแปลงมาจาก (ประชา และ จุฬาลักษณ์,2540) แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม จำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	**สูตร** (กรัม)		
	1	**2**	**3**
น้ำตาลทราย (ขาว)	0	3	6

3.2.4.1 คุณภาพทางกายภาพ

1. ค่ากระบวนการผลิตที่ได้จากเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ โดยจับเวลาทุก 2 นาที แล้วอ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิต

2. วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) เครื่อง Aqua lab นำตัวอย่างอาหารขบเคี้ยวบดด้วยเครื่องบดอาหาร(blender) ให้ละเอียดนำตัวอย่างที่บดได้มาวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ

3. วัดค่าสี เครื่อง Spectrophotometer ; รุ่น CM-3500d ระบบ CIE L*a*b* ทำการบดตัวอย่างอาหารขบเคี้ยวให้ละเอียดด้วยเครื่องบดอาหาร (blender) ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ

4. อัตราการการพองตัว คำนวณจากค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของอาหารขบเคี้ยวที่ได้จากการวัด 3 ตำแหน่ง (มิลลิเมตร) หารด้วยความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องเปิดที่หน้าแปลน (die) รูปวงกลม (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร) แต่ละสิ่งทดลองทำการวัด 20 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

5. การหาความหนาแน่นผลิตภัณฑ์ เป็นค่าที่ได้จากน้ำหนักของอาหารขบเคี้ยวหารด้วยค่าปริมาตรของอาหารขบเคี้ยวโดยการแทนที่งา โดยทำการทดลองหาค่าความหนาแน่นจำนวน 20 ซ้ำ ค่าความหนาแน่นคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{(\text{น้ำหนักอาหารขบเคี้ยว} + \text{น้ำหนักภาชนะ}) - (\text{น้ำหนักภาชนะ})}{\text{ปริมาตรงา}}$$

3.2.4.2 คุณภาพทางเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน เส้นใยหยาบ โปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต(AOAC,2000)

3.2.4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale โดยให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งวางแผนการทดสอบตัวอย่างแบบ (Randomized Completely block Design ,RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA), เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT)

3.2.4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

การทดสอบหาจำนวนยีสต์ รา โดยวิธีการ pour plate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (AOAC,2000)

การทดสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธีการ pour plate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (AOAC,2000)

3.2.5 เพื่อศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยที่พัฒนาแล้ว โดยใช้วิธีการ CLT(central location test) กับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 80 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากแป้งข้าวหอมนิล ให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม ซึ่งการทดสอบผลิตภัณฑ์จะให้บริโภคร่วมกับนมสด โดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) และหาค่าคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์

3.3 ระยะเวลาการทดลอง

เดือนตุลาคม 2552 – เดือนกันยายน 2553

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าชนิดใหม่ที่มีแป้งกล้วยเป็นองค์ประกอบโดยใช้เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว

จากการศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 3 ระดับ คือ 50:50 , 60:40 และ 70:30 ตามลำดับ พบว่า เมื่อนำส่วนผสมทั้งหมดเข้าเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยวของสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 60:40 และ 70:30 นั้น ส่วนผสมทั้งหมดติดอยู่ภายในบาร์เรล เนื่องจากทั้ง 2 สูตร มีส่วนผสมของแป้งกล้วยปริมาณมากกว่าเกล็ดข้าวโพดทำให้มวลเหลวภายในบาร์เรลไหลออกสู่หน้าไดน์ได้ยาก ประกอบกับในแป้งกล้วยมีองค์ประกอบของเส้นใยค่อนข้างสูงทำให้ไปขัดขวางการไหลของมวลเหลวค่อนข้างช้า อีกทั้งเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยวเป็นการให้ความร้อนแบบอุณหภูมิสูงเวลาสั้น ส่งผลให้มวลเหลวภายในเกิดการไหม้ได้รวดเร็วและติดค้างอยู่ภายในบาร์เรล เครื่องเกิดการหยุดชะงัก ซึ่งสอดคล้องกับ Lue *et al.* (1991) พบว่าการเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารจากหัวบีท และการเพิ่มปริมาณโปรตีนจากปลาป่นทำให้ไปขัดขวางการพองตัวของแป้งในการเกิดโครงสร้างโพรงอากาศภายในบาร์เรล มีผลให้การเคลื่อนที่ออกสู่หน้าแปลนช้าลง ความดันภายในลดลง Guy,1994 กล่าวว่า การเพิ่มเยื่อใยในส่วนผสมของวัตถุประสงค์ประมาณร้อยละ 20-30 จะลดการขยายตัวของผลิตภัณฑ์ เยื่อใยส่วนใหญ่จะได้จากธัญชาติ เช่นรำข้าวเป็นอนุภาคใหญ่ และแข็ง เกิดจากเซลลูโลส อนุภาคเหล่านี้จะไม่แตกหักระหว่างการเอกซ์ทรูด จะหลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ทำให้มีผลต่อเนื้อสัมผัส และการพองตัวของผลิตภัณฑ์ ส่วนสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 50:50 พบว่า มวลเหลวภายในบาร์เรลสามารถไหลผ่านออกมาหน้าไดน์ได้เล็กน้อย ค่อนข้างช้า ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แข็งมากผิวภายนอกขรุขระ อัตราการพองตัวน้อยมาก ความหนาแน่นค่อนข้างสูง โพรงอากาศภายในไม่มีความสม่ำเสมอ สีออกเหลืองเข้ม เนื่องจากสูตรนี้มีการใช้ปริมาณเกล็ดข้าวโพดเป็นส่วนผสมมากกว่า 2 สูตรที่กล่าวไปข้างต้นนั้น ทำให้มวลเหลวภายในบาร์เรลไหลออกหน้าไดน์ได้ดีขึ้น เพราะว่าเกล็ดข้าวโพดที่ใช้เป็นกลุ่มที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และมีปริมาณแอมิโลสสูงซึ่งจะช่วยดูดน้ำและขยายปริมาตรได้ดีขึ้น ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีแนวโน้มนำสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 50:50 ไปพัฒนาต่อไปโดยจะเพิ่มปริมาณเกล็ดข้าวโพดให้มากขึ้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ออกมามีลักษณะที่ดีและเหมาะสมที่สุด

4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด ที่เหมะสมที่มีผลต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์ในการผลิตอาหารเช้าโดยใช้เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว

จากการศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 40 :60 , 30 : 70 และ 20: 80 ตามลำดับ พบว่าสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 30 : 70 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม มากกว่าสูตรอื่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 40 : 60 มีลักษณะผิวภายนอกค่อนข้างขรุขระ ฟองอากาศภายในผลิตภัณฑ์ไม่มีความสม่ำเสมอ อัตราการพองตัวน้อย ความหนาแน่นมากไป เนื้อสัมผัสแข็งมาก สีออกเหลืองเข้ม เนื่องจากในสูตรดังกล่าวมีการใช้ปริมาณแป้งกล้วยที่มากกว่าสูตรอื่น ทำให้ได้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ไม่ค่อยดี ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมระดับชอบเล็กน้อย สูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 20 : 80 มีลักษณะผิวภายนอกค่อนข้างเรียบ มีความสม่ำเสมอ อัตราการพองตัวมาก ความหนาแน่นน้อยไป เนื้อสัมผัสโปร่งเบา แตกหักได้ง่าย สีออกสีเหลืองจากเกล็ดข้าวโพด ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมระดับชอบปานกลาง ซึ่งคล้ายกับสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 30 : 70 แต่ที่ผู้บริโภคเลือกสูตรนี้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะผิวภายนอกและฟองอากาศภายในมีความสม่ำเสมอ กระบวนการเกิดเจลาติไนท์เซชั่นสมบูรณ์ อัตราการพองตัวน้อยกว่าและความหนาแน่นมากกว่าสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 20 : 80 เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งแต่ไม่แข็งมากเหมือนกับสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 40 : 60 สีเหลืองอ่อน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด 30 : 70 ไปพัฒนาต่อไปในด้านรสชาติ เพราะว่าผู้บริโภคให้การเสนอแนะว่าผลิตภัณฑ์ออกรสหวานไป แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 11 คะแนนความชอบเฉลี่ยของอัตราส่วนของแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	40:60	**30:70**	**20:80**
สี	6.40 ± 0.02 ^{c}	6.87± 0.01 ^{ab}	6.90± 0.02 ^{a}
กลิ่น	6.85± 0.01 ^{b}	7.63± 0.02 ^{a}	6.95± 0.01 ^{b}
รสชาติ	6.47± 0.02 ^{b}	7.24± 0.03 ^{a}	7.21± 0.01 ^{a}
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	6.72± 0.01 ^{c}	7.33± 0.01 ^{a}	6.98± 0.01 ^{b}
ความชอบโดยรวม	6.65± 0.02 ^{c}	7.60± 0.02 ^{a}	7.23± 0.01 ^{b}

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในทางเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.3 ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาล (ขาว) ที่เหมาะสมที่มีผลต่อการรสชาติและค่าสีของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าโดยใช้เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว

จากการศึกษาศึกษาปริมาณน้ำตาล (ขาว) 3 ระดับ คือ 0 , 3 และ 6 กรัม ตามลำดับ พบว่าสูตรที่เติมน้ำตาลทราย (ขาว) 3 กรัม ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม มากกว่าสูตรอื่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เพราะว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสหวานพอดีไม่หวานมากไป ส่งผลให้ค่าสีลดลง อัตราการพองตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ความหนาแน่นลดลง เนื้อสัมผัสโปร่งขึ้น ความแข็งและความกรอบพอดีไม่มากไปเหมือนสูตรเดิมที่ใช้น้ำตาล 6 กรัม เนื่องจากการใช้ปริมาณน้ำตาลมากไป ส่งผลให้มวลเหลวภายในท่อบาร์เรลไหลออกมาสู่หน้าไดน์เร็วขึ้น อัตราการพองตัวลดลง ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เพราะว่าปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นทำให้แรงเฉือนของมวลเหลวภายในท่อบาร์เรลลดลง การเกิดเจลาติไนท์เซชั่นไม่สมบูรณ์ เกิดการเสียดสีภายในทำให้โมลเลกุลของน้ำตาลเมื่อได้รับความร้อนสูง เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีคล้ำเข้มขึ้น มีกลิ่นน้ำตาลไหม้ เนื้อสัมผัสแข็ง มากกว่าสูตรที่ใช้ปริมาณน้ำตาล 0 และ3 กรัม และสูตรที่ใช้ปริมาณน้ำตาล 0 กรัม พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีซีดไป ไม่มีรสชาติ เนื้อสัมผัสโปร่งเบาเกินไป จึงไม่เหมาะที่จะเลือกสูตรนี้ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกสูตรที่ใช้ปริมาณน้ำตาลทราย (ขาว) 3 กรัม ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมระดับชอบปานกลาง แสดงดังตารางที่ 13 จากสภาวะการผลิตด้วยเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว พบว่าสูตรที่เติมน้ำตาลทราย (ขาว) 3 กรัม ใช้กระแสไฟฟ้าในกระบวนการผลิต 8.5 แอมแปร์ สามารถผลิตได้ 14.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 12 คะแนนความชอบเฉลี่ยของปริมาณน้ำตาลทราย (ขาว) ที่เหมาะสม จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	0	**3**	**6**
สี	6.32± 0.02 ^{c}	7.37± 0.01 ^{a}	6.70 ± 0.02 ^{b}
กลิ่น	6.95± 0.01 ^{b}	7.63± 0.04 ^{a}	6.90± 0.01 ^{bc}
รสชาติ	6.42± 0.02 ^{c}	7.38± 0.03 ^{a}	6.73± 0.02 ^{b}
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	6.28± 0.01 ^{c}	7.33± 0.01 ^{a}	6.97± 0.01 ^{b}
ความชอบโดยรวม	6.34± 0.01 ^{c}	7.70± 0.01 ^{a}	7.13± 0.02 ^{b}

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในทางเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 สภาวะการผลิตด้วยเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว(2 กิโลกรัมต่อสูตร)

ข้อมูล	แป้งกล้วย: ข้าวโพด:น้ำตาล
	70:30:3
Screw speed(rpm)	168
เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าแปลน Ø (มม.)	2
จำนวนใบมีด(ใบ)	2
ความเร็วใบมีด(rpm)	95
อุณหภูมิบาเรล์ (องศาเซลเซียส)	135
อุณหภูมิหน้าไดน์ (องศาเซลเซียส)	153
โวลต์ (volt)	380
กระแสไฟ(แอมแปร์)	8.5
พลังงานกลจำเพาะ(Wh/g)	2.12
กำลังการผลิต(kg/h)	14.4

ตารางที่ 14 คุณภาพทางกายภาพทางเคมีและทางจุลินทรีย์ของอาหารเช้าจากแป้งกล้วยโดยใช้เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว

คุณภาพ	แป้งกล้วย: ข้าวโพด:น้ำตาล
	70:30:3
คุณภาพทางกายภาพ	
อัตราการพองตัว	1.69 ± 0.01
ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)	0.15 ± 0.001
ปริมาณน้ำอิสระ(Aw)	0.34 ± 0.02
ค่าสี	
L*	60.41 ± 0.16
a*	1.19 ± 0.02
b*	15.26 ± 0.16
คุณภาพทางเคมี	
ความชื้น (ร้อยละ)	6.60 ± 0.16
โปรตีน (ร้อยละ)	7.88 ± 0.16
ไขมัน (ร้อยละ)	0.07 ± 0.16
เยื่อใย (ร้อยละ)	1.85 ± 0.16
เถ้า (ร้อยละ)	1.31 ± 0.16
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	82.3 ± 0.16
คุณภาพทางจุลินทรีย์	
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/G)	<1x10
จำนวนยีสต์และรา (CFU/G)	ND

หมายเหตุ: ND หมายถึง ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์

จากตารางที่ 14 คุณภาพทางกายภาพของสูตรแป้งกล้วย : เกล็ดข้าวโพด:น้ำตาลทราย(ขาว) คือ 30 : 70 : 3 พบว่ามีค่าความหนาแน่นและค่าปริมาณน้ำอิสระใกล้เคียงกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารเช้าในท้องยี่ห้อ Coco Pops ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ มีค่าปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.40-0.49 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.60 จัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารแห้งที่เกิดการเน่าเสียได้ยาก อีกทั้งค่าปริมาณน้ำอิสระที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0-0.50 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้สามารถเก็บรักษาได้นาน แต่ถ้าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อราได้(รุ่งนภา,2550) สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกสีเหลืองอ่อน คุณภาพทางเคมี พบว่า

ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยที่พัฒนาขึ้นได้มีปริมาณเยื่อใยมากกว่า อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นรสธรรมชาติ(ผลิตภัณฑ์ A) (เรวดี, 2545) เท่ากับ ร้อยละ 0.4 ส่วนคุณภาพทางจุลินทรีย์ ในการตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์ รา นั้น พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีน้อยกว่าเกณฑ์ และไม่พบยีสต์ รา ซึ่งในเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากธัญชาติ ที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1534-2541) ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 CFU/g จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 1×10 CFU/g ซึ่งทำให้ผู้บริโภคเชื่อมั่นได้ว่าผลิตภัณฑ์อาหารเช้าที่พัฒนาได้ มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 80 คน โดยวิธีการ CLT(central location test) กับกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้บริโภคทั่วไป การประเมินจะให้ผู้บริโภครับประทานร่วมกับนมสดพร้อมทั้งทำแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและแบบทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้วย สถานที่ทำการประเมินได้แก่ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และเขตดุสิต

4.3.1 ศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 15 ลักษณะข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

	คุณลักษณะ	**ร้อยละ**
เพศ	ชาย	30
	หญิง	70
อายุ	18-27 ปี	88
	28-37 ปี	5
	38-47 ปี	3
	48-57 ปี	4
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	3
	มัธยมศึกษาตอนต้น	7
	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	2
	อนุปริญญา/ปวส.	2
	ปริญญาตรี	81
	ปริญญาโท	5
อาชีพ	นักเรียน/นักศึกษา	81
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	10
	พนักงานบริษัทเอกชน	1
	รับจ้างทั่วไป	-
	ธุรกิจส่วนตัว	2
	อื่นๆ	6
รายได้	ต่ำกว่า 5,001 บาท	33
	5,001-10,000 บาท	56
	10,001-15,000 บาท	6
	15,001-20,000 บาท	2
	20,001-25,000 บาท	3
	25,000 ขึ้นไป	-

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคเป็น เพศชายร้อยละ 30 เพศหญิงร้อยละ 70 อายุอยู่ในช่วง 18-27 ปี มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 88 รองลงมาคือ 28-37 ปี ร้อยละ5 , 48-57 ปี ร้อยละ 3 และ 38-47 ปีร้อยละ 4 การศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 81 รองลงมาคือ มัธยมศึกษาตอนต้นร้อยละ 7 ปริญญาโท ร้อยละ 5 อนุปริญญา/ปวส.ร้อยละ 2 และประถมศึกษา ร้อยละ 3 ซึ่งรายได้ส่วนใหญ่ ,001-10,000 บาท มากที่สุดคิดเป็น ร้อยละ 56 องลงมา ต่ำกว่า 5,001 บาทร้อยละ 33 รายได้ 10,001-15,000 บาท ร้อยละ 6 รายได้20,001-25,000 บาท ร้อยละ 3 และน้อยที่สุดคือ15,001-20,000 บาทคิดเป็นร้อยละ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่า กลุ่มบริโภคทั่วไป ส่วนมากเป็นวัยรุ่นจนถึงวัยผู้ใหญ่

4.3.2 ผลการศึกษาข้อมูลการทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วย

จากการศึกษาข้อมูลโดยสอบถามผู้บริโภคเกี่ยวกับความคิดเห็นของคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปที่ขายในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 17 ความสนใจที่จะนำแป้งกล้วยข้าวมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตภัณฑ์อาหารเช้า แสดงดังตารางที่ 18 การทดสอบชิมผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยที่พัฒนาขึ้นมา แสดงดังตารางที่ 19 รวมถึงการยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตารางที่ 20

ตารางที่ 16 ความคิดเห็นถึงคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปที่ขายในปัจจุบัน

คุณค่าทางอาหาร	ร้อยละ
สูงมาก	2
สูง	42
ปานกลาง	53
ต่ำ	2
ต่ำมาก	1
รวม	100

จากตารางการสอบถามเกี่ยวกับรายละเอียดของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป ผู้บริโภคให้ความคิดเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบัน มีคุณค่าในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 53 รองลงมาคือระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 42 คุณค่าทางอาหารระดับสูงมากและระดับต่ำคิดเป็นร้อยละ 2 เท่ากัน และระดับต่ำมาก คิดเป็นร้อยละ 1 จะเห็นว่าผู้บริโภคยังคิดว่าผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปที่มีขายอยู่ในปัจจุบันยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่ยังไม่เพียงพอกับความต้องการ

ตารางที่ 17 ความสนใจของผู้บริโภคที่จะนำแป้งกล้วยมาผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วย

ความสนใจ	ร้อยละ
สนใจ	90
ไม่สนใจ	10
รวม	100

จากตารางแสดงความสนใจของผู้บริโภคที่จะนำอาหารเช้าจากแป้งกล้วยมาผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป พบว่า ผู้บริโภคมีความสนใจในตัวผลิตภัณฑ์สูงถึงร้อยละ 90

ตารางที่ 18 คุณลักษณะของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของอาหารเช้าจากแป้งกล้วย

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ย
สี	7.59± 0.01
กลิ่น	7.43± 0.01
รสชาติ	7.14± 0.01
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	7.30± 0.01
ความชอบโดยรวม	7.74± 0.01

จากตารางแสดงคุณลักษณะของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของอาหารเช้าสำเร็จรูปอาหารเช้าจากแป้งกล้วย พบว่า ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.59 , 7.43 , 7.14 ,7.30 และ 7.74 ตามลำดับ ซึ่งผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยที่พัฒนาได้ อยู่ในระดับชอบปานกลาง

ตารางที่ 19 การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยที่พัฒนาขึ้น

การยอมรับ	ร้อยละ
ยอมรับ	88
ไม่ยอมรับ	12
รวม	100

จากตารางแสดงการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยที่พัฒนาขึ้น จะพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่ยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 88 เพราะผู้บริโภคคิดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เสริมสร้างประโยชน์ต่อสุขภาพผู้บริโภคและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบทางการเกษตรภายในประเทศ เป็นการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรหรือผู้ผลิตมากขึ้น

ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยโดยใช้เครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยวที่พัฒนาได้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยโดยเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว พบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์ให้ผู้ทดสอบชิม ประเมินทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และ ความชอบโดยรวม ผู้บริโภคยอมรับสูตรที่ใช้แป้งกล้วย 70 กรัม เกล็ดข้าวโพด 30 กรัม และน้ำตาลทรายขาว 3 กรัม ซึ่งมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านมากกว่าสูตรอื่นในทุกคุณลักษณะ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วย ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่าคุณภาพทางกายภาพ มีค่าอัตราการพองตัว ความหนาแน่น ปริมาณน้ำอิสระ (Aw) และค่าสี เท่ากับ 1.69 ± 0.01, 0.15 ± 0.001, 0.34 ± 0.02 , L* (ความสว่าง) 60.41 ± 0.16 , a* (สีแดง)1.19 ± 0.02 ,และ b* (สีเหลือง)15.26 ± 0.16 ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอ่อน ตามลำดับ คุณภาพทางเคมี ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ6.60 ± 0.16 , 7.88 ± 0.16 , 0.07 ± 0.16 , 1.85 ± 0.16 , 1.31 ± 0.16 และ 82.3 ± 0.16 และ ตามลำดับ และคุณภาพทางจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าที่พัฒนาได้ มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

จากการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค เมื่อนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของอาหารเช้าสำเร็จรูปอาหารเช้าจากแป้งกล้วย พบว่า ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และ ความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.59 , 7.43 , 7.14 ,7.30 และ 7.74 ตามลำดับ ซึ่งผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยที่พัฒนาได้ อยู่ในระดับชอบปานกลาง และผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยที่พัฒนาขึ้น คิดเป็นร้อยละ 88 เพราะผู้บริโภคคิดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เสริมสร้างประโยชน์ต่อสุขภาพผู้บริโภค

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปที่ผู้บริโภคต้องการ

2. ลักษณะของผลิตภัณฑ์น่าจะมีขนาดเล็กลง เพื่อให้ง่ายต่อการรับประทาน และควรเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์มากขึ้น

บรรณานุกรม

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 2547. **แคลเซียมคาร์บอเนต**. กรุงเทพฯ: กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่.

กล้าณรงค์ ศรีรอตและเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพฯ

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2550. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

คุณค่าของกล้วย.(ออนไลน์) เข้าถึงได้จากhttp://www.doae.go.th/Library /html/detail/banana/page84.html

ณัฐชนก อมรเทวภัทร. ม.ป.ป. **รูปแบบการสอน การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์เลี้ยงชนิดเม็ดอัดรีด.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เทวี โพริผละ. 2534**. สารพันอาหารกล้วย.** มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2541. **ข้อมูลทางการตลาดของอาหารเช้าเนสท์เล่ซีเรียล.** เนสท์เล่ โปรดักส์ (ไทยแลนด์) อินค์ , กรุงเทพฯ.

ไพจิตร ศุภพิมล. 2534. **ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป**. สารยูไนเต็ด 14(99) : 39-41.

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, 2546 .**วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 4 เมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2550. **รูปแบบการสอน อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เรวดี เทพประดิษฐ์. 2543**. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากกากถั่วเหลือง.** ปัญหาพิเศษ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2541.**มาตราผลิตภัณฑ์ขนมกรอบจากธัญชาติ.** มอก.1534-2541.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. **ข้าวสาลี: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** พิมพ์ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงทพฯ.

A.O.A.C. 2000 . **Official method of analysis**. (16th ed.). Arillington. The Association of Official Analytical Chemists.

Guy, R. 1999. Raw materials for extrusion cooking**.** Pp. 5-28. In R. Guy, ed. Extrusion Cooking Technologies and Applications. Woodhead Publishing Limited. Cornwall, England. Hamed, M.G.E.,F.Y. Refai, and S.K. EI-Samahy. 1973. Effect of adding sweet

potato flour to wheat flour on physical dough propoties and baking. **Cereal Chem**. 50(2): 140-146.

Kadan, R.S., Bryant R.J. and Pepperman A.B. 2003. Functional properties of extruded rice flours. **Cereal Chemistry.** 68:1669-1672

Lee, Y.E. and E.M. Osman. 1991. Correlation of morphological changes of rice starch granules with rheological properties during heating in excess water. **J. Kor. Agric. Chem. Soc**. 34:379-385.

Myllymaki, O., T. Eerikainen, T. Suortti., P. Forssell., P. Linko. and K. Poutanen. 1997. Depolymerisation of barley starch during extrusion in water glycerol mixtures. **Lebensm.-Wiss. u.- Thecnol**. 30:351-358.

Sriburi, P. and S.E. Hill. 2000. Extrusion of cassava starch with either variation in ascorbic acid concentration or pH. **International J. Food Sci**. and Tech. 35:141-154.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรอาหารเช้าจากแป้งกล้วย

สูตรมาตรฐาน
อาหารเช้าจากแป้งกล้วย

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	เปอร์เซนต์
แป้งกล้วย	600	28.9
เกล็ดข้าวโพด	1,400	67.3
น้ำตาลทราย(ขาว)	60	2.9
แคลเซียมคาร์บอเนต	20	0.9

หมายเหตุ : 1 สูตร 2 กิโลกรัม สามารถผลิตได้ประมาณ 1,590 กิโลกรัม

1. ผสมเกล็ดข้าวโพดกับน้ำ 5% ของน้ำหนักทั้งหมด(ปรับความชื้นให้ได้ประมาณ 12% ปิดปากถุงไว้ 3-5 ชั่วโมง) และแป้งกล้วยที่ใส่ส่วนผสมที่เหลือที่อัตราส่วนต่างๆกันร่อนผ่านกระชอนขนาดรูประมาณ1.2 mm (แป้งมีขนาดอนุภาค 40 mesh)
2. เปิดเครื่องรอให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด ประมาณ 25 นาที
3. เมื่อได้อุณหภูมิตามที่กำหนดให้เปิดเครื่องที่ความเร็วรอบที่ต้องการ
4. ใส่เกล็ดข้าวโพดและแป้งกล้วยที่ผสมแล้วลงไป
5. ทำการเก็บผลิตภัณฑ์ ที่ได้ นำเข้าอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส 30 นาที บรรจุลงถุงฟอยด์

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนกระบวนการผลิตอาหารเช้าจากแป้งกล้วย

ขั้นตอนกระบวนการผลิต

1.1 การทำแป้งกล้วย (Banana flour) โดยทำการทดลองกับกล้วยน้ำว้าดิบ (กล้วย 2 หวีเตรียมแป้งได้ประมาณ 500 g)

<u>วิธีการเตรียม</u>

ปอกเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ ใช้มีดหรือที่ไสผักไสกล้วยให้เป็นแผ่นบางที่สุด เกลี่ยแผ่นกล้วยไม่ให้ติดกันวางลงบนถาด อบแห้งที่ 60 ๐C จนแห้งสนิท ปั่นให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านกระชอนขนาด 1.2×1.2 mm เก็บแป้งที่ได้ไว้ในถุงพลาสติก ปิดให้มิดชิด

การปอกเปลือกกล้วย

การไสกล้วยให้เป็นแผ่นบาง

การเรียงกล้วยให้สม่ำเสมอ

กล้วยที่เรียงแล้วก่อนการเข้าอบ

การอบกล้วยโดยใช้ตู้อบลมร้อน 60 ๐C

กล้วยที่ผ่านการอบแห้ง

แป้งกล้วยที่ถูกปั่นให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านกระชอน

แป้งกล้วยที่ผ่านการร่อนแล้ว

ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนในการเตรียมแป้งกล้วย

1.2 การเตรียมเกล็ดข้าวโพด

<u>วิธีการเตรียม</u>

นำเกล็ดข้าวโพดที่ได้มาร่อนผ่านกระชอนที่มีรูผ่านขนาด 1.2×1.2 mm (ดังแสดงในรูป) แล้วนำเกล็ดข้าวโพดที่เหลือค้างอยู่บนกระชอนมาปั่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นแล้วทำการร่อนอีกครั้ง

การร่อนเกล็ดข้าวโพดโดยใช้กระชอน

เกล็ดข้าวโพดที่ผ่านการร่อนแล้ว

ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนในการเตรียมเกล็ดข้าวโพด

2. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

<u>วิธีการทดลอง</u> (ทำการทดลองที่ 1 Kg)

1. ผสมเกล็ดข้าวโพดกับน้ำและแป้งกล้วยที่ใส่ส่วนผสมที่เหลือที่อัตราส่วนต่างๆกันร่อนผ่านกระชอนขนาดรูประมาณ1.2 mm
2. เปิดเครื่องรอให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด ประมาณ 25 นาที
3. เมื่อได้อุณหภูมิตามที่กำหนดให้เปิดเครื่องที่ความเร็วรอบที่ต้องการ
4. ใส่เกล็ดข้าวโพดและแป้งกล้วยที่ผสมแล้วลงไป
5. ทำการเก็บผลิตภัณฑ์ ที่ได้

แสดงส่วนผสมต่างๆ

ผสมส่วนผสมเข้าด้วยกันและนำเข้าเครื่อง

แสดงขั้นตอนในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการผลิตอาหารเช้าจากแป้งกล้วยโดยใช้เครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยว

ภาพที่ 9 แสดงผลิตภัณฑ์สูตรมาตรฐานหลังการตัดและอบแห้ง 60 °C 30 นาที

ภาคผนวก ค
ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าในท้องตลาด

ภาพที่ 10 แสดงผลิตภัณฑ์อาหารเช้าในท้องตลาด

ภาคผนวก ง
อุปกรณ์และเครื่องมือ

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u> :

เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว, Collet (รุ่น D50L300, บ. เจริญทัศน์)

ภาพที่ 11 แสดงเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว, Collet (รุ่น D50L300, บ. เจริญทัศน์)

ตู้อบลมร้อน

เครื่องวัด Water activity

เตาเผา

เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ชุดกลั่น และชุดย่อย

เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย

ภาพที่ 12 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ

ภาคผนวก จ

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และแบบทดสอบการยอมรับ

ชุดที่ ...

แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ ...อาหารเช้าจากแป้งกล้วย

วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

คำแนะนำ ทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่าง โดยให้คะแนนตามคำอธิบาย

คะแนนความชอบ

คะแนนความชอบ

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = บอกไม่ได้ว่าชอบไม่ชอบ
4 = ไม่ชอบมากเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

นางสาวชมพูนุช เผื่อนพิภพ

นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร

แบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วย

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง: แบบสอบถามชุดนี้เป็นการวิจัยเพื่อประกอบแผนงานพิเศษของ นางสาวชมพูนุช เผื่อนพิภพ และ นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิจัยในหัวข้อ “อาหารเช้าจากแป้งกล้วย” จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถามให้ครบถ้วน ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดีมา ณ โอกาสนี้ด้วย

คำอธิบาย : ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วย เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งจากกล้วยและเกล็ดข้าวโพด เป็นวัตถุดิบ จึงมีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ใยอาหาร และโปรตีน เพียงพอ สำหรับเป็นอาหารมื้อเช้าหรือเป็นอาหารว่าง ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นแท่งกลมสีน้ำตาล ใช้รับประทานร่วมกับนม หรือเครื่องดื่มอื่นๆ

คำแนะนำ โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงใน ( ) ตามคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลโดยทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) 1.ชาย ( ) 2. หญิง

2. อายุ..... ปี

3.ระดับการศึกษา

( ) 1.ประถมศึกษา ( ) 2. มัธยมศึกษาตอนต้น

( ) 3.มัธยมศึกษาตอนต้น/ปวช. ( ) 4. อนุปริญญา / ปวส.

( ) 5.ปริญญาตรี ( ) 6. ปริญญาโท

4. อาชีพ

( ) 1. นักเรียน / นักศึกษา ( ) 2. ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ

( ) 3. พนักงานบริษัทเอกชน ( ) 4. รับจ้างทั่วไป

( ) 5.ธุรกิจส่วนตัว ( ) 6. อื่นๆ ระบุ .....

5. รายได้/เดือน

( ) 1. ต่ำกว่า 5,001 บาท ( ) 2. 5,001 - 10,000 บาท

( ) 3.10,001 - 15,000 บาท ( ) 4. 15,001 - 20,000 บาท

( ) 5. 20,001 - 25,000 บาท ( ) 6. 25,000 ขึ้นไป

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลการทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วย

6. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปที่ท่านซื้อมารับประทานอยู่ในปัจจุบันมีคุณค่าอาหารอยู่ในระดับใด

( ) 1. สูงมาก ( ) 2. สูง

( ) 3. ปานกลาง ( ) 4. ต่ำ

( ) 5. ต่ำมาก

7. ถ้ามีการนำแป้งกล้วยมาเป็นวัตถุดิบผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปซึ่งยังคงคุณค่าทางอาหาร เช่น ใยอาหาร โปรตีน เป็นต้น ท่านคิดว่าน่าสนใจหรือไม่

( ) 1. สนใจ

( ) 2. ไม่สนใจ

8. กรุณาทดสอบชิมผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วย ร่วมกับนมสด(โดยใส่ผลิตภัณฑ์ลงในถ้วย แล้วเทนมสดลงไปในถ้วยให้ท่วมผลิตภัณฑ์) และให้คะแนนความชอบ

1-9 คะแนน ให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยมีระดับคะแนนดังต่อไปนี้

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

คุณลักษณะ	**อาหารเช้าจากแป้งกล้วย**
สี	
กลิ่น	
รสชาติ	
เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	
ความชอบโดยรวม	

ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

9. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากแป้งกล้วยนี้หรือไม่

( ) 1. ยอมรับ

( ) 2. ไม่ยอมรับ เพราะ.....

10. ท่านคิดว่าในการนำแป้งกล้วยมาเป็นวัตถุดิบผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปนี้ มีข้อดีและข้อเสียอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

นางสาวชมพูนุช เผื่อนพิภพ

นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร

<u>ส่วน ค</u> ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) **นางวลัย หุตะโกวิท**

   (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Walai Hutakovit

   เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 9099 00465 29 2

2. ตำแหน่งปัจจุบัน รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail สำนักงานอธิการบดี

   399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ. 10300

   โทรศัพท์ 0-2280-0436, 0-2282-9593 โทรสาร 0-2280-0435

4. ประวัติการศึกษา

   วท.บ. , วท.ม. (วิทยาศาสตร์การอาหาร) จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

   สาขาการศึกษา บริหารการศึกษา

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัยการแปรรูปจากวัสดุเหลือใช้ ของโรงงานแปรรูปผลไม้ ประจำปีงบประมาณ 2546 – 2547

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

   - โครงการวิจัยเรื่องแป้งกล้วยประจำปีงบประมาณ 2546
   - โครงการวิจัยเรื่อง โครงการวิจัยเครื่องทอดกระทงทอง ประจำปีงบประมาณ 2546
   - โครงการวิจัยเรื่องการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำคั้นเปลือกสับปะรดประจำปีงบประมาณ 2546– 2547
   - โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ประจำปีงบประมาณ 2548
   - โครงการวิจัยเรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผ้าสู่ชุมชนในจังหวัดลพบุรี งบประมาณเครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน ประจำปี 2548
   - โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงสำเร็จรูปเพื่อการส่งออก พ.ศ. 2549-2550

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อข้อเสนอการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

   - หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องแป้งกล้วย ประจำปีงบประมาณ 2546
   - หัวหน้าโครงการวิจัยเครื่องทอดกระทงทอง ประจำปีงบประมาณ 2546
   - หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง การแปรรูปจากวัสดุเหลือใช้ ของโรงงานแปรรูปผลไม้ ประจำปีงบประมาณ 2546 – 2547

- หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ประจำปี งบประมาณ 2548

- หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ผ้าสู่ชุมชนในเขตจังหวัดลพบุรี งบประมาณเครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน ประจำปี 2548

-หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกแกงสำเร็จรูปเพื่อการส่งออก พ.ศ. 2549-50

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย และสถานภาพในการทำวิจัย

- หัวหน้าโครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหอมนิลเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร พ.ศ. 2550-2551 งานวิจัยทำได้ร้อยละ 60

- หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก พ.ศ. 2550-2551 งานวิจัยทำได้ร้อยละ 60

<u>ส่วน ค</u> : **ประวัติคณะผู้วิจัย**

1. ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) **นางบุษรา สร้อยระย้า**

   (ภาษาอังกฤษ) Mrs. BUSSARA SOIRAYA

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 3 1014 00115 87 0

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

   ผู้ช่วยอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8) และคณบดีคณะเทคโนโลยีคณะคหกรรมศาสตร์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

   168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

   โทรศัพท์ 0-2282-8531-2, 0-2281-0545 ต่อ 111, 222, 333

   โทรสาร 0-2282-4490

   E-mail bussara@chtwc.rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

   คศ.ม. (คหกรรมศาสตร์ ผ้าและเส้นใย) จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

   สาขาการศึกษา บริหารการศึกษา

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

   - โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าไทย ประจำปีงบประมาณ 2545
   - โครงการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าย้อมสีธรรมชาติ ประจำปีงบประมาณ 2545
   - โครงการวิจัยสิ่งประดิษฐ์เครื่องแยกความละเอียดเส้นใยกล้วย ประจำปีงบประมาณ 2546
   - โครงการวิจัยสิ่งประดิษฐ์ เครื่องรีดถ่ายเทความร้อน ประจำปีงบประมาณ 2545-46
   - โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผ้าและผลิตภัณฑ์ในโครงการคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ 2548
   - โครงการวิจัยและพัฒนากระดาษจากแกนสับปะรด ประจำปีงบประมาณ 2546-2547

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

   - หัวหน้าโครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าไทย ประจำปีงบประมาณ 2545
   - หัวหน้าโครงการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าย้อมสีธรรมชาติ ประจำปีงบประมาณ 2545
   - หัวหน้าโครงการวิจัยสิ่งประดิษฐ์เครื่องแยกความละเอียดเส้นใยกล้วย ประจำปี 2546
   - ผู้ร่วมโครงการวิจัยพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เครื่องใช้จากผ้าสู่ชุมชนใน

เขตจังหวัดลพบุรี ประจำปีงบประมาณ 2548

- หัวหน้าโครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผ้าและผลิตภัณฑ์ในโครงการคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ 2548
- หัวหน้าโครงการวิจัยและพัฒนากระดาษจากแกนสับปะรด ประจำปีงบประมาณ 2546
- หัวหน้าโครงการวิจัยสิ่งประดิษฐ์ เครื่องรีดถ่ายเทความร้อน ประจำปีงบประมาณ 2545-46
- ผู้ร่วมโครงการวิจัยขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ประจำปีงบประมาณ 2548
- หัวหน้าโครงการวิจัยการพัฒนากระดาษจากใบอ้อยด้วยมือแบบไทยเพื่องานหัตกรรมและบรรจุภัณฑ์ ประจำปีงบประมาณ 2550-1551
- หัวหน้าโครงการวิจัยการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์จากสิ่งประดิษฐ์เครื่องแยกความละเอียดเส้นใยกล้วยสู่ชุมชนในเขตจังหวัดนครสวรรค์ ประจำปีงบประมาณ 2550-1551
- ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวหอมนิลเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร ประจำปีงบประมาณ 2550-2551
- ผู้ร่วมวิจัยโครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่ออุตสาหกรรมการส่งออก ประจำปีงบประมาณ 2550-2551
- ผู้ร่วมวิจัยโครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากปลาน้ำจืดเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ งบประมาณปี 2551

<u>ส่วน ค</u> ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) **นางสาวชมภูนุช เผื่อนพิภพ**

(ภาษาอังกฤษ) Miss Chompoonuch Phuenpipob

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 100901759418

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)

อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ. 10300

โทรศัพท์ 0-2282-8531-2, 0-2281-0545 ต่อ 1202-3 โทรสาร 0-2282-4490

E-mail : bebeloved@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วท.ม. (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ) หลักสูตรนานาชาติ จากสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีการอาหาร และโภชนาการ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

- งานวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารให้ความหวานจากหญ้าหวานแทนน้ำตาล ปี 2550-2551 บริษัท โปรสวีท จำกัด
- งานพัฒนาผลิตภัณฑ์และรูปแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ขนมหวานชุมชนจังหวัดเพชรบุรี ปี 2549
- ลูกเดือยทอดกรอบสมุนไพร โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มเกษตรอินทรีย์ งบประมาณปี พ.ศ. 2552

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อข้อเสนอการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

- ลูกเดือยทอดกรอบสมุนไพร สูตรผสมสมุนไพร ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์รายวันเดลินิวส์ คอลัมภ์ช่องทางทำกิน ฉบับวันอาทิตย์ที่ 23 สิงหาคม 2552
- ลูกเดือยทอดกรอบสมุนไพร สูตรผสมสมุนไพร **ติดอันดับ 1 ใน 10** ของ อาหาร-ขนมเด่น ปี 2552 ตีพิมพ์ในหนังสือพิมพ์รายวันเดลินิวส์ คอลัมภ์ช่องทางทำกิน ฉบับวัน

อาทิตย์ ที่ 27 ธันวาคม 2552

- ผู้วิจัยโครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยโดยการใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ:

- ผู้วิจัยโครงการการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากเส้นใยกล้วยสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูป ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

<u>ส่วน ค</u> ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ- สกุล (ภาษาไทย) **นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร**

   (ภาษาอังกฤษ) Miss DUANGKAMOL TUNGSATITPORN

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1 9204 00018 17 9

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (ลูกจ้างชั่วคราว) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก 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 : lux_yimmy@hotmail.com**

5. ประวัติการศึกษา
   คศ.บ.(อาหารและโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์) จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   วท.ม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร) จาก ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
   มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) พัฒนาผลิตภัณฑ์ สาขาวิทยาศาสตร์เคมีอาหารและเคมีอาหาร

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย เป็นต้น

   7.3 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

   7.4 หัวหน้าโครงการวิจัย -

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อข้อเสนอการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

   - ผู้ร่วมวิจัยโครงการแปรรูปพาสต้าจากข้าวหอมนิลมะลิอินทรีย์ ประจำปีงบประมาณ 2551

   7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ:

   - ผู้วิจัยโครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยโดยการใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2553