รายงานผลการวิจัย
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากธัญชาติเสริมลำไย

PRODUCT DEVLOPMENT OF LONGAN-FORTIFIED CEREAL YOGHURT

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลำไย

PRODUCT DEVELOPMENT OF LONGAN

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2550

จำนวน 168,750 บาท

หัวหน้าโครงการ วิจิตรา แดงปรก

ผู้ร่วมโครงการ ปราณี วราสวัสดิ์

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

10 มิถุนายน 2551

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากธัญชาติเสริมลำไย

PRODUCT DEVELOPMENT OF LONGAN-FORTIFIED CEREAL YOGHURT

วิจิตรา แดงปรก ปราณี วราสวัสดิ์

WICHITTRA DAENGPROK PRANEE WARASAWAT

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์จากลำไยในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารที่เลือกมาศึกษาคือโยเกิร์ตจากธัญชาติ กล่าวคือโยเกิร์ตข้าวกล้อง จากการทดลองทำโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐาน แล้วทดสอบความเข้ม (intensity) โดยวิธี Ideal Ratio Profile Test ผลที่ได้ทำให้ทราบว่าโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐานมีรสเปรี้ยวและรสหวานน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (ideal) ดังนั้นจึงได้ทำการเพิ่มรสเปรี้ยวและรสหวานโดยการเพิ่มระยะเวลาการหมักโยเกิร์ตจากเดิม 4.5 เป็น 6 ชั่วโมง และเติมน้ำเชื่อมฟรุคโตสร้อยละ 5 ของน้ำหนักโยเกิร์ตตามลำดับ นำตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรที่พัฒนาแล้วไปทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 80 คน พบว่าโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบในทุกคุณลักษณะ ได้แก่ กลิ่นโยเกิร์ต รสเปรี้ยว รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้นหนืด และการยอมรับรวม โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 7.41, 6.90, 7.06, 7.51, 6.19 และ 7.28 ตามลำดับ สำหรับคุณภาพในด้านต่างๆของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้เป็นดังนี้คือ มีค่า pH ค่าความเป็นกรดโดยคำนวณเป็นกรดแลกติก (ร้อยละของน้ำหนัก) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)เท่ากับ 4.18, 0.76 และ 19 ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน และปริมาณเถ้าเท่ากับ 0.15, 0.94 และ 0.59 กรัม/100กรัม ตามลำดับ สำหรับคุณภาพทางกายภาพพบว่า โยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้มีค่าความหนืดเมื่อวัดที่ความเร็วรอบเท่ากับ 10, 20 และ 30 รอบ/นาที มีค่าเป็น 4,920.5, 4,033.4 และ 3,317.3 เซนติพอยส์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีจำนวนบักเตรีกรดแลกติกเท่ากับ 2.3×10^8 โคโลนี/กรัม

ศึกษาผลของการเติมลำไยอบแห้งในโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ระดับต่างๆ ดังนี้คือร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักโยเกิร์ต โดยใช้เนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูป จากลำไยอบแห้ง 2 แบบคือ ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก และเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง นำโยเกิร์ตที่ได้มาทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 60 คน คุณลักษณะที่ทำการทดสอบ ได้แก่ กลิ่นโยเกิร์ต รสเปรี้ยว รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้นหนืด และการยอมรับรวม ผลการทดลองพบว่าโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกในปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักโยเกิร์ต ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด ($p<0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.13 (ยอมรับปานกลาง-ยอมรับมาก) และได้คะแนนการยอมรับคุณลักษณะอื่นๆ เป็นที่ยอมรับโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.76-7.05 (ยอมรับเล็กน้อย-ยอมรับมาก) ส่วนโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งสีทองพบว่าสามารถเติมได้ถึงร้อยละ 15 ของน้ำหนักโยเกิร์ต โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 7.22 (ยอมรับปานกลาง-ยอมรับมาก) และได้คะแนนการยอมรับคุณลักษณะอื่นๆ เป็นที่ยอมรับโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.67-7.32 (ยอมรับเล็กน้อย-ยอมรับมาก)

ABSTRACT

This study was carried out to increase the utilization of longan in food products. Cereal yoghurt, i.e. brown rice yoghurt, was selected to achieve the goal. The ideal ratio profile test was employed for comparing the prototype product and the ideal. It was shown that the prototype product had the lower intensity of sour taste and sweetness than the ideal. Therefore the incubation period was extended from 4.5 to 6 h and fructose syrup was added in the formula at the concentration of 5% (w/w) to raised the intensity of sour taste and sweetness, respectively. The improved yoghurt was carried out for sensory evaluation using 9-point hedonic scale method by 80 panelists. It was found that the panelists accepted the developed yoghurt in all attributes, e.g. aroma, sour taste, sweetness, consistence, viscosity and overall acceptability with the average scores of 7.41, 6.90, 7.06 7.51 6.19 and 7.28, respectively. It was also shown pH, acidity (as lactic acid) and total soluble solids of 4.18, 0.76% (w/w) and 19, respectively. The chemical composition including fat content, protein content and ash content were 0.15, 0.94 and 0.59% (w/w), respectively. In addition, the viscosity (10, 20 and 30 rpm) and

the colour (L*, a* and b*). The viscosity at 10, 20 and 30 rpm was 4920.5, 4033.4 and 3317 cps, respectively. The colour values of L*, a* and b* were 78.96, -3.46 and 11.11, respectively. The total count of lactic acid bacteria was 2.3×10^{8} cfu/g.

The effects of rehydrated dried longan addition at the levels of 5, 10 and 15% (w/w) on qualities of the yoghurt were studied compared to the control (no added longan). The two forms of rehydrated longan were used in this study. They arecomposed of whole dried longan (WDL) and dried longan pulp (DLP). Sensory evaluation was determined by 60 panelists for the yoghurt attributes e.g. aroma, sour taste, sweetness, consistence, viscosity and overall acceptability. The yoghurt sample with 10% (w/w) WDL addition received the highest score of overall acceptability ($p\leq 0.05$) with and average scores of 7.13 (moderately acceptane - high acceptance) and other attributes also gained acceptance with the average scores ranged from 6.75-7.05 (slightly acceptance-high acceptance). For the DLP added yoghurt samples, the samples with 15% (w/w) still received overall acceptability from the panelists with the average scores of 7.22 (moderate acceptance-high acceptance) and other attributes also were accepted by the panelists with the average scores ranged from 6.67-7.32 (slightly acceptance-high acceptance).

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัย จากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2550 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณนักศึกษา (ปอและไหม) และผู้ช่วยนักวิจัย (อ้อ) ที่ช่วยทำงานวิจัยนี้บางส่วน ขอขอบคุณผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกท่าน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ และภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่สนับสนุนการทำงานวิจัยนี้ จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้าย ขอขอบคุณสมาชิกครอบครัวที่เสียสละเวลาที่ควรได้ให้กับงานวิจัยนี้ และเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

วิจิตรา แดงปรก

ปราณี วราสวัสดิ์

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	i
ABSTRACT	ii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญเรื่อง	v
สารบัญภาคผนวก	vi
สารบัญตาราง	vii
สารบัญภาพ	viii
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	15
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	22
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	34
ภาคผนวก	37
ประวัตินักวิจัย	62

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวกที่		หน้า
1	ใบรับรองการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตชนิด YC-380	38
2	แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสสำหรับการทดสอบ Ideal Ratio Profile Test	39
3	แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสสำหรับการจัดลำดับความชอบ	40
4	แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (9-point hedonic scale)	41
5	การวัดค่าความเป็นกรด	42
6	การวิเคราะห์ความหนืด	44
7	การวัดค่าสี	45
8	การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น	46
9	การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน	47
10	การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน	48
11	การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า	50
12	การวิเคราะห์ปริมาณบักเตรีกรดแลกติก	51
13	รูปภาพต่างๆ	53
14	ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 289) พ.ศ. 2548 เรื่อง นมเปรี้ยว	55

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของลำไยสดและเนื้อลำไยแห้ง	5
2	เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของข้าวกล้องและข้าวขาว	11
3	ส่วนผสมของโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐาน	18
4	เปรียบเทียบส่วนผสมของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้รับการพัฒนาแล้วกับโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐาน (ก่อนที่ได้รับการพัฒนา)	24
5	ผลการทดสอบการยอมรับโยเกิร์ตข้าวกล้อง	25
6	คุณภาพในด้านต่างๆของโยเกิร์ตข้าวกล้อง	27
7	ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่มีการเติมเนื้อลำไยจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกในปริมาณต่างๆ	30
8	ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่มีการเติมเนื้อลำไยสีทองในปริมาณต่างๆ	31

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ค่า S/I ของโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐานเทียบกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ	23
2	ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	28
3	ลำไยอบแห้งสีทองและเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่ยังไม่ผ่านการต้ม	28
4	ลำไยอบแห้งสีทองเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ที่ผ่านการต้มแล้ว	29
5	ข้าวกล้องดิบ (ข้าวสาร)	53
6	ข้าวกล้องสุก	53
7	น้ำข้าวกล้อง	54
8	ส่วนผสมโยเกิร์ต	54

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ลำไย (longan) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria longana* เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดชนิดหนึ่งของไทย สามารถเจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย ปัจจุบันเป็นที่นิยมบริโภคทั้งชาวไทยและต่างประเทศ เพราะมีรสชาติหวานอร่อย และมีคู่แข่งน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าลำไยมีคุณสมบัติเป็นยาบำรุงกำลัง ช่วยให้หลับสบายและเจริญอาหารได้อีกด้วย ในแต่ละปีมีการส่งออกลำไยสด และผลิตภัณฑ์รวมมูลค่ามากกว่า 2,000 ล้านบาท ลักษณะการบริโภคลำไยมักนิยมบริโภคสด และมีการนำไปแปรรูปที่ค่อนข้างจำกัด ส่วนใหญ่นำไปทำเป็นลำไยอบแห้งและลำไยในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง จึงมักพบปัญหาลำไยล้นตลาดและมีราคาถูกทุกปี ดังนั้นถ้าสามารถศึกษาวิธีการนำลำไยไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารในรูปแบบที่หลากหลายขึ้น จะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการส่งออก ทำให้เกษตรกรสามารถขายลำไยให้กับโรงงานได้มากขึ้น ช่วยแก้ปัญหาลำไยล้นตลาด นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆในท้องตลาดให้เป็นทางเลือกที่มากขึ้นสำหรับผู้บริโภค เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับลำไย และส่งเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกรอีกด้วย

การใช้ลำไยเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เป็นการช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์จากลำไยได้ดี โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมบริโภคโดยทั่วไปทั่วโลกเนื่อง จากลักษณะความคงตัว กลิ่นรสที่ดีและประโยชน์ต่อสุขภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ซึ่งโยเกิร์ตโดยทั่วไปมีการเติมผลไม้เป็นส่วนผสมอยู่แล้ว เพื่อทำให้โยเกิร์ตมีรสชาติอร่อยขึ้น เป็นที่ดึงดูดใจผู้บริโภคมากขึน ชนิดของผลไม้ที่ใช้เติมในโยเกิร์ตที่จำหน่ายในทางการค้า เช่น สตรอว์เบอรี่ ส้ม และพีช แต่ยังไม่มีงานทดลองเติมลำไยในโยเกิร์ต

ในงานทดลองนี้ได้ทดลองติมลำไยในโยเกิร์ตข้าวกล้อง เนื่องจากปัจจุบันการผลิตโยเกิร์ตจากวัตถุดิบที่ไม่ใช่นมได้รับความสนใจจากผู้บริโภคที่สนใจในเรื่องของสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากในนมมีคอเลสเตอรอลและกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูง ผู้บริโภคบางกลุ่มไม่ชอบดื่มนม ข้าวกล้องเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สามารถป้องกันโรคภัยไข้เจ็บต่างๆได้ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจและโรคมะเร็ง เป็นต้น การทำโยเกิร์ตข้าวกล้องเสริมลำไยจึงเป็นการใช้ประโยชน์จากลำไยในเชิงการค้า และได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค งานทดลองนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาวิธีการ

เติมลำไยในรูปแบบต่างๆ และในปริมาณที่เหมาะสมในโยเกิร์ตข้าวกล้อง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเสริมลำไยที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อทำการศึกษารูปแบบและปริมาณการเติมลำไยอบแห้งที่เหมาะสมที่สุดในโยเกิร์ตข้าวกล้อง
2. เพื่อทำการพัฒนาโยเกิร์ตข้าวกล้องเสริมลำไยที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้โยเกิร์ตข้าวกล้องเสริมลำไยซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
2. ช่วยเพิ่มการนำลำไยไปใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป

วัน เวลา และสถานที่ทำการวิจัย

วัน เวลา: ปี พ.ศ. 2549-2551

สถานที่ทำการวิจัย: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ลำไยเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทย ปัญหาที่พบเป็นประจำทุกปีคือ มีลำไยสดล้นตลาด ทำให้มีราคาถูก และมีบางส่วนที่เน่าเสียและทิ้งไปโดยไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์แต่อย่างใด การนำลำไยมาใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์อาหาร ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบไหน สามารถเป็นอีกทางหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวให้กับเกษตรกรได้

ลำไย

ลำไยจัดเป็นไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อน มีชื่อสามัญโดยทั่วไปว่า longan แต่ก็มีชื่อเรียกอื่นๆ ด้วย ได้แก่ lungan, dragon's eye และ eyeball อยู่ในตระกูล *Sapindaceae* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dimocarpus longan* Lour. โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ที่เคยใช้อยู่เก่าคือ *Euphoria longana* Lam. (พาวิน, 2543; วิรัตน์, 2543) มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนทางตอนใต้ แหล่งผลิตของลำไยที่สำคัญได้แก่ จีน อินเดีย ไทย ไต้หวัน มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย นอกจากนี้ยังพบว่าลำไยสามารถปลูกได้ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ฟลอริด้า และฮาวายของประเทศสหรัฐอเมริกาเช่นกัน เนื้อลำไยมีรสหวานและชุ่มฉ่ำ จึงสามารถบริโภคได้ทั้งในรูปของเนื้อลำไยสด หรือผลิตภัณฑ์ เช่น ลำไยในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ลำไยอบแห้ง และน้ำลำไย นอกจากนี้ลำไยยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยมีข้อมูลว่าคนจีนใช้ลำไยตากแห้งต้มกับน้ำรับประทาน เป็นยาบำรุงกำลัง แก้โรคลำไส้ ส่วนคนไทยใช้ประโยชน์จากลำไยในการรักษาโรคทั้งจากส่วนเปลือกและส่วนราก โดยใช้ส่วนเปลือกซึ่งมีรสฝาดร้อนแก้เสมหะ แก้ลมป่วง และแก้จุกเสียด ใช้ส่วนรากซึ่งมีรสร้อนต้มกับน้ำตาลกรวดแก้เสมหะและลมกระจายเลือดคั่งเป็นก้อนเนื่องจากฟกช้ำ (วุฒิ, 2540)

1. ความสำคัญของลำไย

ลำไยมีความสำคัญทั้งทางด้านเศรษฐกิจและโภชนาการดังนี้

1.1 ความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ ลำไยจัดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่งของภาคเหนือ ซึ่งพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ทางภาคเหนือ ในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง เชียงราย แพร่ และน่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนมีการปลูก

มากที่สุด พันธุ์ลำไยที่นิยมปลูกกันเป็นการค้าในประเทศไทยมี 4 พันธุ์คือ พันธุ์อีดอ พันธุ์สีชมพู พันธุ์แห้ว และพันธุ์เบี้ยวเขียว พันธุ์ที่ปลูกมากคือ พันธุ์อีดอ พันธุ์สีชมพู และพันธุ์แห้ว โดยมีปริมาณการปลูกคิดเป็นร้อยละ 66, 10 และ 9 ตามลำดับ ผลผลิตของลำไยสามารถส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศทั้งผลสดและผลอบแห้ง แช่แข็ง และลำไยกระป๋อง ทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายล้านบาท และมีแนวโน้มว่าจะมีการส่งออกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งลำไยอบแห้ง

1.2 ความสำคัญทางด้านโภชนาการ ลำไยจัดว่าเป็นผลไม้ที่ให้พลังงานสูง เนื่องจากเนื้อของลำไยมีน้ำตาลอยู่ 3 ชนิดคือ กลูโคส ฟรุตโตส และซูโครส เนื้อผลลำไยสดและแห้งจะให้คุณค่าทางอาหารต่างๆ เป็นแหล่งที่ดีของวิตามินซีและแร่ธาตุพวกโปตัสเซียม และทองแดง นอกจากนี้ยังมีฟอสฟอรัส มักนีเซียม เหล็ก มังกานีส และสังกะสีเป็นองค์ประกอบอีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 1 (พาวิน, 2543: Wall, 2006)

2. การตลาดลำไย

2.1 การจำหน่ายลำไย การจำหน่ายลำไยของชาวสวนส่วนใหญ่มีการจำหน่ายลำไย 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ การขายเขียว การขายในระยะผลเริ่มแก่ และการเก็บขายเอง ดังนี้

2.1.1 การขายเขียว จะทำการขายตั้งแต่ระยะที่ต้นลำไยแทงช่อดอกในระยะนี้ชาวสวนและพ่อค้าไม่สามารถคาดคะเนผลผลิตลำไยได้ดีนัก การขายเหมาในลักษณะนี้เรียกอีกอย่างว่า การขายดอก การกำหนดราคาขึ้นอยู่กับความพอใจของพ่อค้าและเกษตรกรจะตกลงกัน สำหรับการเก็บผลผลิต การคัดขนาดและการบรรจุหีบห่อจะเป็นหน้าที่ของพ่อค้าผู้รับซื้อทั้งหมด

2.1.2 การขายในระยะผลเริ่มแก่ ในช่วงนี้ชาวสวนและพ่อค้าสามารถคาดคะเนผลผลิตได้ดีพอสมควร ดังนั้นราคาซื้อขายเหมาสวนจะสูงกว่าการขายเขียว ส่วนการกำหนดราคาและการเก็บเกี่ยวมีลักษณะเดียวกับวิธีการขายเขียว

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยแห้ง

คุณค่าทางอาหาร	เนื้อลำไยสด		เนื้อลำไยแห้ง
	พาวิน (2543)	Wall (2006)	พาวิน (2543)
องค์ประกอบทางเคมี (กรัม/100 กรัม)			
ความชื้น	81.10	79.49	17.80
ไขมัน	0.11	-	0.40
เส้นใย	0.28	-	1.60
โปรตีน	0.97	-	4.60
เถ้า	0.56	-	2.86
คาร์โบไฮเดรต	16.98	-	72.70
พลังงาน (แคลลอรี่/100 กรัม)	72.79	-	311.80
ของแข็งที่ละลายได้ (^{o}Brix)	-	19.76	-
วิตามิน (มิลลิกรัม/100 กรัม)			
วิตามินซี	69.20	60.11	137.80
ไนอาซีน	-		3.03
วิตามินบี	-		0.375
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม/100 กรัม)			
แคลเซียม	5.70	8.46	27.70
เหล็ก	0.35		2.39
ฟอสฟอรัส	35.30	32.14	159.50
โซเดียม	-	11.02	4.50
โปตัสเซียม	-	324.90	2,012.00
มักนีเซียม	-	13.10	
เหล็ก	-	0.54	
มังกานีส	-	0.08	
สังกะสี	-	0.27	
ทองแดง	-	0.26	
โบรอน	-	0.16	

2.1.3 การเก็บขายเอง การขายลักษณะนี้ชาวสวนลำไยจะเป็นผู้ควบคุมและจัดการเก็บลำไยเองจากนั้นนำไปจำหน่ายตามจุดรับซื้อต่างๆ หรืออาจนำผลผลิตจำหน่ายแก่ผู้บริโภคโดยตรง สำหรับราคาของผลผลิตนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของผลผลิตที่ส่งออกสู่ท้องตลาดถ้ามีปริมาณน้อยก็มกจำหน่ายได้ราคาสูง

2.2 ตลาดรองรับผลผลิตลำไย

ตลาดรองรับผลผลิตลำไยสดของไทยมี 3 แบบคือ ตลาดบริโภคสดภายในประเทศ ตลาดส่งออกต่างประเทศ และตลาดแปรรูปภายในประเทศ ดังนี้

2.2.1 ตลาดบริโภคสดภายในประเทศ ในอดีตเคยเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ และรองรับผลผลิตในสัดส่วนที่สูงที่สุด แต่ในระยะหลังการส่งออกลำไยสดและการแปรรูปมีการขยายตัว ทำให้ตลาดภายในประเทศมีสัดส่วนของการรับรองลำไยลดลง แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าสัดส่วนดังกล่าวจะลดลง ความสำคัญของการบริโภคภายในประเทศก็มิได้ด้อยไปกว่าตลาดส่งออกต่างประเทศ และตลาดแปรรูปภายในประเทศ เนื่องจากเป็นตลาดที่รองรับผลผลิตได้ไม่จำกัดคุณภาพ ทั้งเกรดเอ เกรดบี และเกรดซี จึงเป็นตลาดที่สามารถรองรับผลผลิตที่เหลือจากการส่งออกได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันผลผลิตที่บริโภคภายในประเทศ คิดเป็นร้อยละ 30 ของผลผลิตทั้งหมดหรือ ประมาณ 31,000-35,000 ตัน โดยตลาดที่เป็นศูนย์กลางการซื้อขาย ได้แก่ ตลาดขายส่งสี่มุมเมืองด้านเหนือ และตลาดไท ซึ่งสามารถรับรองผลผลิตคิดเป็นสัดส่วนของการบริโภคภายในประเทศประมาณร้อยละ 45 ตลาดมหานาคและตลาดปากคลองตลาดประมาณร้อยละ 30 และตลาดรถเร่ ซึ่งไปรับซื้อเองในแหล่งผลิต และนำไปขายโดยตรงยังจังหวัดต่างๆ ประมาณร้อยละ 25

2.2.2 ตลาดส่งออกต่างประเทศ ตลาดส่งออกลำไยสดรับรองผลผลิตได้ประมาณร้อยละ 30 ของผลผลิตทั้งหมดหรือประมาณ ปีละ 31,000-33,000 ตัน ขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิต โดยมีตลาดส่งออกดังนี้ ตลาดส่งออกเก่าคือ ฮ่องกง มาเลเซีย และสิงคโปร์ เป็นตลาดที่มีมาแต่ดั้งเดิม รองรับการส่งออกได้ประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณส่งออกทั้งหมด ในสัดส่วนนี้ร้อยละ 65 เป็นตลาดส่งออกไปฮ่องกง โดยประมาณกันว่าฮ่องกงส่งออกต่อไปบังจีนกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณที่ฮ่องกงนำเข้า การส่งออกไปตลาดนี้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ส่วนใหญ่ใช้ระบบฝากขาย (consignmemt) จึงมีความคล่องตัวในการระบายผลผลิตสูง และสามารถรองรับผลผลิต

ได้เป็นจำนวนมาก ผู้ค้าจะใช้ราคาเป็นตัวปรับความสมดุลของอุปสงค์และอุปทาน จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ราคาลำไยมีความผันผวนค่อนข้างมาก นอกจากนี้ยังมีตลาดใหม่ ได้แก่ แคนาดา ฝรั่งเศส และอังกฤษ เป็นตลาดที่ต้องการลำไยคุณภาพสูง เนื่องจากผู้บริโภคมีรายได้สูง การซื้อขายในตลาดนี้เป็นไปตามคำสั่งซื้อ (order) จึงรองรับผลผลิตได้จำกัดตามที่ระบุไว้ในคำสั่งซื้อเท่านั้น ผู้ส่งออกจะจำหน่ายได้ในราคาค่อนข้างดีและมีเสถียรภาพ

2.2.3 ตลาดแปรรูปภายในประเทศ เนื่องจากลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจและเป็นที่นิยมบริโภคของชาวไทยและชาวต่างประเทศ ทำให้เกษตรกรหันมาปลูกลำไยกันมากขึ้น เมื่อถึงฤดูกาลเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะในช่วงเดือนสิงหาคมและต้นเดือนกันยายน ลำไยจะออกสู่ตลาดมากเกินกว่าที่จะบริโภคสดได้ทัน ทำให้ผลผลิตลำไยถูกลง การแปรรูปลำไยให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆที่สามารถเก็บไว้ได้นานและยังมีรสชาติคงเดิมจะสามารถรักษาราคาผลผลิตสด และช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น ตลาดแปรรูปสามารถรองรับผลผลิตลำไยได้ถึงร้อยละ 40

3. การแปรรูปลำไย

การแปรรูปลำไยมี 3 ชนิด คือ

3.1 ลำไยกระป๋อง ตลาดลำไยกระป๋องรองรับผลผลิตได้ประมาณร้อยละ 20 ของผลผลิตทั้งหมดหรือประมาณ 20,000-22,000 ตันสด ในอดีตลำไยกระป๋องเป็นตลาดที่รองรับลำไยร่วง แต่ปัจจุบันลำไยร่วงถูกนำไปใช้ในการผลิตลำไยอบแห้ง การผลิตลำไยกระป๋องจึงหันมาใช้ลำไยช่อเกรดบี และบางส่วนอาจจะเป็นเกรดเอ โดยมีอัตราการแปรสภาพดังนี้ ลำไยสด : ลำไยกระป๋อง เป็น 2:1 ลำไยกระป๋องที่ผลิตได้ร้อยละ 20 บริโภคภายในประเทศ โดยผลผลิตส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80 ส่งออกไปต่างประเทศ การส่งออกลำไยกระป๋องในแต่ละปีมีประมาณ 8,000-10,000 ตัน คิดเป็นลำไยสด 18,000-20,000 ตัน ส่ง ออกไปสิงคโปร์ร้อยละ 35 มาเลเซียร้อยละ 35 สหรัฐอเมริกา ร้อยละ 12 โดยมีช่วงส่งออกอยู่มากระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายนของทุกปี คิดเป็นสัดส่วนของการส่งออกทั้งปีร้อยละ 60

3.2 ลำไยอบแห้ง ในอดีตมีการผลิตลำไยอบแห้งปริมาณไม่มากนักเป็นการผลิตในครัวเรือน โดยการนำลำไยร่วงที่จำหน่ายได้ราคาต่ำมากมาตากแดดให้แห้ง เพื่อเก็บถนอมไว้บริโภคในครัวเรือนในช่วงนอกฤดูกาล จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2533 ผลผลิตลำไยได้เพิ่มขึ้นมาก

ประกอบกับกระทรวงพานิชย์ได้เล็งเห็นโอกาสการขยายตลาดส่งออกลำไยอบแห้ง จึงได้ส่งเสริมการผลิตลำไยอบแห้งเพื่อรองรับผลผลิตลำไยสดคุณภาพต่ำ ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาราคาตกต่ำ การดำเนินการนับว่าประสบผลสำเร็จ การผลิตลำไยอบแห้งได้เปลี่ยนจากการผลิตเพื่อเก็บไว้บริโภคในครัวเรือนมาเป็นการผลิตเพื่อขายจนถึงปัจจุบัน การผลิตและการส่งออกลำไยอบแห้งได้ขยายตัวมาอย่างต่อเนื่องและกลายมาเป็นตลาดรองรับสำคัญที่มีบทบาทในการรักษาเสถียรภาพราคาลำไยเป็นอย่างมาก สัดส่วนการแปรสภาพลำไยอบแห้งเป็นดังนี้ ลำไยสด : ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก = 3: 1 และ ลำไยสด : ลำไยอบแห้งเฉพาะเนื้อ = 10: 1 การส่งออกลำไยอบแห้งในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปริมาณ 840 ตันในปี 2536 เป็นปริมาณ 3,400 ตันในปี 2538 โดยมีตลาดส่งออกหลักคือ ฮ่องกงร้อยละ 55 สิงคโปร์ร้อยละ 13 และเกาหลีใต้ร้อยละ 10 นอกจากนั้น ในระยะหลังจีนก็ได้กลายเป็นตลาดสำคัญ แต่ไม่ปรากฏในสถิติกรมศุลกากร เนื่องจากไทยส่งออกผ่านประเทศฮ่องกงโดยช่วงเวลาส่งออกมากมักจะอยู่ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน คิดเป็นสัดส่วนของการส่งออกทั้งปีร้อยละ 70

3.3 ลำไยแช่แข็ง ปริมาณส่งออกลำไยแช่แข็งมีประมาณปีละ 150 ตัน มูลค่า 8-9 ล้านบาท โดยช่วงส่งออกมากมักจะอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม คิดเป็นสัดส่วนของการส่งออกร้อยละ 65 ของการส่งออกทั้งปี ตลาดส่งออกลำไยแช่แข็งของไทย ได้แก่ สหรัฐอเมริการ้อยละ 80 และญี่ปุ่นร้อยละ 20 ทั้งสองประเทศนี้มีนโยบายไม่เปิดตลาดลำไยสด โดยอ้างสาเหตุของโรคพืชและแมลง การนำเข้าลำไยจะต้องนำไปแช่แข็งเพื่อฆ่าโรคและแมลงก่อน

ข้าวกล้อง

ข้าวกล้อง (brown rice, cargo rice, loozain rice, husked rice) คือข้าวที่ผ่านกระบวนการการเทาะเปลือก (แกลบ) ออกเพียงเท่านั้น ไม่ได้ผ่านกระบวนการขัดสี ยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวหรือรำข้าวอยู่ ส่วนสีของข้าวกล้องจะแสดงออกที่เยื่อหุ้มผล โดยจะมีสีต่างๆกัน ตั้งแต่น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา และม่วงเกือบดำ ข้าวกล้องที่มีสีแดงและม่วงจะมีสารพวกเม็ดสีแอนโทไซยานินอยู่ จึงทำให้ข้าวกล้องมีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอยู่สูงกว่าข้าวกล้องทั่วไป (ราชวัตร, 2542)

1. คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้อง

เมล็ดข้าวกล้องมีองค์ประกอบคุณค่าทางด้านอาหารและโภชนาการอยู่มากมาย เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และเถ้า นอกจากนี้ยังมีวิตามิน ซึ่งวิตามินที่พบในข้าวกล้อง ได้แก่ วิตามินบี1 วิตามินบี2 และวิตามินบี5 แร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แมกนีเซียม แมงกานีส สังกะสี โคบอลต์ ทองแดง ซิลีเนียม ไอโอดีน กรดแพนโธธินิค และกรดโฟลิค (เยาวภาและวราพร, 2542; อรอนงค์, 2534) ดังนี้คือ

1.1 คาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวกล้องแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แป้ง เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และน้ำตาลอิสระ โดยที่แป้งมีปริมาณสูงสุดประมาณร้อยละ 77-78 เฮมิเซลลูโลส พบมากในรำละเอียด รำข้าวขาว และจมูกข้าว พบเล็กน้อยในข้าวขาว ข้าวกล้องมีเฮมิเซลลูโลสร้อยละ 1.43-2.08 รำละเอียดมีร้อยละ 8.59-10.90 นอกจากนี้ยังพบแพนโตแซนในจมูกข้าวร้อยละ 4.80-7.40 เซลลูโลสส่วนใหญ่อยู่ในชั้นที่เป็นรำ ปริมาณที่พบในชั้นรำละเอียดร้อยละ 62 จมูกข้าวร้อยละ 4 รำข้าวขาวร้อยละ 7 และข้าวขาวร้อยละ 27 ส่วนน้ำตาลอิสระพบมากในจมูกข้าวและเนื้อแป้ง ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส ราฟิโนส กลูโคส มอลโตส และฟรุคโตสเล็กน้อย ข้าวกล้องมีน้ำตาลอิสระร้อยละ 0.83-1.36 และข้าวขาวมีร้อยละ 0.09-0.13 คาร์โบไฮเดรตมีหน้าที่ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ส่วนใยอาหารพวกเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสช่วยป้องกันท้องผูกและโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

1.2 โปรตีน ในข้าวกล้องจะมีโปรตีน อยู่หนาแน่นบริเวณของนอกของเมล็ดและบริเวณคัภพะ (embryo) มากกว่าที่ส่วนอื่นๆของเมล็ด โปรตีนมีหน้าที่ช่วยเสริมสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ปกติข้าวกล้องจะมีปริมาณโปรตีนตั้งแต่ร้อยละ 4.3-18.2 หรือประมาณร้อยละ 9.5 โดยเฉลี่ย ข้าวกล้องแม้จะมีโปรตีนน้อยกว่าธัญชาติอื่นๆ แต่โปรตีนที่มีอยู่ก็มีคุณค่าทางชีวภาพและมีค่า NPU (net protein utilization) สูงกว่าโปรตีนของธัญชาติอื่นอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถย่อยโปรตีนได้อย่างสมบูรณ์ การที่โปรตีนของข้าวย่อยได้ดี อาจเนื่องจากข้าวมีแทนนินต่ำ

1.3 ไขมัน ข้าวกล้องมีไขมันประมาณร้อยละ 1.6-2.8 และในส่วนของไขมันนี้ประมาณร้อยละ 80 อยู่ในรำข้าว ไขมันจากทุกส่วนของเมล็ดจะมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะสกัดจากข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้า กรดไขมันส่วนใหญ่เป็นกรดโอเลอิก (oleic) ลิโนเลอิก (linoleic) และพาลมิติก (palmitic) ไขมันของข้าวมีสารแอนติออกซิแดนซ์อยู่คือ โอรีซานอล (oryzanol) และ

โทโคฟีรอล (tocopherol) ซึ่งช่วยระงับปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน ทำให้น้ำมันที่สกัดได้มีความคงตัวหรืออยู่ได้นานโดยไม่หืน นอกจากนี้ทั้งโอรีซานอลและโทโคฟีรอลยังช่วยเร่งการเจริญเติบโต การไหลเวียนของโลหิตและการหลั่งฮอร์โมนของร่างกาย

1.4 วิตามิน ส่วนใหญ่จะพบบริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นในสุดและคัพภะ จึงเป็นสาเหตุให้ข้าวสารที่ขัดสีจนขาวมีวิตามินเหลืออยู่เพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับข้าวกล้องที่มีวิตามินอยู่ในปริมาณที่สูงกว่ามาก วิตามินที่พบในข้าวกล้อง ได้แก่ กรดนิโคตินิก (nicotinic acid) หรือไนอะซิน (niacin) ไทอะมิน (thiamine) หรือวิตามินบี1 ซึ่งจะมีมากกว่าข้าวขาวประมาณ 4 เท่า ดังนั้นถ้ารับประทานข้าวกล้องเป็นประจำจะป้องกันโรคเหน็บชา ไรโบฟลาวิน (riboflavin) หรือวิตามินบี 2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก วิตามินซี (ascorbic acid) วิตามินดี และวิตามินบี12 (cobalamin) นอกจากนี้ยังพบวิตามินเอ (พบเฉพาะในข้าวเหนียวดำ)

วิตามินในเมล็ดข้าวอาจสูญเสียไปได้ง่ายเมื่อเก็บข้าวไว้ในรูปข้าวสารในโรงเก็บที่มีอุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงควรเก็บไว้ในรูปของข้าวเปลือกในโรงเก็บที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี หรือมีอุณหภูมิต่ำ นอกจากนั้นวิธีการหุงข้าวก็ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินไปด้วย พบว่าการซาวข้าวทำให้สูญเสียวิตามินบี 1 ไปร้อยละ 20

1.5 แร่ธาตุ แร่ธาตุส่วนใหญ่จะพบที่บริเวณผิวนอกของเมล็ด ปริมาณแร่ธาตุของเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับปริมาณของแร่ธาตุที่มีอยู่ในดิน ปริมาณแร่ธาตุที่ได้จากปุ๋ย และสภาพแวดล้อม ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว ชนิดของแร่ธาตุที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวค่อนมาก ได้แก่ ฟอสฟอรัส มักนีเซียม และโปตัสเซียม สำหรับฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวนั้นส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก นอกจากยังมีแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม คลอรีน ซิลิคอน เหล็ก อะลูมิเนียม แมงกานีส โซเดียม และสังกะสี ในปริมาณเล็กน้อย

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารของข้าวกล้องและข้าวที่ขัดสีจนขาวพบว่า ข้าวกล้องมีคุณค่าทางอาหารมากกว่าข้าวที่ขัดสีจนขาว ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของข้าวกล้องและข้าวที่ขัดสีขาว

ปริมาณสารอาหาร	ข้าวกล้อง	ข้าวที่ขัดสีจนขาว
องค์ประกอบทางเคมี (กรัม/100 กรัม)		
โปรตีน	7.6	6.4
คาร์โบไฮเดรต	75.1	79.4
ไขมัน	2	0.8
ใยอาหาร	2.1	0.7
วิตามิน (มิลลิกรัม/100 กรัม)		
บี2	0.34	0.07
บี3	0.05	0.03
ไนอะซิน	0.62	0.62
กรดเพนโธเธนิค	1.5	0.22
กรดโฟลิค	20	0.36
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม/100 กรัม)		
เหล็ก	1.6	0.8
แคลเซียม	32	24
มักนีเซียม	52	14
มังกานีส	1.5	0.9
แร่ธาตุ (ไมโครกรัม/100 กรัม)		
สังกะสี	1.9	1.5
โคบอลท์	4.2	0.9
ทองแดง	360	230
ซิลิเนียม	38.8	31.8
ไอโอดีน	2.2	2

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2542)

2. ผลิตภัณฑ์จากข้าวกล้อง

ผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้ให้ความสนใจในการบริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าการเลือกรับประทานอาหารที่มีรสชาติอร่อยถูกปากแต่เพียงอย่างเดียว และเนื่องจากว่าข้าวกล้องเป็นข้าวที่มีประโยชน์ซึ่งคนไทยส่วนใหญ่ไม่ค่อยนิยมบริโภคกัน จึงได้มีการนำข้าวกล้องมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น น้ำข้าวกล้อง (วิจิตรา, 2549) สแนคข้าวกล้อง (จุฬาลักษณ์, 2546) โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป (ชมพูนุท, 2545) ไอศกรีมข้าวกล้อง (วิวัฒน์, 2550) และโยเกิร์ตข้าวกล้อง (อิศรา, 2546) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการแปรรูปเป็นน้ำข้าวกล้องผสมน้ำผึ้ง ข้าวกล้องผงและเส้นก๋วยเตี๋ยวจากข้าวกล้อง การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จะช่วยทางด้านการเพิ่มมูลค่าของข้าวและยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์อาหาร (อิศรา, 2546)

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ไม่ได้ผลิตจากน้ำนมวัว

โยเกิร์ต (yoghurt, yogurt) เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไป มีการผลิตอย่างน้อย 4,000 ปีมาแล้ว มีแหล่งกำเนิดในแถบย่านภูเขาคอเคซัส ตุรกี เกาะในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนและกลุ่มประเทศตะวันออกบริเวณคาบสมุทรบอลข่าน ต่อมาโยเกิร์ตจึงแพร่ไปสหรัฐอเมริกา ยุโรป และทั่วโลก Codex Alimentarius (1992) ได้ให้ความหมายของคำว่าโยเกิร์ตตาม Bourlioux และ Pochart (1988) ไว้ดังนี้คือ " เป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีลักษณะเป็นก้อนเนื่องจากกระบวนการหมักของบักเตรีแลกติกพวก *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus*" ทำให้เกิดรสเปรี้ยวและโปรตีนในนมเกิดการจับตัวเป็นก้อน ประเทศสหรัฐอมริกาได้กำหนดให้ปริมาณของบักเตรีกรดแลกติกในโยเกิร์ตต้องไม่น้อยกว่า 10^8 โคโลนี/กรัม ตั้งแต่ตอนเริ่มทำการเติมหัวเชื้อในขั้นตอนของการหมัก ตลอดจนถึงในการเก็บรักษาและจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค

ปกติโยเกิร์ตทำจากนมวัวเพียงอย่างเดียว แต่ในช่วงหลังพบว่าธัญชาติมีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของใยอาหาร (dietary fiber) ซึ่งนมวัวไม่มี จึงมีการใช้ธัญชาติชนิดต่างๆ เป็นส่วนผสมในการทำโยเกิร์ต เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและเพิ่มชนิด

ของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดให้หลากหลายขึ้น ชนิดของธัญชาติที่ศึกษา ได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวโพด และข้าวโอ๊ต เป็นต้น

ขวัญวิไลและหนูอรร (2539) ได้ทำการศึกษาการทำโยเกิร์ตจากถั่วลิสง โดยได้ทำการศึกษาถึงปริมาณถั่วลิสงที่ใช้แทนนมสดในการผลิตโยเกิร์ต จากการทดลองพบว่า การใช้ถั่วลิสงในปริมาณ 50 กรัมต่อน้ำ 1000 มิลลิลิตร จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

วริศราและอมรา (2540) ได้ทำการศึกษาการทำโยเกิร์ตจากข้าวโพด โดยได้ทำการศึกษาถึงปริมาณข้าวโพดที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตในระดับต่างๆ ที่มีต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต พบว่าการใช้ข้าวโพด 67 กรัม: น้ำ 200 มิลลิตร (1:3) จะมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด และมีปริมาณกรดแลกติกมากที่สุดด้วย

จารุวรรณ (2543) ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตจากกะทิ โดยใช้มะพร้าวทึนทึกมาคั้นน้ำกะทิ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วตักไขส่วนผิวหน้าออก นำมาผสมกับหางนมความเข้มข้นร้อยละ 15 ในอัตราส่วนของน้ำกะทิกับสารละลายหางนมเท่ากับ 1 ต่อ 1.25 เติมเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตซึ่งเป็นเชื้อผสมระหว่าง *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ปริมาณร้อยละ 4 แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ได้โยเกิร์ตกะทิที่มีเนื้อสัมผัสเนียน มีความข้นหนืดสูงและมีปริมาณไขมันต่ำ โยเกิร์ตกะทิที่ได้สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 14 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

จิรากร (2546) ทำการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวโพด โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตชนิดผงที่จำหน่ายในทางการค้า ซึ่งเป็นเชื้อผสมระหว่าง *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ปริมาณร้อยละ 3 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี ความเรียบเนียน การแยกตัวของน้ำ ความข้นหนืด กลิ่นนมผง กลิ่นข้าวโพด กลิ่นกรด รสเปรี้ยว รสหวาน และการยอมรับรวม โดยใช้วิธีประเมินแบบ Mean Ideal Ratio Scores มีจำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ตเท่ากับ 7.10×10^{9} โคโลนี/กรัม ค่าความเป็นกรดโดยคำนวณเป็นกรดแลกติกร้อยละ 1.11 ของน้ำหนัก ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.97 ปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 20.56 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และค่าความหนืดเท่ากับ

17,500 เซนติพอยส์ เมื่อทำการวัดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer ใช้เข็มวัดเบอร์ 4 ที่ความเร็วรอบ 2.5 รอบ/นาที

โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองมีการใช้จุลินทรีย์ในการหมักโยเกิร์ตเช่นเดียวกับที่ใช้ในน้ำนมวัว ซึ่งได้แก่เชื้อ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* พบว่าจุลินทรีย์โยเกิร์ตดังกล่าวสามารถหมักน้ำนมถั่วเหลืองได้ เมื่อมีการเติมน้ำตาลแลกโตสร้อยละ 2-5 และเวย์โปรตีนเข้มข้น (whey protein concentrate) หรือนมผงขาดมันเนย (nonfat dry milk) ร้อยละ 3-5 โดยการหมักที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง ค่า pH น้ำนมถั่วเหลืองลดลงจนถึง 4.5 เนื่องจากจุลินทรีย์โยเกิร์ตผลิตกรดแลกติก ทำให้โปรตีนน้ำนมถั่วเหลืองเกิดการตกตะกอน อย่างไรก็ตามพบว่าโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้ไม่มีกลิ่นรสที่ดีของโยเกิร์ตเหมือนกับโยเกิร์ตจากน้ำนมวัว (Cheng และคณะ, 1990; Lee และคณะ, 1990; Karleskind และคณะ, 1991) โดยโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองยังคงมีกลิ่นรสของถั่ว หรือกลิ่นสาบหญ้า ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเมื่อทำการเติมโซเดียมเคซิเนตร้อยละ 0.25 พบว่าสามารถปรับปรุงกลิ่นรสของโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองได้ โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้มีกลิ่นรสดี ปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ (Granata และ Morr, 1996)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. วัตถุดิบ

1.1 ข้าวกล้องหอมมะลิ 100% ตราเกษตร ผลิตโดยบริษัทไทยฮา จำกัด (มหาชน) 140 หมู่ 5 ตำบลบางกระทึก อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

1.2 ลำไยอบแห้งสีทอง เกรด AA ซื้อจากร้านเจ๊หงษ์ (เฮียเล็ก) ตลาดวโรรส จังหวัดเชียงใหม่

1.3 ลำไยแห้งจัมโบ้ (อบแห้งทั้งเปลือก) ซื้อจากร้านเจ๊หงษ์ (เฮียเล็ก) ตลาดวโรรส จังหวัดเชียงใหม่

1.4 นมผงพร่องมันเนย ตราแอนลีน นำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์

1.5 น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล

1.6 กลิ่นใบเตยตรารอยัลลี ผลิตโดยบริษัทเอสแอนด์พีซินดิเคท จำกัด (มหาชน) 457-457/6 สุขุมวิท55 แขวงคลองตันเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ

1.7 เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต (YC-350, Chr Hansen, Denmark) ซื้อจากบริษัทอีสท์เอเชียติ๊กส์ จำกัด กรุงเทพฯ

1.8 น้ำเชื่อมฟรุคโตสซื้อจากร้านหยกอินเตอร์เทรด จังหวัดเชียงใหม่

1.9 คาราจีแนน ซื้อจาก หจก.โอ.วี.เคมิเคิล แอนด์ ซัพพลาย 257/19 ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต

2.1 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง (Sartorius, Germany)

2.2 ตู้บ่มโยเกิร์ต อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (Termaks, B8000, Norway)

2.3 ตู้อบลมร้อน (Termaks, TS 8136, Germany)

2.4 เครื่องปั่น (Philips)

2.5 หม้อหุงข้าวไฟฟ้า (Sharp, KS-II ET)

2.6 นาฬิกาจับเวลา (Jumbo Digi-Timer, TR113, Oregon Scientific)

2.7 เครื่อง homogenizer (Ultra-Turrax T25, IKA®-Labortechnik, Jankel&Kunkel)

2.8 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert, U.S.A)

2.9 อุปกรณ์เครื่องครัวต่างๆ เช่น หม้ออะลูมิเนียม เป็นต้น

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพโยเกิร์ต

3.1 เครื่องวัดสี (JukiTri-stimulus colorimeter, JC 801, Japan)

3.2 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscosimeter, DVIII, U.S.A)

3.3 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Atago, Japan)

3.4 เครื่องวัด pH (Metrohm, 744, Switzerland)

3.5 เตาเผาเถ้า (Carbolite, Aston lane, Hope Sheffield, England)

3.6 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Kjeltec)

3.7 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Soxhtec)

3.8 หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)

3.9 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Hereus, B12)

3.10 ตู้อบฆ่าเชื้อ (Memmert)

3.11 อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ เช่น บีกเกอร์ ปิเปต จานเลี้ยงเชื้อ (เพลท) และบิวเรต เป็นต้น

3.12 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

4. สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพโยเกิร์ต

4.1 น้ำกลั่น

4.2 Sodium hydroxide (Merck)

4.3 Conc. Sulfuric acid (J.T. Baker)

4.4 Copper sulphate (Schalau)

4.5 Hydrochloric acid 37% (Merck)

4.6 Methyl orange (Laboratory chemical)

4.7 Methylene blue (Merck)

4.8 Phenolphthalein(Asia Pacific Specialty Chemical Limited)

4.9 Hexane(LanScan)

4.10 MRS agar (Merck)

4.11 Peptone water (HiMedia)

วิธีการทดลอง

1. การพัฒนาโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.1 การเตรียมโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐาน

ทำการเตรียมโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐาน โดยดัดแปลงจากวิธีของอิศรา (2546) โดยมีสูตรดังตารางที่ 3 โดยมีวิธีการทำดังนี้คือ นำข้าวกล้องมาหุงให้สุกด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า โดยใช้อัตราส่วนของข้าวสารต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2 หลังจากนั้นจึงนำข้าวกล้องสุกมาปั่นพร้อมกับน้ำด้วยเครื่องปั่นนาน 3 นาที เติมน้ำตาลทรายขาว นมผงขาดมันเนย และคาราจีแนน แล้วปั่นต่ออีก 3 นาที นำส่วนผสมที่ได้เทใส่ในบีกเกอร์ แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด ให้มีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 40 องสาเซลเซียส แล้วจึงเติมหัวเชื้อลงและกลิ่นใบเตย คนให้ละลายเข้ากันดี แล้วแบ่งบรรจุลงในถ้วยพลาสติก ขนาด 30 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 4.5 ชั่วโมง ในตู้บ่ม นำโยเกิร์ตที่ได้ไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะทำการทดสอบ ภายในเวลาไม่เกิน 3 วัน

ตารางที่ 3 ส่วนผสมของโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม		ปริมาณ (ร้อยละ)
หลัก	น้ำ	80
	ข้าวกล้องสุก	20
อื่นๆ	น้ำตาลทรายขาว	10
	นมผงขาดมันเนย	7
	กลิ่นใบเตย	0.5
	คาราจีแนน	0.1
	หัวเชื้อโยเกิร์ต	0.03

ที่มา: ดัดแปลงจากอิศรา (2546)

1.2 การพัฒนาสูตรโดยใช้วิธี Ideal Ratio Profile Test

สามารถทำได้โดยนำโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐานมาทำการทดสอบความเข้มของคุณ ลักษณะต่างๆ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน คุณลักษณะที่ทดสอบ ได้แก่ กลิ่นโยเกิร์ต รสเปรี้ยว รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความข้นหนืด เปรียบเทียบกับความเข้มของคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องในอุดมคติ (ideal) กล่าวคือผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องที่ผู้ทดสอบต้องการ วิธีดังกล่าวเรียกว่า Ideal ratio profile test (Lawless และ Hildegarde, 1998) โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นแบบ unstructured scale (ภาคผนวกที่ 2) แล้วทำการแปลงคะแนนที่ได้ออกมาเป็นตัวเลข นำคะแนนของตัวอย่างที่ได้ (S) และคะแนนของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (I) ของผู้ทดสอบไปหาค่า S/I เฉลี่ย และนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปพล็อตกราฟใยแมงมุม

ผลที่ได้ใช้ในการปรับปรุงโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐานให้มีคุณลักษณะในด้านต่างๆใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติมากที่สุด โดยใช้วิธีการจัดลำดับความชอบแบบ Ranking (ภาคผนวกที่ 2) ใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 48 คน หลังจากนั้นนำเอาตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐานที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

1.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้อง

ทำการทดสอบการยอมรับของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 60 คน ใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale โดยคุณลักษณะที่ทดสอบมีดังนี้ กลิ่น รสเปรี้ยว รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้นหนืด และการยอมรับรวม กำหนดให้คะแนน 9 หมายถึงยอมรับมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึงไม่ยอมรับมากที่สุด ใช้แบบทดสอบดังภาคผนวกที่ 4

2. การวิเคราะห์คุณภาพของโยเกิร์ตข้าวกล้อง

นำโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้รับการยอมรับของผู้บริโภค (ตามผลการทดลองที่ได้จากข้อ 1.3) มาทำการวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่างๆดังนี้คือ

2.1 ปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ทั้งหมด

โดยการวัดด้วยเครื่อง hand refractometer รายงานค่าเป็นค่า ^{o}Brix ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณของแข็งที่สามารถละลายได้ทั้งหมด

2.2 ค่า pH

โดยการวัดด้วยเครื่องวัด pH

2.3 ค่าความเป็นกรดโดยคำนวณเป็นกรดแลกติก

โดยทำการไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟธาลีนร้อยละ 1.0 เป็นอินดิเคเตอร์ (AOAC, 2000) ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ 5

2.4 ความหนืด

นำตัวอย่างโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมาทำการวัดความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscosimeter) โดยใช้หัววัดเบอร์ 3 (LV3) ใช้ค่าแรงเฉือนที่ 10, 20 และ 30 รอบ/นาที เป็นเวลานาน 90 วินาที ค่าความหนืดที่ได้หน่วยเป็นเซนติพอยส์ ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ 6

2.5 ค่าสี

โดยการวัดด้วยเครื่องวัดสี ใช้ illiminant D65 (หมายถึงแสงตอนกลางวัน) ที่มุม 10 องศา รายงานผลออกมาเป็นค่า L*, a*, b* โดยค่า L* หมายถึงค่าความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0-100 (มืด-สว่าง) ค่า a* หมายถึงค่าสีแดง ถ้ามีค่า + คือสีแดง ถ้ามีค่า – คือสีเขียว ส่วนค่า b* หมายถึงค่าสีเหลือง ถ้ามีค่า + คือสีเหลือง ถ้ามีค่า + คือสีน้ำเงิน ทำการ calibrate เครื่องด้วยแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีขาว ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ 7

2.6 องค์ประกอบทางเคมี

ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีนและเถ้า ทำตามวิธี AOAC (2000) ดังรายละเอียดในภาค ผนวกที่ 8, 9, 10 และ 11 ตามลำดับ

2.7 ปริมาณบักเตรีกรดแลกติก

นำตัวอย่างโยเกิร์ตมาทำการเจือจางแบบ serial dilution ด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1 แล้วทำการ pour plate ด้วย MRS agar บ่มเพลทที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ทำการนับจำนวนโคโลนีที่อยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย รายงานค่าเป็น โคโลนี/กรัม รายละเอียดการวิเคราะห์ดังภาคผนวกที่ 12

3. การศึกษาปริมาณการเติมลำไยที่เหมาะสมในโยเกิร์ตข้าวกล้อง

3.1 วิธีการเตรียมลำไยและโยเกิร์ตข้าวกล้องเสริมลำไย

นำลำไยอบแห้งสีทองมาทำการต้มในน้ำเดือด สะเด็ดน้ำ แล้วเติมในโยเกิร์ตข้าวกล้องในปริมาณร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 5, 10 และ 15 โดยศึกษารูปแบบการเติม 2 แบบคือ เติมทั้งลูก และนำตัวอย่างไปปั่นด้วยเครื่องปั่น นำตัวอย่างโยเกิร์ตที่ได้ไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale เช่นเดียวกับข้อ 1.3 ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 60 คน

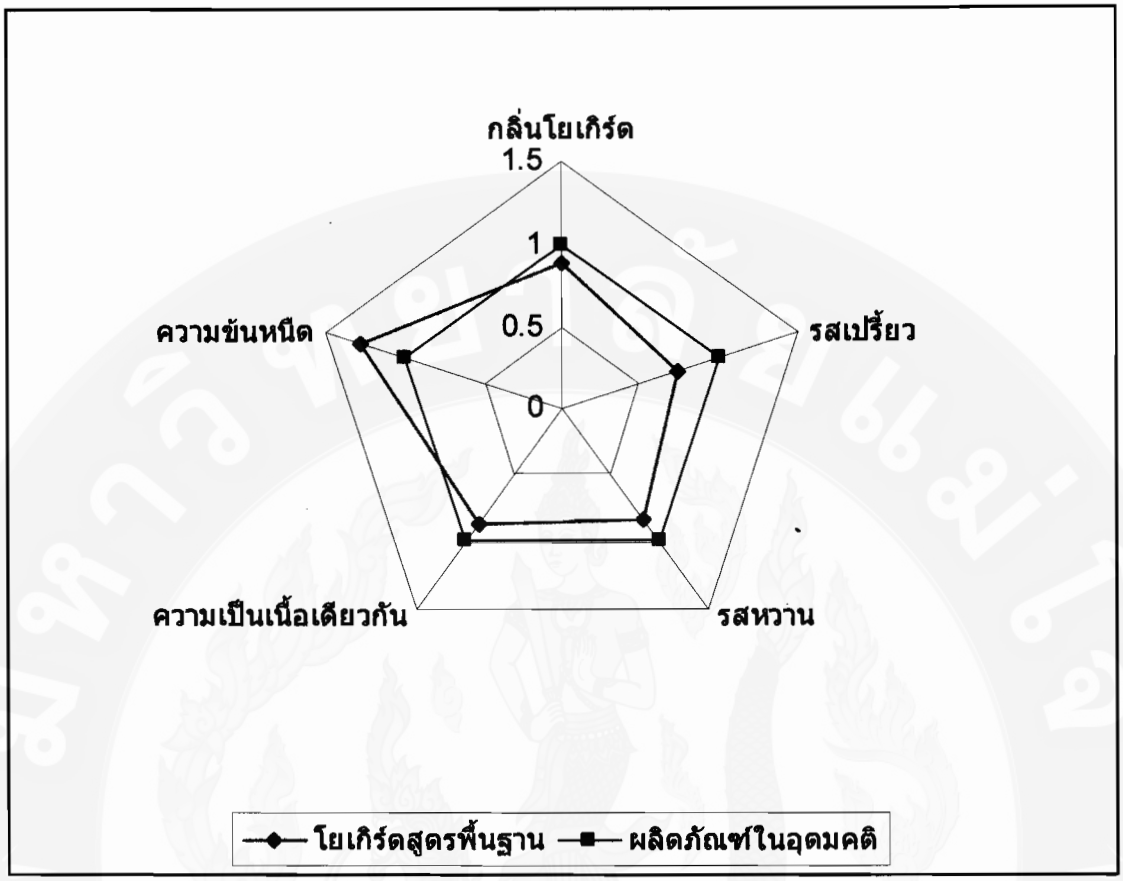
3.2 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) โดยให้วิธีการเตรียมลำไยเป็น block ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (replication) นำผลการทดลองที่ได้ มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ดูความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้โดยวิธี DMRT (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS Version 11

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการพัฒนาโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

จากการทำโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐาน พบว่าโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้มีค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลกติก) เท่ากับ 4.45 และ 0.57 ตามลำดับ เมื่อทำการหมักเป็นเวลา 4.5 ชั่วโมง เมื่อนำไปทำการทดสอบความเข้มของคุณลักษณะต่างๆ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ ซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบคิดว่าน่าจะเป็น หรือที่ผู้ทดสอบชอบและต้องการให้เป็น (ศิริลักษณ์, 2531) ได้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของคุณลักษณะต่างๆ ออกมา ซึ่งสามารถแสดงผลได้โดยใช้แผนภาพใยแมงมุม ดังแสดงในภาพที่ 1 ทั้งนี้ค่าอัตราส่วนเฉลี่ยมีความหมายดังนี้คือ เท่ากับ 1.0 หมายความว่า ไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงสำหรับลักษณะที่ศึกษานั้นๆ มากกว่า 1.0 หมายความว่า มีความจำเป็นต้องลดความเข้มหรือความแรงของลักษณะนั้นๆ และน้อยกว่า 1.0 หายความว่า มีความจำเป็นต้องเพิ่มความเข้มหรือความแรงของลักษณะนั้นๆ (ศิริลักษณ์, 2531)



ภาพที่ 1 ค่า S/I ของโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐานเทียบกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ

จากค่า S/I ที่ได้จะเห็นว่าโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐานมีกลิ่นโยเกิร์ต รสเปรี้ยว และรสหวานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ โดยมีค่าเท่ากับ 0.88, 0.74, 0.83 และ 0.87 ตามลำดับ ส่วนความข้นหนืดมีค่า S/I เท่ากับ 1.29 ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ การที่กลิ่นโยเกิร์ตมีค่า S/I ของกลิ่นโยเกิร์ตต่ำกว่า 1.0 อาจเนื่องกลิ่นของโยเกิร์ตที่ทำจากข้าวกล้องมีองค์ประกอบของสารประกอบที่ระเหยได้แตกต่างไปจากโยเกิร์ตที่ทำจากนมวัว เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีลักษณะที่แตกต่างกัน รสเปรี้ยวและรสหวานของผลิตภัณฑ์ยังมีค่าต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ ดังนั้นในการทดลองตอนต่อไปจึงทำการเพิ่มรสเปรี้ยวและรสหวานในผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้โยเกิร์ตข้าวกล้องที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด โดยในตอนแรกจะทำการปรับปรุงรสเปรี้ยวก่อน โดยการเพิ่มระยะเวลาในการหมักโยเกิร์ต เพื่อให้จุลินทรีย์ที่ทำการหมักโยเกิร์ตทำการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลให้เป็นกรดแลกติกมากขึ้น ใช้เวลาในการหมักเพิ่มขึ้นจาก 4.5 ชั่วโมง เป็น 5.0, 5.5 และ 6.0 ชั่วโมง ได้โยเกิร์ตข้าวกล้องที่มี pH เท่ากับ 4.53, 4.30 และ 4.19

ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบการจัดลำดับความชอบพบว่าตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องที่มีการหมักนาน 6 ชั่วโมงมีคะแนนลำดับความชอบอันดับที่ 1 มากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องที่มีการหมักนาน 6 ชั่วโมง ทำการศึกษาปริมาณน้ำเชื่อม/ความหวานที่เหมาะสมต่อไป

ในการทดลองนี้ได้เลือกใช้น้ำเชื่อมฟรุคโตสเป็นสารให้ความหวานในโยเกิร์ต เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย สำหรับการทดลองหาปริมาณน้ำเชื่อมฟรุคโตสที่เหมาะสม ได้ทำการเติมน้ำเชื่อมฟรุคโตสในปริมาณร้อยละ 3 และ 5 เทียบกับตัวอย่างที่ไม่เติมน้ำเชื่อม (ตัวอย่างควบคุม) โยเกิร์ตที่ได้มี pH 4.19 และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลกติก)เท่ากับ 0.72 เมื่อนำมาทดสอบการจัดลำดับความชอบ พบว่าตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องที่มีการเติมน้ำเชื่อมฟรุคโตสร้อยละ 5 มีคะแนนลำดับความชอบอันดับที่ 1 มากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องที่มีการเติมน้ำเชื่อมฟรุคโตสร้อยละ 5 ไปใช้ในการทดลองตอนต่อไป ไม่เติมน้ำเชื่อมฟรุคโตสมากกว่าร้อยละ 5 เนื่องจากทำให้โยเกิร์ตที่ได้เหลวจนเกินไป ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ดังนั้นโยเกิร์ตที่ได้รับการพัฒนาแล้ว จึงเป็นโยเกิร์ตที่ผ่านการหมัก 6 ชั่วโมง และมีการเติมน้ำเชื่อมฟรุคโตสร้อยละ 5 มีสูตรดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบส่วนผสมของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้รับการพัฒนาแล้วกับโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐาน (ก่อนที่ได้รับการพัฒนา)

ส่วนผสม		ปริมาณ (ร้อยละ)	
		สูตรที่พัฒนาแล้ว	สูตรพื้นฐาน*
หลัก	น้ำ	80	80
	ข้าวกล้องสุก	20	20
อื่นๆ	น้ำตาลทรายขาว	10	10
	นมผงขาดมันเนย	7	7
	กลิ่นใบเตย	0.5	0.5
	คาราจีแนน	0.1	0.1
	หัวเชื้อโยเกิร์ต	0.03	0.03
	น้ำเชื่อมฟรุคโตส	5	-

* ดัดแปลงจากอิศรา (2546)

เมื่อนำโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้ไปทำการทดสอบการยอมรับ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale โดยคุณลักษณะที่ทดสอบมีดังนี้ กลิ่น รสเปรี้ยว รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้นหนืด และการยอมรับรวม กำหนดให้คะแนน 9 หมายถึง ยอมรับมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึงไม่ยอมรับมากที่สุด ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตข้าวกล้องที่พัฒนาแล้วเป็นอย่างดี โดยมีคะแนนการยอมรับรวมเท่ากับ 7.28 (ยอมรับปานกลาง-ยอมรับมากที่สุด)

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการยอมรับโยเกิร์ตข้าวกล้อง

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย±SD
กลิ่นโยเกิร์ต	7.41±1.00
รสเปรี้ยว	6.90±1.75
รสหวาน	7.06±1.41
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	7.51±1.29
ความข้นหนืด	6.19±2.14
การยอมรับรวม	7.28±1.24

หมายเหตุ [1]เป็นคะแนนเฉลี่ย± SD

[2]เป็นคะแนนเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน

[3]ความหมายของคะแนนเป็นดังนี้คือ 9 หมายถึงยอมรับมากที่สุด 8 หมายถึงยอมรับมาก 7 หมายถึงยอมรับปานกลาง 6 หมายถึงยอมรับเล็กน้อย 5 หมายถึงเฉยๆ 4 หมายถึงไม่ยอมรับเล็กน้อย 3 หมายถึงไม่ชอบยอมรับ2 หมายถึงไม่ยอมรับมาก และ 1 หมายถึงไม่ยอมรับมากที่สุด

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

นำเอาโยเกิร์ตข้าวกล้องซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมาทำการวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่างๆ ทั้งทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6 ความหนืดของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้จากการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 4,920.5, 4,033.4 และ 3,317.3 เซนติพอยซ์ เมื่อวัดด้วยความเร็วรอบเท่ากับ 10, 20 และ 20 รอบ/นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าความหนืดของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ทดลองโดยอิศรา (2546) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2,377 เซนติพอยซ์ อาจเนื่องจากหัวเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ใช้แตกต่างกัน รวมทั้งระยะเวลาและอุณหภูมิในการบ่มแตกต่างกัน โดยอิศ

รา (2546) ใช้เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต YC-380 ร่วมกับเชื้อโพรไบโอติก Bb-46 บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ส่วนการทดลองนี้ใช้เชื้อ YC-380 เพียงอย่างเดียว และบ่มที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิในการบ่ม (37-46 องศาเซลเซียส) ต่อคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต โดยการบ่มที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดเจลได้ดีกว่าการบ่มที่อุณหภูมิต่ำ มีค่า G' สูงกว่า เนื่องจากการบ่มที่อุณหภูมิสูง ต้องใช้เวลาในการลดอุณหภูมินานกว่า ทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของสายโปรตีนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น (Haque *et al.*,2001) ค่าความหนืดที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง Brookfield ที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นค่าความหนืดที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ช้อนตักโยเกิร์ตก่อนที่จะทำการบริโภค (Kip *et al.*, 2006)

ส่วนค่าสีมีค่าใกล้เคียงกับงานทดลองของอิศรา (2546) โดยมีค่า L*, b* และ a* เท่ากับ 78.96, -3.46 และ 11.11 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.18 และค่าความเป็นกรดโดยคำนวณเป็นกรดแลกติกของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้จากการทดลองนี้มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.76 ของน้ำหนัก ซึ่งค่าที่ได้สอดคล้องกับประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 289 (พ.ศ. 2548) ที่กำหนดให้ค่าความเป็นกรดโดยคำนวณเป็นกรดแลกติกไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.6 สำหรับโยเกิร์ต ปริมาณไขมัน โปรตีนและเถ้ามีค่าเท่ากับร้อยละ 0.15 0.941 และ 0.593 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าโยเกิร์ตข้าวกล้องมีค่า pH และค่าความเป็นกรดทั้งหมดอยู่ในช่วงของโยเกิร์ตทั่วๆ แต่มีปริมาณไขมันต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตทั่วไปที่ทำจากน้ำนมวัว ซึ่งเป็นข้อดีต่อสุขภาพอีกประการหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการลดปริมาณไขมันในอาหารที่ต้องการบริโภคเพื่อควบคุมน้ำหนักตัว

ปริมาณบักเตรีกรดแลกติกที่ได้จากการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับที่ได้จากการทดลองของอิศรา (2546) โดยมีค่าเท่ากับ 2.3×10^{8} และ 4.6×10^{8} โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้สอดคล้องกับมาตรฐานของ IDF (International Dairy Federation) ที่แนะนำว่าในโยเกิร์ตควรมีจำนวนบักเตรีกรดแลกติกอย่างน้อยเท่ากับ 10^{8} โคโลนี/กรัม จึงจะถือว่าเพียงพอที่จะส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 289 (พ.ศ. 2548) ที่กำหนดให้จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักคงเหลือในโยเกิร์ตไม่น้อยกว่า 10^{7} โคโลนี/กรัม

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตารางที่ 6 คุณภาพในด้านต่างๆของโยเกิร์ตข้าวกล้อง

คุณภาพทางกายภาพ	
ความหนืด (cps) 10 rpm	4,920.5
ความหนืด (cps) 20 rpm	4,033.4
ความหนืด (cps) 30 rpm	3,317.3
ค่า L*	78.96
ค่าa*	-3.46
ค่าb*	11.11
คุณภาพทางเคมี	
pH	4.18
ค่าความเป็นกรดโดยคำนวณเป็นกรดแลกติก (ร้อยละของน้ำหนัก)	0.76
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{o}Brix)	19.0
ไขมัน (%)	0.15
โปรตีน (%)	0.941
เถ้า (%)	0.593
คุณภาพทางจุลินทรีย์	
จำนวนบักเตรีกรดแลกติก (cfu/g)	2.3×10^{8}

ผลของการเติมลำไยในปริมาณที่เหมาะสมในโยเกิร์ตข้าวกล้อง

ในการทดลองนี้เลือกใช้ลำไยอบแห้งเนื่องจากมีจำหน่ายตลอดปีและมีความสะดวกในการเก็บรักษา ชนิดของลำไยอบแห้งที่มีจำหน่ายมีแบบอบแห้งทั้งเปลือกและอบแห้งแบบแกะเปลือกเรียกว่าลำไยอบแห้งสีทอง (ภาพที่ 2 และ 3) ซึ่งมีลักษณะเนื้อที่ค่อนข้างแห้งแข็ง ดังนั้นก่อนที่จะนำมาบริโภคมักนำมาทำการต้มเดือดก่อน ลักษณะของเนื้อลำไยที่ได้จะมีความนุ่มขึ้น สีของเนื้อลำไยที่ได้จากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกจะมีสีเข้มกว่าสีของเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง (ภาพที่ 3 และ 4)

ภาพที่ 2 ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

ภาพที่ 3 ลำไยอบแห้งสีทองและเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่ยังไม่ผ่านการต้ม

ภาพที่ 4 ลำไยอบแห้งสีทองเนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ที่ผ่านการต้มแล้ว

การเติมเนื้อลำไยจะเติมทั้งลูก เนื่องจากพบว่าถ้านำมาทำการลดขนาดโดยการบดก่อนเติมในโยเกิร์ตข้าวกล้อง จะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ไม่ได้แสดงข้อมูล) โดยผู้ทดสอบได้ให้ความคิดเห็นว่าทำให้สีของโยเกิร์ตข้าวกล้องมีสีดำคล้ำ และมีกลิ่นรสที่ผิดปกติไปจากเดิม

ผลการทดลองพบว่า โยเกิร์ตข้าวกล้องที่เติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกในปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักโยเกิร์ต ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด ($p<0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.13 (ยอมรับปานกลางถึงยอมรับมาก) และได้คะแนนการยอมรับคุณลักษณะอื่นๆ ได้แก่ กลิ่นโยเกิร์ต รสเปรี้ยว รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียวกันและความข้นหนืดเป็นที่ยอมรับโดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.98, 6.72, 6.85, 7.05 และ 6.73 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง 6.76-7.05 หมายความว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกในปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักโยเกิร์ตอยู่ในช่วงยอมรับเล็กน้อยถึงยอมรับมาก (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่มีการเติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

คุณลักษณะ	ไม่เติมลำไย[1]	เติมลำไย5%	เติมลำไย10%	เติมลำไย15%
กลิ่นโยเกิร์ต	6.53±1.27^{B}	6.95±1.06^{AB}	6.98±1.19^{A}	6.52±1.14^{B}
รสเปรี้ยว	6.68±1.32^{A}	6.68±1.11^{A}	6.72±1.30^{A}	6.17±1.30^{B}
รสหวาน^{NS}	6.33±1.56	6.63±1.39	6.85±1.40	6.32±1.73
ความเป็นเนื้อเดียวกัน^{NS}	6.98±1.37	6.73±1.35	7.05±1.02	6.85±1.18
ความข้นหนืด^{NS}	6.37±1.77	6.43±1.38	6.73±1.44	6.35±1.31
การยอมรับรวม	6.35±1.42^{B}	6.65±1.30^{B}	7.13±0.98^{A}	6.55±1.20^{B}

หมายเหตุ [1] ตัวอย่างควบคุม

[2] เป็นคะแนนเฉลี่ย± SD

[3] เป็นคะแนนเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 60 คน

[4] ความหมายของคะแนนเป็นดังนี้คือ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด 8 หมายถึงชอบมาก 7 หมายถึงชอบปานกลาง 6 หมายถึงชอบเล็กน้อย 5 หมายถึงเฉยๆ 4 หมายถึงไม่ชอบเล็กน้อย 3 หมายถึงไม่ชอบปานกลาง 2 หมายถึงไม่ชอบมาก และ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด

[5] ตัวอักษรยกขึ้นในแถวเดียวกับที่แตกต่างกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

[6] NS = not significant ($p>0.05$)

สำหรับโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งสีทองพบว่าสามารถเติมได้ถึงร้อยละ 15 ของน้ำหนักโยเกิร์ต โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 7.22 (ยอมรับปานกลางถึงยอมรับมาก) และได้คะแนนการยอมรับคุณลักษณะอื่นๆ ได้แก่ กลิ่นโยเกิร์ต รสเปรี้ยว รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียวกันและความข้นหนืดเป็นที่ยอมรับโดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.32, 6.73, 7.20, 7.08 และ 6.67 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง 6.67-7.32 หมายความว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกในปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักโยเกิร์ตอยู่ในช่วงยอมรับเล็กน้อยถึงยอมรับมาก อย่างไรก็ตามการเติมเนื้อลำไยปริมาณร้อยละ 15 แม้ว่าจะทำให้มีคะแนนการยอมรับน้อยกว่าที่เติมในปริมาณร้อยละ 10 แต่ก็ยังคงได้รับคะแนนการยอมรับมากกว่าตัวอย่างควบคุม (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่เติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งสีทอง

คุณลักษณะ	ไม่เติมลำไย[1]	เติมลำไย5%	เติมลำไย10%	เติมลำไย15%
กลิ่นโยเกิร์ต[NS]	7.08±1.54	7.18±1.26	7.35±1.13	7.32±1.17
รสเปรี้ยว	6.48±1.71[B]	6.70±1.52[AB]	7.12±1.18[A]	6.73±1.30[AB]
รสหวาน	6.57±1.43[B]	7.10±1.45[A]	7.27±1.30[A]	7.20±1.36[A]
ความเป็นเนื้อเดียวกัน[NS]	7.30±1.14	7.40±1.15	7.38±1.30	7.08±1.29
ความข้นหนืด[NS]	6.47±1.93	6.60±1.74	6.85±1.62	6.67±1.60
การยอมรับรวม	6.72±1.66[B]	7.22±1.21[AB]	7.35±1.27[A]	7.22±1.26[AB]

หมายเหตุ [1] ตัวอย่างควบคุม

[2] เป็นคะแนนเฉลี่ย± SD

[3] เป็นคะแนนเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 60 คน

[4] ความหมายของคะแนนเป็นดังนี้คือ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด 8 หมายถึงชอบมาก 7 หมายถึงชอบปานกลาง 6 หมายถึงชอบเล็กน้อย 5 หมายถึงเฉยๆ 4 หมายถึงไม่ชอบเล็กน้อย 3 หมายถึงไม่ชอบปานกลาง 2 หมายถึงไม่ชอบมาก และ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด

[5] ตัวอักษรยกขึ้นในแถวเดียวกับที่แตกต่างกัน แสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

[6] NS = not significant ($p\geq0.05$)

การเติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูก ไม่ว่าจะเป็นที่ได้จากการอบแห้งทั้งเปลือกหรือลำไยสีทองนั้น พบว่าทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ไม่มีการเติมเนื้อลำไยอบแห้งคืนรูป (ตัวอย่างควบคุม) แสดงให้เห็นว่าเนื้อลำไยอบแห้งคืนรูปทั้งลูกมีความเหมาะสมที่จะนำมาทำการเติมในโยเกิร์ตได้อย่างน้อยร้อยละ 10-15 ของน้ำหนักโยเกิร์ต ขึ้นอยู่กับวิธีการอบแห้งลำไย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. จากการทดลองทำโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐาน แล้วทดสอบโดยวิธี Ideal Ratio Profile Test ผลที่ได้ทำให้ทราบว่าโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรพื้นฐานมีรสเปรี้ยวและรสหวานน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (ideal) โดยมีค่า S/I เท่ากับ 0.74 และ 0.83 ตามลำดับ ดังนั้นจึงได้ทำการเพิ่มรสเปรี้ยวและรสหวานโดยการเพิ่มระยะเวลาการหมักโยเกิร์ตจากเดิม 4.5 เป็น 6 ชั่วโมง และเติมน้ำเชื่อมฟรุคโตสร้อยละ 5 ของน้ำหนักโยเกิร์ต ตามลำดับ

2. เมื่อนำตัวอย่างโยเกิร์ตข้าวกล้องสูตรที่พัฒนาแล้วไปทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 80 คน พบว่าโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้มีคะแนนการยอมรับรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.28 ซึ่งหมายความว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับอยู่ในช่วงยอมรับปานกลางถึงยอมรับมากที่สุด และคุณลักษณะทางด้านอื่นก็เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 7.41, 6.90, 7.06, 7.51 และ 6.19 สำหรับกลิ่นโยเกิร์ต รสเปรี้ยว รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียวกันและความข้นหนืด ตามลำดับ

3. คุณภาพในด้านต่างๆของโยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้เป็นดังนี้คือ มีค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลกติก) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) เท่ากับ 4.18, 0.76 และ19 ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน และปริมาณเถ้าเท่ากับ 0.15, 0.94 และ 0.59 กรัม/100กรัม ตามลำดับ สำหรับคุณภาพทางกายภาพพบว่า โยเกิร์ตข้าวกล้องที่ได้มีค่าความหนืดเมื่อวัดที่ความเร็วรอบเท่ากับ 10, 20 และ 30 รอบ/นาที มีค่าเป็น 4,920.5, 4,033.4 และ 3,317.3 เซนติพอยส์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีจำนวนบักเตรีกรดแลกติกเท่ากับ 2.3×10^8 โคโลนี/กรัม

4.โยเกิร์ตข้าวกล้องที่เติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกในปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักโยเกิร์ต ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด ($p<0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.13 (ยอมรับปานกลางถึงยอมรับมาก) และได้คะแนนการยอมรับคุณลักษณะอื่นๆ เป็นที่ยอมรับโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.76-7.05 (ยอมรับเล็กน้อย-ยอมรับมาก)

5. โยเกิร์ตข้าวกล้องที่เติมเนื้อลำไยอบแห้งทั้งลูกคืนรูปจากลำไยอบแห้งสีทองพบว่า สามารถเติมได้ถึงร้อยละ 15 ของน้ำหนักโยเกิร์ต โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยเท่ากับ 7.22 (ยอมรับปานกลางถึงยอมรับมาก) และได้คะแนนการยอมรับคุณลักษณะอื่นๆ เป็นที่ยอมรับโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.67-7.32 (ยอมรับเล็กน้อย-ยอมรับมาก)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการทดสอบโยเกิร์ตข้าวกล้องเสริมลำไยทางด้านตลาดเพิ่มเติม

2. ศึกษาผลของการเติมลำไยในน้ำเชื่อม ลำไยแช่เยือกแข็ง หรือลำไยกวน เมื่อใช้เป็นส่วนผสมในโยเกิร์ตต่อการยอมรับของผู้บริโภค พร้อมทั้งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของลำไยสดกับลำไยแปรรูปดังกล่าว

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร.2542. ข้าวกล้อง ข้าวคุณภาพที่อุดมไปด้วยสารอาหาร. วารสารเมืองเกษตร 11 (125): 71-73.

ขวัญวิไล ฉายวิไล และหนูอรร วุฒิพันธ์. 2539. โยเกิร์ตถั่วลิสง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 41น.

จารุวรรณ ศิริพรรณพร ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ ฐิติภา มาลีหวล และดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. 2543. การผลิตโยเกิร์ตจากกะทิ. วารสารอาหาร. 30: 87-97.

จิรากร ประเสริฐชีวะ. 2546. การพัฒนาโยเกิร์ตนมข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 171 น.

จุฬาลักษณ์ จารุนุช. 2546. ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ "สแนคข้าวกล้อง". อาหาร 33 (4): 263-264.

ชมพูนุท สิห์โสภณ. 2545. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 10 (1): 38-43.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 289 (พ.ศ. 2548) เรื่อง นมเปรี้ยว.6 น.

พาวิน มะโนชัย. 2543. ลำไย. สิรินาฏการพิมพ์ จังหวัดเชียงใหม่. 115น.

เยาวภา สิริวัฒนานุกูล และวราพร พิชัยโรจน์รุ่ง. 2542. คุ้กกี้ข้าวกล้อง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

ราชวัตร. 2542. ข้าวกล้อง. วารสารหลักเมือง. 8 (95) : 49-51.

วริศรา สุวรรณ และอมรา อาษากิจ. 2540. โยเกิร์ตจากข้าวโพด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.48น.

วิจิตรา แดงปรก. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ. รายงานโครงการบริการวิชาการประจำปีงบประมาณ 2549 มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วิรัตน์ สมตน. 2543. การปลูกลำไยในภาคใต้. สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้ กรมส่งเสริมการเกษตร. 127น.

วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2550. ไอศกรีมข้าวกล้องและไอศกรีมน้ำนมถั่วเหลือง. วารสารแม่โจ้ปริทัศน์ 8: 46-50.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. สารานุกรมสมุนไพรรวมหลักเภสัชกรรมไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1 โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์ กรุงเทพฯ. 618น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2531. การใช้ Ratio Profile Test ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์. วารสารอาหาร. 18: 11-22.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538. ผลิตภัณฑ์จากข้าวกล้องและคุณค่าทางโภชนาการ. อุตสาหกรรมเกษตร 2 (2): 109-115.

อิศรา วัฒนนภาเกษม. 2546. การพัฒนาโยเกิร์ตข้าวกล้องเติมเชื้อโพรไบโอติค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 165น.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17th ed. AOAC Inc. Arlington, Virginia,USA.

Bourlioux, P. and P. Pochart 1988. Nutrition and health properties of yogurt. World Review Nutrition Diet. 56: 217-258.

Cheng, Y.J., L.D. Thomson and H.C. Brittin. 1990. Sogurt, a yoghurt-like soybean product: development and properties. Journal of Food Science. 55: 1178-1179.

Granata, L.A. and C.V. Morr. 1996. Improved acid, flavor and volatile compound production in a high protein and fiber soymilk yogurt-like product. Journal of Food Science. 61: 331-336.

Haque, A., R.K. Richaedson and E.R. Morris. 2001. Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt. Food Hydrocoiiloids. 15: 593-602.

Karleskind, D., I. Laye, E. Halpin and C.V. Morr. 1991. Improving acid production in soy-based yoghurt by adding cheese whey proteins and mineral salts. Journal of Food Science. 56: 999-1001.

Kip, P., D. Meyer and R.H. Jellema.2006. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. International Dairy Journal. 16: 1098-1103.

Kristo, E., C.G.Biliaderis and N. Tzanetakis. 2003. Modelling of the acidification process and rheological properties of milk fermented with a yoghurt starter culture using response surface methodology. Food Chemistry. 83: 473-446.

Lawless, H.T. and H., Hildegarde. 1998. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Springer. 848p.

Lee, S.Y., C.V. Morr and A. Seo. 1990. Comparison of milk-based and soy-milk-based yoghurt. Journal of Food Science. 56: 999-1001.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1
ใบรับรองการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตชนิด YC-380

YC-380
Certificate of Analysis

Form:	Freeze-dried DVS
Item no:	100253
Batch no:	2752685
Date of Manufacture:	03/2007
Best Before Date:	03/2009

Performance	Result	Specification
pH 4h 43°C [pH]	4.9	4.7 - 5.1

Purity	Result	Specification
Coliforms [MPN/g]	<3	<10
Enterococci [cfu/g]	<100	<100
Moulds [cfu/g]	<5	<10
Non lactic acid bacteria [cfu/g]	<10	<500
Staphylococcus aureus [cfu/g]	<10	<10
Yeasts [cfu/g]	<5	<10
Salmonella spp. *	* See note below	Absent in 25 g
Listeria monocytogenes *	* See note below	Absent in 25 g

* Production is systematically tested on an ongoing basis - details can be supplied on request

Conditions for activity analysis

pH 4h 43°C [redacted]

ภาคผนวกที่ 2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสสำหรับการทดสอบ Ideal Ratio Profile Test

ชื่อ..... **วันที่**.....

ผลิตภัณฑ์ : โยเกิร์ตข้าวกล้อง

คำอธิบาย : ให้ชิมตัวอย่างที่ท่านได้รับ แล้วกำหนดเครื่องหมายขีดคั่น (|) ของแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามความรู้สึกของท่าน พร้อมทั้งเขียนตัวอักษร S กำกับสำหรับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติที่ท่านต้องการให้เป็นให้ใช้ตัวอักษร I กำกับ

คุณลักษณะของโยเกิร์ต

กลิ่นโยเกิร์ต _____

น้อย มาก

รสเปรี้ยว _____

น้อย มาก

รสหวาน _____

น้อย มาก

ความเป็นเนื้อเดียวกัน _____

น้อย มาก

ความข้นหนืด _____

น้อย มาก

การยอมรับรวม _____

น้อย มาก

ภาคผนวกที่ 3
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสสำหรับการจัดลำดับความชอบ

ชื่อ-สกุล _____วันที่ _____

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ โดยดื่มน้ำ (ปริมาณเล็กน้อย) ที่เตรียมให้ก่อนทดสอบตัวอย่างทุกตัวอย่าง และเริ่มทดสอบตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวา เมื่อทดสอบตัวอย่างครบแล้ว กรุณาระบุว่า ท่านมีความชอบตัวอย่างแต่ละตัวอย่างมากหรือน้อยกว่าตัวอย่างอื่นอย่างไร โดยวิธีการจัดลำดับให้ตัวอย่างท่านชอบมากที่สุดเป็นลำดับที่ 1 และตัวอย่างที่ท่านชอบรองลงมาเป็นลำดับที่ 2 และเรียงลำดับความชอบลงมาเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงลำดับสุดท้ายซึ่งเป็นตัวอย่างที่ชอบน้อยที่สุด

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....
ลำดับที่	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี) _____
_____

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ภาคผนวกที่ 4

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (9-point hedonic scale)

ตัวอย่าง โยเกิร์ต **ชุดที่** .....

ชื่อผู้ทดสอบ ..... **อายุ**.....**ปี เพศ**.....**วันที่** .....

คำแนะนำ ให้ชิมตัวอย่างที่ท่านได้รับตามลำดับแล้วให้คะแนนการยอมรับแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตตามคำอธิบายคะแนนข้างล่างนี้ (กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง)

1 = ไม่ยอมรับมากที่สุด 4 = ไม่ยอมรับเล็กน้อย 7 = ยอมรับปานกลาง

2 = ไม่ยอมรับมาก 5 = เฉยๆ 8 = ยอมรับมาก

3 = ไม่ยอมรับปานกลาง 6 = ยอมรับเล็กน้อย 9 = ยอมรับมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง / คุณลักษณะ	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....
การยอมรับรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณ

ภาคผนวกที่ 5
การวัดค่าความเป็นกรด

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดโดยคำนวณเป็นกรดแลกติก ใช้วิธีการไตเตรตตาม AOAC (2000)

อุปกรณ์

1. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร
3. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1N

วิธีเตรียม ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม ในน้ำกลั่นที่ต้มเดือดและทำให้เย็นแล้ว และปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

วิธีหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1N ทำดังนี้คือ

- อบ potassium acid phthalate (KHP, MW=204.2 g/mol) ที่ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
- ปล่อยให้เย็นใน desiccator
- ชั่ง KHP ที่อบแล้วจำนวน 2.042 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนไว้เป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
- นำมาละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย KHP ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน (~ 0.1 N)
- ปิเปตสารละลาย KHP มา 10 มิลลิลิตร

- เติม 0.1% phenolpthalien 1-2 หยด
- ไตเตรตด้วย 0.1N NaOH จนมีสีชมพูคงที่ (จะใช้ NaOH ~ 10 มิลลิลิตร)
- คำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของ 0.1N NaOH .

$$\text{N of NaOH} = \frac{\text{N of KHP} \times \text{ml of KHP}}{\text{ml NaOH used}}$$

ปฏิกิริยาที่เกิดเป็นดังนี้

$$NaOH + KHC_8H_4O_4 \longrightarrow NaKC_8H_4O_4 + H_2O$$

3. ฟีนอล์ฟธาลีนอินดิเคเตอร์ (Phenolpthalein) 0.1% ชั่ง phenolpthalien 0.1 กรัม ละลายใน 95% ethanol 100 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างโยเกิร์ตจำนวน 20 กรัม ปรับปริมาตรให้ครบ 200 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน หลังจากนั้นปิเปตสารละลายที่ได้ปริมาณ 30 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟธาลีนลงไป 2-3 หยด

2. นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1M จนถึงจุดยุติ เมื่อสารละลายในขวดรูปชมพู่เป็นสีชมพูอ่อน ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งคำนวณหาค่าเฉลี่ยของด่างที่ใช้ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดโดยเทียบกับค่ามาตรฐานดังนี้คือ 1 มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 M ทำปฏิกิริยาสมมูลพอดีกับกรดแลคติก 0.009 กรัม

ค่าความเป็นกรดโดยคำนวณเป็นกรดแลกติก (ร้อยละของน้ำหนัก)

$$= \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times 200 \times 90.08 \times 100}{\text{g Sample} \times 30 \times 1000}$$

ภาคผนวกที่ 6
การวิเคราะห์ความหนืด

เครื่องมือ

1. เครื่อง Brookfield Viscosimeter (model DV-III , U.S.A)

วิธีการวิเคราะห์

1.นำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องใส่ขวดแก้วประมาณ 200 ml

2. ใช้หัววัดเบอร์ 63

3. วัดที่ความเร็วรอบต่าง ๆ คือ ที่ 10, 20 และ 30 rpm นาน 90 วินาที บันทึกค่าที่ได้หน่วยเป็นเซนติพอยต์ (cps)

วิธีการใช้เครื่องวัดความหนืด

1. เช็คระดับลูกน้ำ และเปิด Power switch ด้านหลังตัวฐานของเครื่อง
2. ถอดเข็มออก กดปุ่ม Motor on/off เครื่องจะปรับศูนย์อัตโนมัติใช้เวลาประมาณ 15 วินาที
3. เครื่องจะแสดง "autozero is complete replace spindle and press next key" หลังจากนั้นกดปุ่ม next
4. ใส่เข็มเบอร์ที่ต้องการจุ่มเข็มลงในตัวอย่างถึงจุดรอยที่กึ่งกลางเข็มกดปุ่ม "SELECT SPDL" เพื่อทำการป้อนข้อมูลของเข็มที่ใช้วัดตัวอย่าง โดยตั้งค่าความเร็วรอบได้ตามต้องการ จับเวลาในการหมุน บันทึกค่าความหนืดเป็นเซนติพอยต์
5. เมื่อสิ้นสุดการวัด กดปุ่ม Motor on/off

ภาคผนวกที่ 7
การวัดค่าสี

เครื่องมือ

1. เครื่อง Colorimeter (JukiTri-stimulus colorimeter model JC 801, Japan)

วิธีการวัด

นำตัวอย่างโยเกิร์ตมาเทใส่จานวัดค่าสีจนเต็ม แล้วทำการวัดค่าสีด้วยเครื่อง รายงานค่าเป็นค่า L*, a* และ b*

วิธีการใช้เครื่องวัดค่าสี

1. เสียบปลั๊กเครื่องวัดสี อุ่นเครื่อง 100 นาทีก่อนใช้งาน
2. เลือก menu ที่ 1คือ measurement จากนั้นกด Enter แล้วนำ trap box วางที่ช่องวัดสีด้านบน กด F1
3. วาง Standard calibration (สีขาว) ในช่องวัดสี กด F1
4. เข้าสู่หน้าจอพร้อมใช้งาน แล้วกด F1 เพื่อทำการวัดค่ามาตรฐาน
5. นำตัวอย่างใส่ในภาชนะและนำไปวางลงในช่องใส่ตัวอย่าง กด F1 เครื่องจะทำการวัดสีและจะปรากฏข้อมูลที่หน้าจอตามลำดับ ให้เปลี่ยนตัวอย่างโดยใช้ภาชนะเดียวกันกับข้างต้น และกด F1 เมื่อต้องการลบข้อมูลที่อยู่บนหน้าจอให้กด Enter และ Esc
6. เมื่อสิ้นสุดการวัดสีแล้วกด F10 จนเข้าสู่เมนูหลัก เลือก End โดยกด Enter ปิดโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยระบบ shut down

ภาคผนวกที่ 8
การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

อุปกรณ์

1. จานหาความชื้น
2. ตู้อบไฟฟ้า
3. เดสิกเคเตอร์ พร้อมสารดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งแบบละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1.อบจานหาความชื้นและแท่งแก้ว ที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. ทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักถ้วยและแท่งแก้วที่อบแล้ว

3.ชั่งโยเกิร์ตข้าวกล้อง 5 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน)

4. นำมาระเหยให้แห้งด้วย water bath ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

5. อบให้แห้งที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

6.ทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์

7. ชั่งน้ำหนักถ้วย แท่งแก้วและโยเกิร์ต

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่หายไป} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ภาคผนวกที่ 9
การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

วิเคราะห์หาปริมาณไขมันโดยใช้เครื่อง Soxhtec โดยมีวิธีการทำดังนี้คือ

อุปกรณ์

1. เครื่อง Soxhtec
2. ตู้อบไฟฟ้า
3. เครื่องชั่งแบบละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีทำ

1. อบตัวอย่างให้แห้ง โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
2. ชั่งตัวอย่างที่แห้งแล้ว 2 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน)
3. ทำการสกัดโดยใช้เครื่อง Soxhtec โดยใช้เฮกเซนเป็นตัวสกัด
4. อบแห้งไขมันที่สกัดได้ โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมัน} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ภาคผนวกที่ 10
การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

อุปกรณ์

1. หลอดแก้วสำหรับวิเคราะห์โปรตีน
2. ชุดกลั่นโปรตีน
3. ชุดย่อยโปรตีน

สารเคมี

1. กรดซัลฟุริกเข้มข้น
2. คะตะลิสต์
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 50
4. กรดบอริก เข้มข้นร้อยละ 4
5. สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 โมลาร์
6. เมทิลเรดอินดิเคเตอร์ เข้มข้นร้อยละ 0.1
7. เมทิลีนบลูอินดิเคเตอร์ เข้มข้นร้อยละ 0.025

วิธีทำ

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในหลอดแก้วสำหรับย่อยโปรตีน
2. เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น
3. เติมคะตะลิสต์
4. ย่อยจนได้สารละลายใส แล้ววางไว้ให้เย็น
5. นำไปต่อกับชุดกลั่น แล้วทำการกลั่น
6. ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนได้จุดยุติเป็นสีม่วง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริก (มล.)} \times 100 \times 6.25 \times 14}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times 1000}$$

ภาคผนวกที่ 11
การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

อุปกรณ์

1. เตาเผาเถ้า
2. ถ้วยครูซิเบิลชนิดกระเบื้องเคลือบ
3. เดสิคเคเตอร์
4. เครื่องชั่งแบบละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1.เผาถ้วยครูซิเบิลนาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส

2.ทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักถ้วยหลังเผา

3. ชั่งตัวอย่าง 3 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน)

4. ระเหยบน Hot plate และเผาต่อจนหมดควันในตู้ดูดควัน

5. เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

6. ทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักถ้วยและเถ้าหลังเผา

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}}$$

ภาคผนวกที่ 12
การวิเคราะห์ปริมาณบักเตรีกรดแลกติก

ทำตามวิธีของ Kristo *et al.* (2003)

อุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อ (petri dish)
2. หลอดทดลองขนาด 15 × 150 มิลลิเมตร
3. ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร
4. ตู้บ่มเชื้อ ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลาย 0.1% peptone water
2. อาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป MRS Agar (Merck, Germany)

วิธีการวิเคราะห์

1. วิธีการเตรียมตัวอย่างโยเกิร์ต

ใช้ช้อนที่ปราศจากเชื้อตักตัวอย่างอาหารใส่ขวดที่มีสารละลาย 0.1% peptone water 90 มิลลิลิตร บนเครื่องชั่ง ทำการชั่งจนได้น้ำหนัก 10 กรัม เขย่าขวดจนกระทั่งแน่ใจว่าตัวอย่างกระจายอย่างสม่ำเสมอ จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจาง 1:10 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เจือจาง 1:10 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย 0.1% peptone water 9 มิลลิลิตรจะได้ตัวอย่างที่เจือจาง 1:100 (10^{-2})ทำการเจือจางตัวอย่างจนได้ความเจือจาง 1:100,000,000 (10^{-10})

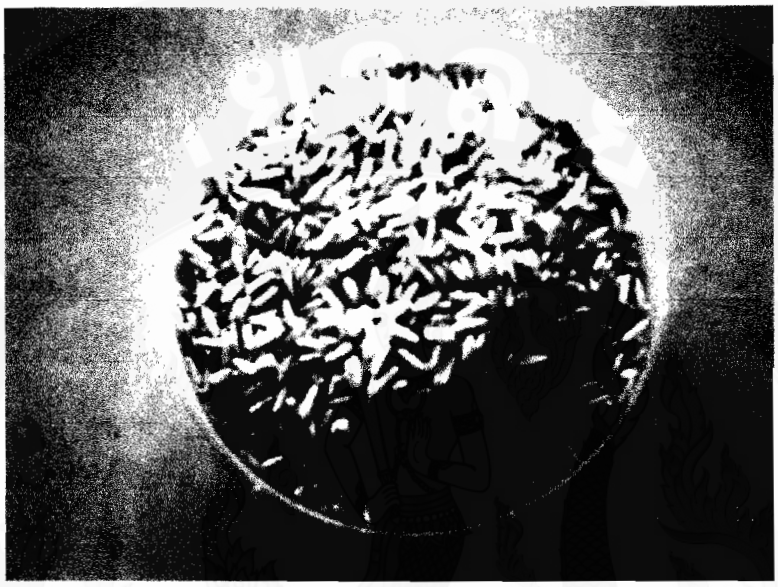
2. การเพาะเชื้อ

โดยใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ทำการดูดสารละลายตัวอย่างอาหารที่ความเจือจาง 10^{-6} ถึง 10^{-10}ลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำการ pour plate สารละลายให้ทั่วจานอาหารเลี้ยงเชื้อโดยใช้อาหารสำเร็จรูป MRS Agar (Merck, Germany) ทำการควบคุมให้อยู่ในสภาวะปราศจากอากาศ โดยใช้อาหารสำเร็จรูป MRS Agar (Merck, Germany) ปริมาณ 10 มิลลิลิตรเททับหน้าวุ้นที่แข็งแล้ว บ่มเชื้อในตู้บ่มเชื้อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส

3. การตรวจนับจำนวนโคโลนี และการรายงานผล

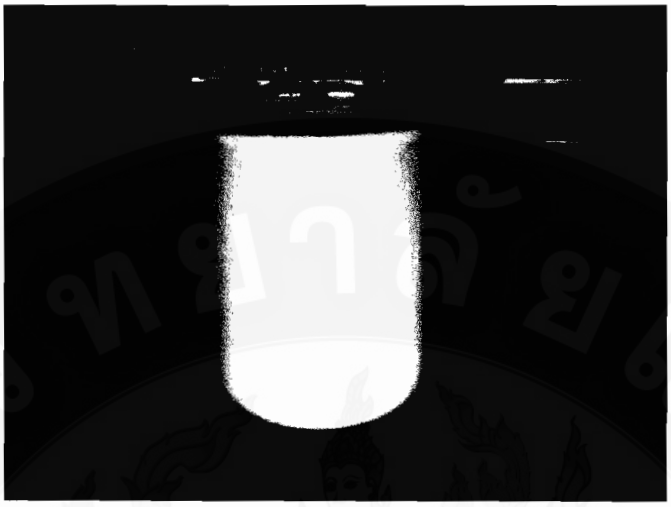
หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ทำการตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 - 300โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีในการทำซ้ำ รายงานผลการตรวจนับในรูปของจำนวนโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม (CFU/กรัม)

ภาคผนวกที่ 13
รูปภาพต่าง ๆ



ภาพที่ 5 ข้าวกล้องดิบ (ข้าวสาร)

ภาพที่ 6 ข้าวกล้องสุก



ภาพที่ 7 น้ำข้าวกล้อง

ภาพที่ 8 ส่วนผสมโยเกิร์ต

ภาคผนวกที่ 14
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 289) พ.ศ.2548
เรื่อง นมเปรี้ยว

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง นมเปรี้ยว

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(1)(2)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 39 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิก

(1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 46 (พ.ศ.2523) เรื่อง นมเปรี้ยว ลงวันที่ 28 มกราคม พ.ศ.2523

(2) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 99 (พ.ศ.2529) เรื่อง นมเปรี้ยว (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ.2529

ข้อ 2 ให้นมเปรี้ยว เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 3 นมเปรี้ยว (Fermented milk) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากน้ำนมจากสัตว์ที่นำมาบริโภคได้ หรือส่วนประกอบของน้ำนมที่ผ่านการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคแล้วหมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรืออันตราย ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และอาจปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือเติมวัตถุเจือปนอาหาร สารอาหาร หรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่นมด้วยก็ได้ ทั้งนี้ให้รวมถึงนมเปรี้ยวที่นำมาผ่านการฆ่าเชื้อ การแช่แข็ง หรือการทำให้แห้งด้วย

ข้อ 4 นมเปรี้ยวแบ่งตามชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักได้ ดังนี้

(1) โยเกิร์ต (Yoghurt) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรีย สเตรปโทค็อกคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophilus*) และแล็กโทบาซิลลัส เดลบรึคคิไอ ซับสปีชีส์ บัลแกริคัส (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) หรือแล็กโทบาซิลลัส ซับสปีชีส์อื่น

(2) นมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัส (Acidophilus Milk) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียแล็กโทบาซิลลัส แอซิโดฟิลัส (*Lactobacillus acidophilus*)

(3) นมเปรี้ยวเคเฟอร์ (Kefir) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียและยีสต์ ได้แก่ แล็กโทบาซิลลัส เคฟิไร (*Lactobacillus kefiri*) หรือแล็กโทค็อกคัส (*Lactococcus*) และแอซี

โทแบกเตอร์ (*Acetobacter*) และไคลเวอโรไมซีส มาร์เซียนัส (*Kluyveromyces marxianus*) และแซ็กคาโรไมซีส ยูนิสปอรัส (*Saccharomyces unisporus*) หรือแซ็กคาโรไมซีส เซรีวิซิอี (*Saccharomyces cerevisiae*) หรือแซ็กคาโรไมซีส แอซิกูอัส (*Saccharomyces exiguus*)

(4) นมเปรี้ยวคูมิส (Kumys) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบน3588 .ทีเรียและยีสต์ ได้แก่ แล็กโทบาซิลลัส เดลบรึคคิไอ ซับสปีชีส์ บัลแกริคัส (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) และไคลเวอโรไมซีส มาร์เซียนัส (*Kluyveromyces marxianus*)

(5) นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่แตกต่างหรือนอกเหนือจากที่กำ าหนดไว้ใน (1)-(4) เช่น แล็กโทบาซิลลัส คาเซอิ ซับสปีชีส์ ชิโรต้า (*Lactobacillus casei* subsp. *shirota*) บิฟิโดแบคทีเรียม (*Bifidobacterium*)

นมเปรี้ยวตาม (1)(2)(3) และ (4) อาจใส่จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักชนิดอื่นเพิ่มเติมจากที่กำ าหนดได้

ข้อ 5 การเติมสารอาหารในนมเปรี้ยว ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่สำ านักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำ าหนด โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 6 นมเปรี้ยวที่จะนำ าไปผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องทำ าให้เป็นเนื้อเดียวกันและฆ่าเชื้อด้วยกรรมวิธีอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) พาสเจอร์ไรส์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมซึ่งจะไม่ทำ าให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียลักษณะที่ต้องการเมื่อผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อดังกล่าว โดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1.1) อุณหภูมิไม่ต่ำ ากว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วทำ าให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำ ากว่า หรือ

(1.2) อุณหภูมิไม่ต่ำ ากว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 15 วินาทีแล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำ ากว่า

(2) ยูเอชที หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิตั้งแต่ 100 องศาเซลเซียส ขึ้นไป และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ตามระยะเวลาที่เพียงพอจะทำ าลายจุลินทรีย์ที่สามารถเพิ่มจำ านวนเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิปกติ แล้วบรรจุในภาชนะและในสภาวะที่ปราศจากเชื้อ

(3) กรรมวิธีอย่างอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่ากรรมวิธีตาม (1) หรือ (2) ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 7 นมเปรี้ยวที่มิได้ปรุงแต่งต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นรสตามลักษณะของนมเปรี้ยวนั้น

(2) มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.7 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(1)(2)(3) และ (5)

(3) มีมันเนยดังนี้

(3.1) น้อยกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(1) และ (2)

(3.2) น้อยกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(3)(4) และ (5)

(4) มีค่าความเป็นกรด โดยคำนวณเป็นกรดแลกติก ดังนี้

(4.1) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.6 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(1)(2) และ (3)

(4.2) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.7 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(4)

(4.3) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.3 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(5)

(5) มีจุลินทรีย์ที่ใช้ในกรรมวิธีการหมักคงเหลือในนมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม แล้วแต่กรณี ดังนี้

(5.1) แบคทีเรียไม่น้อยกว่า 10,000,000 โคโลนี

(5.2) ยีสต์ไม่น้อยกว่า 10,000 โคโลนี

(6) ไม่ใช้วัตถุกันเสีย

(7) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(8) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่อนมเปรี้ยว 1 กรัม โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(9) ตรวจพบเชื้อราได้ไม่เกิน 100 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม

(10) ตรวจพบยีสต์ไม่เกิน 100 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ไม่ได้ใช้ยีสต์ในการหมัก และไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม

(11) ตรวจพบยีสต์และเชื้อราได้ไม่เกิน 10 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม

ข้อ 8 นมเปรี้ยวที่ปรุงแต่ง ต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้

(1) กรณีไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8)(9) และ (10) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(2)(3)(4) และ (5) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

(2) กรณีที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8) และ (11) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(2)(3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

ข้อ 9 นมเปรี้ยวแข่แข็งเมื่อกลับคืนสภาพเดิมแล้ว (thawing) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังนี้

(1) กรณีที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและไม่ได้ปรุงแต่ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ7(1)(2)(3)(4)(6)(7)(8)(9) และ (10) และต้องมีจุลินทรีย์และยีสต์ที่ใช้ในการหมักเหลืออยู่และมีชีวิตด้วย

(2) กรณีที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและปรุงแต่ง ต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8)(9) และ (10) และต้องมีจุลินทรีย์และยีสต์ที่ใช้ในการหมักเหลืออยู่และมีชีวิตด้วย สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(2)(3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

(3) กรณีที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและไม่ได้ปรุงแต่ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(2)(3)(4)(6)(7)(8) และ (11)

(4) กรณีที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและปรุงแต่ง ต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8) และ (11) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(2) (3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

ข้อ 10 นมเปรี้ยวชนิดแห้งเมื่ออยู่เมื่ออยู่ในสภาพพร้อมบริโภคตามวิธีละลายเพื่อบริโภคที่ระบุบนฉลาก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังนี้

(1) กรณีไม่ปรุงแต่งต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(2)(3)(4)(6)(7)(8) และ (11)

(2) กรณีปรุงแต่งต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(1)(6)(7)(8) และ (11) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7(2)(3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

กรณีที่มีวัตถุประสงค์การใช้ต่างจากวรรคหนึ่ง อาจมีคุณภาพหรือมาตรฐานต่างจากวรรคหนึ่งได้ แต่ต้องเป็นไปตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด โดยความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 11 นมเปรี้ยวที่ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักตามข้อ 6(1) ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาหลังบรรจุจนถึง

ผู้บริโภค และระยะเวลาการบริโภคต้องไม่เกิน 30 วัน นับจากวันที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย แต่ทั้งนี้ไม่รวมนมเปรี้ยวแช่แข็งหรือนมเปรี้ยวชนิดแห้ง

กรณีที่จะแสดงระยะเวลากากรบริโภคเกินกว่าที่กำหนดตามวรรคหนึ่ง ต้องมีมาตรการในการควบคุมคุณภาพหรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ตลอดจนระยะเวลาตั้งแต่หลังการบรรจุถึงการจำหน่ายถึงผู้บริโภค เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 12 นมเปรี้ยวที่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักตามข้อ 6(2) ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิปกติ ในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะก่อนออกจำหน่าย เพื่อตรวจสอบว่ายังคงมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่กำหนด และไม่เปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะเดิมที่ทำขึ้น แต่ทั้งนี้ไม่รวมนมเปรี้ยวแช่แข็งหรือนมเปรี้ยวชนิดแห้ง

ข้อ 13 การใช้วัตถุเจือปนอาหารนอกจากวัตถุกันเสีย ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปนอาหาร

กรณีตรวจพบวัตถุกันเสียที่ตกค้างมาจากวัตถุที่ใช้ปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่นมที่เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ปริมาณที่ตรวจพบจะต้องไม่เกินปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในวัตถุดิบเหล่านั้น แล้วแต่กรณี

ข้อ 14 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้านมเปรี้ยวเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 15 การใช้ภาชนะบรรจุนมเปรี้ยว ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องภาชนะบรรจุ

ข้อ 16 การแสดงฉลากของนมเปรี้ยว ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่ออาหารของนมเปรี้ยวและการแสดงข้อความสำหรับนมเปรี้ยวบางชนิดให้ปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

(1) ชื่ออาหารของนมเปรี้ยว

(1.1) นมเปรี้ยวตามข้อ 4(1) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า "โยเกิร์ต" หรือ "นมเปรี้ยวโยเกิร์ต" สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า "นมเปรี้ยว" ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า "ชนิดโยเกิร์ต"

(1.2) นมเปรี้ยวตามข้อ 4(2) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า "นมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัส" สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า "นมเปรี้ยว" ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า "ชนิดแอซิโดฟิลัส"

(1.3) นมเปรี้ยวตามข้อ 4(3) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า "นมเปรี้ยวเคเฟอร์" สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า "นมเปรี้ยว" ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า "ชนิดเคเฟอร์"

(1.4) นมเปรี้ยวตามข้อ 4(4) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า "นมเปรี้ยวคูมิส" สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า "นมเปรี้ยว" ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า "ชนิดคูมิส"

(1.5) "นมเปรี้ยว" สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(5)

การใช้ชื่ออาหารของนมเปรี้ยวอาจใช้ชื่อทางการค้าได้ แต่ต้องมีข้อความตาม (1.1) (1.2) (1.3) (1.4) หรือ (1.5) แล้วแต่กรณี กำกับชื่ออาหารด้วย โดยจะแสดงอยู่ในบรรทัดเดียวกับชื่อทางการค้าก็ได้ และจะมีขนาดตัวอักษรต่างกับชื่อทางการค้าก็ได้ แต่ต้องสามารถอ่านได้ชัดเจน

(2) นมเปรี้ยวเคเฟอร์และนมเปรี้ยวคูมิส ต้องแสดงข้อความดังต่อไปนี้ด้วย

(2.1) "มีเอทธิลแอลกอฮอล์ไม่เกิน ...% (ความที่เว้นไว้ให้ระบุปริมาณแอลกอฮอล์เป็นร้อยละของน้ำหนัก) ด้วยตัวอักษรที่อ่านได้ชัดเจน บริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า"

(2.2) "เด็กและสตรีมีครรภ์ไม่ควรรับประทาน" ด้วยตัวอักษรที่อ่านได้ชัดเจน

(3) นมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักตามข้อ 6 ต้องแสดงข้อความ "พาสเจอร์ไรส์" หรือ "ยูเอชที" เป็นส่วนหนึ่งของชื่ออาหารหรือกำกับชื่ออาหาร แล้วแต่กรณี

ข้อ 17 ให้ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้านมเปรี้ยวที่ได้รับเลขสารบบอาหารอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และยังคงใช้ฉลากเดิมต่อไปได้ แต่ต้องไม่เกินหนึ่งปีนับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 18 ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ฯ วันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2548

(ลงชื่อ) สุดารัตน์ เกยุราพันธุ์

(นางสุดารัตน์ เกยุราพันธุ์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(คัดจากราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 122 ตอนพิเศษ 021 ง ลงวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2548)

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-สกุล: (ภาษาไทย) นางวิจิตรา แดงปรก

(ภาษาอังกฤษ) Mrs. Wichittra Daengprok

2. รหัสนักวิจัยแห่งชาติ: 00061831

3. ตำแหน่งปัจจุบัน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

4. หน่วยงานและที่อยู่:

หน่วยงาน: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ที่อยู่ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ : 053-878116 ต่อ 215

โทรศัพท์มือถือ : 086-0039188

โทรสาร : 053-878125

E-mail address : wichittr@mju.ac.th

5. ประวัติการศึกษา:

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชาและชื่อสถาบันการศึกษา
2546	เอก	ปร.ด.	วิทยาศาสตร์การอาหาร, ม.เกษตรศาสตร์
2537	โท	วท.ม.	วิทยาศาสตร์การอาหาร, ม.เกษตรศาสตร์
2528	ตรี	วท.บ.	อุตสาหกรรมเกษตร, ม.สงขลานครินทร์

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ:

การแปรรูปเนื้อสัตว์

7. งานวิจัยที่ตีพิมพ์

บุษบา โกมลมณี, วิวัฒน์ หวังเจริญ,ธเนศ แก้วกำเนิด, วิจิตรา แดงปรก และสมโภชน์ โกมลมณี. 2550. การสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวยำน้ำบูดูพร้อมบริโภค. น. 270-276. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการ ภาคโปสเตอร์ ประจำปี 2550. 29-30 พฤษภาคม 2550 ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริม

วิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พนิดา หมื่นสมบัติ, สุวิตรา อินทะรังษี, วิจิตรา แดงปรก, และสมโภชน์ โกมลมณี. 2550. หม้อต้มหมูยอกึ่งอัตโนมัติ.น. 185. ใน หนังสือรวบรวมผลงานที่ได้รับทุนโครงการ IRPUS ประจำปี 2549.

วิจิตรา แดงปรก, วิษณุลักษณ์ คำยอง และศศิอาภา บุญคง. 2549. การแยกบักเตรีที่สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยไฟบรินได้จากถั่วเน่า. น. 166. ใน เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 8 15-16 มิถุนายน 2549 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร.

วิษณุลักษณ์ คำยอง, กรผกา อรรคนิตย์, มงคล ถิรบุญยานนท์ และวิจิตรา แดงปรก. 2549. ผลของการเติมแคลเซียมต่อคุณภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด. น.15. ใน เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 8 15-16 มิถุนายน 2549 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร.

ศศิอาภา บุญคง, อุมาภรณ์ ศิลปผดุง, Yoshinori Mine และวิจิตรา แดงปรก. 2548. การแยกเอนไซม์ให้บริสุทธิ์และการศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์ย่อยไฟบรินจากถั่วเน่า. น.40-41.ใน เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 7 22-24 มิถุนายน 2548 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร.

ศุภสิทธิ์ ดีรักษา, ปราณี วราสวัสดิ์, วิจิตรา แดงปรก และธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน. 2548. การเปรียบเทียบคุณภาพไวน์มังคุดที่ได้จากการหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติและเชื้อยีสต์บริสุทธิ์. น.12-13. ใน เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 7 22-24 มิถุนายน 2548 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร.

Daengprok, W. and S. Gomolmanee. 2006. Shelf-life extension of Thai steamed pork sausage by sodium benzoate and potassium sorbate. 33rd Congress on Science and Technology of Thailand (STT.33). 18 - 20 October 2007 at Walailak University, Nakhon Si Thammarat, Thailand, Thailand

Daengprok, W. and Y. Mine. 2002. Hen eggshell matrix proteins enhance calcium transport in the human intestinal epithelial cells. 2002 IFT Annual Meeting, June 15-19, Anaheim, USA.

Daengprok, W. , W. Garnjanagoonchorn and Y. Mine. 2002. Fermented pork sausage

fortified with commercial or hen eggshell calcium lactate. Meat Science. 62 (2): 199-204.

Daengprok, W. , W. Garnjanagoonchorn, O. Naivikul, P. Pornsinlpatip, K. Issigonis, and Y. Mine. 2003.Chicken eggshell matrix proteins enhance calcium transport in the human intestinal epithelial cells, Caco-2. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51 (20): 6056 -6061

ผู้ร่วมงานวิจัย

1.ชื่อ-สกุล นางปราณี วราสวัสดิ์

Mrs.Pranee Warasawas

2.เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-5199- 00132-11-4

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 **สังกัด** ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

4.สถานที่ทำงาน คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

โทรศัพท์ 053-878116 โทรสาร 053-878125

e-mail adress : pranee.w@mju.ac.th

5 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	ชื่อปริญญา	สาขาวิชา	สถาบัน ประเทศ
2517	ปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต(วท.บ.)	เคมี	มหาวิทยาลัย ไทย
2523	ปริญญาโท	Master of Science (M.S.)	Food Science and Technology	Mississippi State Univ. U.S.A

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

เทคโนโลยีทางอาหาร(เน้นด้านพืชเมล็ด ผลไม้ และน้ำนมวัว)

7.ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1. ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

-การศึกษาเกี่ยวกับการทำขนมจีนแห้ง

-การศึกษาการทำเต้าหู้ทอด

-การเสริมเยื่อใยจากการถั่วเหลืองในการทำเส้นบะหมี่

-คุณภาพของแมคคาเดเมียนัทที่มีการเก็บเกี่ยวในเวลาที่แตกต่างกัน

-การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพไวน์มังคุดที่หมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติกับเชื้อยีสต์บริสุทธิ์

-การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวแต๋นร่วมกับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสันทรายหลวง

7.3งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

ปราณี วราสวัสดิ์ และสุชาติ ทิพย์มณเฑียร. 2536. การศึกษาเกี่ยวกับการทำขนมจีนแห้ง. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 10 (2) : 11-18. แหล่งทุนงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปราณี วราสวัสดิ์ , จำรัสลักษณ์ รวยรื่น และพงศธรณ์ รุจิรา. 2537. การศึกษาการทำเต้าหู้ทอด. ในรวมบทคัดย่อผลการวิจัยในการประชุมทางวิชาการ. ณ สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. ประจำปี 2537.แหล่งทุน ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ปราณี วราสวัสดิ์ และจันทร์เพ็ญ พุฒิทอง. 2537. การเสริมเยื่อใยจากการถั่วเหลืองในการทำเส้นบะหมี่. ในรวมบทคัดย่อในรายงานผลการวิจัยในการประชุมทางวิชาการประจำปี 2537. ณ สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. แหล่งทุนภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ปราณี วราสวัสดิ์ , อุมาพร ศิริพินทุ์ และธเนศ แก้วกำเนิด. 2547. คุณภาพของแมคคาเดเมียนัทที่มีการเก็บเกี่ยวในเวลาที่แตกต่างกัน, น.136 ใน เอกสารผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ในงานวันนักวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้. แหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

อุมาพร ศิริพินทุ์ , ปราณี วราสวัสดิ์ , ธเนศ แก้วกำเนิด , สุมิตร เชื่อมชัยตระกูล และ ณัฐรีพร

จันทพันธุ์. ผลิตภัณฑ์จากบ๊วย, น.135. ในเอกสารผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในงานวันนักวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้. แหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ศุภสิทธ์ ดีรักษา, ปราณี วราสวัสดิ์ ,วิจิตรา แดงปรก และ ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน .2548. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพไวน์มังคุดที่หมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติกับเชื้อยีสต์บริสุทธิ์. ในเอกสารการประชุมสัมมนาวิชาการอุตสาหกรรมเกษตรครั้งที่ 7. ณ ศูนย์แสดงสินค้าไบเทค. แหล่งทุนกองทุนวิชาการคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร

ปราณี วราสวัสดิ์.2548.การทำขนมจีนแห้งจากข้าวกล้องเปรียบเทียบกับขนมจีนเสริมวิตามิน. ในรายงานการประชุมสัมมนาวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ครั้งที่ 6 ณ ศูนย์ศึกษาและอบรมนานาชาติมหาวิทยาลัยแม่โจ้.แหล่งทุนงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปราณี วราสวัสดิ์ กรผกา อรรคนิตย์ และวาธิณี อินทรพงษ์นุวัฒน์ .2549. การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวแต๋นร่วมกับกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสันทรายหลวง.ในเอกสารเวทีรายงานผลการวิจัยประจำปี 2548 เครือข่ายวิจัยภาคเหนือตอนบน ณ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. แหล่งทุนเครือข่ายการวิจัยภาคเหนือตอนบน สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ

เรื่องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ของข้าวแต๋น

แหล่งทุน กองทุนวิชาการคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร

สถานภาพในการทำวิจัย ได้ทำการวิจัยเสร็จแล้วร้อยละ 70