



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกบาสสูง

Development of High GABA Soy Drink Powder Product

นามผู้วิจัย

นางสาวชญาดา หลาวทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัครรัตน์ จันทระพานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชุมปรีดา, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่

เดือน

พ.ศ.

สืบศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูง

Development of High GABA Soy Drink Powder Product

โดย

นางสาวชญาดา หลาวทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชญาดา หลาวทอง 2555: การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาวิชาพัฒนา
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรัญญู จันทระพานนท์, Ph.D. 137 หน้า

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีกึ่งสำเร็จรูปจากถั่วเหลืองงอก ทำการ
ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการงอกของถั่วเหลือง โดยนำถั่วเหลืองไปแช่น้ำเป็นเวลา 0 3 6 9 12
15 และ 18 ชั่วโมง พบว่าถั่วเหลืองแช่น้ำ 3 ชั่วโมง มีกึ่งสำเร็จรูปที่สุด เท่ากับ 89.04 มิลลิกรัมต่อ 100
กรัม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับถั่วเหลืองที่แช่น้ำที่ระยะเวลาต่าง ๆ
จากนั้นทำการศึกษาการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง
ของถั่วเหลืองงอก จนปริมาณความชื้นมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 8 แล้วจึงนำถั่วเหลืองงอกอบแห้งมาบด
เป็นแป้ง พบว่าเมื่อทำการทำแห้งถั่วเหลืองงอกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จะมี
กึ่งสำเร็จรูป 93.36 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมากกว่าและแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับ
ตัวอย่างที่ทำการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง แป้งจากถั่วเหลืองงอกที่ได้
มีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 80.56 2.14 และ 24.81 ตามลำดับ a_w 0.52 กึ่งสำเร็จรูป 93.36 มิลลิกรัมต่อ 100
กรัม ความชื้นร้อยละ 7.17 ไขมันร้อยละ 19.09 โปรตีนร้อยละ 36.02 ไฟเบอร์ร้อยละ 3.74 เกลือร้อยละ
5.40 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 28.57 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด <10 cfu/g est. และยีสต์และรา <10
cfu/g est. จากการพัฒนาสูตรนมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป สูตรที่ได้ประกอบด้วย แป้งถั่วเหลืองงอก
ร้อยละ 35 น้ำตาลร้อยละ 32 ครีมเทียมร้อยละ 22 และนมผง ร้อยละ 11 และมีคุณภาพดังนี้ ค่าสี L^*
 a^* และ b^* เท่ากับ 85.44 0.59 และ 19.55 ตามลำดับ a_w 0.40 ค่าการละลายร้อยละ 73.18 ค่าการดูด
ซับร้อยละ 2.97 ความชื้นร้อยละ 2.89 กึ่งสำเร็จรูป 43.02 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ความชื้นร้อยละ 2.89
ไขมันร้อยละ 3.72 โปรตีนร้อยละ 34.66 ไฟเบอร์ร้อยละ 1.81 เกลือร้อยละ 2.47 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ
54.45 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด <10 cfu/g est. และยีสต์และรา <10 cfu/g est. ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้
1 หน่วยบริโภค หรือ 1 ชง มีปริมาณ 37.5 กรัม มีกึ่งสำเร็จรูป 16.14 มิลลิกรัม และมีต้นทุนในการผลิต
(วัตถุดิบ) 3.62 บาท ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าความชอบโดยรวมอยู่ในระดับ
ชอบมาก (7.5) และผู้บริโภคร้อยละ 98 ให้การยอมรับและสนใจซื้อผลิตภัณฑ์

Chayada Laothong 2012: Development of High GABA Soy Drink Powder Product.
Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial
Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Assistant
Professor Walairat Chantarapanon, Ph.D. 137 pages.

This research aimed to develop high GABA product from germinated soy bean. To study the appropriate germination time of soy bean which gave the highest GABA, Soy beans were soaked in clean water at room temperature for 0, 3, 6, 9, 12 15 and 18 hours. It was found that soaking for 3 hours gave the highest GABA concentration 89.04 mg/100 g and were statistically significant ($P \leq 0.05$) from other samples. Thus 3 hours soaking time was the most appropriate time. Temperature and time for drying germinated soy bean were studied by drying germinated soy bean in tray dryer at 60 and 70 °C until the moisture content was less than 8%. It was found that drying at 60 °C for 7 hours and then grinding into flour gave higher GABA concentration (93.36 mg/100 g) than drying at 70 °C for 5 hours ($P \leq 0.05$). The obtained germinated soy bean flour had color L*, a* and b* 80.56, 2.14 and 24.81, respectively, a_w 0.52, GABA 93.36 mg/100g, moisture content 7.17%, fat content 19.09%, protein 36.02%, crude fiber 3.74%, ash 5.40%, carbohydrate 28.57%, total plate count <10 cfu/g est. and yeast and molds <10 cfu/g est. The optimum formulation of high GABA soy drink powder product consisted of germinated soy bean flour 35%, sugar 32%, non-dairy creamed 22% and milk powder 11% and had color L*, a* and b* 85.44, 0.59 and 19.55, respectively, a_w 0.40, 73.18% of water solubility index, 2.97% of water absorption index, 2.89% of moisture content, GABA 43.02 mg/100g, moisture content 2.89%, fat content 3.72%, protein 34.66%, crude fiber 1.81%, ash 2.47%, carbohydrate 54.45%, total plate count <10 cfu/g est. and yeast and molds <10 cfu/g est. Serving size was 37.5 g which gave the GABA concentration 16.14 mg with production cost (raw materials) 3.62 baht. Consumer testing indicated that the overall liking of developed product was “like very much” (7.5) with 98% acceptance and intended to buy.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.วัลย์รัตน์ จันทรปานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้ช่วยเหลือ รวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในงานวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.เพ็ญขวัญ ชมปรีดา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ให้ความดูแลเอาใจใส่ ให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา คำแนะนำและตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ในภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตรที่ให้คำปรึกษา ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่ ๆ น้อง ๆ และญาติ ๆ ทุกคน รวมทั้งผู้มีพระคุณที่ไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ สำหรับความรัก ความห่วงใย ความเข้าใจ กำลังใจและความภูมิใจที่ทุกท่านมีให้แก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอมอบส่วนที่ดีของวิทยานิพนธ์ให้แก่ครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชญาดา หลาวทอง

มกราคม 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	44
อุปกรณ์	44
วิธีการ	47
ผลและวิจารณ์	58
สรุปและข้อเสนอแนะ	83
สรุป	83
ข้อเสนอแนะ	84
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	85
ภาคผนวก	95
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	96
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	99
ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา	107
ภาคผนวก ง แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	111
ภาคผนวก จ การสำรวจผลิตภัณฑ์ถ้วยเหลืองที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	123
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	137

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ราคาของโปรตีนจากเนื้อสัตว์และถั่วเหลือง	5
2	ปริมาณความชื้นที่เมล็ดพืชต่าง ๆ ต้องการใช้สำหรับการงอก	10
3	อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ	13
4	ส่วนผสมผลิตภัณฑ์พื้นฐาน	54
5	ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว	55
6	ความสามารถในการงอกและคุณภาพเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง	58
7	การเปลี่ยนแปลงความยาวของต้นอ่อนที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 0 3 6 9 12 15 และ 18 ชั่วโมง	60
8	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง โปรตีนและกาวของถั่วเหลืองงอกที่ระยะเวลาการแช่น้ำแตกต่างกัน	61
9	คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยาของแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาวสูง	64
10	การคัดเลือกผลิตภัณฑ์	67
11	ข้อมูลประชากรศาสตร์จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค	68
12	ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดผง	69
13	เหตุผลที่ผู้บริโภคเลือกบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดผง	71
14	รสชาติของเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดผงที่ผู้บริโภคนิยมบริโภค	71
15	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดผง	72
16	รสชาติของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลวที่ผู้บริโภคต้องการ	73
17	ความต้องการชนิดของสารให้ความหวาน บรรจุภัณฑ์ รูปแบบการบรรจุและปริมาณการบริโภคต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	74
18	คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว	75
19	ความพอดีของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว	76
20	คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว	78
21	ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม	79
22	คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	คะแนนการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกبابสูง	81
24	ราคาวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกبابสูง (หนึ่งหน่วยบริโภค)	82
ตารางผนวกที่		
จ1	ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	124

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการตอบสนองของมนุษย์ต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์	36
2	แผนผังการทดสอบการยอมรับและการพัฒนาผลิตภัณฑ์	39
3	กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกบาสสูง	55
4	ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลืองที่แช่น้ำเป็นเวลา 0 3 6 9 12 15 และ 18 ชั่วโมง	59
5	ปริมาณความชื้นและเวลาในการทำแห้งถั่วเหลืองงอกด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส	62
6	แป้งจากถั่วเหลืองงอกที่มีกบาสสูง	63
7	ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกบาสสูง	76
8	ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกบาสสูง (ผสมน้ำ)	77

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูง

Development of High GABA Soy Drink Powder Product

คำนำ

การขาดแคลนแหล่งอาหารที่มีโปรตีนสูงและราคาถูกเป็นปัจจัยสำคัญที่เกิดขึ้นของภาวะการขาดแคลนทางโภชนาการในประเทศที่กำลังพัฒนา แหล่งโปรตีนจากเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อ ไข่ ปลา ไก่ และผลิตภัณฑ์นมมีราคาแพง ไม่สามารถนำไปใช้ตามปริมาณที่ต้องการได้อย่างเพียงพอ (Pinthong *et al.*, 1980) ดังนั้นแหล่งอาหารที่มีโปรตีนสูงและราคาถูก เช่น ถั่วเหลือง จึงมีความจำเป็นสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศที่มีทรัพยากรอย่างจำกัด (Cheng *et al.*, 1990) ในปัจจุบันทั่วโลกก็ส่งเสริมให้ประชาชนบริโภคถั่วเหลืองกันมากขึ้น เนื่องจากตระหนักถึงประโยชน์ในด้านโภชนาศาสตร์ของถั่วเหลืองและโปรตีนจากถั่วเหลืองก็มีราคาถูกกว่าโปรตีนจากสัตว์

เมล็ดพืชโดยเฉพาะธัญพืชได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ โดยนำมาผลิตเป็นอาหารมากกว่าร้อยละ 60 ของอาหารที่บริโภคกันทั่วโลก โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารที่มีราคาถูกและมีปริมาณการผลิตมาก ในหลายศตวรรษที่ผ่านมาถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญมากของโลก เป็นพืชที่มีน้ำมันและมีโปรตีนสูง เป็นพืชที่มีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เพราะคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากเป็นแหล่งของโปรตีนที่มีคุณภาพดีและมีคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณในเนื้อสัตว์และปลา ที่มีน้ำหนักเท่ากันและพบว่าถั่วเหลืองมีสรรพคุณทางโอสถที่มีความสามารถในการยับยั้งและป้องกันสาเหตุของการเกิดโรคที่สำคัญหลายชนิด เช่น โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคมะเร็งและโรคความจำเสื่อม เป็นต้น

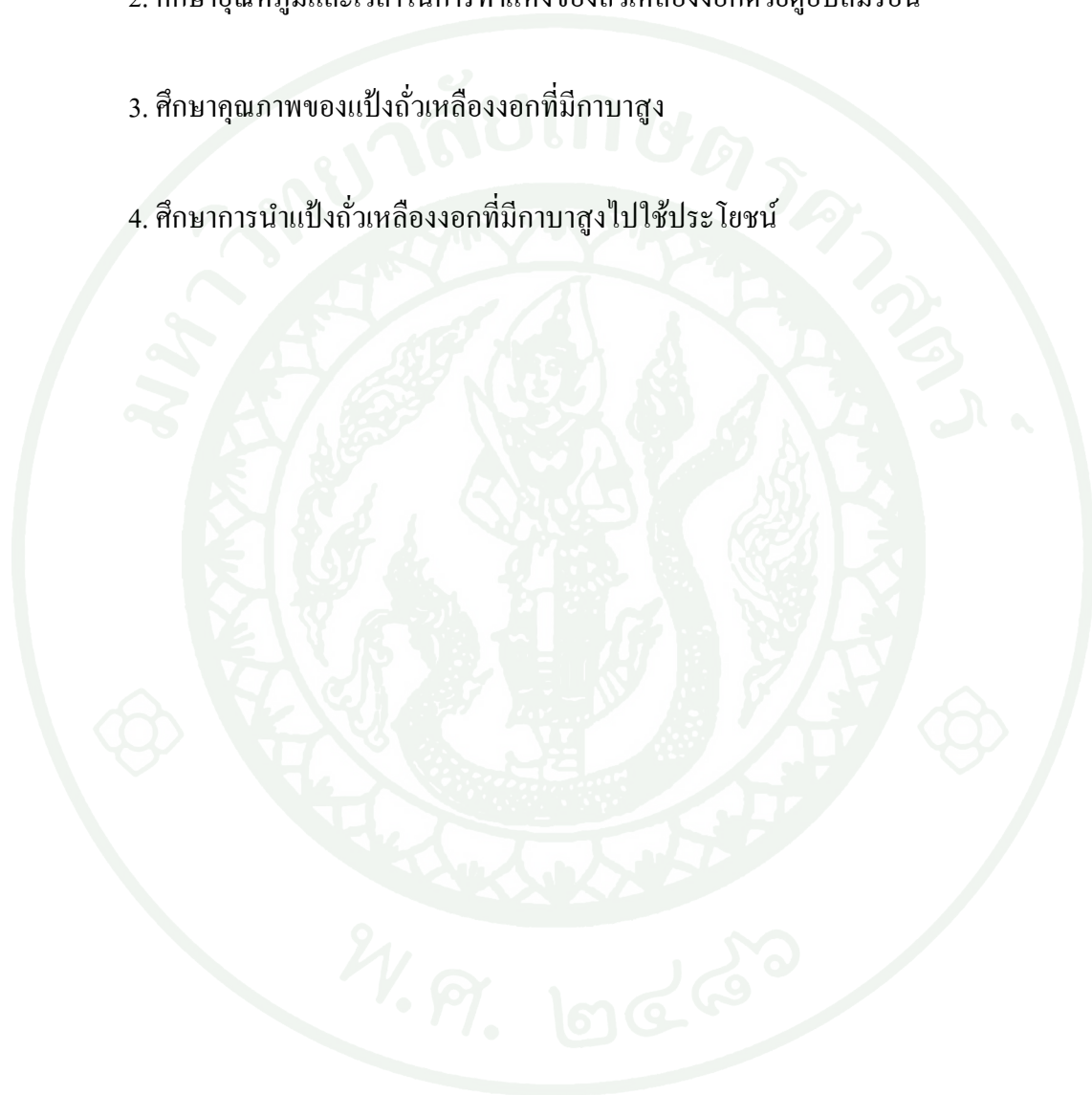
การเพาะเมล็ด (germination) เป็นกรรมวิธีที่สามารถปรับปรุงคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดพืช ซึ่งทำให้คุณค่าทางอาหารของเมล็ดพืชเพิ่มขึ้น การแช่น้ำเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญในกระบวนการงอกของเมล็ด ทำให้คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดพืชมีการเปลี่ยนแปลง สารแกมมาอะมิโนบิวทีริกแอซิด (gamma amino butyric acid, GABA) กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากกาบาเป็นกรดอะมิโน สร้างโดยปฏิกิริยา decarboxylation ของ L-glutamic acid โดยมีเอนไซม์ glutamate decarboxylase (GAD) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ควบคุมการสร้างหรือสังเคราะห์กาบา กรดนี้มีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นสารสื่อ

ประสาทในระบบประสาทส่วนกลาง นอกจากนี้กabayังถือเป็นสารสื่อประสาทประเภทยับยั้ง โดยจะทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมองที่ได้รับการกระตุ้น ซึ่งช่วยทำให้สมองเกิดการผ่อนคลายและนอนหลับสบาย อีกทั้งยังทำหน้าที่ช่วยกระตุ้น anterior pituitary ซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต ทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อ ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความกระชับและเกิดสารไลโปโทรปิก (lipotropic) ซึ่งเป็นสารช่วยย่อยไขมันและเป็นสารสื่อประสาทประเภทยับยั้ง (inhibitor) โดยจะทำหน้าที่รักษาสมดุลในสมองที่ได้รับการกระตุ้น (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2554)

ในอดีตที่ผ่านมาและในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการสนับสนุนทางด้านการเกษตร ได้มีการนำผลผลิตทางการเกษตรมาแปรรูปกันมากขึ้น และคนไทยเริ่มมีการตื่นตัวหันมาให้ความสำคัญกับสุขภาพ นิยมบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่ดีต่อสุขภาพกันมากขึ้น ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงได้มีการนำถั่วเหลืองที่เป็นผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทยมาทำให้เกิดการงอกเพื่อเพิ่มปริมาณสารกาบา โดยทำการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการงอกของถั่วเหลือง ซึ่งพิจารณาจากปริมาณกาบาที่มีมากที่สุดในช่วงระยะเวลาการงอกหนึ่ง แล้วจึงนำถั่วเหลืองงอกดังกล่าวมาทำแห้งและบดเป็นแป้ง ถั่วเหลืองงอกที่มีกาบาสูง จากนั้นจึงนำแป้งถั่วเหลืองงอกที่พัฒนาได้มาทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการงอกของถั่วเหลือง
2. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทำแห้งของถั่วเหลืองงอกด้วยตู้อบลมร้อน
3. ศึกษาคุณภาพของแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาบาสสูง
4. ศึกษาการนำแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาบาสสูงไปใช้ประโยชน์



การตรวจเอกสาร

1. ถั่วเหลือง

ชาวเอเชียใช้ถั่วเหลืองเพื่อบริโภคเป็นอาหารมาเป็นเวลานานนับพัน ๆ ปีมีรายงานแหล่งกำเนิดของถั่วเหลือง คือ ประเทศจีนตอนกลางและตอนเหนือเมื่อประมาณ 4000-5000 ปี ก่อนที่จะแพร่หลายไปยังญี่ปุ่นเกาหลี เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และซีกโลกตะวันตก (Liu, 1997) คุณค่าสารอาหารของโปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นแหล่งอาหารที่ดีที่สุดในได้จากพืชในโลกนี้ (Beasley *et al.*, 2003) ทำให้ประชาชนในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ใช้ถั่วเหลืองเพื่อประกอบอาหารหลากหลายชนิด (Bai *et al.*, 1998) เช่น ถั่วงอก นมถั่วเหลือง เต้าหู้ ฟองเต้าหู้ เต้าเจี้ยว เต้าหู้ยี้ ซีอิ๊วถั่วเหลือง มิโซะ (miso) เทมเป้ (tempeh) โปรตีนเทียมน้ำมันถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองนำมาเป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ เป็นต้น ส่วนการนำถั่วเหลืองไปใช้ประโยชน์ในซีกโลกตะวันตก เช่น น้ำมันถั่วเหลืองใช้เป็น emulsifying agents ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ ลูกอม ช็อกโกแลต ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดในอุตสาหกรรมผลิตแป้งถั่วเหลือง ส่วนประกอบในการทำคุกกี้และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ เป็นต้น (Rivera, 1995)

การขาดแคลนแหล่งอาหารที่มีโปรตีนสูงและราคาถูกเป็นปัจจัยสำคัญที่เกิดขึ้นของภาวะการขาดแคลนทางโภชนาการในประเทศที่กำลังพัฒนา แหล่งโปรตีนจากเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อ ไข่ ปลา ไก่และผลิตภัณฑ์นมมีราคาแพงไม่สามารถนำไปใช้ตามปริมาณที่ต้องการอย่างเพียงพอและรวดเร็ว (Pinthong *et al.*, 1980) ดังนั้นแหล่งอาหารที่มีโปรตีนสูงและราคาถูกอย่างถั่วเหลือง จึงมีความจำเป็นสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศที่มีทรัพยากรอย่างจำกัด (Cheng *et al.*, 1990) ในปัจจุบันนี้ทั่วโลกก็ส่งเสริมให้ประชาชนบริโภคถั่วเหลืองกันมากขึ้นเนื่องจากตระหนักถึงประโยชน์ในด้านโภชนาศาสตร์ของถั่วเหลืองและโปรตีนจากถั่วเหลืองก็มีราคาถูกกว่าโปรตีนจากสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 1 ขณะนี้สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่ผลิตถั่วเหลืองสู่ตลาดโลกมากที่สุดประมาณร้อยละ 50.5 รองลงมาคือ บราซิล จีน อาร์เจนตินาและอินเดีย (Liu, 1997)

ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merrill จัดอยู่ในวงศ์ Leguminosae วงศ์ย่อย Papilionoideae ชื่อสามัญมักเรียกแตกต่างกันไป เช่น soja bean, soya bean, chinese bean, manchurian bean และ soybean ซึ่งชื่อ soybean เป็นที่รู้จักและยอมรับมากที่สุด (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542)

ตารางที่ 1 ราคาของโปรตีนจากเนื้อสัตว์และถั่วเหลือง

โปรตีนชนิดต่าง ๆ	ราคา (กิโลกรัมต่อบาท)
เนื้อวัว (ธรรมดา)	135-140
ไก่สดทั้งตัว (ไม่รวมเครื่องใน)	65-70
สุกรชำแหละเนื้อแดง	115-120
น้ำมันวัวดิบ	18
ถั่วเหลือง	15-16

ที่มา: ไทยรัฐ (2555)

1.1 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดถั่วเหลือง

เมล็ดถั่วเหลืองมีรูปร่างกลมรี ด้านหนึ่งเว้าเข้า มีงอกหรือตาติดอยู่ มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ น้ำหนักแตกต่างกันตั้งแต่ 5-45 กรัมต่อ 100 เมล็ด (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542)

1.1.1 โปรตีน ถั่วเหลืองมีโปรตีนประมาณร้อยละ 40 ของน้ำหนักแห้ง (Anderson and Garner, 2000) โปรตีนส่วนใหญ่จะเป็นโปรตีนสะสม (storage protein) ซึ่งเรียกว่าโกลบูลิน (globulin) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ไกลซินิน (glycinin) และเบต้าคอนไกลซินิน (β -conglycinin) (Hui, 1992 ; Nielsen, 1996) นอกจากนี้ยังประกอบด้วยเอนไซม์ lipoxygenases, protease inhibitors และ urease (Nielsen, 1996) มีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นใกล้เคียงกับไข่ไก่ ถึงแม้จะมีกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ เช่น เมไทโอนิน (methionine) และซิสเทอีน (cystein) อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ ทำให้เป็นตัวจำกัดคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนจากถั่วเหลือง (พิชัย, 2528)

1.1.2 ไขมัน เป็นส่วนประกอบที่มีปริมาณรองมาจากโปรตีน การสะสมไขมันและส่วนประกอบของกรดไขมันในถั่วเหลืองเป็นผลมาจากคุณสมบัติของพันธุ์ถั่วเหลืองนั้น ๆ เมล็ดถั่วเหลืองที่จำหน่ายในตลาดโลกมีน้ำมันประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักเมล็ด น้ำมันถั่วเหลืองเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูง คือ มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวประมาณร้อยละ 80-85 (พิชัย, 2528) เช่น กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) ร้อยละ 5-11 กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) ร้อยละ 43-56 กรดโอเลอิก (oleic acid) ร้อยละ 15-33 (Smith and Circle, 1980) และมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวประมาณร้อยละ

15 เช่น กรดปาล์มิติก (palmitic acid) ร้อยละ 6.5-9.8 และกรดสเตียริก (stearic acid) ร้อยละ 2.4-5.5 (De, 1971) นอกจากนี้ในน้ำมันถั่วเหลืองประกอบด้วยเลซิธิน (lecithin) ที่มีประโยชน์อีกด้วย (Anderson and Garner, 2000)

1.1.3 คาร์โบไฮเดรต ในเมล็ดถั่วเหลืองมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ประมาณร้อยละ 35 ส่วนประกอบหลักอยู่ในรูปโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) ได้แก่ อะไมโลส (amyloses) และอะไมโลเพคติน (amylopectins) (Anderson and Garner, 2000) นอกจากนี้ยังประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของน้ำตาลที่มีขนาดโมเลกุลต่าง ๆ เช่น ไดแซคคาไรด์ (disaccharides) ได้แก่ ซูโครส (sucrose) ประมาณร้อยละ 5 โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) ได้แก่ ราฟฟิโนส (raffinose) ประมาณร้อยละ 1.1 และสตาชิโอส (stachyose) ประมาณร้อยละ 3.8 (พิชัย, 2528) ส่วนที่เหลือจะเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่น ๆ ที่มีโครงสร้างโมเลกุลใหญ่ เช่น เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ประมาณร้อยละ 15 และเซลลูโลส (cellulose) ประมาณร้อยละ 4 (De, 1971) เพคติน (pectin) และแป้งอีกเล็กน้อย (Liu, 1997)

1.1.4 แร่ธาตุ ส่วนใหญ่ที่พบในถั่วเหลืองประกอบด้วยโปแตสเซียมร้อยละ 1.83 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.78 แมกนีเซียมร้อยละ 0.31 และโซเดียม แคลเซียม ซัลเฟอร์อย่างละร้อยละ 0.24 (Smith and Circle, 1980) ส่วนแร่ธาตุอื่น ๆ พบอยู่ในปริมาณน้อยมาก ได้แก่ คลอไรด์ โบรอน แมงกานีส เหล็ก ทองแดง แบเรียมและสังกะสี เป็นต้น (พิชัย, 2528) ส่วนสารประกอบที่มี ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในถั่วเหลือง คือ ฟิติน (phytin) ฟอสโฟไลปิด (phospholipid) และ กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) (Smith and Circle, 1980)

1.1.5 วิตามิน ถั่วเหลืองเป็นแหล่งของวิตามินบีรวมค่อนข้างสูง ส่วนของวิตามินที่ ละลายในไขมันได้แก่ วิตามินเออยู่ในรูปของเบต้า-แคโรทีน (β -carotene) และวิตามินอีในรูป โทโคเฟอรอล (tocopherol) ส่วนวิตามินดีและวิตามินเคไม่พบในถั่วเหลือง ส่วนของวิตามินที่ ละลายในน้ำ ได้แก่ ไทอะมีน (thiamin) ไรโบฟลาวิน (riboflavin) ไนอะซิน (niacin) กรดเพนโท เทนิก (pantothenic acid) และกรดโฟลิก (folic acid) นอกจากนี้ยังพบว่าในถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ จากถั่วเหลืองมีวิตามินซีเล็กน้อยมาก (Liu, 1997)

1.1.6 ส่วนประกอบของสารอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ กรดฟีนอลิก (phenolic acid) ซึ่ง เป็นส่วนสำคัญต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นในแป้งถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง อื่น ๆ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารที่ให้กลิ่นในถั่วเหลืองและสารที่เกิดขึ้นในช่วงของการแปรรูป

ถั่วเหลืองหรือเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ในธรรมชาติ (พิชัย, 2528) นอกจากนี้ในถั่วเหลืองยังประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ไอโซฟลาโวน (isoflavones) แทนนิน (tannins) และแซบโปนิน (saponin) (Anderson and Garner, 2000)

1.2 ประโยชน์จากถั่วเหลือง

1.2.1 ถั่วเหลืองมีปริมาณเลซิทินสูงเหมาะสมเป็นอาหารบำรุงสมอง เสริมกำลังและให้พลังงาน (Rivera, 1995)

1.2.2 ช่วยลดการจับถ่ายแคลเซียมและช่วยเสริมความหนาแน่นของแคลเซียมในกระดูก ซึ่งพบว่าสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลืองช่วยเสริมความหนาแน่นของแคลเซียมในกระดูก (วันเพ็ญ, 2543; Yee, 1996) ส่วนจินิสทีน (genistein) ที่เป็นองค์ประกอบของสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลืองช่วยเพิ่มการสร้างกระดูก (Liu, 1997) นอกจากนี้กรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ เช่น เมไทโอนีน ยังช่วยลดการจับถ่ายแคลเซียมอีกด้วย มีรายงานว่าเมื่อบริโภคโปรตีนจากสัตว์จะจับถ่ายแคลเซียมวันละ 150 มิลลิกรัมต่อวัน แต่เมื่อบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลืองจะช่วยลดการจับถ่ายแคลเซียมลงเหลือเพียงวันละ 103 มิลลิกรัมต่อวัน (Liu, 1997)

1.2.3 ช่วยลดอาการต่าง ๆ เช่น ร้อนวูบวาบและช่องคลอดแห้งที่เกิดขึ้นในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน (วันเพ็ญ, 2543) และการบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลือง 20 กรัมต่อวัน ซึ่งประกอบด้วยไอโซฟลาโวน 34 มิลลิกรัม สามารถลดอาการของหญิงวัยหมดประจำเดือนที่มีอาการรุนแรงลง (Liu, 1997)

1.2.4 ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจขาดเลือด (Anderson and Garner, 2000) พบว่าไอโซฟลาโวนมีคุณสมบัติเป็นสาร antioxidant จินิสทีนที่เป็นองค์ประกอบของไอโซฟลาโวนจะช่วยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของ Low Density Lipoprotein (LDL) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตันและนำไปสู่การเกิดโรคหัวใจขาดเลือดได้ (วันเพ็ญ, 2543) นอกจากนี้กรดไขมันในถั่วเหลืองซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดลิโนเลอิกและกรดลิโนเลนิก ก็ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจขาดเลือด (Yee, 1996)

1.2.5 เลซิทินในน้ำมันถั่วเหลืองช่วยลดการตกตะกอนของเกล็ดเลือด ซึ่งจะช่วยป้องกันการรวมตัวของลิ่มเลือดทำให้เส้นเลือดอุดตันได้ (Yee, 1996)

1.2.6 โยอาหารจากถั่วเหลืองเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เนื่องจากโยอาหารช่วยลดระดับของกลูโคสและลดการตอบสนองของอินซูลิน (insulin) (Yee, 1996)

1.2.7 ช่วยลดอัตราการเกิดโรคไต (Yee, 1996) เนื่องจากโปรตีนจากถั่วเหลืองลดการจับถ่ายโปรตีนไปที่ไต (Liu, 1997) ไม่เพิ่มอัตราการกรองของเสียและไม่เพิ่มการไหลเวียนของเลือดไปที่ไต จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่าหนูที่เลี้ยงด้วยโปรตีนจากถั่วเหลืองทำให้อัตราการกำเริบของโรคไตช้าลง เมื่อเทียบกับหนูที่เลี้ยงด้วยเคซีน (วันเพ็ญ, 2543)

1.2.8 ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล องค์ประกอบในถั่วเหลืองที่มีส่วนช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ได้แก่ โปรตีน โยอาหาร กรดไขมันอิ่มตัว (Yee, 1996) เลซิทีน (Rivera, 1995) แชนโปนิน (Anderson and Garner, 2000) และไอโซฟลาโวน (Liu, 1997) โปรตีนจากถั่วเหลืองช่วยลดระดับไตรกลีเซอไรด์ร้อยละ 10.5 และเพิ่มระดับ High Density Lipoprotein Cholesterol (HDL-C) ร้อยละ 2.4 ซึ่งเป็นไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย จากการศึกษาพบว่าถ้าบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลืองเฉลี่ย 47 กรัมต่อวัน จะสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ (วันเพ็ญ, 2543) นอกจากนี้สารไอโซฟลาโวนจะมีโครงสร้างคล้ายเอสโตรเจน (estrogen) ซึ่งจะจับกับ estrogen receptors ส่งผลให้ลดระดับ Low Density Lipoprotein Cholesterol (LDL-C) และเพิ่มระดับของ High Density Lipoprotein Cholesterol (HDL-C) (Liu, 1997)

1.2.9 ช่วยป้องกันการเกิดมะเร็ง โดยสารไอโซฟลาโวนมีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดมะเร็ง (วันเพ็ญ, 2543) เนื่องจากพบว่าไอโซฟลาโวนในเลือดและปัสสาวะของผู้หญิงในประเทศอาเซียนสูงกว่าผู้หญิงอเมริกัน 10-100 เท่า และมีอัตราการเกิดมะเร็งชนิดต่าง ๆ ต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ (วันเพ็ญ, 2543) ส่วนจีนิสทินมีผลยับยั้งฮอร์โมนที่ก่อให้เกิดมะเร็งซึ่งอาจยับยั้งเอนไซม์เพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิด เช่น tyrosine protein kinase, MAP kinase, ribosomal S6 kinase และ DNA topoisomerase II ป้องกันการเกิดมะเร็งเต้านมและมะเร็งต่อมลูกหมาก (Liu, 1997) นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังมีฮอร์โมนจากผักที่เรียกว่า ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนเอสโตรเจนอ่อน ๆ โดยจะทำหน้าที่เป็นแอนติเอสโตรเจน (anti-estrogen) ช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็ง เนื่องจากเอสโตรเจนจะกระตุ้นการเจริญของเซลล์ที่หน้าอก มดลูก รังไข่และต่อมลูกหมาก (Rivera, 1995)

2. กระบวนการงอกของเมล็ด (germination)

การงอกและความมีชีวิตเป็นคุณภาพที่สำคัญที่สุดของเมล็ด เมล็ดที่มีชีวิต (viable seed) หมายถึง เมล็ดที่ต้นอ่อนสามารถเจริญ พัฒนาและงอกเป็นต้นพืชได้ ระหว่างการพัฒนาของเมล็ด ความมีชีวิตหรือความสามารถในการงอกเกิดหลังการผสมเกสร ไม่นานและก่อนการสุกแก่ นั่นคือ เมล็ดเริ่มมีชีวิตและสามารถงอกได้หลังจากการพัฒนาของต้นอ่อนสมบูรณ์แล้วและยังคงการงอก จนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากนั้นจึงเริ่มเสื่อมคุณภาพและมีอัตราการงอกลดลง ทั้งนี้ ขึ้นกับสภาพอากาศ การปฏิบัติกับเมล็ดและการเก็บรักษา เมล็ดหลังการเก็บเกี่ยวพร้อมที่จะใช้ทำ พันธุ์เป็นเมล็ดแห้ง (air dry seed) ซึ่งเป็นเมล็ดที่มีชีวิตและพร้อมที่จะงอก แต่ยังไม่งอกเนื่องจากมี ปัจจัยการงอกไม่เหมาะสม คือ แห้งเกินไป เมล็ดยังมีการหายใจอยู่ในอัตราต่ำมาก ซึ่งเรียกเมล็ดใน ระยะนี้ว่าระยะพัก ซึ่งหมายถึงเมล็ดแห้งมีความชื้นต่ำที่ยังคงความมีชีวิตอยู่ แต่ยังไม่งอกและมีการ เปลี่ยนแปลงทางสัณฐานน้อยมาก (จวงจันทร, 2529)

วัลลภ (2540) ได้กล่าวไว้ว่า การงอกของเมล็ด หมายถึง กระบวนการที่เมล็ดได้รับปัจจัยการ งอกที่เหมาะสมและกระตุ้นให้ต้นอ่อนที่อยู่ในระยะพัก เจริญเติบโตแทงทะลุในส่วน of เมล็ด ออกมา

2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอก

2.1.1 น้ำ เมื่อเมล็ดพันธุ์เจริญเติบโตเต็มที่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยว ภายในเมล็ดจะมีน้ำอยู่ เป็นส่วนประกอบน้อยมาก เมื่อเมล็ดพันธุ์จะเริ่มงอก น้ำเป็นปัจจัยแรกที่จะกระตุ้นให้เมล็ดพันธุ์ ตื่นตัว กระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีและกระบวนการเมแทบอลิซึม ในเบื้องต้นเมล็ดพันธุ์ดูดน้ำเข้า ไปทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนนุ่ม ทำให้เมล็ดพองตัวขึ้น เนื่องจากการขยายของผนังเซลล์และโพรโท พลาสต์ เมื่อเปลือกเมล็ดอ่อนนุ่มทำให้รากแทงผ่านเปลือกได้สะดวกมากขึ้น เมล็ดพันธุ์พืชแต่ละ ชนิดต้องการน้ำในการงอกแตกต่างกัน บางชนิดหากได้รับน้ำมากเกินไปจะทำให้ขาดออกซิเจน ที่ใช้สำหรับหายใจและทำให้เมล็ดเน่า ในบางชนิดการที่เมล็ดพันธุ์ได้รับน้ำมาก ๆ อาจทำให้เมล็ด เข้าสู่สภาวะพักตัวใหม่ สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความหนาของเปลือก สารที่เคลือบอยู่ที่ผิวเปลือก ความเข้มข้นของน้ำ อุณหภูมิ ความสุกแก่ของเมล็ดที่ต่างกัน เป็นต้น

วันชัย (2542) กล่าวว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดูดน้ำที่มาจากตัวเมล็ด (permeability) เช่น การยอมให้น้ำซึมผ่านของเปลือกเมล็ด เมล็ดที่มีเปลือกหนาจะดูดน้ำได้ช้ากว่าเมล็ดที่มีเปลือก

บาง เช่น เมล็ดข้าวคุดน้ำได้ช้ากว่าเมล็ดถั่วเหลือง เนื่องจากเปลือกเมล็ดข้าวประกอบด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดและเปลือกหุ้มผล ขณะที่เมล็ดถั่วเหลืองมีเพียง seed coat เท่านั้น นอกจากนี้เมล็ดพืชต่างชนิดกัน ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดที่แตกต่างกัน ก็ย่อมมีอัตราการคุดน้ำที่ต่างกัน ได้ ดังตารางที่ 2 เช่น เมล็ดถั่วเหลืองมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นโปรตีนย่อยมีอัตราเร็วในการคุดซึมน้ำได้สูงกว่าเมล็ดข้าวโพดที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้นที่เมล็ดพืชต่าง ๆ ต้องการใช้สำหรับการงอก

เมล็ดพืช	ปริมาณความชื้นที่ต้องการ (ร้อยละ)
ข้าว (<i>Oryza sativa</i>)	32-35
ข้าวโอ๊ต (<i>Avena sativa</i>)	32-36
ข้าวโพด (<i>Zea mays</i>)	30
ถั่วเหลือง (<i>Glycine max</i>)	50
ถั่วลิสง (<i>Arachis hypogaea</i>)	50-55
ข้าวสาลี (<i>Triticum aestivum</i>)	69
ถั่วแขก (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	180
ถั่วเขียว (<i>Vigna radiata</i>)	16-40

ที่มา: วัลลภ (2540)

หน้าที่ของน้ำที่เกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ด

- น้ำ ทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่ม เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากผนังเซลล์และโปรโตพลาสซึมขยายตัว

- น้ำ ช่วยให้ออกซิเจนเข้าไปสู่ภายในของเมล็ด ทำให้เมล็ดมีการหายใจเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อผนังเซลล์คุดน้ำเข้าไปแล้วผนังเซลล์จะอ่อนนุ่ม ทำให้การคุดซึมออกซิเจนเข้าไปภายในเมล็ดสะดวกขึ้น

- น้ำเป็นตัวละลายโปรตีนโพลีฟอสเฟต มีผลทำให้กิจกรรมทางชีวเคมีต่าง ๆ ในเมล็ด ซึ่งเคยหยุดนิ่งหรือเกิดขึ้นช้า ๆ นั้น มีกิจกรรมมากขึ้นและมีอัตราสูงขึ้น มีการย่อย (digest) และนำแร่ธาตุอาหารจากส่วนที่เก็บสะสมไว้ไปยังจุดเจริญ

- น้ำเป็นพาหะและช่วยในการขนย้ายถ่ายเทอาหารต่าง ๆ ที่เมล็ดเก็บสะสมไว้ ทำให้สามารถถูกนำไปใช้ได้รวดเร็วขึ้น

การดูดซับน้ำของเมล็ดพืชที่มีชีวิตโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะดูดน้ำ (imbibition) ในเมล็ดแห้ง เมื่อเมล็ดได้รับน้ำ เมล็ดจะดูดน้ำอย่างรวดเร็ว ลักษณะการดูดน้ำแบบนี้เกิดได้ทั่ว ๆ ไปไม่ว่าจะเป็นเมล็ดที่ตายแล้วหรือเมล็ดที่พักตัว (ที่ไม่ใช่เมล็ดแข็ง) สำหรับการเปลี่ยนแปลงในเมล็ดในระยะนี้ จะมีการจัดเรียงตัวและซ่อมแซมผนังเมมเบรนของอวัยวะต่าง ๆ ภายในเซลล์ (reorganization and repair of cell membrane) และที่ปลายระยะที่ 1 จะมีการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์เกิดขึ้น

ระยะที่ 2 ระยะงัน (lag phase) ระยะนี้เป็นระยะที่มีกระบวนการเมตาบอลิซึมเกิดขึ้น การดูดน้ำจะเป็นไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากแรง imbibition force อ่อนลง เมตาบอลิซึมส่วนใหญ่จะเป็นการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและเอนไซม์ต่าง ๆ มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่และสังเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ขึ้นเพื่อเตรียมการงอก ปลายระยะจะมีกระบวนการเคลื่อนย้ายสารไปยังจุดเจริญ

ระยะที่ 3 ระยะการเจริญเติบโตของคัพภะ (embryo growth) ระยะนี้ที่บริเวณจุดเจริญโดยเฉพาะรากอ่อน (radicle) จะมีการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์เกิดขึ้น การเจริญเติบโตของคัพภะจะปรากฏออกมาให้เห็น คือ มีการแทงรากอ่อนออกมา การเพิ่มขึ้นของความชื้นของเมล็ดในระยะนี้ เกิดจากแรงดูดน้ำแบบแรงออสโมติก โดยรากอ่อนเป็นส่วนใหญ่ (จวงจันทร, 2529)

ช่วงเวลาแต่ละระยะขึ้นกับพันธุ์ ชนิดของวัสดุเพาะ ความสามารถในการซึมน้ำของเปลือกเมล็ด ขนาดเมล็ด การดูแลใช้ออกซิเจน อุณหภูมิและความเข้มข้นของน้ำ ระยะที่ 1 เวลาอาจช้ากว่านับชั่วโมง ขณะที่ระยะที่ 2 เวลาอาจช้ากว่าหลายชั่วโมงหรือนับเป็นวันก็ได้และทั้ง 2 ระยะนี้อาจยืดยาวออกได้หากเมล็ดมีการพักตัว

การจัดเรียงตัวและซ่อมแซมผนังเมมเบรน (reorganization and repair of the membrane) โครงสร้างของผนังเมมเบรนในสภาพปกติ มีลักษณะเป็นผนังไขมัน 2 ชั้น (lipid bilayer) ประกอบด้วยโปรตีนและฟอสโฟไลปิดเป็นส่วนใหญ่ ฟอสโฟไลปิดแต่ละโมเลกุลเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ โดยมีด้านที่เป็นขั้วประจุ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มฟอสเฟตกับไนโตรเจนหันเข้าหาน้ำ เรียกด้านนี้ว่า ขั้วชอบน้ำ ส่วนอีกด้านหนึ่งที่หันหนีน้ำเป็นลูกโซ่ของกรดไขมัน ซึ่งอาจมีการับอน 16 18 หรือ 20 อะตอม ไม่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าและไม่ละลายน้ำ เรียกด้านนี้ว่า ขั้วไม่ชอบน้ำ สถานะของฟอสโฟไลปิด 2 ชั้นนี้ค่อนข้างเสถียร เนื่องจากภายในไฮโดรฟาสซิมมีน้ำอยู่ถึงร้อยละ 70 และในช่องว่างระหว่างเซลล์มีน้ำอยู่มาก

ในสภาพเมล็ดแห้ง (ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 25 ของน้ำหนักแห้ง) สันนิษฐานว่าผนังเมมเบรนจะเรียงตัวโดยหันขั้วที่ชอบน้ำเข้าหาโมเลกุลของน้ำ ซึ่งมีอยู่น้อยทำให้ขั้วที่ไม่ชอบน้ำหันออกจากกัน คู่มิเป็นระเบียบ ผนังเมมเบรนที่อยู่ในภาวะนี้ เรียกว่า hexagonal phase เมื่อเมล็ดมีการดูดน้ำเกิดขึ้น ผนังเมมเบรนของอวัยวะต่าง ๆ ภายในเซลล์จะมีการจัดเรียงตัวเพื่อให้สู่สภาพปกติ (reorganization) เป็น lipid bilayer อีกครั้งหนึ่ง การดูดน้ำอย่างรวดเร็วอาจทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปมาของฟอสโฟไลปิดและโปรตีน ขณะเดียวกันก็มีการซ่อมแซม (molecular repair mechanism) เกิดขึ้นด้วย ในระหว่างการจัดเรียงตัวและการซ่อมแซมโมเลกุลในผนังเมมเบรนนี้จะมีการรั่วไหลของสารต่าง ๆ ได้แก่ น้ำตาล กรดอินทรีย์ ธาตุที่มีประจุ กรดอะมิโนและโปรตีน จากภายในเซลล์ออกสู่ภายนอกเซลล์ การรั่วไหลจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งการจัดเรียงตัวและการซ่อมแซมของผนังเมมเบรนเสร็จสิ้น การรั่วไหลของสารต่าง ๆ เหล่านี้จึงสิ้นสุดลง จากการ ศึกษาการดูดน้ำของเมล็ดและวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดเป็นระยะ ๆ พบว่าการรั่วไหลจะกินเวลานานนับชั่วโมงจึงจะหยุด เมล็ดที่อ่อนแอผนังเมมเบรนจะเสื่อมสภาพมาก การจัดเรียงและการซ่อมแซมจะใช้เวลามากกว่ามีการรั่วไหลของสารต่าง ๆ มากกว่าเมล็ดที่แข็งแรง ส่วนเมล็ดที่หมดความงอกหรือเมล็ดที่ตายแล้ว การรั่วไหลจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ในเซลล์ของสิ่งที่มีชีวิตที่สามารถมีชีวิตรอดได้ในสภาพแห้ง นอกจากจะมีกลไกดังที่กล่าวมาแล้ว ยังมีกลไกของเอนไซม์ที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในระหว่างการจัดเรียงตัวและซ่อมแซมผนังเมมเบรน ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้จะกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์ฟอสโฟไลปิดและโปรตีนเพื่อทดแทนโมเลกุลที่เสียหาย ทั้งยังมีระบบการป้องกันสารพิษหรือทำลายสารพิษ ซึ่งถือเป็นความสามารถของเซลล์ของสิ่งที่มีชีวิต ตัวอย่างเช่น เอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) ซึ่งสามารถกำจัดหรือทำลาย superoxide free radical ได้

2.1.2 ออกซิเจน การออกของเมล็ดเป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ที่มีชีวิตและต้องใช้พลังงาน จึงต้องใช้ออกซิเจนสำหรับการหายใจ เพื่อย่อยสลายอาหารให้ได้มาซึ่งพลังงานที่จำเป็นสำหรับการงอก

2.1.3 อุณหภูมิที่พอเหมาะ ปกติเมล็ดพืชทั่ว ๆ ไปสามารถงอกได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 10–35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดข้าวชนิดต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 3 (จงจันทร์, 2529)

ตารางที่ 3 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ

ชนิดพืช	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	ต่ำสุด	เหมาะสม	สูงสุด
ข้าว (<i>Oryza sativa</i>)	10-20	20-30	40-42
ข้าวบาร์เลย์ (<i>Hordeum vulgare</i>)	3-5	15-20	30-40
ข้าวสาลี (<i>Triticum</i> spp.)	3-5	15-20	30-43
ข้าวไร้ (<i>Secale cereale</i>)	3-5	15-20	30-40
ถั่วเหลือง (<i>Glycine max</i>)	8	20-35	45-50

ที่มา: จงจันทร์ (2529)

2.1.4 แสง เมล็ดพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่ไม่ต้องการแสงในการงอก เช่น ข้าว (*Oryza sativa*) ข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor*)

2.1.5 ปัจจัยอื่น ๆ

Noble (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลของวันบ่มหรือต่อการงอกของเมล็ดหัวผักกาด ผักกาดหอม เคล (kale) สาลี ข้าวบาร์เลย์และไร้ พบว่าวันบ่มที่มีผลต่อการชะลออัตราการงอกของเมล็ดดังกล่าวและยังผลในการยับยั้งการเกิดเอนไซม์บางชนิด (alpha-amylase และ lysozyme) ที่เกิดระหว่างการงอกของเมล็ดเหล่านี้

He and Yang (1999) ได้ศึกษาอิทธิพลของสารแอนติโมนี (antimony) ที่มีผลต่อการงอก การเจริญเติบโตและผลผลิตที่ได้ของเมล็ดข้าว ในการทดลองได้ใช้สาร antimony potassium tartrate และ potassium antimonate ซึ่งพบว่าสารดังกล่าวมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก ต้นอ่อนของข้าวและลดอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารต่าง ๆ ในระหว่างการงอก นอกจากนี้สารแอนติโมนี (antimony) มีผลกระทบต่อกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสและยังลดผลผลิตข้าว

2.2 กระบวนการต่าง ๆ ในการงอกของเมล็ด (วัลลภ, 2540)

เมื่อนำเมล็ดมาเพาะ โดยให้ได้รับปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกครบถ้วนและเหมาะสม มีกระบวนการเกิดขึ้นในเมล็ดเป็นลำดับจนได้รับต้นกล้าที่สมบูรณ์ สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นพืชต่อไปได้ กระบวนการเหล่านี้ ได้แก่

2.2.1 การดูดน้ำ (water imbibition or water absorption or rehydration)

เมล็ดพืชโดยทั่วไปมีความชื้นต่ำประมาณร้อยละ 8-13 การที่เมล็ดจะงอกนั้นต้องได้รับปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการงอกอย่างเพียงพอ ฉะนั้นกระบวนการแรกที่เกิดขึ้นคือการดูดน้ำของเมล็ด เพื่อให้ความชื้นภายในเมล็ดเพิ่มขึ้นและอยู่ในปริมาณที่เพียงพอต่อการเกิดกระบวนการต่าง ๆ สำหรับการงอก (จวงจันทร, 2529) เมื่อนำเมล็ดมาเพาะ เมล็ดจะดูดน้ำอย่างรวดเร็ว สิ่งที่เป็นได้ชัดเจน คือ เมล็ดขยายตัวพองออก ซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง อัตราการดูดน้ำขึ้นกับชนิดและพันธุ์พืช ลักษณะของเปลือกเมล็ด องค์ประกอบทางเคมีขนาดและรูปร่างของเมล็ด อุณหภูมิและปริมาณน้ำ เมื่อเมล็ดดูดน้ำทำให้เซลล์เต่งและขยายตัวออก รวมทั้งเนื้อเยื่อและเปลือกของเมล็ดซึ่งช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดีขึ้น โดยเฉพาะออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์

2.2.2 การกระตุ้นเอนไซม์ (enzymes activation)

เมื่อเซลล์และเนื้อเยื่อได้รับน้ำและขยายตัวออก ขณะเดียวกันน้ำก็จะช่วยละลายโปรตีนพลาสซึมและช่วยให้ออกซิเจนเข้าไปสู่ภายในเมล็ด(จวงจันทร, 2529) ทำให้อวัยวะของเซลล์พืชทำงานได้และกระตุ้นเอนไซม์ทำงานเพื่อให้เกิดการย่อยอาหารสะสมและเคลื่อนย้ายอาหาร ในระยะนี้เมล็ดจึงมีอัตราการหายใจที่สูงมาก จึงมีผู้เรียกระยะนี้ว่า การย่อยอาหารและการหายใจ (digestion and respiration)

2.2.3 การเจริญของต้นอ่อน (initiation of embryo growth)

เมื่อเมล็ดย่อยอาหารและมีการหายใจ ทำให้ได้พลังงานเพื่อการเคลื่อนย้ายอาหาร จากที่เมล็ดสะสมเอาไว้ ไปยังส่วนที่เจริญเติบโตต่อไป ซึ่งก็คือ ส่วนที่ปลายรากและปลายยอดหรือแกนของต้นอ่อน ในระยะนี้เนื้อเยื่อสะสมอาหารมีขนาดเล็กลง ส่วนของต้นอ่อนขยายใหญ่ขึ้น ซึ่งแสดงว่าต้นอ่อนมีการพัฒนาและเจริญเติบโตมากขึ้น โดยการใช้อาหารที่เคลื่อนย้ายมาสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อใหม่

2.2.4 การงอกของรากอ่อน (protusion of radicle)

เมื่อต้นอ่อนสร้างอวัยวะใหม่เรียบร้อยแล้ว ส่วนของรากอ่อนมีการขยายตัวออก และแทงออกมานอกเมล็ดซึ่งเป็นอวัยวะแรกที่แทงออกมาในการงอกของเมล็ดพืชทุกชนิดเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต การขยายตัวของรากอ่อนที่แทงออกมานอกเมล็ด เกิดจากการยืดตัวและแบ่งตัวของเซลล์ โดยทั่วไปการยืดตัวของเซลล์ก่อนการแบ่งตัวของเซลล์ ซึ่งพบในการงอกของเมล็ดข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ผักกาดหอมและถั่ว ส่วนในเมล็ดสนมีการแบ่งเซลล์และยืดของเซลล์เกิดขึ้นพร้อมกันและในเมล็ดเชอร์รี่การแบ่งเซลล์เกิดก่อนการยืดตัวของเซลล์

2.2.5 การตั้งตัวของต้นกล้า (Seeding establishment)

การงอกของเมล็ดจะสมบูรณ์เมื่อต้นกล้าตั้งตัวได้ดี สามารถดูดน้ำ หาอาหาร และสังเคราะห์แสงเองได้ หลังจากทีรากอ่อนแทงออกมา ส่วนของยอดก็ยืดตัวออกและชูตั้งสู่เบื้องบน ซึ่งในระยะแรกยังต้องอาศัยอาหารสะสมในเมล็ดอยู่จนรากหยั่งลงในดินดีแล้วและส่วนยอดอ่อนแตกใบจริงซึ่งมีสีเขียวจนสังเคราะห์แสงได้ จึงเรียกว่าเมล็ดมีการงอกอย่างสมบูรณ์และได้ต้นที่มีกล้าที่ตั้งตัวได้ดีพร้อมที่จะเจริญเป็นต้นพืชต่อไป

การงอกของเมล็ดเป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ คือ ลักษณะรูปร่างจากส่วนประกอบของเมล็ดโดยเฉพาะแกนต้นอ่อน จนถึงได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์และมีกระบวนการทางชีวเคมีและสรีระวิทยาเกิดขึ้นมากมาย ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการใช้เมล็ดเพื่อการทำพันธุ์ (วัลลภ, 2540)

2.3 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ของเมล็ดพืชเมืองอก

การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในระหว่างการงอก มักเกิดขึ้นในช่วงแรกของการงอก ซึ่งเป็นผลมาจากการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ภายในเมล็ดหลังจากได้รับความชื้นและมีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมกับการงอก โดยเอนไซม์จะทำหน้าที่ย่อยสลายประกอบเชิงซ้อนบางตัวที่มีอยู่ในเมล็ดให้อยู่ในรูปของสารประกอบที่มีโครงสร้างอย่างง่าย โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสารที่จำเป็น

FAO (2002) กล่าวว่าแป้งที่เตรียมจากเมล็ดพืชและธัญพืชที่นำมาเพาะโดยการแช่น้ำ 1 คืน แล้วนำมาเพาะในที่มืด 2-3 วัน จากนั้นทำให้แห้งและบดเป็นแป้ง ซึ่งแป้งดังกล่าวอุดมไปด้วยเอนไซม์อะไมเลส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรตให้มีโมเลกุลที่เล็กลงในรูปน้ำตาล เมื่อนำแป้งดังกล่าวมาทำเป็นอาหารเด็กอ่อน พบว่าเนื้อสัมผัสเหลวกว่าแป้งที่ไม่ได้เพาะให้งอกและยังให้พลังงานสูงกว่าอีกด้วย

Agü and Palmer (1997) มีวิธีการเพาะข้าวฟ่าง โดยนำข้าวฟ่าง 200 กรัม มาเพาะโดยพ่นน้ำ 5 มิลลิลิตรต่อวินาที และเก็บที่อุณหภูมิ 20–30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน แล้วทำการวัดกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสและอะไมเลสทุก ๆ 24 ชั่วโมง โดยพบว่าวันที่ 5 ของการงอกเมล็ดข้าวฟ่างมีกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสสูงสุด ในขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสสูงสุดในวันที่ 3 ของการงอกและลดลงในวันต่อมาและเมื่อนำแป้งข้าวฟ่างจากเมล็ดข้าวฟ่างงอก 5 วัน มาแช่ในสารละลายสกัดเป็นเวลา 30 นาที พบว่าค่า In Vitro Protein Digestibility (IVPD) เพิ่มขึ้นสูงสุดในขณะเดียวกันสารที่สกัดจากเมล็ดข้าวฟ่างงอกช่วยให้ความหนืดของสารละลายแป้งลดลงอย่างมาก

Yamada *et al.* (2005) เพาะข้าวกล้องงอก โดยนำข้าวกล้อง พันธุ์ *Hoshinoyume* แช่น้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง จากนั้นนำข้าวกล้องงอกที่ได้ไปผ่านไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และนำไปทำแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสในข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้น 1.5 เท่า เมื่อเทียบกับข้าวกล้องที่ไม่ได้ผ่านการแช่น้ำ

Capanzana and Buckle (1989) ได้ศึกษาการงอกของข้าว 2 พันธุ์ คือ *Jaya* และ *IR-20* โดยเพาะที่อุณหภูมิห้องนาน 5 วัน พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์อัลฟาอะไมโลสเพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดข้าวงอก โดยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 และสูงสุดในวันที่ 5 ของการเพาะและสารอาหารบางชนิด

ลดลง ซึ่งอาจเกิดจากการแช่เมล็ดและการเคลื่อนย้ายสารอาหารบางส่วนไปยังรากและต้น แต่ในการวิจัยพบว่าข้าวฮอกที่เพาะเวลา 2-4 วัน กลับมีปริมาณวิตามินบี 1 ในระดับที่สูงกว่าเมล็ดควบคุม

Egli *et al.* (2002) มีวิธีการเพาะข้าวกล้องงอกโดยการนำเมล็ดข้าวกล้อง 100 กรัม แช่ในน้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในที่มืด โดยเพาะให้งอกเป็นเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง เปลี่ยนน้ำ 2 ครั้งต่อวัน พบว่าปริมาณกรดไฟติกลดลงในระหว่างการแช่น้ำ โดยระยะเวลาแช่น้ำที่ 72 ชั่วโมง มีปริมาณกรดไฟติกลดลงร้อยละ 34 ของปริมาณเริ่มต้น

Trugo *et al.* (1999) พบว่าเมื่อนำเมล็ดถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วเขียวและข้าวบาร์เลย์มาเพาะในถังงอกในที่มืด อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 24 และ 48 ชั่วโมง ปริมาณธาตุแคลเซียมและธาตุเหล็กไม่มีความแตกต่างจากเมล็ดควบคุม แต่มีปริมาณ ∞ -galactosides ทั้งหมดและน้ำตาลซูโครสลดลงอย่างรวดเร็วในทุกตัวอย่าง

รุ่ง (2537) ได้ศึกษากิจกรรมของเอนไซม์แอซิดฟอสฟาเทสจากเมล็ดพืชที่กำลังงอก 5 ชนิด คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ข้าวโพด ข้าวสาลีและข้าวเหนียว พบว่าส่วนสกัดหยาบเอนไซม์จากส่วนต้นอ่อนของถั่วเขียวมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์สูงสุด ซึ่งต้นอ่อนถั่วเขียวที่เพาะเป็นเวลา 3 วัน มีค่ากิจกรรมสูงสุดในทุกส่วนและเมื่ออายุ 6 วัน บริเวณยอดมีค่าสูงสุด เอนไซม์ที่สกัดได้จากยอดมี pH ที่เหมาะสม คือ 6.2 อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 55 องศาเซลเซียส และเอนไซม์เสถียรภาพที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส

2.4 การนำเมล็ดพืชงอกมาใช้ประโยชน์

FAO (2002) แนะนำการทำผลิตภัณฑ์อาหารเด็กอ่อน โดยให้น้ำแบ่งที่ได้จากการนำเมล็ดธัญพืชและพืชตระกูลถั่วที่ทำการเพาะ โดยแช่น้ำ 1 คืน แล้วนำไปเพาะในที่มืดเป็นเวลา 2-3 วัน จากนั้นทำให้แห้งและบดเป็นแป้ง ซึ่งแป้งดังกล่าวเมื่อนำมาเติมลงในแป้งที่ไม่ได้ผ่านการเพาะในถังงอกจำนวนร้อยละ 4-5 จะช่วยให้ความหนืดลดลง ซึ่งทำให้รับประทานได้ง่ายขึ้น

Jirapa *et al.* (2001) ได้นำถั่วมะชะ (cowpea) มาเพาะ เพื่อนำไปทำเป็นส่วนผสมของอาหารเด็กอ่อน โดยมีอัตราส่วนของข้าว แป้งจากถั่วพันธุ์ดังกล่าว ถั่วและผักทองบด นมผงและน้ำตาลในอัตราส่วน 35:35:15:15:5 ตามลำดับ จากนั้นนำสารละลายที่ได้บดแห้งเป็นแผ่นต่อไป ซึ่ง

จากการนำถั่วมาเพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าค่า IVPD และแป้งที่ถูกย่อย มีคุณภาพดีขึ้น ค่า protien digestibility, corrected amino acid scores (PDCAAS) มีค่าสูงกว่าเมล็ดควบคุมและที่ 24 ชั่วโมงพบว่ามีปริมาณวิตามินเอสูงกว่าเมล็ดที่ควบคุม

Bvochora *et al.* (1999) พบว่าเมื่อนำเมล็ดข้าวฟ่างมาเพาะให้งอกสามารถช่วยลดปริมาณสารแทนนินลง ซึ่งสารดังกล่าวมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตและการหมักของจุลินทรีย์ จึงทำให้การนำเมล็ดข้าวฟ่างมาใช้ในระดับอุตสาหกรรมลดลง การที่เพาะเมล็ดข้าวฟ่างเพื่อลดปริมาณสารแทนนิน ทำให้สามารถนำเมล็ดข้าวฟ่างมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายขึ้น ซึ่งในที่นี้ Bvochora *et al.* ได้นำมาทำเป็นเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ที่มีชื่อว่า *Mahewu*

ฐานิยา (2538) ได้นำลูกเดี๋ยยที่เพาะให้งอกเป็นเวลา 2 วัน มาทำเป็นอาหารเด็ก เปรียบเทียบกับสูตรปกติเกษตร 1 พบว่าอาหารเด็กอ่อนทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณพลังงานและไขมันไม่แตกต่างกัน แต่อาหารเสริมที่ทำจากลูกเดี๋ยยที่เพาะงอกจะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าและมีความหนืดที่ต่ำกว่า

ทองปลิว (2532) ได้นำข้าวเจ้าพันธุ์ กข 7 ที่เพาะให้งอกเป็นเวลา 2 วัน มาทำเป็นอาหารเด็กอ่อน ซึ่งพบว่ามีความคาร์โบไฮเดรตที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้เพาะให้งอกและยังมีความหนืดที่ต่ำกว่า เมื่อทำการเปรียบเทียบที่ปริมาณและความหนืดเท่ากัน พบว่าอาหารเด็กอ่อนที่ได้จากเมล็ดข้าวที่เพาะให้งอกมีพลังงาน ไขมัน โปรตีนและกรดอะมิโนที่สูงกว่าเมล็ดข้าวที่ไม่เพาะให้งอก

Lorenz (1980) กล่าวว่าต้นอ่อนจากธัญพืชต่าง ๆ สามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเข้า สลัด ซุป พาสต้าและผลิตภัณฑ์ขนมอบต่าง ๆ ซึ่งต้นอ่อนที่ได้สามารถเก็บได้นาน 2-3 วัน หรือมากกว่า 1 สัปดาห์ เมื่อเก็บในตู้เย็น

อัมพร (2542) ได้นำเมล็ดข้าวเจ้า ถั่วลิสง งาคั่วและเมล็ดข้าวโพดที่เพาะให้งอก นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญพืชสำเร็จรูปสโกลโก้ โดยพบว่าเมล็ดข้าวงอกมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้นจากเมล็ดปกติ เมล็ดถั่วลิสงที่เพาะงอกเป็นเวลา 72 ชั่วโมง มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น ส่วนงาคั่วที่เพาะ 24 ชั่วโมง มีปริมาณไขมันลดลง แต่มีปริมาณกรดไขมันโอเลอิกเพิ่มขึ้นและเมล็ดข้าวโพดงอกมีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยสูงขึ้นจากเมล็ดปกติ

Ranhotra *et al.* (1977) ได้นำแป้งจากข้าวสาลีที่เพาะให้งอกเป็นเวลา 3 วัน จำนวนร้อยละ 20 ของปริมาณแป้งทั้งหมด เพื่อผลิตเป็นขนมปัง พบว่าให้ลักษณะและกลิ่นรสโดยรวมติ

2.5 การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในระหว่างการงอกของเมล็ดพืช

การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในระหว่างการงอก มักเกิดขึ้นในช่วงแรกของการงอก ซึ่งเป็นผลมาจากการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ภายในเมล็ดหลังจากได้รับความชื้นและมีสถานะแวดล้อมที่เหมาะสมกับการงอก โดยเอนไซม์จะทำหน้าที่ย่อยสลายประกอบเชิงซ้อนบางตัวที่มีอยู่ในเมล็ด ให้อยู่ในรูปสารประกอบที่มีโครงสร้างอย่างง่าย โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสารที่จำเป็น เช่น การเพิ่มขึ้นของกรดอะมิโนที่จำเป็นหรือสารต่อต้านคุณค่าทางโภชนาการถูกย่อยสลาย ทำให้มีปริมาณลดลง (อัมพร, 2543)

2.5.1 การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนและกรดอะมิโน

ในเมล็ดธัญพืช โปรตีนส่วนใหญ่จะถูกเก็บสะสมไว้ในเมล็ด ในระหว่างการงอกโปรตีนที่สะสมไว้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ขึ้น Taylor (1983) ได้ศึกษาการงอกของเมล็ดข้าวฟ่าง พบว่าในขณะที่เมล็ดพืชกำลังงอกจะมีการผลิตเอนไซม์ย่อยโปรตีน (proteinase และ peptidase) เอนไซม์เหล่านี้จะย่อยสลายโครงสร้างของโมเลกุลโปรตีนให้มีขนาดของโมเลกุลเล็กลง (free amino acid หรือ free amino nitrogen) ทำให้ง่ายต่อการดูดซึมของร่างกาย และพบว่าในข้าวฟ่างหลังการงอก 7 วัน มีไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของโปรตีนมากกว่าร้อยละ 60 และมี free amino acid เพิ่มขึ้นในระหว่างการงอก กรดอะมิโนบางตัวจะถูกสร้างขึ้นมาเพื่อสังเคราะห์โปรตีน ทำให้เกิดเป็นแหล่งของ free amino acid ส่งผลให้ธัญพืชในขณะนั้นมีความเหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นอาหารที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ส่วน Hamad and Field (1979) ได้ศึกษาปริมาณกรดอะมิโนไลซีนในข้าวที่งอก พบว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของไลซีนในข้าวที่งอกเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวธรรมดา Tsai *et al.* (1975) ได้ศึกษาปริมาณกรดอะมิโนในข้าวโพดที่งอก พบว่ามีการเพิ่มของไลซีน ทรีปโตเฟนและเมทไธโอนีนในข้าวโพดที่งอก เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดที่ยังไม่งอก นอกจากนี้ Wang and Field (1978) ได้ศึกษาปริมาณกรดอะมิโนในข้าวโพดที่งอกที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของไลซีน 2.5 เท่า ในข้าวโพดที่งอก 3 วัน และยังพบว่าการเพิ่มของทรีปโตเฟน 6.5 เท่า และเมทไธโอนีน 5 เท่า

2.5.2 การเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตและความหนืด

คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในเมล็ดส่วนใหญ่จะเป็นอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน ในขณะที่เมล็ดงอกจะมีการสังเคราะห์เอนไซม์ α -amylase เพิ่มขึ้น เพื่อย่อยอะมิโลสและอะมิโลเพกทินให้โมเลกุลมีขนาดเล็กลง คือ เด็กซ์ตรินและโมโนแซคคาไรด์ เพื่อส่งไปเลี้ยงบริเวณคัพภะของเมล็ด การเปลี่ยนรูปของคาร์โบไฮเดรตจะมีผลต่อความหนืดของแป้ง เนื่องจากเด็กซ์ตรินและโมโนแซคคาไรด์ไม่พองตัวในน้ำร้อน ทำให้อาหารที่ผลิตจากเมล็ดธัญพืชงอกมีความหนืดต่ำกว่าอาหารที่ผลิตจากเมล็ดธัญพืชธรรมชาติ (Patirana *et al.*, 1983)

Sheorain and Wagle (1973) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ β -amylase ระหว่างการงอกของข้าวสาลีและเมล็ด bajra พบว่าในเมล็ด bajra มีเอนไซม์ β -amylase เพิ่มขึ้นช้า ๆ จนถึงชั่วโมงที่ 6 หลังจากนั้นเอนไซม์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนมีเอนไซม์สูงสุดเมื่อใช้เวลาในการงอก 30 ชั่วโมง และเอนไซม์จะลดลงอย่างรวดเร็ว ๆ จนมีปริมาณเท่าเดิมในชั่วโมงที่ 72 ส่วนในข้าวสาลีเอนไซม์จะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนภายหลังการงอก 24 ชั่วโมง และจะมีเอนไซม์สูงสุดในชั่วโมงที่ 72 ของการงอก

Brandtzaeg *et al.* (1981) ได้ศึกษาแป้งของข้าวฟ่างงอก เพื่อลดความหนืดของอาหารเสริม ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย ระหว่างการงอกของเมล็ดพืชเอนไวน์ที่ข่อยแป้งจะถูกผลิตขึ้นและจะย่อยสลายแป้งให้มีโมเลกุลเล็กลง ซึ่งจะไม่พองตัวในขณะหุงต้ม จากการศึกษพบว่า เมื่อใช้เวลาในการงอกเพิ่มขึ้น ความหนืดของแป้งจะลดลงและยังพบว่าทำให้ความร้อนในการประกอบอาหารมีส่วนสำคัญต่อความหนืดของแป้ง คือ ถ้าใส่แป้งลงในน้ำเดือดทันทีแป้งเปียกที่ได้จะข้นและเหนียวกว่าแป้งเปียกที่ได้จากการใส่ลงในน้ำธรรมดาแล้วนำไปให้ความร้อนจนเดือด เพราะในระหว่างการให้ความร้อนที่สูงขึ้นจะทำให้เอนไซม์อะไมเลสในแป้งทำงานได้ดียิ่งขึ้น

Karlson and Svanberg (1982) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการลดความหนืดของแป้งเปียกโดยการเติมเอนไซม์ α -amylase หรือ pepsin ลงในแป้งเปียกของข้าวสาลี ข้าวโพดและมันสำปะหลัง พบว่าเมื่อเติม α -amylase ในปริมาณที่ต่างกัน คือ 0.2 0.5 1.0 และ 3.0 มิลลิกรัม ลงในแป้งเปียกข้าวสาลีที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนไป 20 นาที ความหนืดของแป้งเปียกจะลดลงร้อยละ 40 60 70 และ 85 ตามลำดับ และเอนไวน์จะมีประสิทธิภาพในการลดความหนืดสูงที่สุดที่ pH 4 ถึง 8 เมื่อเติม α -amylase ปริมาณ 3 มิลลิกรัม ลงในแป้งเปียกข้าวสาลีจะทำให้ความหนืดลดลงจาก 700 B.U. เป็น 10 B.U. (brabender unit) หลังจากการกวนนาน 5 นาที

Gopaldas *et al.* (1986) ได้ศึกษาเมล็ด ragi bajra และเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านกระบวนการงอก ทำการเติม ARF (amylase rich food) ในการศึกษาที่ใช้ bajra ในปริมาณที่ต่างกัน คือ ร้อยละ 10 และ 25 เป็น ARF พบว่าการเติม ARF ลงในอาหารเสริมช่วยลดความหนืดในอาหารเสริมลงได้ ในเมล็ดธัญพืชบางชนิด เช่น เมล็ด ragi bajra และเมล็ดข้าวฟ่างจะผลิตเอนไซม์ α -amylase สูงสุดเมื่อใช้เวลาในการงอก 72 ชั่วโมง

Marero *et al.* (1988) ได้ศึกษาอาหารเสริมของทารก โดยใช้วัตถุดิบที่เป็นธัญพืชงอกเปรียบเทียบกับวัตถุดิบที่เป็นธัญพืชธรรมดา พบว่าอาหารเสริมที่ทำมาจากข้าวและข้าวโพดที่งอก 72 ชั่วโมง และอาหารเสริมที่ทำมาจากถั่วงอกและถั่วดำที่งอก 42 ชั่วโมง มีผลทำให้ความหนืดลดลง

Malleshi and Desikachar (1982) ได้ศึกษาอาหารเสริมของทารกความหนืดต่ำที่ทำจาก ragi และ green gram ที่งอกพบว่า ragi nayane และ bajra ผลิตเอนไซม์อะไมเลสสูงสุดในชั่วโมงที่ 72 หลังจากการงอก อัตราการงอกสูงสุดของ ragi และ green gram เป็นร้อยละ 35 และ 55 ตามลำดับเมื่อแช่อยู่ในน้ำนาน 16 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ ระยะเวลาของการงอกมีความสัมพันธ์กับความหนืดของแป้งที่ลดลง

2.5.3 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่ง

Nielson *et al.* (1996) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่ง เนื่องจากการงอกในเมล็ดข้าวสาลี 3 พันธุ์ พบว่าน้ำหนักร่งของเมล็ดธัญพืชเริ่มลดลงในระหว่างการแช่และการงอก เมื่อเวลาในการแช่และการงอกเพิ่มขึ้น การศึกษาน้ำหนักร่งก็เพิ่มขึ้นด้วย

2.5.4 การเปลี่ยนแปลงของสารต่อต้านอนุมูลค่าทางโภชนาการ

สารต่อต้านอนุมูลค่าทางโภชนาการที่สำคัญในเมล็ดธัญพืช คือ กรดไฟติกและแทนนิน สารดังกล่าวมีปริมาณลดลงเมื่อเมล็ดงอก Opaku *et al.* (1981) ได้ศึกษาปริมาณกรดไฟติกและแทนนินในเมล็ดฟิลเลทงอก พบว่าปริมาณแทนนินลดลง 2 เท่า และกรดไฟติกลดลง 5 เท่า

3. สารแกมมาอะมิโนบิวทีริกแอซิด (gamma amino butyric acid, GABA)

กาบาเป็นกรดอะมิโนชนิดหนึ่ง ในเมล็ดพืชกาบาสรางโดยปฏิกิริยา decarboxylation ของ L-glutamic acid โดยมีเอนไซม์ glutamate decarboxylase (GAD) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ควบคุมการสร้างหรือสังเคราะห์กาบา ปริมาณกาบาในข้าวเจ้าชนิดแอมิโลสต่ำอยู่ระหว่าง 31.0–37.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมคัพกะ ข้าวเจ้าชนิดแอมิโลสสูงมี 21.4–28.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมคัพกะ ส่วนข้าวเหนียวมีปริมาณกาบาในช่วง 29.6–72.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมคัพกะ (พัชรี และคณะ, 2550)

เมื่อแช่ข้าวกล้องในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บไว้ในที่มีปริมาณกาบาในข้าวกล้องงอกจะมีการเพิ่มขึ้น ซึ่งมากกว่าข้าวกล้องที่ไม่ได้ผ่านการแช่น้ำ Liu *et al.* (2005) ศึกษาการสะสมของกาบาในเมล็ดข้าวที่มีจมูกข้าวหรือคัพกะขนาดใหญ่ พบว่ามีความสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ GAD ระหว่างการแช่น้ำ จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการสะสมของกาบาและกิจกรรมของ GAD ในระหว่างการแช่น้ำเมล็ดข้าวกล้อง โดยแช่ข้าวกล้องในน้ำเป็นระยะเวลา 0 1 2 4 8 16 และ 32 ชั่วโมง พบว่าปริมาณของกาบาในคัพกะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตามลำดับ ในขณะที่ข้าวกล้องที่มีคัพกะขนาดใหญ่มีปริมาณการสะสมของกาบาสูงที่สุดและมีกิจกรรมของ GAD เพิ่มขึ้นระหว่างการแช่น้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องที่มีคัพกะขนาดเล็กและที่ไม่มีคัพกะ (Liu *et al.*, 2005) พัทรี และคณะ (2550) พบว่าในคัพกะข้าวเจ้ามีปริมาณกาบาสูงที่สุดในข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (37.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนข้าวเหนียวพบกาบาสูงที่สุดในพันธุ์ R258 (72.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ข้าวกล้องงอกจากพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะให้ปริมาณกาบาสูงกว่าข้าวเจ้าพันธุ์อื่น ๆ

Oh *et al.* (2003) ศึกษาการเกิดสารกาบาในเมล็ดข้าวกล้อง ศึกษาข้าวกล้อง 3 ส่วน คือ ข้าวกล้องทั้งเมล็ด คัพกะที่ยังสามารถงอกได้และข้าวกล้องที่มีคัพกะขนาดเล็ก หลังจากแช่น้ำเป็นระยะเวลา 0 1 2 4 8 16 และ 32 ชั่วโมง พบว่าปริมาณกาบาในคัพกะมีค่าเท่ากับ 150 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณมากกว่าจมูกข้าวที่ไม่แช่น้ำ 5 เท่า โดยเพิ่มขึ้น 1.4 เท่า คือ จาก 14.4 เป็น 20.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณกาบามีค่าสูงขึ้นเมื่อเวลาของการแช่น้ำเท่ากับ 32 ชั่วโมง ส่วนของเยื่อหุ้มต้นอ่อนจะปรากฏขึ้นและมีปริมาณกาบาเท่ากับ 586 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในส่วนจมูกข้าว แต่ไม่พบในข้าวขาวที่ผ่านการขัดสี

พัชรี และคณะ (2550) ศึกษาปริมาณกาบาในคัพกะข้าวเจ้าและข้าวเหนียว โดยใช้ข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ ข้าวที่มีอะมิโลสสูงและข้าวเหนียว รวม 14 พันธุ์ พบว่าข้าวเจ้ามีปริมาณคัพกะโดยเฉลี่ย

มากกว่าข้าวเหนียวทุกสายพันธุ์ จากการวิเคราะห์ปริมาณกาบาในคัพพะพบว่าคัพพะข้าวเหนียวมีปริมาณกาบาโดยเฉลี่ยสูงกว่าคัพพะข้าวเจ้า แต่เมื่อเทียบเป็นอัตราส่วนของกาบาที่มีในเมล็ดข้าวทั้งหมด พบว่าข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิมีปริมาณกาบาในอัตราส่วนที่สูงกว่าข้าวเจ้าพันธุ์อื่น ๆ และปริมาณกาบาเพิ่มขึ้นหลังจากแช่คัพพะในน้ำนาน 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

Komatsuzaki *et al.* (2007) ศึกษาการแช่ข้าวกล้องโดยนำข้าวกล้องพันธุ์ *Haiminori* และ *Oou 359* ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่มีจมูกข้าวขนาดใหญ่และพันธุ์ *Koshihikari*, *Yumetsukushi* และ *Nipponbare* ซึ่งมีจมูกข้าวขนาดปกติ แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากเมล็ดข้าวกล้องงอกล้างและนำไปแช่น้ำโดยมีการควบคุมก๊าซบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 23.5 23 22 21 20 และ 19 ชั่วโมง เมื่อได้ระยะเวลาตามที่กำหนดจึงนำไปล้างและพ่นไอน้ำร้อนเป็นระยะเวลา 10–30 นาที นำเมล็ดข้าว 100 กรัม แช่ในเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 (โดยปริมาตร) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 นาที และแช่เยือกแข็งที่ -20 องศาเซลเซียส พบว่าหลังจากแช่ข้าว 3 ชั่วโมง และบ่มเป็นระยะเวลา 21 ชั่วโมง ปริมาณกาบาในข้าวกล้องงอกเท่ากับ 24.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมากกว่าข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่แต่ไม่ได้บ่ม ข้าวกล้องพันธุ์ *Haiminori* ให้ปริมาณกาบาสูงที่สุด ส่วนปริมาณ aerobic plate count (APC) ในข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่น้ำระยะเวลา 24 ชั่วโมง มากกว่า 10^8 โคโลนีต่อกรัม และเมื่อใช้ไอน้ำร้อนและเอธานอล 20–30 นาที พบว่าข้าวกล้องงอกไม่สามารถตรวจพบ APC

Liu *et al.* (2005) มีวิธีการฆ่าเชื้อข้าวกล้องก่อนนำไปแช่น้ำ โดยแช่ในเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นแช่ในโซเดียมไฮโปคลอไรท์ร้อยละ 1.2 เป็นระยะเวลา 5 นาที นำไปล้างในน้ำกลั่น โดยใช้ข้าวกล้อง 20 กรัม แช่ในพลาสติกที่มีน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร บ่มในที่มืดและที่อุณหภูมิห้อง ศึกษาระยะเวลาการเพาะที่ 0 1 2 4 8 16 และ 32 ชั่วโมง พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกาบาอย่างรวดเร็วใน 2 ชั่วโมง ของการแช่ข้าว ปริมาณกาบาที่ระยะเวลาการเพาะ 32 ชั่วโมง เท่ากับ 586 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมากกว่าข้าวบาร์เลย์งอก 3.9 เท่า

พัชรี และคณะ (2550) มีวิธีการเพาะข้าวกล้องงอก โดยนำเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สมบูรณ์ โดยผ่านการคัดเลือกและทำความสะอาด นำมาแช่น้ำให้เกิดการงอกโดยควบคุมอุณหภูมิเป็นระยะเวลา 36–72 ชั่วโมง โดยมีการเปลี่ยนน้ำเป็นระยะ จากนั้นใช้น้ำร้อนเพื่อหยุดปฏิกิริยาการงอก นำมาทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้นของข้าวลงให้เหลือประมาณร้อยละ 12–13 พบว่าข้าวกล้องงอกมีปริมาณกาบาสูงสุดเมื่อแช่น้ำเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง

Komatsuzaki *et al.* (2007) ศึกษาผลของการแช่น้ำและสภาวะบรรยากาศที่มีต่อปริมาณกาบาในข้าวกล้องงอก โดยนำเมล็ดข้าวกล้องที่มีจมูกข้าวขนาดใหญ่แช่น้ำและควบคุมสภาพบรรยากาศ หลังจากแช่น้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง และควบคุมสภาพบรรยากาศเป็นเวลา 21 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณกาบาในข้าวกล้องงอก (24.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) สูงกว่าข้าวกล้องที่ไม่ได้ผ่านการควบคุมสภาพบรรยากาศ (10.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) จำนวนจุลินทรีย์บนผิวของข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้นระหว่างการแช่น้ำ แต่การใช้ไอน้ำร้อนเป็นเวลา 20 นาที และใช้เอทานอลเป็นเวลา 3 นาที จะทำให้ฆ่าเชื้อได้อย่างสมบูรณ์และไม่มีการลดลงของปริมาณ GABA ในข้าวกล้องงอก

Ohtsubo *et al.* (2005) ศึกษาการเพาะข้าวกล้องงอกโดยใช้ข้าวพันธุ์ *Koshihikari* แช่น้ำโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำ โดยใช้ข้าวกล้องต่อน้ำในอัตราส่วน 1:30 (น้ำหนักต่อปริมาตร) โดยนำข้าวกล้อง 4 กิโลกรัม แช่น้ำในน้ำกลั่น 120 ลิตร โดยควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เปลี่ยนน้ำทุก 24 ชั่วโมง แช่น้ำเป็นระยะเวลา 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง พบว่าเมื่อระยะเวลาการแช่น้ำเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณกาบาเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 96 ชั่วโมง มีปริมาณกาบาสูงที่สุด (149.0 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) แต่เมล็ดข้าวกล้องงอกที่ได้มีลักษณะแตกยุ่ย ไม่เหมาะสมในการนำไปผลิตขนมปัง จึงเลือกใช้ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่น้ำ 72 ชั่วโมง โดยพบว่าปริมาณกาบาในข้าวกล้องงอกที่ผ่านการแช่น้ำ 72 ชั่วโมง สูงกว่าข้าวขาวและข้าวกล้องที่ไม่ได้ผ่านการแช่น้ำ 40 และ 11.5 เท่า ตามลำดับ

4. เครื่องดื่มชนิดผง

เครื่องดื่ม (beverage) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยม เพราะช่วยแก้ความกระหายหรือให้ความสดชื่น ดื่มได้สะดวกรวดเร็ว สามารถบริโภคได้ทุกเวลาและโอกาส มีรสชาติดี สั้นชวนดื่ม ในปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องดื่มให้มีความหลากหลายทั้งชนิด รูปแบบ และภาชนะบรรจุ บางชนิดได้มีการผลิตมาตั้งแต่อดีตเป็นระยะเวลานานแต่ก็ยังคงได้รับความนิยมอยู่ บางชนิดก็เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน

เครื่องดื่มผงหรือเครื่องดื่มแห้งเป็นเครื่องดื่มอีกประเภทหนึ่งที่มีความนิยมเพิ่มขึ้นอันเป็นผลจากการคิดค้นและการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร จากการศึกษาเครื่องดื่มประเภทต่าง ๆ อยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นประเภทที่เป็นของเหลว มีความเข้มข้นตั้งแต่ที่ใช้บริโภคได้เลย ระดับความหวานมีความเข้มข้นต่ำจาก 0 จนถึงประมาณต่ำกว่าร้อยละ 20 และมี

เครื่องดื่มน้ำที่มีระดับเข้มข้นสูงขึ้นจากร้อยละ 20 จนถึงร้อยละ 65-70 ก่อนการบริโภคต้องมีการละลายเจือจางด้วยน้ำเสียก่อน แต่อย่างไรก็ดีเครื่องดื่มเหล่านี้มีลักษณะเป็นของเหลวมีน้ำหนักรวดต่อการเก็บรักษาและไม่สะดวกต่อการขนส่ง ประกอบกับการที่ทุกคนทุกบ้านมีน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับดื่มใช้ในทุกบ้าน ฉะนั้นการที่จะเพิ่มรสชาติการดื่มให้ดียิ่งขึ้นเพียงเติมส่วนประกอบบางอย่างลงไปเท่านั้นจะได้เครื่องดื่มที่มีรสชาติตามต้องการได้ ด้วยสาเหตุนี้ปัจจุบันจึงได้มีผู้คิดค้นที่จะทำเครื่องดื่มแห้งที่อยู่ในรูปลักษณะผง สะดวกต่อการบริโภค (ทนง, 2524) อีกทั้งเครื่องดื่มที่มีปริมาณความเข้มข้นสูงย่อมจะเสื่อมคุณภาพได้ง่ายกว่าอาหารที่มีความเข้มข้นต่ำ ดังนั้นการทำให้อาหารหรือเครื่องดื่มแห้งหรือผง จึงเป็นการลดปริมาณความชื้นในอาหารลง ทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ อีกทั้งการแปรรูปเครื่องดื่มผงทำให้การปฏิบัติการเพื่อการบริโภคก็กระทำได้ง่าย เพียงแต่ชงกับน้ำเย็นหรือน้ำร้อนก็สามารถละลายและดื่มได้ทันที (ไพโรจน์, 2535)

หลักการทำเครื่องดื่มผง เป็นการทำให้แห้งอาหารชนิดหนึ่ง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาจะมีลักษณะผง มีการละลายน้ำดี มีความเข้มข้นต่ำ ซึ่งปกติประมาณร้อยละ 5 สามารถเก็บได้นานที่อุณหภูมิห้อง สะดวกต่อการขนส่งในทางการค้า (ไพโรจน์, 2535)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

ลักษณะและคณะ (2543) ศึกษากระบวนการผลิตเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปจากข้าวโพด โปรตีนสกัดบริสุทธิ์จากถั่วเหลืองและแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม โดยใช้กระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน พบว่าปริมาณสัดส่วนของข้าวโพดบดหยาบต่อโปรตีนสกัดบริสุทธิ์จากถั่วเหลืองเท่ากับ 84:10 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสม เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการคืนตัวและคืนน้ำได้ดี เกิดการแยกชั้นน้อยมาก และมีความหนืดที่เหมาะสม โดยสูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยผงธัญพืชจากกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน ร้อยละ 50 น้ำตาลทรายร้อยละ 25 นมพร่องมันเนยร้อยละ 10 ครีมเทียมร้อยละ 14.4 กลิ่นมอลท์ ร้อยละ 0.2 และกลิ่นครีมนมร้อยละ 0.4

รักษ์ (2548) ศึกษาเครื่องดื่มจากนํ้านมข้าว ซึ่งนํ้านมข้าวเป็นนํ้านมจากเมล็ดข้าว เกิดขึ้นในระหว่างที่ต้นข้าวเริ่มตั้งท้อง ช่วงนี้เนื้อของเมล็ดข้าวยังเป็นนํ้านม เป็นช่วงที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินอีและแคลเซียม เป็นต้น การผลิตนํ้านมข้าวนี้ ปกติข้าวจะปลูกกันประมาณ 120 วัน ข้าวที่ใช้ทำนํ้านมข้าวจะเป็นระยะ 90 วัน เป็นระยะที่ข้าวเริ่มตั้งท้อง ข้าวยังมีความชื้นเป็นนํ้านม หากถัดจากนี้ไปข้าวจะเริ่มเป็นเมล็ดก็จะใช้ไม่ได้ หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวที่อยู่ในระยะนํ้านมแล้ว จากนั้นนำมาสู่กระบวนการคัดทำความสะอาดแล้วทำการบดผ่านเครื่องบด

เพื่อที่จะเอาตัวน้ำมันออกมา ซึ่งลักษณะคล้ายกับการคั้นกะทิ ระหว่างบดคั้นน้ำสะอาดใส่ลงไปเล็กน้อยเพื่อช่วยในการบด เมื่อบดเสร็จก็จะได้น้ำมันออกมา แล้วนำไปปรับแต่งรสชาติ

คณะวิจัยจากมหาวิทยาลัยรังสิต ได้ค้นพบวิธีทำน้ำมันจากข้าวมอลต์ ซึ่งมีขั้นตอนการทำขั้นแรกคั้นน้ำสะอาด 10 ลิตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ต่อมาเติมมอลต์ 4 กิโลกรัม นำไปต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณครึ่งชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำสะอาดลงไปอีก 10 ลิตร นำไปต้มอีกจนเดือดและปรับปริมาตรของเหลวให้เป็น 24 ลิตร จากการตรวจสอบคุณค่าของสารอาหารในน้ำมันข้าวมอลต์ดังกล่าว พบว่ามีคุณค่าสารอาหารและสารสำคัญหลายชนิดไม่แพ้เมล็ดเหลืองและน้ำมันวู ทั้งสารในกลุ่มที่ละลายน้ำและละลายในน้ำมัน ได้แก่ ไทอามิน ไรโบฟลาวิน โนอาซิน ไพริดอกซิน กรดเพนโทธีนิก โทโคฟีรอล และโทโคไตรอีนอล IP6 ที่อยู่ในส่วนที่เป็นรำข้าว นอกจากนี้ก็ยังมียากลุ่มแร่ธาตุสำคัญหลายตัว ได้แก่ ซีลีเนียม สังกะสี แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียมและเหล็ก รวมทั้งสารอาหารคาร์โบไฮเดรตชนิดฟรีไบโอติก ได้แก่ น้ำตาลอินโนซิทอล และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเลอิกและไลโนเลอิก และสารกลุ่มไซข้าวเลซินินและแกมมาออไรรา รอลและสารที่ทำหน้าที่เป็นแอนติออกซิแดนท์ตามธรรมชาติ อีกทั้งกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้เองอีกไม่ต่ำกว่า 10 ชนิด (ผู้จัดการ, 2544)

สุพัตรา (2546) ศึกษาเรื่องคั้นจากข้าวงอก โดยทำการศึกษาพันธุ์ข้าวและระยะเวลาในการเพาะข้าวที่เหมาะสมเพื่อนำข้าวงอกมาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ พบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เพาะนาน 48 ชั่วโมง มีปริมาณสารอาหารและคุณภาพทางเคมีต่าง ๆ ที่เด่นกว่าข้าวพันธุ์อื่น ๆ โดยมีปริมาณวิตามินบี 1 และบี 2 เท่ากับ 0.85 และ 0.17 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ เตรียมแป้งข้าวงอกจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยนำเข้าเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งจึงได้วัตถุดิบเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากการนำแป้งข้าวงอกมาทำการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มผง สูตรที่ได้คิดเป็นร้อยละ คือ แป้งข้าวงอก 33.65 นมผง 14.42 ครีมน้ำตาล 9.62 กัมอะราบิก 9.62 น้ำตาลป่น 28.85 และผงโกโก้ 3.84 กรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มผง โดยชั่งส่วนผสมต่าง ๆ บรรจุลงถุง จากนั้นรัดปากถุงให้แน่นและถุงมีลักษณะโป่งพองแล้วทำการแช่ผสม ก็จะได้เครื่องดื่มผงจากข้าวงอก คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงจากข้าวงอกที่ได้มีสีน้ำตาล ค่าวอเตอร์แอกติวิตีเท่ากับ 0.478 ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 60-80 mesh คุณภาพทางเคมีเมื่อพิจารณาหลักเกณฑ์การกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 182 (2541) เมื่อคิดต่อ 1 หน่วยบริโภค 200 มิลลิลิตร (40 กรัม) เครื่องดื่มจากข้าวงอกสามารถกล่าวอ้างได้ว่าเป็นแหล่งของโปรตีน วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 คุณภาพทางจุลินทรีย์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์ราอยู่ในระดับที่

ปลอดภัย ผลการทดสอบยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอกจำนวน 130 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง มีการยอมรับเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 70.9 ไปเป็น 87.5 เมื่อทราบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวงอกเป็นแหล่งของโปรตีน วิตามินบี 1 และบี 2 จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการใส่ใจในสุขภาพของผู้บริโภคที่ทำการศึกษา อีกทั้งในด้านการตัดสินใจซื้อซึ่งมีค่าร้อยละ 82.5

5. การศึกษาหรือการวิจัยผู้บริโภค

การศึกษาหรือวิจัยผู้บริโภค เป็นการศึกษาถึงบุคลิกลักษณะของกลุ่มบุคคลในตลาดหนึ่งๆ ของผลิตภัณฑ์ เพื่อทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเพศ อายุ อาชีพ สถานภาพทางครอบครัวการศึกษา ลักษณะวิธีการใช้สินค้า เป็นต้น

พฤติกรรมผู้บริโภค หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้บริโภคทำการค้นหา การคิด การซื้อ การใช้ การประเมินผลในสินค้าและบริการ ซึ่งคาดว่าจะตอบสนองความต้องการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงต้องทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภค ดังนั้น การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภค หมายถึง การศึกษาถึงพฤติกรรมการตัดสินใจและการกระทำของผู้บริโภคที่เกี่ยวข้องกับการซื้อและการใช้สินค้า ทั้งที่เป็นบุคคล กลุ่มหรือองค์การ โดยคำตอบที่ได้นั้นจะทำให้สามารถกำหนดกลยุทธ์การตลาด (market strategies) ที่สามารถตอบสนองความพึงพอใจของผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม ซึ่งคำถามที่ใช้เพื่อค้นหาลักษณะพฤติกรรมผู้บริโภค คือ 6Ws และ 1H ซึ่งประกอบด้วย ใครอยู่ในตลาดเป้าหมาย (who) ผู้บริโภคซื้ออะไร (what) ทำไมผู้บริโภคจึงซื้อ (why) ใครมีส่วนร่วมในการตัดสินใจซื้อ (who) ผู้บริโภคซื้อเมื่อใด (when) ผู้บริโภคซื้อที่ไหน (where) และผู้บริโภคซื้ออย่างไร (how) (ศิริวรรณและคณะ, 2546)

5.1 การสำรวจผู้บริโภค (consumer survey)

การสำรวจผู้บริโภค (consumer survey) คือการศึกษาว่าผลิตภัณฑ์หนึ่งที่จะออกจำหน่าย ผู้ซื้อคือใคร มีคุณสมบัติอย่างไร ในเรื่อง อายุ เพศ ระดับรายได้ การศึกษาและอาชีพ ซึ่งจะช่วยให้กิจการได้เรียนรู้ว่า ความต้องการของลูกค้ากลุ่มใดเหมาะสมสำหรับนำมากำหนดเป็นเป้าหมายทางการตลาด (market target) นอกจากนี้ อาจมีการศึกษาละเอียดต่อไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ซื้อกับผู้ใช้นี้ สำหรับสินค้าบางประเภทที่ผู้ซื้อและผู้ใช้นั้นเป็นคนคนเดียวกัน เช่น อาหารสำหรับเลี้ยงทารก อาหารเลี้ยงสัตว์ ของเล่นเด็ก ฯลฯ

การสำรวจผู้บริโภคมีประโยชน์มากต่อการวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการใช้และเพื่อประเมินลักษณะของผู้บริโภคและความคิดเห็นของผู้บริโภคในด้านวิธีการซื้อผลิตภัณฑ์ ความถี่ในการซื้อและวิธีการใช้ผลิตภัณฑ์

การวิจัยมูลเหตุจูงใจ (motivation research) เป็นการศึกษาเพื่อหาสาเหตุที่แนชัดในการซื้อสินค้าหรือบริการใด ๆ ผู้บริโภคมีมูลเหตุจูงใจในการซื้อผลิตภัณฑ์นานประการ แต่จะมีบางมูลเหตุจูงใจที่เด่นชัดกว่าหรือผู้บริโภคส่วนใหญ่จะมีมูลเหตุจูงใจที่เหมือน ๆ กัน ซึ่งจะช่วยให้กิจการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการวางแผนด้านโฆษณาหรือการส่งเสริมการขายต่าง ๆ ได้ดี ตลอดจนการกำหนดรูปแบบหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกจำหน่ายได้

การวิจัยพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์ (use behaviors research) เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อทราบลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์หนึ่ง นำไปใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ หรือไม่ สถานที่ใช้ ปริมาณการใช้ ความถี่และโอกาสในการใช้ วิธีการใช้โดยละเอียด ข้อมูลเหล่านี้นำไปใช้ประโยชน์ได้ดีในการกำหนดขนาดการบรรจุและลักษณะของหีบห่อบรรจุ

การวิจัยเพื่อหาทำเลการค้า (location research) การวิจัยถึงอุปนิสัยในการซื้อสินค้า (shopping habits) ของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม แต่ละวัย จะช่วยให้กิจการประเภทร้านค้าจำหน่ายสินค้ากำหนดเลือกสินค้าที่จำหน่ายในร้าน วิธีการจัดตกแต่งร้านที่จะดึงดูดความสนใจและการเลือกทำเลที่ตั้งของร้านค้าได้ถูกต้อง

การวิจัยถึงสภาพภูมิศาสตร์ของกลุ่มผู้บริโภค (research on geographical district) การศึกษาถึงลักษณะการกระจายของพลเมืองในแต่ละเขต อำเภอ จังหวัดหรือภาค ผลที่ได้รับจะนำไปใช้ในการวางแผนขาย (sales planning) และการควบคุมการขาย (sales control) ในการแบ่งอาณาเขตการขาย (sales territory) ได้ถูกต้อง (สุดาดวง, 2543)

ประเภทของการสำรวจสามารถแบ่งตามวิธีในการเก็บข้อมูลได้เป็นการสัมภาษณ์บุคคล การส่งแบบสอบถาม การใช้โทรศัพท์และการสังเกต เป็นต้น โดยก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ต้องเตรียมเครื่องมือที่ใช้ เช่น แบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์ที่ครอบคลุม ทั้งข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ ความคิดเห็นและทัศนคติของผู้บริโภค (ไพโรจน์, 2539)

การเก็บรวบรวมข้อมูลทางการตลาดโดยทั่วไปไม่สามารถศึกษาวิจัยจากประชากรที่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมด จึงจำเป็นต้องมีการเลือกกลุ่มตัวแทนประชากร ดังนั้นการสุ่มตัวอย่างที่ดีจึงเป็นหัวใจสำคัญในงานวิจัย (ศิริวรรณ และคณะ, 2540) โดยการสุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

5.1.1 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (probability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยความน่าจะเป็น เป็นวิธีที่ผู้วิจัยสามารถกำหนดได้แน่นอนว่ามีโอกาสเพียงใดที่จะได้รับเลือกและเป็นการสุ่มตัวอย่างที่แต่ละหน่วยในตัวอย่างประชากรที่จะได้รับเลือกและโอกาสที่แต่ละหน่วยข้อมูลจะได้รับเลือกจะต้องทราบและไม่ขึ้นกับผู้ประชากร การเลือกตัวอย่างโดยวิธีนี้สามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้โดยสมบูรณ์ ค่าสถิติที่คำนวณได้จากค่าพารามิเตอร์จากประชากร ได้แก่ การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย, การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ เป็นต้น

5.1.2 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (nonprobability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้กำหนดโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่กลุ่มตัวอย่างจะถูกเลือกมาจากประชากรทั้งหมด จึงไม่สามารถประมาณความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม การสุ่มตัวอย่างแบบนี้ได้รับความสนใจและใช้กันอย่างแพร่หลายในการปฏิบัติงานจริง เนื่องจากสามารถเลือกตัวอย่างได้สะดวกหรือมีข้อจำกัดด้านงบประมาณหรือเวลาการสุ่มตัวอย่างในลักษณะนี้ที่นิยมได้แก่

ก. การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (convenience sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างตามความสะดวกของผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่ภาคสนามในการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มที่ได้รับเลือกเป็นตัวอย่างจะขึ้นกับเจ้าหน้าที่ภาคสนามเลือกขึ้นมา รวมทั้งความสนใจของผู้ให้ข้อมูล ซึ่งข้อมูลจะปรากฏขึ้นในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์เท่านั้น จึงไม่ทราบโอกาสที่ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างจะถูกเลือก

ข. การสุ่มตัวอย่างโดยกำหนดโควตา (quota sampling) ผู้วิจัยต้องการเลือกตัวอย่างที่มีคุณลักษณะของประชากร โดยกำหนดสัดส่วนของแต่ละกลุ่มที่ศึกษาแบ่งประชากรออกเป็นประเภทในกรณีที่ผู้วิจัยไม่ทราบจำนวนประชากรทั้งหมดและไม่ทราบรายละเอียดในแต่ละประเภทของประชากรแต่ละประเภทลงไปอีก

ค. การสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิจารณญาณของผู้ทำวิจัย (judgment sampling หรือ purposive sampling) หมายถึง การเลือกตัวอย่างโดยใช้วิจารณญาณของผู้ทำวิจัย โดยผู้วิจัยได้

พิจารณาแล้วว่าบุคคลที่จะเลือกมาทำการศึกษา มีความเหมาะสมสามารถให้คำตอบที่น่าเชื่อถือ โดยปกติผู้ที่ถูกเลือกสัมภาษณ์มักมีคุณสมบัติบางประการที่เป็นที่ต้องการของผู้ทำวิจัย เช่น อายุ การศึกษา ฯลฯ การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีนี้ ถ้าพิจารณาถูกต้องและมีความเป็นกลางข้อมูลที่ได้รับมาก็มีความเชื่อถือได้ระดับหนึ่ง

5.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมจากแบบสอบถามจะนำมาประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ก. รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ข. เตรียมข้อมูลนำเข้า (data Input) โดยจัดทำสมุดคู่มือลงรหัส (code book) กำหนดตัวแปรและนำข้อมูลที่ได้ไปลงรหัส (coding) ตามแนวทางที่กำหนดไว้ในสมุดคู่มือลงรหัส

ค. นำข้อมูลที่ได้ลงรหัสแล้วไปวิเคราะห์ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ง. สรุปผลข้อมูลที่ได้และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าทางสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความสำคัญ

สำหรับการแบ่งคะแนนความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ในกรณีที่มี 5 ระดับ ช่วงกว้างของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละชั้นสามารถคำนวณได้ คือ 0.8 ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย} = \frac{(\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด})}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ซึ่งมีความหมายของแต่ละระดับชั้นดังนี้

คะแนนเฉลี่ยในช่วง 1.00 – 1.80 หมายถึง มีความสำคัญน้อยที่สุด

1.81 – 2.60 หมายถึง มีความสำคัญน้อย

2.61 – 3.40 หมายถึง มีความสำคัญระดับปานกลาง

3.41 – 4.20 หมายถึง มีความสำคัญมาก

4.21 – 5.00 หมายถึง มีความสำคัญมากที่สุด

5.2 วิธีการสำรวจผู้บริโภค

5.2.1 การร่วมสนทนากลุ่มเฉพาะ (focus group discussion) เป็นการร่วมสนทนาโดยไม่มีโครงสร้างสนทนาอย่างเคร่งครัดจากกลุ่มบุคคลกลุ่มเล็ก การร่วมสนทนากลุ่มเฉพาะเป็นที่แพร่หลายเกี่ยวกับการสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ กลุ่มจะพบปะกันในสถานที่ที่กำหนดไว้ โดยทั่วไปประกอบด้วย ผู้ควบคุมกลุ่ม ซึ่งมีประมาณ 6-10 คน สมาชิกผู้ร่วมอาจเป็นผู้บริโภค ผู้บริหารกลุ่มจะแนะนำหัวข้อและกระตุ้นสมาชิกกลุ่มเพื่ออภิปรายประเด็นสำคัญที่จะมีการสัมภาษณ์ในกลุ่มหัวข้อที่มีการอภิปรายอาจจะเกิดขึ้นจากความคิดริเริ่มของกลุ่ม การใช้กลุ่มเฉพาะจะให้ผู้คลอกรายความรูสึกที่แท้จริง ความวิตกกังวลหรือความตึงเครียด นอกจากการอภิปรายเพื่อสร้างความชัดเจนให้กับประเด็นปัญหาที่กำลังศึกษาอยู่ กลุ่มศึกษาประเด็นยังอาจจะมีหน้าที่เพิ่มเติม ดังนี้

ก. เพื่อสร้างสมมติฐานเพื่อการวิจัยต่อไป

ข. เพื่อหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวางโครงสร้างของแบบสอบถาม

ค. เพื่อให้ข้อมูลพื้นฐานโดยรวมเกี่ยวกับประเภทของผลิตภัณฑ์ ที่บริษัทจะนำเสนอออกสู่ตลาด

ง. เพื่อวางแผนทางในการพัฒนาและวางหลักการทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ใหม่ (ศิริวรรณ และคณะ, 2540)

5.2.2 การสร้างแบบสอบถาม (questionnaire design) ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสำรวจจะต้องใช้แบบสอบถาม (questionnaire) เป็นเครื่องมือสำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างแบบสอบถามที่ถูกต้องและใช้ได้ผลจริงจึงเป็นเรื่องละเอียดซับซ้อนอยู่มาก อีกทั้งยังต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้วิจัยประกอบอยู่มาก ในที่นี้เป็นการเสนอแนะวิธีการหรือหลักการแบบง่าย ๆ สำหรับผู้เริ่มเรียนการวิจัยตลาดและใช้ในการปฏิบัติงาน โครงการวิจัยแบบง่าย ๆ

องค์ประกอบของแบบสอบถาม แบบสอบถามแต่ละชุดจะมีส่วนสำคัญ 5 ส่วน

ส่วนที่ 1 หนังสือขอความร่วมมือ ในการไปสอบถามข้อมูลจากตัวอย่างที่กำหนดไว้ ผู้ไปสอบถามและตัวอย่าง คือ คนแปลกหน้า จึงจำเป็นที่จะต้องขอความร่วมมือจาก

ตัวอย่างในการให้ข้อมูลต่าง ๆ ตามที่ต้องการ มิฉะนั้นจะไม่ได้ข้อมูลหรือข้อมูลไม่ถูกต้อง วิธีการที่จะทำให้ตัวอย่างให้ความร่วมมือได้ดีที่สุด คือ การสร้างความสนใจให้เกิดขึ้น ตัวอย่างสนใจ เพราะมีสิ่งแลกเปลี่ยนสนใจ มีผลประโยชน์เกี่ยวข้องด้วย หรือแม้กระทั่งความสงสาร เมตตาก็พร้อมที่จะสนใจ นอกจากข้อความที่เป็นสิ่งเรียกร้องความสนใจของตัวอย่างแล้ว ยังต้องระบุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยโครงการนี้ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ใครเป็นผู้จัดทำวิจัย ในการจัดทำวิจัยของหน่วยงานราชการมักจะใช้อำนาจตามกฎหมายแต่ผลที่ได้รับค่อนข้างต่ำมากไม่เป็นที่น่าพอใจ เช่น การสำรวจสำมะโนประชากร

ส่วนที่ 2 คำอธิบาย อธิบายวิธีการตอบคำถาม ต้องการให้บันทึกคำตอบวิธีใดให้ทำวงกลมขีดเครื่องหมายใด ๆ ตลอดจนการยกตัวอย่างให้ดูหรือการอธิบายเรื่องที่นำมาสอบถาม ซึ่งผู้ตอบไม่รู้จักหรือไม่เคยเห็นมาก่อน สิ่งที่ต้องระมัดระวัง คือ การอธิบายมักจะกลายเป็นการแนะนำคำตอบ

ส่วนที่ 3 ตัวคำถามต่าง ๆ คำถามที่ตั้งขึ้นเพื่อสอบถามข้อมูลที่ต้องการซึ่งมีแบบต่าง ๆ และวิธีการตั้งคำถามหลาย ๆ ลักษณะ

ส่วนที่ 4 การจำแนกประเภทข้อมูล ส่วนที่ระบบคุณสมบัติบางประการของตัวอย่าง เช่น เพศ อายุ อาชีพ ระดับรายได้ การศึกษา ลักษณะครอบครัว เชื้อชาติ ศาสนา คุณสมบัติเหล่านี้บางลักษณะจะถูกเลือกเป็นตัวจำแนกประเภทของข้อมูลหรือเพื่อเป็นตัวกำหนดความแตกต่างของข้อมูลที่ได้มาจากตัวอย่างลักษณะต่าง ๆ นอกจากนี้การกำหนดตำแหน่งในแบบสอบถามของส่วนที่ 4 ควรจะเห็นได้ง่าย เพราะจะต้องถูกหยิบยกขึ้นมาใช้ก่อนส่วนอื่น ๆ ในขั้นตอนการประมวลข้อมูล

ส่วนที่ 5 ข้อบ่งชี้อื่น ๆ คุณสมบัติของตัวอย่างในลักษณะอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ใช้เป็นตัวกำหนดซึ่งอาจจะให้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบข้อมูลได้ เช่น แหล่งที่อยู่อาศัย สถานการณ์ในสังคม ตำแหน่งอาชีพและคุณสมบัติที่กล่าวถึงในส่วนที่ 4

ลักษณะของคำถาม

ก. คำถามแบบเปิด (open-ended questions) คำถามแบบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบตอบความคิดเห็นต่าง ๆ ของตนเอง เป็นการตั้งคำถามอย่างกว้าง ๆ อาจไม่มีการจำกัดขอบเขตใน

การตอบ ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นได้เต็มที่ (free response) หรืออาจจะกำกับทิศทางคำตอบ (directed response)

ข. คำถามแบบมีคำตอบให้เลือก (multiple choices) โดยให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของตนเองมากที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ค. คำถามที่มีคำตอบให้เลือก (check lists) ผู้ตอบเลือกคำตอบได้หลายคำตอบ ด้วยการทำเครื่องหมายตามที่กำหนด ให้ตรงกับความต้องการความคิดเห็นของตนเอง

ง. คำถามที่มีคำตอบหลายข้อแล้วให้ผู้ตอบจัดอันดับ (ranking questions) ตามความสำคัญหรือความชอบพอ เป็นอันดับ 1 อันดับ 2 อันดับ 3 เป็นต้น

จ. คำถามที่ให้เลือกคำตอบได้ 2 ทาง (two-way questions) เป็นการตอบรับหรือตอบปฏิเสธ แต่เป็นคำถามที่ไม่ควรใช้ มิฉะนั้นจะต้องนำไปใช้ร่วมกับคำถามลักษณะอื่น ๆ เพื่อตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง ผู้ตอบจะใช้วิธีใดเป็นส่วนใหญ่

หลักการตั้งคำถาม

ก. ตั้งคำถามให้ตรงกับวัตถุประสงค์ คำถามที่ตั้งต้องให้ตรงและครอบคลุมรายละเอียดข้อมูลที่กำหนดไว้ อย่าตั้งคำถามไม่มีเป้าหมายที่แน่นอน จะทำให้มีคำถามจำนวนมากเกินไปและอาจได้ข้อมูลที่ไม่มีประโยชน์ในการทำวิจัย

ข. ใช้ภาษาธรรมดา ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายกว่าการใช้ภาษาคำเทคนิค หรือไม่ใช่คำที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้ตอบคำถามต้องใช้ความพยายามในการแปลความหมายเข้าใจผิดได้ ควรเลือกใช้ภาษาให้เหมาะกับพื้นฐานความรู้ของผู้ตอบคำถาม

ค. ใช้ถ้อยคำที่ชัดเจน เป็นคำที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงหรือการกล่าวถึงเรื่องที่เฉพาะเจาะจง ไม่ต้องตีความของถ้อยคำที่ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำภาษาไทยที่มีความหมายแตกต่างกันได้สำหรับแต่ละบุคคล

ง. ใช้คำถามที่สะดวกในการตอบ ความสะดวกในการตอบอาจเกิดจากความเข้าใจชัดเจนในคำถาม การมีภาพประกอบที่สามารถเลือกได้ง่ายหรือเป็นคำถามที่เต็มใจจะตอบไม่รู้สึกอึดอัดใจในการตอบ อาจจะเป็นเรื่องส่วนตัวที่ไม่ต้องการเปิดเผยหรือเป็นเรื่องที่อันตรายตามมาได้ เมื่อแสดงความคิดเห็นนั้นออกไป ผู้ตอบเมื่อมีความรู้สึกไม่สะดวกในการตอบจะเลี่ยงไม่ตอบด้วยคำว่า “ไม่ทราบ”

จ. ใช้ความสามารถของผู้ตอบให้น้อยที่สุด ผู้ตอบไม่ต้องใช้ความคิดมากในการตัดสินใจว่าจะตอบดีหรือไม่ตอบ อย่างไรจึงจะดีตัวเลือกที่ไม่ชัดเจนหรือมีน้ำหนักใกล้เคียงกันจนตัดสินใจเลือกไม่ถูก การจัดเรียกลำดับคำถามไม่ต่อเนื่อง สร้างความสับสนให้ผู้ตอบจนต้องคิดมากเช่นกันและไม่อยากตอบต่อไปหรือการสอบถามข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุการณ์ซึ่งเกิดขึ้นนานแล้ว ผู้ตอบจะพยายามนึกแต่นึกไม่ออก เพราะลืมไปแล้ว จึงควรถามถึงเหตุการณ์ใกล้ตัวที่เพิ่งผ่านไปไม่นานหรือปัจจุบันและมีคำถามช่วยเตือนความจำด้วย (สุดาดวง, 2543)

5.3 การทดสอบผู้บริโภคร

การทดสอบผู้บริโภคร เป็นการทดสอบความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภครและเป็นการประเมินผลผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา โดยอาศัยกลุ่มตัวแทนผู้บริโภครเป้าหมาย ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ใช้หรือคาดว่าจะใช้ผลิตภัณฑ์ (เพ็ญขวัญ, 2549) การทดสอบขั้นนี้จะเป็นการสร้างความมั่นใจในการนำผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาแล้วสู่ตลาด นำผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดลองในระดับอุตสาหกรรมต้นแบบไปทำการทดลองจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภครหรือผู้ใช้ ตลอดจนผู้แทนจำหน่าย ก่อนที่จะทำการตัดสินใจผลิตจำนวนมาก ๆ การทดสอบผู้บริโภครนี้ จะทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภคร ประสิทธิภาพโปรแกรมทางการตลาดและความเป็นไปได้ทางการตลาด (ไพโรจน์, 2539)

5.3.1 ผู้ทดสอบ ผู้ทดสอบที่คัดเลือกมาต้องมาจากกลุ่มผู้บริโภครเป้าหมาย ตลาดเป้าหมายหรือส่วนของผู้บริโภครที่ต้องการ รวมทั้งพิจารณาในด้านลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มเพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เพศ อายุ รายได้ เป็นต้น

5.3.2 สถานที่ทดสอบ มีความสำคัญมากต่อผลการทดสอบ แบ่งออกได้ดังนี้

ก. ห้องปฏิบัติการ (laboratory test) เป็นการประเมินผลในห้องปฏิบัติการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีการควบคุมการเตรียมและการนำเสนอตัวอย่างอย่างระมัดระวัง ใช้เวลาน้อย สามารถปกปิดสีหรือสิ่งมีค่าหยาบได้ง่ายโดยใช้แสงไฟ แต่มีข้อเสีย คือ การทดสอบไม่ปฏิบัติตามการบริโภคปกติ การเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการอาจจะแตกต่างจากวิธีการเตรียมที่บ้าน

ข. central location test (CLT) เป็นสถานที่ที่ผู้ซื้อส่วนมากอยู่ร่วมกัน เช่น ศูนย์การค้า โรงอาหารหรืองานแสดงสินค้า สถานที่ที่ใช้ทำ CLT จะเลือกตามปริมาณของกลุ่มเป้าหมาย โดยจัดสถานที่เป็นบริเวณแยกออกจากคนทั่วไป มีเก้าอี้ โต๊ะสำหรับผู้ทดสอบ อาจเชิญผู้ที่อยู่บริเวณนั้นหรือเชิญให้มาทดสอบโดยการนัดโทรศัพท์ไว้ล่วงหน้า จำนวนผู้ทดสอบประมาณ 50-300 คน ข้อดีของการใช้สถานที่นี้ คือ ผลการทดสอบที่ได้เป็นความจริงและน่าเชื่อถือ เนื่องจากผู้ทดสอบสามารถสอบถามผู้ดำเนินการทดสอบได้เมื่อมีข้อสงสัย เป็นผู้บริโภคเป้าหมายได้รับการคัดเลือก ผลการทดสอบได้ใกล้เคียงกับข้อสงสัย ข้อเสีย คือ สถานการณ์การทดสอบไม่เหมือนการบริโภคปกติ จำนวนคำถามค่อนข้างสั้น

ค. home use test วิธีนี้ให้ผู้บริโภคได้ทำการทดสอบที่บ้านหรือในลักษณะที่ใช้หรือบริโภคเป็นประจำ ซึ่งมีข้อดี คือ ผู้บริโภคมีโอกาสสัมผัสกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการใช้งานจริง ความชอบหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์เกิดจากการใช้ซ้ำแทนที่เกิดจากความรู้สึกครั้งแรกเหมือนวิธี CLT ทั้งสามารถทราบถึงข้อมูลได้เพิ่มขึ้น เช่น ราคาและภาชนะบรรจุ เนื่องจากให้เวลาผู้ทดสอบมาก แต่ข้อเสีย คือ ใช้เวลานาน อาจได้รับการตอบกลับน้อย ค่าใช้จ่ายสูง ทำกับผลิตภัณฑ์ได้น้อยประเภท

5.3.3 วิธีการทดสอบผู้บริโภค แบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

ก. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีที่ผู้ถามและผู้ตอบได้พูดคุยต่อกัน ซึ่งอาจเป็นตัวต่อตัวหรือใช้โทรศัพท์ วิธีนี้เหมาะสมสำหรับการทดสอบ field test ชนิด home use test

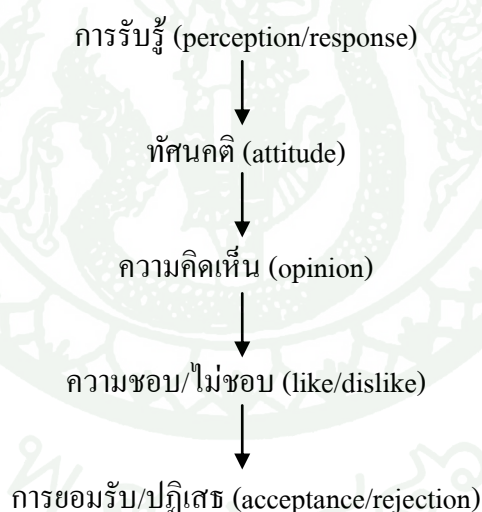
ข. การใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ โดยการส่งแบบสอบถามไปทางไปรษณีย์หรือผู้ส่งสาร

ค. การใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ วิธีนี้เหมาะสำหรับการทดสอบ field test ชนิด CLT เพื่อต้องการให้การทดสอบมีประสิทธิภาพสูง ทำได้เร็วและใช้กับผู้ทดสอบจำนวนมาก

6. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

6.1 ขั้นตอนการพัฒนาความรู้สึกรับรู้ของมนุษย์ (development of human perception) (ปราณี, 2547)

การวิเคราะห์การยอมรับ (ผลิตภัณฑ์) เป็นวิธีการที่ผู้บริโภคเท่านั้นบอกได้และวัดโดยวิธีอื่นทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ ถึงแม้จะวัดได้แต่อาจจะไม่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้เพราะถือว่าข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์มาจากขั้นตอนการตอบสนองของมนุษย์ (human sense) ภาพที่ 1 แสดงลำดับขั้นตอนการตอบสนองของมนุษย์ต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการตอบสนองของมนุษย์ต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

ที่มา: ปราณี (2547)

6.1.1 การรับรู้ (perception/response)

การรับรู้ของประสาทสัมผัสของมนุษย์ เป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ (primary response) ทุกคนที่มีระบบประสาทสัมผัสที่มีการกระตุ้นอยู่ตลอดเวลาเพื่อการเจริญ การเติบโต การมีชีวิตรอด การบริโภคอาหาร เป็นต้น และมนุษย์จะเปลี่ยนประสิทธิภาพการรับรู้ไปตามสภาพแวดล้อมได้ต่อไป

6.1.2 ทักษคติ (attitude)

มนุษย์อยู่ในฐานะผู้บริโภคสินค้าต่าง ๆ ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม สังคม วัฒนธรรม นวัตกรรม จึงเพิ่มประสิทธิภาพการรับรู้ โดยนำเอาทักษคติเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ทำให้มีทัศนคติในการรับรู้สนองต่อผลิตภัณฑ์ทั้งด้านบวกและด้านลบหรือไม่มีทัศนคติใด ๆ ปล่อยให้ส่วนรวมชักนำไป เช่น ทัศนคติต่อสิ่งแวดล้อม ทัศนคติต่อสังคม ทัศนคติต่ออาหารไม่แต่งสีในอาหาร มนุษย์แต่ละกลุ่มให้ความรู้สึกแตกต่างกัน เช่น เด็กมีทัศนคติทางบวกต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าสิ่งแวดล้อม ทัศนคติที่มาจากนวัตกรรม เช่น สังคมในเมือง ครอบครัวขนาดเล็กอาศัยในห้องชุด ไม่นิยมอาหารที่ต้องปรุงเอง ใช้เวลานาน ดังนั้นจึงมีการผลิตอาหารประเภทอุ่น (precooked food) หรืออาหารวัยรุ่น (teen-food) เพื่อตอบสนองต่อกลุ่มผู้บริโภคดังกล่าว

6.1.3 ความคิดเห็น (opinion)

อิทธิพลจากความเห็นและการอภิปรายในสังคมที่เกี่ยวข้องเกิดข้อมูลที่มีผลให้เกิดการพัฒนาการรับรู้ไปสร้างทัศนคติและสะสมเป็นความเห็น (opinion) ซึ่งช่วยตัดสินใจเลือกอาหาร โดยอาศัยประเด็นต่าง ๆ ร่วมวิเคราะห์ เช่น ราคา คุณภาพ คุณภาพที่ถูกกำหนด (specification) และถูกงาน ถูกหน้าที่ของผลิตภัณฑ์

6.1.4 ความชอบ/ไม่ชอบ (like/dislike)

ก่อนนำไปสู่ความรู้สึกตามธรรมชาติของมนุษย์ขั้นสุดท้ายในการตัดสินใจใช้เงินแลกซื้อผลิตภัณฑ์หรือตัดสินใจบริโภคอาหาร มักจะสืบเนื่องมาจากการรับรู้ด้านความชอบว่าชอบหรือไม่หรือพอใจหรือไม่ เป็นความรู้สึกที่ดูเหมือนง่าย แต่ค่อนข้างซับซ้อน เพราะเป็นการ

เชื่อมโยงที่มาตั้งแต่การรับรู้ผ่านทัศนคติผ่านความเห็น แล้วขยายผลเป็นความชอบ แต่ก็คงมีหลายคนเหมือนกันที่ความชอบอาจอยู่เหนือเหตุผลหรือบอกเหตุผลไม่ได้เช่นกัน ผู้บริโภคกลุ่มหลังนี้ต้องวิเคราะห์ที่มาของความชอบต่อไปว่ามาจากอะไร เช่น อาจจะมาจากความรู้สึกด้านความภักดีต่อตราสินค้า (brand loyalty) ความคุ้นเคยจากโฆษณา ข้อมูลวิชาการหรือกิจกรรมที่มีนักวิชาการเข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นต้น

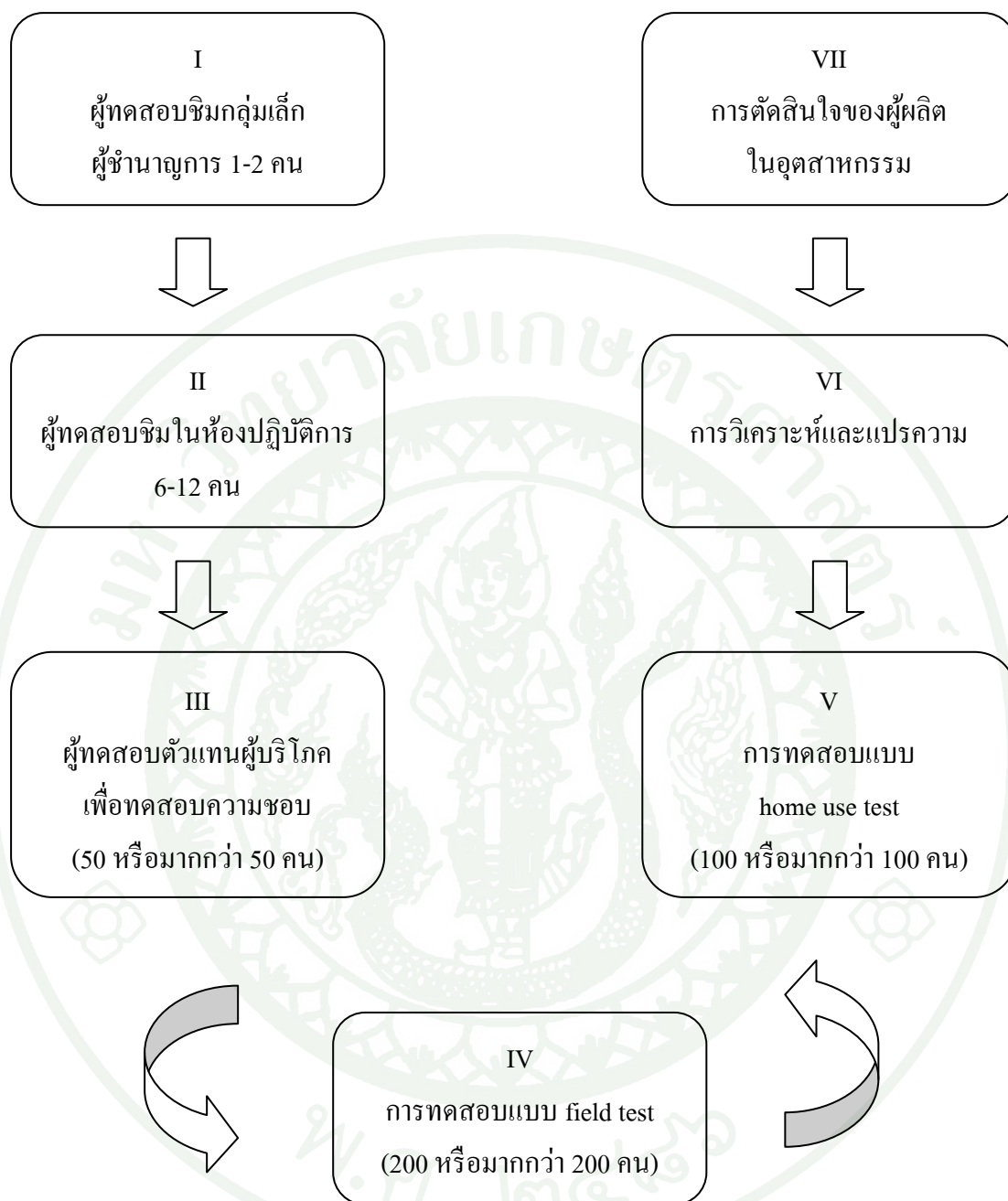
6.1.5 การตอบรับ/การปฏิเสธ (acceptance/rejection)

การตอบรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ อาจใกล้เคียงกับความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ แต่ในที่นี้หมายถึง การตอบรับหรือปฏิเสธที่มาจากอิทธิพลเชื่อมโยงและถ่ายทอดเชิงบูรณาการ (integrated sense) จากการรับรู้ ทัศนคติ ความเห็น ความชอบหรือไม่ชอบและการตัดสินใจรับ (ซื้อหรือบริโภคผลิตภัณฑ์) จากพัฒนาการ 5 ขั้นตอนของการตอบสนองจนไปสู่การยอมรับและปฏิเสธผลิตภัณฑ์ จะเห็นว่าเป็นคุณสมบัติเฉพาะของผู้บริโภคแต่ละคน แต่ละกลุ่ม ซึ่งจะมาฝึกฝนไม่ได้ จึงต้องให้เป็นผู้บริโภค (consumer) ทำหน้าที่เป็นผู้ทดสอบ (assessor) เท่านั้น ดังนั้นเชื่อว่าผลิตภัณฑ์ที่จะนำออกสู่ตลาดได้ต้องผ่านการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคเสียก่อน จึงจะไม่หลงทางหรือไม่เป็นผลิตภัณฑ์ตาบอด (blind product)

6.2 การประยุกต์การทดสอบปกติเพื่อใช้ในการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค (ไพโรจน์, 2535)

โดยทั่วไปการวิเคราะห์ลักษณะผลิตภัณฑ์นับว่าเป็นภาระหน้าที่ของผู้ทดสอบชิมในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสิ่งสำคัญที่สามารถให้ข้อมูลเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่พบในการวิเคราะห์ผลจากผู้ทดสอบชิมในห้องปฏิบัติการกับความชอบจากผู้บริโภคคืออะไร การประยุกต์การทดสอบปกติที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคจึงเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณา

จากข้อสังเกตในแผนภาพของกิจกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในภาพที่ 2 จะอ้างถึงการประเมินจากผู้ชำนาญการกลุ่มเล็ก ๆ (I) และตามด้วยการใช้ผู้ประเมินระดับห้องปฏิบัติการ (II) และตามด้วยผู้ประเมินที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (III) ขั้นที่ IV และ V จะแสดงถึงประเภทของการทดสอบผู้บริโภค 2 ประเภทที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับ ได้แก่ การทดสอบแบบ field test และ แบบ home use test และหลังจากนั้นจะนำผลมาทำการวิเคราะห์ (VI) และสุดท้ายใช้ผลการวิเคราะห์เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจของผู้ประกอบการ (VII)



ภาพที่ 2 แผนผังการทดสอบการยอมรับและการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ที่มา: ไพโรจน์ (2535)

6.3 วิธีการทดสอบการยอมรับ (เพ็ญขวัญ, 2550)

วิธีการทดสอบการยอมรับที่นิยมใช้ ได้แก่ การให้สเกลความชอบ (hedonic scaling) การวัดความถี่ในการบริโภค (food action rating scale: FACT) และการวัดความพอดี (just about right scale: JAR) การทดสอบการยอมรับเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบผู้บริโภคมากกว่าการทดสอบความชอบ เพราะสามารถทดสอบตัวอย่างเดียวกันได้และข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์แค่ไหน จะใช้หรือ ซื้อหรือไม่ อย่างไร

6.3.1 วิธีการให้สเกลความชอบ

วิธีการให้สเกลความชอบโดยใช้สเกลความชอบ 9 คะแนน เป็นวิธีการที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน วิธีการนี้ถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1947 ซึ่งเป็นช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ส่วนสเกลความชอบ 7 คะแนน มีการใช้ครั้งแรกโดยสถาบัน quartermaster food and container institute เพื่อตรวจสอบความชอบของทหารในรายการอาหารและปี ค.ศ. 1952 peryam ได้นำสเกลความชอบมาใช้ในการประเมินความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารอย่างเป็นทางการเป็นครั้งแรก

การทดสอบวิธีนี้ ผู้ทดสอบประเมินความชอบที่มีต่อตัวอย่างโดยใช้สเกลความชอบ 9 คะแนน คือ 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2= ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบปานกลาง 4= ไม่ชอบเล็กน้อย 5= เฉย ๆ (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบปานกลาง 8= ชอบมาก และ 9= ชอบมากที่สุด หรืออาจใช้รูปการแสดงออกทางสีหน้าแทนความรู้สึกได้ ในการทดสอบครั้งหนึ่ง ผู้ทดสอบอาจได้รับตัวอย่างพร้อมกันทั้งหมดหรือได้รับทีละตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อประเมินว่าผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์ใดมากน้อยแค่ไหน โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบ เช่น ถ้าค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 8 หมายความว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ในระดับมาก โดยคะแนนความชอบเท่ากับ 9 คือ ชอบมากที่สุด หากมีผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ 2 ตัวอย่างขึ้นไปก็สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างต่อไป เช่น วิเคราะห์ผลโดยใช้ T-test หรือ ANOVA

6.3.2 วิธีวัดความถี่ในการบริโภค

วิธีนี้ผู้ทดสอบบอกถึงความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ โดยใช้สเกล ได้แก่ 1= จะไม่รับประทานเด็ดขาด 2= จะไม่รับประทานถ้าเลือกได้ 3= จะรับประทานเป็นบางครั้ง 4=

จะรับประทานบ่อย ๆ และ 5=จะรับประทานทุกครั้งที่มีโอกาส ข้อมูลที่ได้จากวิธีนี้ใช้การวิเคราะห์แบบเดียวกับการวิเคราะห์ข้อมูลจากการให้สเกลความชอบ อาจใช้วิธีการวัดความถี่ในการบริโภค ร่วมกับสเกลความชอบเพื่อตรวจสอบว่าความชอบหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับการบริโภคจริง

6.3.3 การวัดความพอใจ

การวัดความพอใจหรือความพอใจของผู้บริโภค เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความถี่ของคะแนนในระดับน้อยเกินไปและมากเกินไป อาจใช้วัดความพอใจในภาพรวมของผลิตภัณฑ์หรือคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนด ซึ่งข้อมูลที่ได้จะช่วยในการตัดสินใจว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้วมีความเหมาะสมที่จะทดสอบตลาดหรือไม่ สเกลวัดความพอใจที่ใช้ เช่น น้อยเกินไป พอดีและมากเกินไป หากใช้วิธีการวัดความพอใจในระหว่างการพัฒนาสูตรหรือกรรมวิธีการผลิตควรใช้ควบคู่กับสเกลความชอบ เพื่อจะได้ทราบว่าผู้ทดสอบชอบตัวอย่างมากน้อยแค่ไหนและในขณะเดียวกันมีความพอใจในตัวอย่างแค่ไหน นอกจากนั้นยังได้ทราบความรู้สึกของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อีกด้วย ทำให้สามารถปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามทิศทางที่ผู้บริโภคต้องการ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความพอใจ มีขั้นตอนดังนี้

- พิจารณาผลร้อยละของระดับพอใจ ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 ไม่จำเป็นต้องปรับคุณลักษณะนั้นๆ อีก และถ้ามีค่าน้อยกว่าร้อยละ 70 ให้เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความถี่ของคะแนนในระดับน้อยเกินไปและมากเกินไป โดยรวมคะแนนของระดับน้อยเกินไปกับระดับมากเกินไป แล้วนำค่านี้ไปเปิดตาราง binomial ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

- เปรียบเทียบคะแนนความถี่สูงสุดจากระดับน้อยเกินไปกับระดับมากเกินไป แล้วนำคะแนนที่มากกว่าไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติจากตาราง binomial ถ้าค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าจากตาราง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ทราบทิศทางว่าควรปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นให้เพิ่มขึ้น หรือลดลง ตามลำดับ และถ้าค่าน้อยกว่าค่าจากตาราง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรณีนี้ไม่สามารถบอกทิศทางการปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นได้

6.3.4 การประเมินศักยภาพของการตลาด (assessment of market potential)

การเก็บข้อมูลการทดสอบผู้บริโภค (consumer test) สำหรับประเมินศักยภาพของการตลาด ต้องสร้างแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการตลาด สภาพการตลาด การโฆษณา ตราผลิตภัณฑ์และปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการซื้อ เพื่อจะได้ใช้ข้อมูลเหล่านี้มาควบคุมการรักษาคูณภาพผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ หาแนวคิดใหม่สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่

6.4 การทดสอบในที่สาธารณะหรือสถานที่ที่เป็นกลาง (central location test) (ปราชญ์, 2547)

การทดสอบในที่สาธารณะหรือสถานที่ที่เป็นกลาง (central location test) เป็นสถานที่ที่นิยมใช้ในการทดสอบผู้บริโภคมากที่สุด สถานที่ดังกล่าว ได้แก่ ตลาด ศูนย์การค้า โรงเรียน โบสถ์ วัด ร้านอาหาร โรงแรม โรงมหรสพหรือศูนย์แสดงสินค้า ซึ่งการเลือกสถานที่ทดสอบจะพิจารณาในความสะดวกของผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคเป้าหมายเป็นหลักและในขณะเดียวกันสถานที่ควรเหมาะสมกับค่าใช้จ่าย และความสะดวกของผู้ดำเนินการทดสอบด้วย (เพ็ญขวัญ, 2550) การทดสอบด้วยวิธีนี้ต้องใช้ผู้ทดสอบจำนวนมากประมาณ 50-300 คน มีทั้งข้อได้เปรียบและเสียเปรียบ ดังนี้

ข้อได้เปรียบ ดังนี้

- ผู้ทดสอบสามารถสอบถามข้อมูลบางอย่างที่สงสัยจากผู้ดูแลการทดสอบได้
- ผู้ทดสอบคือผู้บริโภคที่สนใจผลิตภัณฑ์ก็อาจจะได้ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ได้
- ใช้กับผู้ทดสอบจำนวนมาก จากประชากรกลุ่มใหญ่ นับว่าเป็นตัวแทนที่ดีได้

ข้อเสียเปรียบ มีหลายประการ คือ

- มีข้อเสียเปรียบด้านการควบคุมของแบบทดสอบ เช่น ผู้ทดสอบไม่ค่อยเข้าใจคำถามเมื่อแบบทดสอบพรรณนาหรือให้ความเห็น จึงได้คำตอบจำกัด

- มีข้อเสียเปรียบด้านการควบคุมของตัวอย่าง เช่น ผู้ทดสอบปฏิเสธการทดสอบ ตัวอย่างกลิ่นรสที่ไม่คุ้น ตัวอย่างที่ต้องใช้เวลาในการทดสอบนาน

- มีข้อเสียเปรียบด้านการควบคุมของกลุ่มผู้ทดสอบ เช่น วิช ฐานะ ซึ่งมีค่อนข้างหลากหลายในสถานที่สาธารณะหรือศูนย์การค้า

- มีข้อเสียเปรียบด้านการควบคุมบรรยากาศการทดสอบ เนื่องจากไม่เป็นธรรมชาติ เช่น ผู้บริโภคอาจจะอยู่ในภาวะหิว เหนื่อย รีบเร่งรีบ สงสารพนักงาน เพื่อการซื้อหรืออายุที่ต้องยืนชิมอาหาร ไม่กล้าแสดงออกกลัวจะเสียภาพพจน์ เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1.1 ถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 (สหกรณ์นิคมลานสัก จำกัด, จังหวัดอุทัยธานี)
- 1.2 น้ำตาลทรายบดละเอียด ตราลิน
- 1.3 ครีมเทียม ตราคอฟฟี่เมต
- 1.4 นมผง ตราคาร์เนชั่น

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและเตรียมวัตถุดิบ

- 2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Ohaus รุ่น ARC 120 (บริษัท Ohaus Corp., ประเทศไทย)
- 2.2 ตู้อบลมร้อน (tray dry) รุ่น BWS (บริษัท บี. คัมบลิว. เอส จำกัด, ประเทศไทย)
- 2.3 เตาแก๊ส
- 2.4 หม้อนึ่งอะลูมิเนียม
- 2.5 ถาดอะลูมิเนียม
- 2.6 กระสอบป่าน
- 2.7 อุปกรณ์เครื่องครัว
- 2.8 ผ้าขาวบาง
- 2.9 ถุงพลาสติก
- 2.10 เครื่องบดแป้ง hummer mill รุ่น AP-S (บริษัท โอซากาวา จำกัด, ประเทศญี่ปุ่น)
- 2.11 เครื่องผสมแป้ง รุ่น Type 20 (บริษัท เขียวเสง จำกัด, ประเทศไทย)
- 2.12 เครื่องปั่นอาหาร รุ่น HR 2001 ยี่ห้อฟิลิปส์ (บริษัท ฟิลิปส์ ประเทศไทย จำกัด, ประเทศจีน)

3. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ

3.1 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- ไม้บรรทัด
- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ sartorius รุ่น BS 224 S (บริษัท ไฮแอนติฟิค โปรโมชัน, ประเทศไทย)
- คีมคีบ
- ช้อนตักสาร
- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- ภาชนะใส่ตัวอย่าง (moisture can)
- เครื่องวัด water activity ยี่ห้อ thermoconstanter รุ่น Th 200 (บริษัท Novarsina Ltd., ประเทศสวิตเซอร์แลนด์)
- เครื่องวัดค่าสี L^* a^* b^* ยี่ห้อ spectrophotometer minolta รุ่น CR-3500d (ประเทศญี่ปุ่น)
- เครื่องวัดความเข้มของแสงและการดูดกลืน (UV-visible recording spectrophotometer) รุ่น UV-160A (บริษัท Shimadzu, ประเทศญี่ปุ่น)

3.2 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- ช้อนตักสาร
- ถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด
- สารเคมีในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณทั้งหมด (proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบและใยอาหาร
- สารเคมีในการวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซิง
- เครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณทั้งหมด (proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบและใยอาหาร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ยี่ห้อ memmert รุ่น WB22 (ประเทศไทย)
- เดซิเคเตอร์ (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น
- เตาไฟฟ้า (hot plate)

- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ sartorius รุ่น BS 224 S (บริษัท ไฮแอนดิฟิค โพรโมชั่น, ประเทศไทย)

3.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ ohaus รุ่น ARC 120 (บริษัท Ohaus Corp., ประเทศไทย)
- อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
- ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ยี่ห้อ astell Hearson (บริษัท ไฮแอนดิฟิค โพรโมชั่น จำกัด, ประเทศไทย)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ยี่ห้อ memmert รุ่น WB22 (บริษัท เอ็นซีชาเยนส์ เทค จำกัด, ประเทศไทย)
- ตู้บ่มเชื้อ (incubator) ยี่ห้อ astell hearson รุ่น (บริษัท , ประเทศไทย) (บริษัท ไฮแอนดิฟิค โพรโมชั่น จำกัด, ประเทศไทย)
- หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave) ยี่ห้อ tuttinauer รุ่น 3850M (บริษัท โยโรสแกน, ประเทศไทย)

3.4 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส
- อุปกรณ์ทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ แก้วน้ำ ถาด ช้อน กระดาษทิชชูและอุปกรณ์เครื่องเขียน

3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล

- เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
- โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

วิธีการ

1. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการงอกของถั่วเหลือง

1.1 ศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ

นำถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 (สหกรณ์นิคมลานสัก จำกัด, จังหวัดอุทัยธานี) มาใช้ทำการทดลอง โดยการนำเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้มาคัดแยกสิ่งปลอมปน เมล็ดเสียมีตำหนิและเมล็ดลีบออก เก็บเมล็ดถั่วเหลือง ที่ผ่านการคัดแยกแล้ว บรรจุลงในกระสอบป่านและเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) ตลอดการทดลอง สุ่มตัวอย่างเมล็ดถั่วเหลืองมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีดังต่อไปนี้

1.1.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- ความสามารถในการงอก (ดัดแปลงจาก ISTA, 2006) โดยทำการการสุ่มเมล็ดถั่วเหลืองมาจำนวน 100 เมล็ด ซึ่งไม่ต้องคำนึงถึงขนาด น้ำหนัก รูปร่างหรือการแตกหัก แบ่งออกเป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 25 เมล็ด ใช้กระดาษเช็ดมือที่มีจำหน่ายเป็นม้วนเป็นวัสดุเพาะ นำมาตัดให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสะดวกของกระดาษ นำเมล็ดถั่วเหลืองมาแช่น้ำที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดถั่วเหลืองมาเพาะบนกระดาษเพาะ โดยการนำเมล็ดถั่วเหลืองมาวางบนกระดาษเช็ดมือที่ซ้อนกัน 2 ชั้น แล้วปิดทับด้วยกระดาษอีกชั้นหนึ่ง ม้วนกระดาษเพาะ วางไว้ในกล่องพลาสติกจะช่วยให้กระดาษเพาะไม่แห้ง ปริมาณที่อยู่ในกระดาษไม่ควรมีมากเกินไปจนเป็นฟิล์มของน้ำเกาะอยู่รอบ ๆ เมล็ดที่วางอยู่บนกระดาษ หากมีน้ำมากเกินไปจะทำให้การถ่ายเทอากาศไม่ดีและจำกัดปริมาณออกซิเจนที่เมล็ดจะดูดซับได้ เมล็ดเน่าและเชื้อราจะแพร่กระจายได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 24 ชั่วโมง ตรวจนับเมล็ดที่มีการงอกเกิดขึ้น โดยทำการรวมผลทั้ง 4 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

1.1.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ข
- น้ำตาลรีดิวซิง (Somogyi and Nelson, 1952) ดังภาคผนวก ข

- ปริมาณกาบา (ดัดแปลงจาก Abe *et al.*, 1998) เตรียมตัวอย่างเพื่อส่งวิเคราะห์ โดยนำถั่วเหลืองมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร ที่ความเร็วระดับ 2 นาน 1 นาที นำตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วใส่ในถุงพลาสติกปิดผนึก จากนั้นทำการส่งวิเคราะห์ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

1.2 ศึกษาระยะเวลาในการแช่ถั่วเหลือง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) นำถั่วเหลืองที่ผ่านการคัดแยกสิ่งปลอมปนมาทำความสะอาด โดยนำถั่วเหลืองจำนวน 1 กิโลกรัม ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณ 3 ลิตร ในกะละมังพลาสติก 2 รอบ แช่ถั่วเหลืองในน้ำสะอาดด้วยอัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 3 (W/V) (Ohtsubo *et al.*, 2005) แช่ถั่วเหลืองที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) โดยดัดแปลงวิธีการแช่ของ Sutiniyom *et al.* (2007) ทำการแช่เป็นเวลา 0 3 6 9 12 15 และ 18 ชั่วโมง ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนน้ำในระหว่างการงอก จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีดังต่อไปนี้

1.2.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- ลักษณะปรากฏของถั่วเหลืองที่แช่น้ำเป็นเวลา 0 3 6 9 12 15 และ 18 ชั่วโมง

1.2.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- โปรตีน (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ข
- น้ำตาลรีดิวซิง (Somogyi and Nelson, 1952) ดังภาคผนวก ข
- ปริมาณกาบา (ดัดแปลงจาก Abe *et al.*, 1998) เตรียมตัวอย่างเพื่อส่งวิเคราะห์ โดยนำถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร โดยใช้ความเร็วระดับ 2 นาน 1 นาที นำตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วใส่ในถุงพลาสติกปิดผนึก แช่เย็นในถังน้ำแข็ง จากนั้นทำการส่งวิเคราะห์ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

ทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และ

duncans new multiple s range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 คัดเลือกเวลาในการแช่กล้วยที่ให้มีปริมาณกาบาสูงที่สุด

2. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทำแห้งของกล้วยตากด้วยตู้อบลมร้อน

2.1 ศึกษากราฟการทำแห้งของกล้วยตาก (drying curve)

นำกล้วยที่ผ่านการแช่น้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง มาจำนวน 4 กิโลกรัม หนึ่งเป็นเวลานาน 15 นาที ศึกษาระยะเวลาในการทำแห้งกล้วยตาก โดยการทำแห้งกล้วยตากด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส สุ่มเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าความชื้นทุก ๆ 1 ชั่วโมง ซึ่งความชื้นของกล้วยตากหลังทำแห้งต้องมีค่าความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 8 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2550) ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกอุณหภูมิและเวลาในการทำแห้งที่ทำให้ปริมาณความชื้นมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 8

2.2 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งของกล้วยตาก

นำกล้วยที่ผ่านการแช่น้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง มาจำนวน 4 กิโลกรัม หนึ่งเป็นเวลานาน 15 นาที ทำแห้งที่อุณหภูมิและเวลาที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.1 แล้วจึงนำมาบดด้วยเครื่อง hammer mill ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh (ขนาดอนุภาค 150 ไมโครเมตร) แล้วสุ่มเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณกาบา (ดัดแปลงจาก Abe *et al.*, 1998) โดยนำตัวอย่างมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร ที่ความเร็วระดับ 2 นาน 1 นาที จากนั้นนำตัวอย่างใส่ในถุงพลาสติกปิดผนึกและส่งวิเคราะห์ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

จากนั้นนำผลการวิเคราะห์กาบาที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ T-test คัดเลือกอุณหภูมิในการทำแห้งกล้วยตากที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากกาบาสูงที่สุด

3. ศึกษาคุณภาพของแป้งกล้วยตากที่มีกาบาสูง

ทำการผลิตแป้งกล้วยตาก โดยนำกล้วยที่ผ่านการแช่น้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จำนวน 4 กิโลกรัม หนึ่งเป็นเวลานาน 15 นาที จากนั้นนำไปทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาบดด้วยเครื่อง hammer mill ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh (ขนาดอนุภาค

150 ไมโครเมตร) นำแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาบาสูงที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีและ จุลชีววิทยาดังต่อไปนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- ค่าสี L^* a^* และ b^* (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ก
- ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ก

3.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ข

3.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ค
- ปริมาณยีสต์และรา (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ค

4. ศึกษาการนำแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาบาสูง ไปใช้ประโยชน์

4.1 สํารวจผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ทำการสำรวจในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 6 แห่ง ได้แก่ เทสโก้ โลตัส คาร์ฟูร์ บิ๊กซี โฮมเฟรชมาร์ท ที่อปชูปเปอร์มาร์เก็ตและเซเว่นอีเลเว่น ข้อมูลที่ทำการสำรวจ ได้แก่ ตรายี่ห้อ ผู้ผลิต ขนาดบรรจุ ชนิดบรรจุภัณฑ์ ราคาและส่วนประกอบ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแป้งถั่วเหลืองงอกต่อไป

4.2 การคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ได้จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดจะนำมาคัดเลือกโดยการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์เบื้องต้น (preliminary product idea screening)

ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้ ความสามารถในการผลิตและข้อจำกัดด้านกระบวนการแปรรูป (เครื่องมือและอุปกรณ์) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตและข้อจำกัดของวัตถุดิบ (แป้งถั่วเหลือง ที่มีไขมันเต็ม) ประเมินผลิตภัณฑ์ในแต่ละหัวข้อ โดยการให้คะแนนผ่าน (P) และไม่ผ่าน (F) ซึ่ง ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกจะต้องมีคะแนนผ่าน (P) ในทั้ง 3 หัวข้อ จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นผ่านการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์เบื้องต้นมาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นไปได้โดยการคัดเลือกความคิดผลิตภัณฑ์เชิงกว้าง โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา 5 หัวข้อดังนี้

4.2.1 ความสามารถในการผลิตและข้อจำกัดด้านกระบวนการแปรรูป (เครื่องมือและอุปกรณ์) คำนวณน้ำหนักเท่ากับ 10 การให้คะแนนเป็นดังนี้

- | | |
|---|-----------|
| - มีเครื่องมืออยู่แล้วในภาควิชา | 10 คะแนน |
| - มีเครื่องอยู่บ้างแล้ว แต่บางชิ้นต้องใช้ร่วมกับภาควิชาอื่น | 7.5 คะแนน |
| - ต้องไปใช้เครื่องที่ภาควิชาอื่น | 5 คะแนน |
| - มีเครื่องมืออยู่แล้วในส่วนรวมของคณะ | 2.5 คะแนน |
| - ไม่มีเครื่องมือ | 0 คะแนน |

4.2.2 ความง่ายของกระบวนการผลิต คำนวณน้ำหนักเท่ากับ 7.5 การให้คะแนนเป็นดังนี้

- | | |
|---|-----------|
| - กระบวนการผลิตง่าย ขั้นตอนไม่ซับซ้อน | 10 คะแนน |
| - กระบวนการผลิตง่าย แต่มีหลายขั้นตอน | 7.5 คะแนน |
| - กระบวนการผลิตยาก ขั้นตอนไม่ซับซ้อน | 5 คะแนน |
| - กระบวนการผลิตยากและมีหลายขั้นตอน | 2.5 คะแนน |
| - กระบวนการผลิตยากมีหลายขั้นตอน และต้องมีความชำนาญเป็นพิเศษ | 0 คะแนน |

4.2.3 คุณค่าทางอาหาร (โปรตีน) คำนวณน้ำหนักเท่ากับ 7.5 การให้คะแนนเป็นดังนี้

- มีคุณค่าทางอาหารสูง (40-50 กรัมต่อ 100 กรัม) 10 คะแนน
- มีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างสูง (20-39 กรัมต่อ 100 กรัม) 7.5 คะแนน
- มีคุณค่าทางอาหารปานกลาง (กรัม ต่อ 100 กรัม) 5 คะแนน
- มีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างต่ำ (1-9 กรัม ต่อ 100 กรัม) 2.5 คะแนน
- มีคุณค่าทางอาหารต่ำ (น้อยกว่า 1 กรัม ต่อ 100 กรัม) 0 คะแนน

4.2.4 ปริมาณการใช้แป้งถั่วเหลือง คำนวณน้ำหนักเท่ากับ 10 การให้คะแนนเป็นดังนี้

- ใช้แป้งถั่วเหลืองในปริมาณมาก (ร้อยละ 40-49) 10 คะแนน
- ใช้แป้งถั่วเหลืองในปริมาณค่อนข้างมาก (ร้อยละ 30-39) 7.5 คะแนน
- ใช้แป้งถั่วเหลืองในปริมาณปานกลาง (ร้อยละ 20-29) 5 คะแนน
- ใช้แป้งถั่วเหลืองในปริมาณค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 10-19) 2.5 คะแนน
- ใช้แป้งถั่วเหลืองในปริมาณต่ำ (ร้อยละ 0-9) 0 คะแนน

4.2.5 ปริมาณแป้งถั่วเหลืองต่อหนึ่งหน่วยการบริโภค คำนวณน้ำหนักเท่ากับ 5 การให้คะแนนเป็นดังนี้

- ปริมาณแป้งถั่วเหลืองต่อหนึ่งหน่วยบริโภคสูง 10 คะแนน
- ปริมาณแป้งถั่วเหลืองต่อหนึ่งหน่วยบริโภคค่อนข้างสูง 7.5 คะแนน
- ปริมาณแป้งถั่วเหลืองต่อหนึ่งหน่วยบริโภคนปานกลาง 5 คะแนน
- ปริมาณแป้งถั่วเหลืองต่อหนึ่งหน่วยบริโภคค่อนข้างน้อย 2.5 คะแนน
- ปริมาณแป้งถั่วเหลืองต่อหนึ่งหน่วยบริโภคน้อย 0 คะแนน

ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลิตภัณฑ์ในแต่ละหัวข้อ นำมาคำนวณคะแนนผลรวมได้

จากสูตร

$$\text{คะแนนผลรวม} = [(\text{คะแนนข้อ 1} \times \text{ค่าน้ำหนัก}) + (\text{คะแนนข้อ 2} \times \text{ค่าน้ำหนัก}) + (\text{คะแนนข้อ 3} \times \text{ค่าน้ำหนัก}) + (\text{คะแนนข้อ 4} \times \text{ค่าน้ำหนัก}) + (\text{คะแนนข้อ 5} \times \text{ค่าน้ำหนัก})]$$

ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกจะต้องมีคะแนนผลรวมสูงที่สุด จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นผ่านการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกไปสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อไป

4.3 การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค

การสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคของกลุ่มเป้าหมาย ทักษะคิดและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ความสำคัญของคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อและการเลือกรับประทาน โดยการใช้แบบสอบถาม มีกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย คือ กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปที่ใส่ใจรักสุขภาพและรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง โดยมีอายุระหว่าง 21 ถึง 50 ปีขึ้นไป จำนวน 100 คน ในเขตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาคผนวก ข แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ก. แบบสอบถามส่วนที่ 1 สำรวจข้อมูลทางประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพและรายได้

ข. แบบสอบถามส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขง ซึ่งประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับความถี่ในการบริโภค ดราสินค้าที่เลือกซื้อ รสชาติที่นิยมบริโภค ช่วงเวลาในการบริโภค สถานที่ที่เลือกซื้อ ปัจจัยที่เลือกซื้อ และปัญหาที่พบ

ค. แบบสอบถามส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากถั่วเหลืองชนิดขงจากถั่วเหลืองงอก ซึ่งประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับรสชาติที่ต้องการ ความต้องการในการใช้สารให้ความหวาน บรรจุภัณฑ์และขนาดบรรจุ

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามในส่วนที่ 1 (ก) ถึง 3 (ค) จะทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยการหาอัตราส่วนร้อยละเพื่อหาความต้องการของผู้บริโภค ส่วนข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามส่วนที่ 2 (ข) เรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจซื้อนั้นจะคำนวณหาค่าระดับความสำคัญได้จากสูตร

$$\text{ค่าระดับความสำคัญ} = \frac{\text{ความถี่ของผู้บริโภคระดับคะแนน} \times \text{ระดับคะแนน}}{\text{จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม}}$$

ซึ่งใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้ กำหนดระดับของคะแนน โดยกำหนดให้ 1 หมายถึง สำคัญน้อยที่สุด ระดับคะแนน 5 หมายถึง สำคัญมากที่สุด

- ปัจจัยมีความสำคัญน้อยที่สุด คือ ช่วงคะแนน 1.00 – 1.80
- ปัจจัยมีความสำคัญน้อย คือ ช่วงคะแนน 1.81 – 2.60
- ปัจจัยมีความสำคัญปานกลาง คือ ช่วงคะแนน 2.61 – 3.40
- ปัจจัยมีความสำคัญมาก คือ ช่วงคะแนน 3.41 – 4.20
- ปัจจัยมีความสำคัญมากที่สุด คือ ช่วงคะแนน 4.21 – 5.00

4.4 ศึกษาอัตราส่วนการผสมน้ำมันของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสสูง

ทำการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสสูง จากการดัดแปลงสูตรผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงทางการค้า แสดงในตารางที่ 4 โดยแทนที่ถั่วเหลืองด้วยแป้งถั่วเหลืองออกที่มีกาบาสสูง แสดงในตารางที่ 5 และมีกรรมวิธีในการผลิตแสดงในภาพที่ 3

ตารางที่ 4 ส่วนผสมผลิตภัณฑ์พื้นฐาน

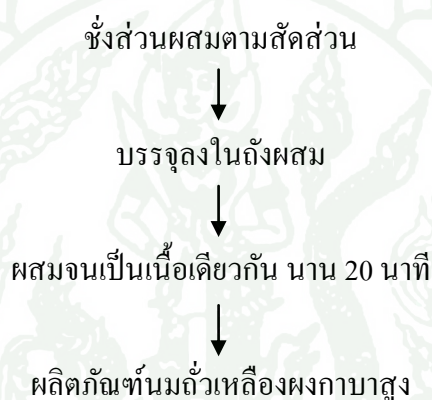
ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
ถั่วเหลืองผง	35
น้ำตาล	32
ครีมเทียม	22
นมผง	11

ที่มา: สูตรทางการค้า

ตารางที่ 5 ส่วนผสมผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูง

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
แป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาบาสูง	35
น้ำตาล	32
ครีมเทียม	22
นมผง	11

ที่มา: คัดแปลงจากสูตรทางการค้า



ภาพที่ 3 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูง

ที่มา: คัดแปลงจากดวงจงกล (2550)

นำผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูงมาทำการทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูงที่ผสมน้ำร้อน (อุณหภูมิ 78 ± 2 องศาเซลเซียส) ในอัตราส่วนผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูงต่อน้ำร้อน (w/v) เท่ากับ 1:3.5 1:4.0 และ 1:4.5 ตามลำดับ ทำการทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการทางประสาทสัมผัส ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทดสอบความชอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ hedonic 9-point scaling (1–ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9–ชอบมากที่สุด) ร่วมกับการทดสอบความพอดี (just about right) (1–น้อย ถึง 3–มาก) ในคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ กลิ่นรส ถั่วเหลือง กลิ่นรสนม ความมัน รสหวานและความชอบรวม นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี

DMRT ซึ่งจะได้อัตราส่วนการผสมน้ำร้อนของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูปที่เหมาะสม ผลจากการทดสอบความพอดีจำนวนของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนระดับพอดีจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 70 ถ้าหากคุณลักษณะใดมีคะแนนความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 จะต้องถูกนำมาพิจารณาในการพัฒนาและปรับปรุงสูตรต่อไป

4.5 ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนาสูตรมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยาดังต่อไปนี้

4.5.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- ค่าสี L^* a^* และ b^* (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ก
- ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ก
- ค่าการดูดซับน้ำ (Damardjati and Luh, 1987) ดังภาคผนวก ก
- ค่าการละลายน้ำ (Anderson *et al.*, 1969) ดังภาคผนวก ก

4.5.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ข
- ปริมาณกาบา (ดัดแปลงวิธีการจาก Abe *et al.*, 1998) เตรียมตัวอย่างเพื่อส่ง

วิเคราะห์ โดยนำผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูปใส่ในถุงพลาสติกปิดผนึก จากนั้นทำการส่งวิเคราะห์ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

4.5.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ค
- ปริมาณยีสต์และรา (A.O.A.C., 2000) ดังภาคผนวก ค

4.6 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว

ทำการทดสอบการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลวที่ผ่านการพัฒนาแล้ว ด้วยวิธี central location test โดยทำการทดสอบกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ช่วงอายุระหว่าง 21 ปี ถึง 50 ปีขึ้นไป จำนวน 100 คน ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ hedonic 9-point scaling (1–ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9–ชอบมากที่สุด) และทดสอบการยอมรับในคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสถั่วเหลือง กลิ่นรสนม ความมัน รสหวาน ปริมาณการบริโภคและความชอบรวม สถานที่เก็บข้อมูล ได้แก่ บริเวณโรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการทดสอบครั้งนี้ใช้ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว 1 ซอง (37.5 กรัม) ชงในน้ำร้อน 150 มิลลิลิตร โดยทำการเสิร์ฟผลิตภัณฑ์ 1 ซอง พร้อมด้วยน้ำร้อน 150 มิลลิลิตร ในแก้วกระดาษ ช้อนพลาสติกและแบบสอบถาม แล้วให้ผู้ทดสอบผสมน้ำร้อนด้วยตนเอง คนให้เข้ากันด้วยช้อนพลาสติก แล้วจึงทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ จากนั้นรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้อง ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

4.7 ศึกษาต้นทุนของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว

คิดต้นทุนผลิตภัณฑ์ (วัตถุดิบ) จากค่าใช้จ่าย โดยการประมาณค่าใช้จ่ายจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่มีขนาด 1 หน่วยบริโภค เท่ากับ 37.5 กรัม

5. สถานที่และระยะเวลาการวิจัย

5.1 สถานที่

- ห้องปฏิบัติการภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- บริเวณโรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ระยะเวลาการวิจัย

ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 จนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554

ผลและวิจารณ์

1. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการออกของถั่วเหลือง

1.1 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ

การทดลองในครั้งนี้ใช้เมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นวัตถุดิบ เนื่องจากถั่วเหลืองสายพันธุ์นี้เป็นสายพันธุ์ที่ส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูกและมีปริมาณผลผลิตมากในประเทศไทย จากการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้จากสหกรณ์นิคมลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 6 พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองมีการออกร้อยละ 96 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ที่ดีจะต้องมีความงอกไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 (กรมการข้าว, 2552) จากผลการทดลองแสดงว่าเมล็ดสามารถงอกได้ดีในสภาวะปกติ

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 6 พบว่าคุณภาพทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณสารอาหารในถั่วเหลืองที่กำหนดของกองโภชนาการ กรมอนามัย (2535)

ตารางที่ 6 ความสามารถในการงอกและคุณภาพทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง

คุณภาพ	ผลการวิเคราะห์
ความสามารถในการงอก (ร้อยละ)	96.00
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง (มิลลิกรัมกลูโคสต่อ 100 กรัม)	0.29
ปริมาณกาบา (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	32.60
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	9.54
ปริมาณไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)	17.78
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	36.56
ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ)	4.06
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	5.86
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	26.20

1.2 การศึกษาระยะเวลาในการแช่ถั่วเหลือง

จากการศึกษาเวลาในการแช่ถั่วเหลืองเป็นเวลา 0 3 6 9 12 15 และ 18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) โดยไม่มีการเปลี่ยนน้ำ พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระหว่างการงอกของถั่วเหลืองที่เกิดขึ้นแสดงในภาพที่ 4 เมื่อเวลาในการแช่ถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น จะทำให้ต้นอ่อนมีความยาวของเพิ่มขึ้น จนความยาวของต้นอ่อนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ ที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 15 ชั่วโมง แสดงในตารางที่ 7 เมล็ดถั่วเหลืองมีการดูดน้ำทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น และเมื่อแช่ถั่วเหลืองเป็นเวลามากกว่า 18 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองมีกลิ่นหมักเกิดขึ้น ดังนั้นจึงทำการศึกษาระยะเวลาการแช่น้ำตั้งแต่ระยะเวลา 0 ถึง 18 ชั่วโมง

ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับทวี (2543) กล่าวว่า การงอกของเมล็ดเริ่มสังเกตได้ โดยเห็นการ โผล่ของรากอ่อนซึ่งห่อหุ้มด้วยปลอกหุ้มรากอ่อนหรือยอดอ่อน ซึ่งห่อหุ้มด้วยปลอกใบหรือปลอกหุ้มต้นอ่อน โดยเริ่มงอกตรงโคนของเมล็ดด้านที่เป็นจุมูกที่ติดกับก้านดอก เมล็ดเริ่มมีชีวิตและสามารถงอกได้หลังจากการพัฒนาของต้นอ่อนสมบูรณ์แล้วและยังคงความงอกจนถึงระยะการสุกแก่ทางสรีระวิทยา หลังจากนั้นจึงเริ่มเสื่อมคุณภาพและมีความงอกลดลง ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพอากาศ การปฏิบัติกับเมล็ดและการเก็บการรักษา



ภาพที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลืองที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 0 3 6 9 12 15 และ 18 ชั่วโมง

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงความยาวของต้นอ่อนที่ระยะเวลาการแช่น้ำ 3 6 9 12 15 และ 18 ชั่วโมง

	ระยะเวลาการแช่น้ำ (ชั่วโมง)					
	3	6	9	12	15	18
ความยาวต้นอ่อน (เซนติเมตร)	0.40 ± 0.0	0.45 ± 0.0	0.50 ± 0.0	0.50 ± 0.0	0.60 ± 0.0	0.60 ± 0.0

หมายเหตุ ตัวเลขบวกลบหมายถึงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เมื่อนำเมล็ดถั่วเหลืองที่แช่น้ำเป็นระยะเวลาต่าง ๆ มาทำการศึกษาคุณภาพทางเคมีผลที่ได้แสดงในตารางที่ 8 โดยจากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเมล็ดถั่วเหลืองที่วิเคราะห์โดยวิธีของ Somogyi and Nelson (1952) มีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการแช่น้ำเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของทองปลิว (2532) และ Nirmala *et al.* (2000) ที่ศึกษาพบว่า ข้าวที่เพาะให้งอกมีสตาโรสลดลง แต่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่ยอดมีการงอกจะมีการสังเคราะห์เอนไซม์ alpha-amylase ทำให้ปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น

ส่วนปริมาณโปรตีนเมล็ดถั่วเหลืองงอกที่ระยะเวลาการแช่น้ำแตกต่างกันมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จึงมีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องข้าวกล้องงอกของวันชัย (2537) กล่าวว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนดังกล่าว เกิดจากการย่อยสลายโปรตีนที่สะสมอยู่ภายใน โครงสร้างของเมล็ดและเกิดจากการสังเคราะห์โปรตีนใหม่ขึ้นในส่วนอื่น ๆ ของเมล็ด เพื่อการเจริญเติบโตเป็นรากและต้น การย่อยสลายโปรตีนดังกล่าวเกิดจากเอนไซม์ protease ถูกสร้างขึ้นระหว่างการงอก ย่อยสลายโปรตีนให้เป็นกรดอะมิโนเพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนขึ้น

จากการศึกษาปริมาณกาบา พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองเมื่อผ่านการแช่น้ำ ทำให้มีปริมาณกาบาเพิ่มขึ้นจากเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่ได้ผ่านการแช่น้ำ เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ glutamate decarboxylase (GAD) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ควบคุมการสังเคราะห์ปริมาณกาบา จะเกิดขึ้นในระหว่างการงอก โดยจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกาบาในเมล็ดข้าวกล้องงอก (Oh, 2003) พบว่ามีการสะสมของปริมาณกาบาในเมล็ดข้าวกล้องงอกเพิ่มขึ้นตามเวลาที่แช่น้ำ และปริมาณกาบาของเมล็ดถั่วเหลืองงอกจะมีปริมาณสูงกว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการงอก ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้

มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Komatsuzaki *et al.* (2007) คือ ปริมาณกาบาในข้าวกล้องที่ผ่านกระบวนการงอกจะเกิดการสะสมหรือรวมตัวกันเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ Lea *et al.* (1990) ได้อธิบายผลที่เกิดขึ้นนี้ไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงสารประกอบทางเคมีในข้าว เป็นผลเนื่องมาจากกรดอะมิโนในเมล็ดข้าวกล้องที่อยู่ในรูปโปรตีนสะสมจะถูกย่อยสลายและเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรืออยู่ในรูปที่สามารถละลายได้ง่าย เพื่อลำเลียงสารอาหารดังกล่าวไปช่วยในการเจริญเติบโตเป็นต้นอ่อนต่อไป โดยในระหว่างกระบวนการงอก เมื่อเมล็ดข้าวมีการดูดซึมน้ำจะทำให้เอนไซม์ glutamate decarboxylase (GAD) สามารถว่างไวขึ้นและทำงานได้อีกครั้ง โดยจะทำหน้าที่เปลี่ยนกรดกลูตามิกไปเป็นกาบา อย่างไรก็ตามระยะเวลาการแช่น้ำของเมล็ดข้าวกล้องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้มีปริมาณกาบาเพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 89.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แต่เมื่อแช่น้ำเป็นระยะเวลานานขึ้นกลับทำให้กาบามีปริมาณลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นเมล็ดข้าวกล้องที่แช่น้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จึงมีความเหมาะสมมากที่สุด เพราะมีกาบาสูงที่สุด

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง โปรตีนและกาบาของเมล็ดข้าวกล้องงอกที่ระยะเวลาการแช่น้ำแตกต่างกัน

เวลาที่แช่ (ชั่วโมง)	น้ำตาลรีดิวซิง (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	โปรตีน (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	กาบา (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	
				โดยน้ำหนักเปียก	โดยน้ำหนักแห้ง*
0	0.29 ^f ± 0.1	36.56 ^{ab} ± 0.1	9.54 ^c ± 0.2	32.60 ^g ± 1.3	36.04 ^g ± 1.5
3	0.58 ^{ef} ± 0.3	36.12 ^{bc} ± 0.5	45.06 ^d ± 0.1	89.04 ^a ± 0.8	162.07 ^a ± 0.0
6	0.92 ^c ± 0.1	35.95 ^{bc} ± 0.3	45.50 ^c ± 0.1	85.89 ^b ± 0.5	157.60 ^b ± 0.9
9	2.13 ^d ± 0.1	36.65 ^{ab} ± 0.3	49.28 ^b ± 0.0	70.97 ^c ± 0.0	139.93 ^c ± 0.0
12	3.28 ^c ± 0.0	35.76 ^c ± 0.3	49.87 ^a ± 0.0	66.28 ^d ± 0.0	132.23 ^d ± 0.1
15	11.23 ^b ± 0.3	36.65 ^{ab} ± 0.3	49.95 ^a ± 0.0	63.84 ^c ± 1.0	127.54 ^c ± 2.1
18	13.99 ^a ± 0.3	37.00 ^a ± 0.3	50.02 ^a ± 0.0	61.12 ^f ± 1.2	122.28 ^f ± 2.4

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าที่ได้จากการคำนวณ

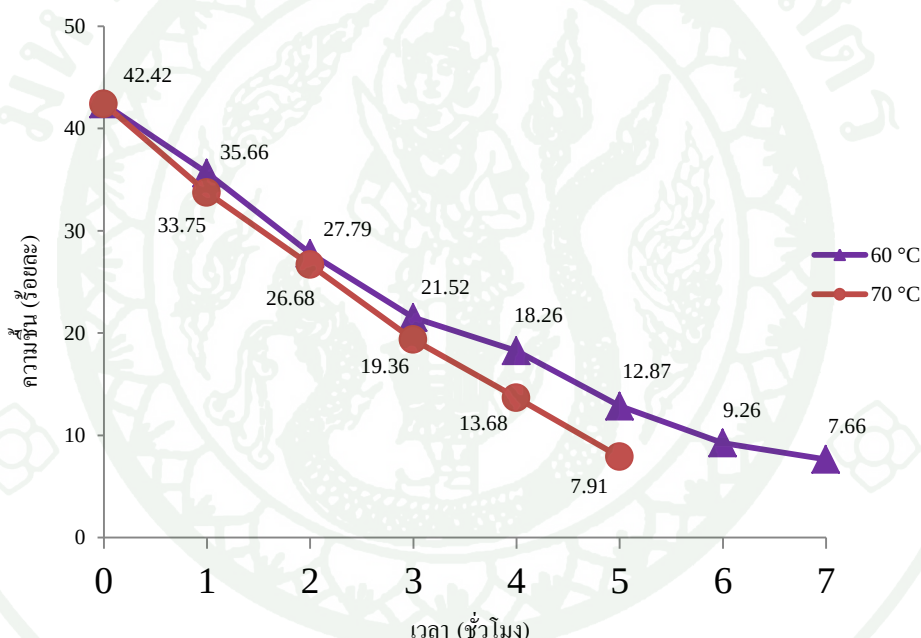
ตัวอักษรในแนวดิ่งหมายถึงค่าที่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตัวเลขบวกลบหมายถึงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทำแห้งของถั่วเหลืองงอกด้วยตู้อบลมร้อน

2.1 ศึกษากราฟการทำแห้งของถั่วเหลืองงอก

จากการทดลองทำแห้งเมล็ดถั่วเหลืองงอกด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อระยะเวลาในการทำแห้งของเมล็ดถั่วเหลืองงอกเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นที่ได้จะมีค่าลดลง ซึ่งการทำแห้งเมล็ดถั่วเหลืองงอกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะทำให้ความชื้นของเมล็ดถั่วเหลืองงอกมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 8 แสดงในภาพที่ 5 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2550)



ภาพที่ 5 ปริมาณความชื้นและเวลาในการทำแห้งของถั่วเหลืองงอกด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส

2.2 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งของถั่วเหลืองงอก

เมื่อนำเมล็ดถั่วเหลืองงอกที่ได้จากการนึ่งแล้วจึงนำมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 2 สภาวะ มาบดด้วยเครื่อง hummer mill ขนาด 100 mesh (ขนาด

อนุภาค 150 ไมโครเมตร) จากนั้นนำตัวอย่างส่งไปวิเคราะห์ปริมาณกาบา พบว่าการทำแห้งเมล็ด ถั่วเหลืองงอกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ปริมาณกาบามีค่าเท่ากับ 93.36 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ปริมาณกาบามีค่าเท่ากับ 80.59 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ดังนั้นจากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทำแห้งของเมล็ดถั่วเหลืองงอกด้วยตู้อบลมร้อน พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสม เนื่องจากมีปริมาณกาบาส่งกว่า

3. การศึกษาคุณภาพของแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาบาส่ง

เมื่อนำเมล็ดถั่วเหลืองงอกมาแช่น้ำเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปนึ่งนาน 15 นาที แล้วจึงนำมาทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง และบดเป็นแป้งด้วยเครื่อง hammer mill ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh (ขนาดอนุภาค 150 ไมโครเมตร) แป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาบาส่งสูงที่สุดได้มีคุณภาพทางกายภาพดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่าค่าสี L^* a^* และ b^* มีค่าเท่ากับ 80.56 2.14 และ 24.81 ตามลำดับ จากการคำนวณค่า hue angle ของแป้งถั่วเหลืองงอกมีค่าเท่ากับ 85.07 ดังนั้นแป้งถั่วเหลืองงอกที่ได้จึงมีสีเหลืองเข้ม ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แป้งจากถั่วเหลืองงอกที่มีกาบาส่ง

เมื่อนำแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาบสูงไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 9 พบว่ามีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 18 และโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามมาตรฐานแป้งถั่วเหลือง (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2550) และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ ต้องพบปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 500 โคโลนีต่อกรัม จึงจะอยู่ในระดับปลอดภัยในการบริโภค ตามมาตรฐานแป้งถั่วเหลือง (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2550)

ตารางที่ 9 คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยาของแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกาบสูง

คุณภาพ	ผลการวิเคราะห์
คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าสี L*	80.56
a*	2.14
b*	24.81
ค่าวอเตอร์แอกติวิตี	0.52
คุณภาพทางเคมี	
ปริมาณกาบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	93.36
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	7.17
ปริมาณไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)	19.09
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	36.02
ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ)	3.74
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	5.40
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	28.58
คุณภาพทางจุลชีววิทยา	
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	<10 est.
จำนวนยีสต์และรา (cfu/g)	<10 est.

หมายเหตุ est. หมายถึง estimated standard plate count จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ไม่มีโคโลนีเจริญในจานเพาะเชื้อ ที่ระดับการเจือจาง ซึ่งไม่ได้อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี/จานเพาะเชื้อ

4. การศึกษาการนำแป้งถั่วเหลืองอกที่มีกาบสูงไปใช้ประโยชน์

4.1 การสำรวจผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและงานวิจัยแสดงในภาคผนวก จ โดยมีรายละเอียดการสำรวจดังนี้

จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ พบว่ามีผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองทั้งหมด 28 กลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังนี้ แครกเกอร์ คุกกี้แท่ง เต้าหู้ เครื่องดื่มธัญหารชนิดขง เครื่องดื่มธัญหาร (U.H.T.) นมถั่วเหลือง (U.H.T.) นมถั่วเหลือง (พาสเจอร์ไรส์) นมถั่วเหลืองชนิดขง ซอส ซิอิ้วขาว เต้าเจี้ยว ซิอิ้วดำ น้ำมัน ถั่วเหลือง เครื่องปรุงรส ขนมอบกรอบ ของหวาน อาหารเด็กอ่อน อาหารเสริมโปรตีน เนื้อเทียม หรือโปรตีนเกษตร คุกกี้ แผ่นเกี้ยว ฟองเต้าหู้ เต้าฮวย เต้าหู้ยี้ เทมเป้ นัตโตะ ฮาโมนัตโตะและถั่วเน่า ดังแสดงในตารางผนวก จ1

ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ พบว่าบรรจุภัณฑ์มีความหลากหลายสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท ได้แก่ ถุงพลาสติก ซองพลาสติก ขวดพลาสติก กล่องพลาสติก ขวดแก้วและกล่องกระดาษ ซึ่งบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวจะมีการพิมพ์ฉลาก ยี่ห้อ ตราสินค้า ชนิดของผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่ายและเครื่องหมายรับรอง นอกจากนี้ยังมีการกล่าวถึงคุณสมบัติประโยชน์ที่ได้หลังจากการรับประทานผลิตภัณฑ์แล้ว ส่วนยี่ห้อ ราคา ส่วนประกอบและขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีความหลากหลายและมีความแตกต่างกัน

4.2 การคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์

4.2.1 การคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

ผลการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์เบื้องต้น โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือก ได้แก่ ความสามารถในการผลิตและข้อจำกัดด้านกระบวนการ การแปรรูป (เครื่องมือและอุปกรณ์) ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตและข้อจำกัดของวัตถุดิบ (วัตถุดิบเป็นแป้งถั่วเหลือง) พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองไม่ผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกทั้ง 3 หัวข้อ เนื่องจากไม่มีเครื่องมือในการผลิตและวัตถุดิบเป็นแป้งถั่วเหลืองอกกาบสูง

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญหาร (U.H.T.) นมถั่วเหลือง (U.H.T.) เครื่องดื่มธัญหารชนิดขง อาหารเด็กอ่อน อาหารเสริมโปรตีนและเนื้อเทียมไม่ผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกหัวข้อความสามารถในการผลิตและข้อจำกัดด้านกระบวนการแปรรูป (เครื่องมือและอุปกรณ์) เนื่องจากที่ภาควิชาไม่มีเครื่องมือบางอย่างที่ใช้ในการผลิต

ผลิตภัณฑ์ซอส ซีอิ๊วขาว เต้าเจี้ยว ซีอิ๊วดำ เทมเป้ นัตโตะ ฮาโมนัตโตะและถั่วเน่าไม่ผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกหัวข้อระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต เนื่องจากผลิตภัณฑ์ต้องใช้เวลาในการผลิตมากกว่า 2 วัน

ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ คุกกี้แพนเค้ก เต้าหู้ ซอส ซีอิ๊วขาว เต้าเจี้ยว ซีอิ๊วดำ น้ำมันถั่วเหลือง ซอสปรุงรส ถั่วเหลืองคั่วกรอบ อาหารเสริมโปรตีน เนื้อเทียม ฟองเต้าหู้ เต้าฮวย เต้าหู้ยี้ เทมเป้ นัตโตะ ฮาโมนัตโตะและถั่วเน่าไม่ผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกหัวข้อข้อจำกัดของวัตถุดิบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้ต้องใช้เมล็ดถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบ แต่วัตถุดิบที่ได้จากงานวิจัยเป็นแป้งถั่วเหลืองอกที่มีกากสูง

ส่วนผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองพาสเจอร์ไรส์ นมถั่วเหลืองชนิดขง คุกกี้และแผ่นเกี๊ยว ผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกทั้ง 3 หัวข้อ เนื่องจากมีความสามารถในการผลิต มีเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตสั้นและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเป็นแป้งถั่วเหลือง

4.2.2 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์เชิงกว้าง

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 4.2.1 มาพิจารณาการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์เชิงกว้าง ผลดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่าผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองชนิดขงมีคะแนนรวมสูงที่สุด รองลงมา คือ นมถั่วเหลืองพาสเจอร์ไรส์ สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองชนิดขงผ่านกระบวนการคัดเลือกผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 10 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์เชิงกว้าง

แนวความคิดผลิตภัณฑ์	หลักเกณฑ์					รวม
	1	2	3	4	5	
	(10)	(7.5)	(7.5)	(10)	(5)	(400)
1. นมถั่วเหลืองพาสเจอร์ไรส์	10	7.5	5	2.5	7.5	256.25
2. นมถั่วเหลืองชนิดขง	10	10	5	7.5	5	312.50
3. ลูกก๊ี้	10	10	2.5	2.5	2.5	231.25
4. แผ่นกล้วย	10	7.5	5	5	2.5	256.25

หมายเหตุ 1= ความสามารถในการผลิตและข้อจำกัดด้านกระบวนการแปรรูป (เครื่องมือและอุปกรณ์) 2= ความยากง่ายของกระบวนการผลิต 3= คุณค่าทางอาหาร (โปรตีน)
4= ปริมาณการใช้แป้งถั่วเหลืองและ 5= ปริมาณแป้งถั่วเหลืองต่อหนึ่งหน่วยบริโภค

4.3 การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค

ผลการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขงกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย คือ กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปที่ใส่ใจสุขภาพและรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง เพศหญิงและชาย อายุ 21-50 ปีขึ้นไป ด้วยวิธีเชิงปริมาณ (quantitative analysis) โดยการออกแบบสอบถามพบว่า

- ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการสำรวจลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงในตารางที่ 11 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 100 คน เป็นเพศชายและเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 45 และ 55 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 28 รองลงมาเป็นช่วงอายุ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 27 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 63 รองลงมา คือ สูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 32 อาชีพส่วนใหญ่เป็นข้าราชการ คิดเป็นร้อยละ 38 รองลงมาเป็นนิสิตหรือนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 25 มีรายได้ต่อเดือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30 รองลงมา คือ 20,001-30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 29

ตารางที่ 11 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจากการสำรวจ

N=100

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
1. เพศ	
หญิง	55
ชาย	45
2. อายุ	
21-30 ปี	28
31-40 ปี	25
41-50 ปี	27
50 ปีขึ้นไป	20
3. การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ	
ปริญญาตรี	63
สูงกว่าปริญญาตรี	32
มัธยมศึกษาตอนปลายหรือปวช.	3
อนุปริญญาหรือปวส.	2
4. อาชีพ	
ข้าราชการ	38
นิสิตหรือนักศึกษา	25
พนักงานบริษัทเอกชน	14
รัฐวิสาหกิจ	12
ธุรกิจส่วนตัว	6
อื่น ๆ (ไปรตระบุ) พนักงานของรัฐและลูกจ้าง	5
5. รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 10,000 บาท	22
10,001-20,000 บาท	30
20,001-30,000 บาท	29
40,001-50,000 บาท	10
31,001-40,000 บาท	6
มากกว่า 50,000 บาท	3

- พฤติกรรมการบริโภคและทัศนคติของผู้บริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขง

ผลจากการสำรวจแสดงในตารางที่ 12 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความถี่ในการบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขงมากที่สุด คือ มากกว่า 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมา คือ 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 23 ยี่ห้อเครื่องดื่มชนิดขงที่นิยมบริโภคมากที่สุด คือ เนสท์เล่ คิดเป็นร้อยละ 53 รองลงมา คือ โอวัลติน คิดเป็นร้อยละ 38 ช่วงเวลาที่นิยมบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขง คือ ตอนเช้า คิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมา คือ ระหว่างมื้ออาหาร คิดเป็นร้อยละ 29 สถานที่ที่นิยมเลือกซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขง คือ ซูเปอร์มาร์เก็ต คิดเป็นร้อยละ 65 รองลงมา คือ ร้านสะดวกซื้อ คิดเป็นร้อยละ 59 และมีปัญหาที่พบในผลิตภัณฑ์ คือ รสชาติ คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมา คือ รูปแบบและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 30

ตารางที่ 12 ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดขง

N=100	
ข้อมูล	ร้อยละ
1. ความถี่ในการบริโภค	
มากกว่า 3-4 ครั้ง/สัปดาห์	40
3-4 ครั้ง/สัปดาห์	23
1-2 ครั้ง/สัปดาห์	21
น้อยกว่า 1-2 ครั้ง/สัปดาห์	16
2. ยี่ห้อเครื่องดื่มชนิดขงที่ซื้อบ่อยที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
เนสท์เล่	53
โอวัลติน	38
โอวัลติน ซอยส์	18
ไมโล	15
จินเจนซิงผง	10
D in 1	9
แอมเวย์	6
แอนมัม	6
ฮอตด้าซิงผง	4

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
ฟิตเน่	4
ลิปตันชา	3
คอก้านมถั่วเหลืองผง	1
ข้าวกล้องงอกผง	1
คอกำขิงผง	1
ข้าวโอ๊ต	1
โครงการหลวงชาเขียวผง	1
เฮอร์บาไลค์	1
3. ช่วงเวลาที่บริโภคเครื่องดื่มชนิดขง	
ตอนเช้า	52
ระหว่างมื้ออาหาร	29
ก่อนนอน	15
อื่น ๆ (โปรดระบุ) หลังอาหารเย็นและเมื่ออยากรับประทาน	4
4. สถานที่เลือกซื้อเครื่องดื่มชนิดขง	
ซูเปอร์มาร์เก็ต เช่น ท็อปส์	65
ร้านสะดวกซื้อ เช่น 7-eleven	59
โมเดิร์นเทรด เช่น บิ๊กซี เทสโกโลตัส	54
ห้างสรรพสินค้า เช่น เซ็นทรัล เดอะมอลล์	40
ร้านขายตรงโดยตัวแทนจำหน่าย	7
ร้านขายสินค้าเพื่อความงามและสุขภาพ	5
อื่น ๆ (โปรดระบุ) ตลาดนัด	1
5. ปัญหาที่พบในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดขง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
รสชาติ	54
รูปแบบและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์	30
อายุการเก็บรักษา	20
บรรจุภัณฑ์	14
อื่น ๆ (โปรดระบุ) คุณภาพของผลิตภัณฑ์	5

เหตุผลที่ผู้ตอบแบบสอบถามบริโภครีเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขงแสดงในตารางที่ 13 พบว่าผู้บริโภครีมีเหตุผลที่เลือกบริโภครีเครื่องดื่มเป็นอันดับ 1 ได้แก่ เพื่อบำรุงสุขภาพ

ตารางที่ 13 เหตุผลที่ผู้บริโภครีเลือกบริโภครีเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขง

N=100

เหตุผลที่เลือกบริโภครีเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขง	ร้อยละ
เพื่อบำรุงสุขภาพ	35
ชอบในรสชาติ	26
เพื่อให้อึดท้อง	22
ช่วยระบบขับถ่ายและลำไส้	5
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมอง	7
ตามแฟชั่น/โฆษณา	3
เพื่อป้องกัน/รักษาโรค	2

รสชาติของเครื่องดื่มชนิดขงที่ผู้ตอบแบบสอบถามนิยมบริโภครีเป็นอันดับ 1 ได้แก่ รสโกโก้หรือช็อคโกแลต ร้อยละ 42 รองลงมา คือ นมถั่วเหลือง ร้อยละ 35 แสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 รสชาติของเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขงที่ผู้บริโภครีนิยมบริโภครี

N = 100

รสชาติที่เลือกบริโภครีมากที่สุด	ร้อยละ
ธรรมชาติ (ไม่ปรุงแต่งรส)	35
โกโก้หรือช็อคโกแลต	42
ชาเขียว	16
กาแฟ	1
ข้าวโพด	2
ข้าว	2
งาดำ	1
วนิลา	1

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 15 พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด ได้แก่ รสชาติอยู่ รองลงมา คือ ตราหรือยี่ห้อ บรรจุภัณฑ์ ราคา มีฉลากบอกรายละเอียดครบถ้วน มีคุณสมบัติต่อสุขภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการตามต้องการ มีความสะดวกในการบริโภค อายุการเก็บรักษา หาซื้อได้ง่ายและมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน ดังนั้นสรุปได้ว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ควรให้ความสนใจในด้านรสชาติมากที่สุด

ตารางที่ 15 ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดชง

N = 100

ปัจจัย	ระดับคะแนน (ความถี่)					ค่าเฉลี่ย	ระดับความสำคัญ
	5	4	3	2	1		
1. ตรา/ยี่ห้อ	8	46	36	8	2	3.50	มาก
2. บรรจุภัณฑ์	5	49	40	6	0	3.53	มาก
3. ราคา	15	55	28	2	0	3.83	มาก
4. รสชาติ	48	43	8	1	0	4.38	มากที่สุด
5. มีฉลากบอกรายละเอียดครบถ้วน	28	41	28	2	1	3.93	มาก
6. คุณสมบัติต่อสุขภาพ	34	48	15	3	0	4.13	มาก
7. มีคุณค่าทางโภชนาการ	27	45	23	5	0	3.94	มาก
8. การโฆษณา/ส่งเสริมการขาย	7	19	54	16	4	3.09	ปานกลาง
9. มีความสะดวกในการบริโภค	18	60	20	2	0	3.94	มาก
10. อายุการเก็บรักษา	13	56	27	3	1	3.77	มาก
11. หาซื้อได้ง่าย	25	59	14	2	0	4.07	มาก
12. กลิ่นหอมน่ารับประทาน	29	50	19	1	1	4.05	มาก
13. ซิมฟรี ณา จุคขาย	1	0	0	0	0	0.05	น้อยที่สุด

หมายเหตุ ปัจจัยมีความสำคัญน้อยที่สุด คือ ช่วงคะแนน 1.00 – 1.80

ปัจจัยมีความสำคัญน้อย คือ ช่วงคะแนน 1.81 – 2.60

ปัจจัยมีความสำคัญปานกลาง คือ ช่วงคะแนน 2.61 – 3.40

ปัจจัยมีความสำคัญมาก คือ ช่วงคะแนน 3.41 – 4.20

ปัจจัยมีความสำคัญมากที่สุด คือ ช่วงคะแนน 4.21 – 5.00

- ความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป

ผลการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป แสดงในตารางที่ 16 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป (ไม่ปรุงแต่งรส) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมาเป็นรสโกโก้หรือช็อคโกแลต คิดเป็นร้อยละ 30

ตารางที่ 16 รสชาติของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูปที่ต้องการ

N = 100

รสชาติ	ร้อยละ
ธรรมชาติ (ไม่ปรุงแต่งรส)	36
โกโก้/ช็อคโกแลต	30
ชาเขียว	9
วนิลา	7
กาแฟ	5
ข้าวโพด	6
งาดำ	3
ข้าว	4

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความต้องการให้ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป ใช้ น้ำตาลทรายเป็นส่วนผสมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 61 ต้องการบรรจุภัณฑ์เป็นแบบถุงอะลูมิเนียมฟลอยด์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47 มีรูปแบบในการบรรจุเป็นแบบในภาชนะบรรจุมีหลายช่องเล็กมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93 แสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ความต้องการชนิดของสารให้ความหวาน บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ รูปแบบของการบรรจุผลิตภัณฑ์และปริมาณในการบริโภคผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค

N = 100

ข้อมูล	ร้อยละ
1. ความต้องการชนิดของสารให้ความหวานที่ใช้ในผลิตภัณฑ์	
น้ำตาลทราย	61
สารให้ความหวาน	39
2. บรรจุภัณฑ์	
ถุงอะลูมิเนียมฟลอยด์	47
กล่องกระดาษ	21
ขวดแก้ว	14
ขวดพลาสติก	7
ถุงพลาสติก	6
กล่องพลาสติก	4
กระป๋อง	1
3. รูปแบบของการบรรจุ	
ในภาชนะบรรจุมีหลายช่องเล็ก	93
ในภาชนะบรรจุมี 1 ช่องใหญ่	7

ถ้ามีผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลวสูงวางจำหน่ายในท้องตลาดผู้บริโภคมีความสนใจบริโภคผลิตภัณฑ์นี้คิดเป็นร้อยละ 93

4.4 การศึกษาอัตราส่วนการผสมน้ำร้อนของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลวสูง

จากการศึกษาอัตราส่วนการผสมน้ำร้อนของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลวสูงทั้ง 3 อัตราส่วน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลวสูงต่อน้ำร้อน (w/v) เท่ากับ 1:3.5 1:4.0 และ 1:4.5 ตามลำดับ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ hedonic 9-point scaling ร่วมกับการทำ just about right ในคุณลักษณะกลิ่นรสถั่วเหลือง กลิ่นรสนม ความมัน รสหวานและความชอบรวม กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 18 และ 19 พบว่าสูตร

ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป (w/v) เท่ากับ 1:4.0 มีคะแนนความชอบรวมมากกว่า สูตร 1:4.5 และ 1:3.5 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง ส่วนคุณลักษณะกลิ่นรสตัวเหลือง กลิ่นรสและความมันของทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนคุณลักษณะความหวานของทั้ง 3 สูตร ผู้ทดสอบให้คะแนน ความชอบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และผลจากการทำ just about right พบว่าสูตรผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป (w/v) เท่ากับ 1:4.0 ในทุกคุณลักษณะ ผู้ทดสอบให้คะแนนความพอใจอยู่ในระดับพอใจ ซึ่งมีคะแนนมากกว่าร้อยละ 70 สูตรที่ได้จึงมีความ เหมาะสมและไม่ต้องการพัฒนาสูตรต่อไป

ดังนั้นจึงนำสูตรผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป (w/v) เท่ากับ 1:4.0 มา ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป โดยมีส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ดังนี้ แป้งถั่วเหลืองออก ร้อยละ 35 น้ำตาลร้อยละ 32 ครีมเทียมร้อยละ 22 และนมผงร้อยละ 11 มีกรรมวิธีในการผลิตโดย การนำส่วนผสมทั้งหมดบรรจุลงในถังผสม จากนั้นทำการผสมด้วยเครื่องผสมนาน 20 นาที ก็จะ ได้ ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป

ตารางที่ 18 คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป

สูตร	คุณลักษณะ				
	กลิ่นรสตัวเหลือง ^{ns}	กลิ่นรสนม ^{ns}	ความมัน ^{ns}	รสหวาน	ความชอบรวม
1:3.5	6.0 ± 1.8	6.5 ± 1.2	6.4 ± 1.3	5.2 ^b ± 2.3	5.8 ^b ± 1.7
1:4.0	6.7 ± 1.4	6.7 ± 1.0	6.8 ± 1.1	6.6 ^a ± 1.5	6.7 ^a ± 1.3
1:4.5	6.4 ± 1.4	6.4 ± 1.2	6.5 ± 1.2	6.1 ^{ab} ± 1.8	6.1 ^{ab} ± 1.7

หมายเหตุ ตัวอักษร ^{a-b} ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกัน ทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตัวอักษร ^{ns} ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตัวเลขบวกลบหมายถึงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

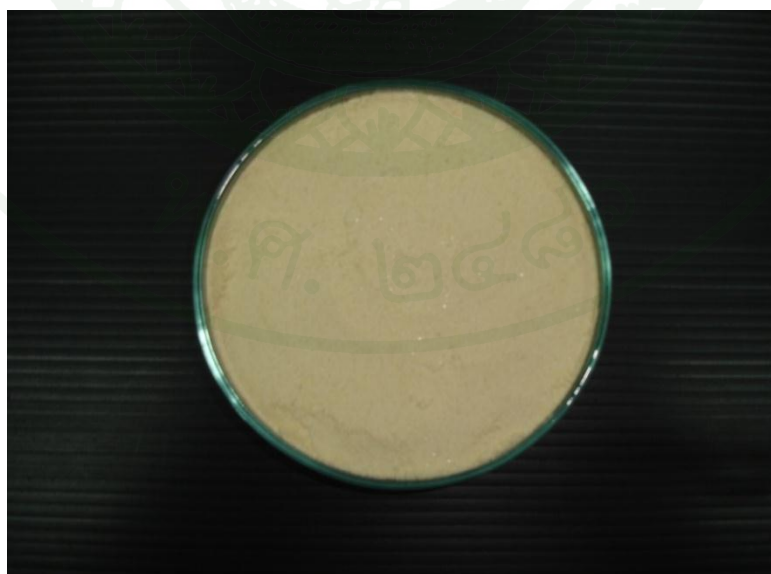
ตารางที่ 19 ความพอดีของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว

สูตร	คุณลักษณะ/คะแนนความพอดี (ร้อยละ)											
	กลิ่นรสถั่วเหลือง			กลิ่นรสนม			ความมัน			รสหวาน		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1:3.5	13.33	60.00	26.67	10.00	86.67	3.33	13.33	73.33	13.33	10.00	33.33	56.67
1:4.0	13.33	70.00	16.67	20.00	76.67	3.33	20.00	80.00	0.00	6.67	76.67	16.67
1:4.5	13.33	76.67	10.00	33.33	56.67	10.00	26.67	73.33	0.00	36.67	50.00	13.33

หมายเหตุ 1 หมายถึง น้อย, 2 หมายถึง พอดี และ 3 หมายถึง มาก

4.5 การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว

ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลวที่พัฒนาได้มีลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ก่อนการผสมน้ำร้อนแสดงในภาพที่ 7 โดยมีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียด สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมของนมและถั่วเหลือง ส่วนลักษณะปรากฏหลังการผสมน้ำร้อน 150 มิลลิลิตรต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว 1 ซอง (ขนาดบรรจุ 37.5 กรัม) แสดงในภาพที่ 8 โดยมีลักษณะเป็นสีเหลือง มีกลิ่นหอมของนมและถั่วเหลือง



ภาพที่ 7 ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งเหลว (ผง)



ภาพที่ 8 ผลิตกัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูง (ผสมน้ำร้อน 150 มิลลิลิตร)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตกัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูง แสดงในตารางที่ 20 พบว่าค่าสี L^* , a^* และ b^* มีค่าเท่ากับ 85.44 0.59 และ 19.55 ตามลำดับ จากการคำนวณค่า hue angle ของผลิตกัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูงมีค่าเท่ากับ 88.27 ดังนั้นแป้งถั่วเหลืองงอกที่ได้จึงมีสีเหลืองเข้ม มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า 0.50 โดยมาตรฐานผลิตกัณฑ์ชุมชน (2546) กำหนดไว้ว่าระดับค่าวอเตอร์แอกติวิตีของอาหารที่มีความปลอดภัยต้องมีค่าไม่เกิน 0.5 มีความสามารถในการละลายน้ำได้เท่ากับร้อยละ 73.18 ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราอยู่ในระดับที่กำหนด (มาตรฐานผลิตกัณฑ์ชุมชน, 2550)

ผลิตกัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูง 1 หน่วยบริโภค คือ 37.5 กรัม ที่พัฒนาได้จะมีปริมาณกาบาเท่ากับ 16.14 มิลลิกรัม

ตารางที่ 20 คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป

คุณภาพ	ผลการวิเคราะห์ (100 กรัม)
คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าสี L*	85.44
a*	0.59
b*	19.55
ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี	0.40
ค่าการละลายน้ำ (ร้อยละ)	73.18
ค่าการดูดซับน้ำ (ร้อยละ)	2.97
คุณภาพทางเคมี	
ปริมาณกาบา (มิลลิกรัม)	43.02
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	2.89
ปริมาณไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)	3.72
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	34.66
ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ)	1.81
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	2.47
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	54.45
คุณภาพทางจุลชีววิทยา	
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	<10 est.
จำนวนยีสต์และรา (cfu/g)	<10 est.

หมายเหตุ est. หมายถึง Estimated Standard Plate Count จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ไม่มีโคโลนีเจริญ
ในงานเพาะเชื้อ ที่ระดับการเจือจาง ซึ่งไม่ได้อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี/งานเพาะเชื้อ

4.6 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป โดยมีผู้ทดสอบจำนวน 100 คน ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์แสดงดังตารางที่ 21 พบว่าเป็นเพศชายและเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 48 และ 52 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 21-30 ปี ร้อยละ 28 รองลงมาเป็นช่วงอายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 26 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 67 รองลงมา คือ สูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 30 อาชีพส่วนใหญ่ของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นข้าราชการ คิดเป็นร้อยละ 30 รองลงมา คือ นิสิตหรือนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 25 มีรายได้ต่อเดือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมา คือ ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30

ตารางที่ 21 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

		N = 100
ลักษณะทางประชากรศาสตร์		ร้อยละ
1. เพศ		
หญิง		52
ชาย		48
2. อายุ		
21-30 ปี		28
31-40 ปี		26
41-50 ปี		24
50 ปีขึ้นไป		22
3. การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ		
ปริญญาตรี		67
สูงกว่าปริญญาตรี		30
มัธยมศึกษาตอนปลายหรือปวช.		3
4. อาชีพ		
ข้าราชการ		30
นิสิตหรือนักศึกษา		25

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
พนักงานบริษัทเอกชน	20
ธุรกิจส่วนตัว	18
รัฐวิสาหกิจ	5
อื่น ๆ (โปรครระบุ) พนักงานของรัฐและลูกจ้าง	2
5. รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 10,000 บาท	30
10,001-20,000 บาท	40
20,001-30,000 บาท	4
30,001-40,000 บาท	10
40,001-50,000 บาท	2
มากกว่า 50,000 บาท	4

ผลคะแนนความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกบาสูง แสดงในตารางที่ 22 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ถั่วเหลือง กลิ่นรสนมและรสหวานอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7) และความมัน ปริมาณการบริโภค และความชอบรวมอยู่ในระดับชอบมาก (8)

ตารางที่ 22 คะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกบาสูง

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	7.4 ± 0.9
กลิ่นรสถั่วเหลือง	7.4 ± 0.9
กลิ่นรสนม	7.4 ± 0.9
ความมัน	7.5 ± 1.1
รสหวาน	7.3 ± 1.1
ปริมาณการบริโภค	7.5 ± 0.9
ความชอบรวม	7.5 ± 0.8

ในส่วนของการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค (ตารางที่ 23) พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 100 คน ให้ความยอมรับและตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกานาสูงบรรจุขนาด 37.5 กรัม ถึงร้อยละ 98 โดยอีกร้อยละ 2 ที่ไม่ยอมรับและไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ไม่ได้ระบุเหตุผลในการตัดสินใจ

ตารางที่ 23 คะแนนการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกานาสูงของผู้บริโภค

N = 100	
การยอมรับ	ร้อยละ
การยอมรับของผู้บริโภค	
ยอมรับ	98
ไม่ยอมรับ	2
การตัดสินใจซื้อ	
ซื้อ	98
ไม่ซื้อ	2

4.7 การศึกษาต้นทุนของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกานาสูง

จากการคิดค่าใช้จ่ายโดยประมาณค่าจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกานาสูงที่มีขนาด 1 หน่วยบริโภค เท่ากับ 37.5 กรัม มีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

ถั่วเหลืองกิโกรัมละ 21.00 บาท คัดแยกสิ่งปลอมปนและเมล็ดเสียออก 50 กรัม ได้เป็นเมล็ดถั่วเหลืองร้อยละ 95 ราคากิโกรัมละ 22.10 บาท ได้เป็นแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกานาสูงร้อยละ 94.50 ดังนั้นแป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกานาสูง 1 กิโลกรัม จะมีราคา 23.39 บาท เมื่อนำมาคำนวณรวมกับวัตถุดิบอื่น ๆ พบว่าต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกานาสูงต่อ 1 หน่วยบริโภค (37.5 กรัม) มีราคาเท่ากับ 3.62 บาท (เฉพาะวัตถุดิบ) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ราคาวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป (หนึ่งหน่วยบริโภค 37.5 กรัม)

ส่วนผสม	ราคาต่อหน่วย (บาท/กิโลกรัม)	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคา (บาท)
แป้งถั่วเหลืองงอกที่มีกากสูง	23.39	13.13	0.39
น้ำตาลทรายปน	29.50	12.00	0.35
นมผง	215.00	8.25	1.77
ครีมเทียม	148.50	4.13	0.61
ถุงอะลูมิเนียมฟลอยด์	50.00 (100 ใบ)	1.00 (ใบ)	0.50
รวมราคาวัตถุดิบทั้งหมด			3.62

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. กรรมวิธีการผลิตแป้งถั่วเหลือง คือ นำถั่วเหลืองไปแช่น้ำด้วยอัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำเท่ากับ 1:3 (w/v) เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปนึ่งนาน 15 นาที แล้วจึงนำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (tray dry) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง และบดด้วยเครื่อง hammer mill ขนาด 100 mesh (ขนาดอนุภาค 150 ไมโครเมตร) จะได้แป้งถั่วเหลืองออกที่มีกาบาสูง

2. แป้งถั่วเหลืองออกที่มีกาบาสูงที่พัฒนาได้มีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 80.56 2.14 และ 24.81 ตามลำดับ ค่าวอเตอร์แอคติวิตีเท่ากับ 0.52 ความชื้นร้อยละ 7.17 ไขมันทั้งหมดร้อยละ 19.09 โปรตีนร้อยละ 36.02 โยอาหารร้อยละ 3.74 เกลือร้อยละ 5.40 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 28.58 ปริมาณกาบาเท่ากับ 93.36 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ที่ความชื้นร้อยละ 7.17 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 cfu/g

3. การสำรวจผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่ามีผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองทั้งหมด 86 ยี่ห้อ สามารถจำแนกผลิตภัณฑ์ออกเป็น 28 กลุ่มผลิตภัณฑ์ และผลการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองชนิดผงผ่านกระบวนการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ส่วนการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองชนิดผงและมีความหวาน

4. ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูงมีสูตรผลิตภัณฑ์ ดังนี้ แป้งถั่วเหลืองออกร้อยละ 35 น้ำตาล ร้อยละ 32 ครีมเทียมร้อยละ 22 และนมผงร้อยละ 11 หนึ่งหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 37.5 กรัม ผสมน้ำร้อน 150 มิลลิลิตร และมีต้นทุนในการผลิต (วัตถุดิบ) เท่ากับ 3.62 บาท

5. ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูงที่พัฒนาได้มีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 85.44 0.59 และ 19.55 ตามลำดับ ค่าวอเตอร์แอคติวิตีเท่ากับ 0.40 ค่าการละลายน้ำร้อยละ 73.18 ค่าการดูดซับน้ำร้อยละ 2.97 ความชื้นร้อยละ 2.89 ไขมันทั้งหมดร้อยละ 3.72 โปรตีนร้อยละ 34.66 โยอาหารร้อยละ 1.81 เกลือร้อยละ 2.77 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 54.45 ปริมาณกาบา 43.02 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์ราน้อยกว่า 10 cfu/g ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกาบาสูง 1 ชง (37.5 กรัม) ที่พัฒนาได้มีปริมาณกาบาเท่ากับ 16.14 มิลลิกรัม

6. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสตัวเหลือง กลิ่นรสนมและรสหวานอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ความมัน ปริมาณการบริโภคและความชอบรวมอยู่ในระดับชอบมาก ผู้บริโภคให้ความยอมรับและตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 98

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ควรมีการศึกษาว่ามีคุณค่าทางโภชนาการชนิดอื่น ๆ อีก เช่น พลังงาน คอเลสเตอรอล วิตามิน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไป
2. อาจมีการเพิ่มความหลากหลายของรสชาติกับผลิตภัณฑ์นมตัวเหลืองผงกبابสูงได้ เช่น รสช็อกโกแลต รสกาแฟและรสข้าวโพด เป็นต้น
3. นำแป้งถั่วเหลืองอกที่มีกبابสูงที่พัฒนาได้ไปทดลองทำผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เนื่องจากแป้งถั่วเหลืองอกที่ได้มีปริมาณกبابสูง เพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. **ฐานความรู้เรื่องพืช กรมวิชาการเกษตร:**
ข้าว แหล่งที่มา http://www.doa.go.th/P1_data/RICE/1STAT/st01.html 23 กันยายน. 2551.
- กลุ่มเกษตรสัญจร. 2542. **ถั่วเหลือง. กลุ่มเกษตรสัญจร, นนทบุรี.**
- กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2535. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.**
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดข้าว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**
- ดวงจงกล สุทธิเนียม. 2550. **การพัฒนาเครื่องดัดเพื่อสุขภาพชนิดผงจากข้าวกล้องหอมมะลิออกสำหรับผู้บริโภคสูงอายุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**
- ฐานิยา จิตะฐาน. 2538. **ผลของการงอกที่มีต่อคุณค่าทางโภชนาการ และความหนืดของลูกเต๋อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.**
- ทวี คุปต์กาญจนากุล. 2543. **ความรู้เรื่องข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. ความรู้เรื่องข้าว. กรมวิชาการเกษตร, ปทุมธานี.**
- ทนง ภัครัชพันธุ์. 2524. **อุตสาหกรรมเครื่องดัด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**
- ทองปลิว ปลื้มปัญญา. 2532. **ความหนืดและปริมาณสารอาหารในข้าวที่เพาะให้งอกและผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นเป็นอาหารเด็กอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.**
- ไทยรัฐ. 2555. กรุงเทพฯ: 7 กุมภาพันธ์ 2555. หน้า 8.
- ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. **หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.**

ผู้จัดการ. 2544. กรุงเทพฯ: 10 กรกฎาคม 2544. หน้า 10.

ไพโรจน์ วิริยจริ. 2535. **เครื่องดื่มน้ำ**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2550. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแป้งถั่วเหลือง**. มพช. 1377/2550.

รักษ์ วิมูลชาติ. 2548. V-fit นำนมข้าวยาสูบ บริสุทธิ์จากธรรมชาติ ผลผลิตจากภูมิปัญญาข้าวของไทย.
เกษตรแปรรูป. 3(36): 14-17

รุ่ง พันธุ์ศรีวงศ์. 2537. การสกัดเอนไซม์แอซิดฟอสฟาเตสจากเมล็ดพืชบางชนิดที่กำลังงอก
และการทำให้บริสุทธิ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลักษณ์ จารุณข, ประชา บุญญศิริกุล และช่อลัดดา เทียงพุก. 2543. การใช้กระบวนการเอ็กซ์ทราซัน
สำหรับการเตรียมเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปที่มีข้าวโพดและถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบหลัก.
รายงานผลการวิจัย ท-อ 18.43.

พิชัย สราญรมย์. 2528. **ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลือง**สำหรับการศึกษาระดับปริญญา. วิทยาลัย
รำไพพรรณี, จันทบุรี.

พัชรี ตั้งตระกูล, วารุณี วารัญญานนท์, วิภา สุโรจนะเมธากุล และลัดดา วัฒนศิริธรรม. 2550.
การเพิ่มปริมาณกรดแกมมาอะมิโนบิวเทอริกในคัพเค้กข้าวเจ้าและข้าวเหนียวโดยการแช่น้ำ.
วารสารอาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. การทดสอบผู้บริโภคในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์. ใน รุ่งนภา พงศ์
สวัสดิ์มานิต, บรรณาธิการ. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร**.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ วิริยจริ. 2539. **หลักการเทคโนโลยี เล่ม 2**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ
อาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วราวุฒิ ครุส่ง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
กรุงเทพฯ.

วัลลภ สันติประชา. 2540. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันเพ็ญ มีสมญา. 2543. ถั่วเหลืองในสหัฐวรรษใหม่. วารสารอาหาร 30(1): 52-58.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2554. เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องอกผสมธัญพืช. แหล่งที่มา:
http://www.brrd.in.th/main/document/rice_water.pdf, 24 กุมภาพันธ์ 2554.

สุภาดวง เรืองรุจิระ. 2534. ระเบียบวิธีวิจัยเบื้องต้น. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, กรุงเทพฯ.

สุพัตรา เลิศวนิชย์วัฒนา. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวกล้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์, ปริญ ลักขิตานนท์, ศุภร เสรีรัตน์ และองอาจ ปทะวนิช. 2546. การบริหาร
การตลาดยุคใหม่. บริษัท ธรรมสาร จำกัด, กรุงเทพฯ.

อัมพร แซ่เอียว. 2543. คุณค่าทางโภชนาการและการใช้ประโยชน์ของแป้งจากเมล็ดพืชงอก.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Abe, T., Y. Kurozumi, W. Yao and T. Udeka. 1998. High-performance liquid chromatographic
determination of β -alanine, β -aminoisobutyric acid and γ aminobutyric acid in tissue
extracts and urine of normal and (aminooxy)acetate-treated rats. **Chromatography**, 712,
43-49.

- Agu, R.C. and G.H. Palmer. 1997. The effect of temperature on the modification of sorghum and barley during malting. **Process Biochem.** 32 (6): 501–507.
- Anderson, J.J.B. and S.C. Garner. 2000. The soybean as a source of bioactive molecules, pp. 239-270. *In* M.K. Schmidl and T.P. Labuza, eds. **Essentials of Function Foods**. Aspen Publishers, Inc., Maryland.
- A.O.A.C. 2000. **Official Methods of Analysis**. 18th ed., The Association of Official Analytical Chemists Arlington, Virginia.
- Bai, Y., L.A. Wilson and B.A. Glatz. 1998. Quality of commercial shelf-stable soymilk products. **J. Food Prot.** 61(9): 1161-1164.
- Bamforth, C.W. and A.H.P. Barclay. 1993. Malting technology and the uses of malt, pp. 297-354. *In* A.W. MacGregor and R.S. Bhatti (eds). **Barley Chemistry and Technology**. American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, MN.
- Beasley, S., H. Tuorila and P.E.J. Saris. 2003. Fermented soymilk with a monoculture of *Lactococcus lactis*. **Int. J. Food Microbiol.** 81: 159-162.
- Brandtzaeg, B., N.G. Malleshi and U. Svanberg. 1981. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake with special reference to the feeding of preschool children (III). **Trop Ped.** 27: 184-189
- Bvochora, J.M., J.S. Reed and R. Zavauya. 1999. Effect of fermentation process on proanthocyanidins in sorghum during preparation of Mahewu, a non-alcoholic beverage. **Process Biochem.** 35: 21–25.
- Capanzana, M.V. and K.A. Buckle. 1989. Optimisation of germination conditions by response surface methodology of a high amylase rice (*Oryza Sativa*) cultivar **Iwt.** 30:155-165.

- Cheng, Y.J., L.D. Thompson and H.C. Brittin. 1990. Sogurt, a yogurt-like soybean product: development and properties. **J. Food Sci.** 55(4): 1178-1179.
- Choi, I., D. Kim., J. Son., C. Yang., J. Chun and K. Kim. 2006. Physical-chemical properties of giant embryo brown rice (Keunnunbyeon). **Agric. Chem. Biotechnol.** 49 (3): 95-100.
- De, S.S. 1971. **Technology of production of edible flours and protein products from soybean.** Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Egli, I., L. Davidsson, M.A. Juillerat., D. Barclay, and R.F. Hurrell. 2002. The Influence of soaking and germination on the phytase activity and phytic acid content of grains and seeds potentially useful for complementary feeding. **J. Food Sci.** 67(9).
- FAO. 2002. Power flour for weaning food. Available Source: <http://edie.cprost.sfu.ca/gcnet/iss-4-33b.html>, January 14, 2002
- Gopadas, T., P. Mehta, A. Patil and H. Gandhi. 1986. Study on reduction in viscosity of thick rice gruel with small quantities of amylase rich cereal malt. **Food and Nutr. Bull.** 8: 42-47.
- Hamad, A.M. and M.L. field. 1979. Evaluation of the protine quality and available lysine of germinated and fermented cerials. **Food Sci.** 44: 456.
- He, M. and J. Yang. 1999. Effect of different forms of antimony on rice during the period of germination and growth and antimony concentration in rice tissue. **The Science of the Total Environment.** 243-244: 149-155.
- Hui, Y.H. 1992. **Encyclopedia of Food Science and Technology.** vol. 4. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- ISTA. 2006. International Rules for Seed Testing Rules. **Seed Sci. and Technol.** 4: 3-49.

- Jirapa, P., H. Normah, M.M. Zamaliah, R. Asmah and K. Mohamad. 2001. Nutritional quality of germinated cowpea flour (*Vigna unguiculata*) and its application in home prepared powdered weaning foods. **Plant Foods for Human Nutrition** (Dordrecht, Netherlands). 56(3): 203-216.
- Karlson, A. and U. Svanberg. 1982. Dietary bulk as a limiting factor for nutrient intake in preschool children (IV). **Trop Ped.** 28: 230-234.
- Kawabata, K., T. Tanaka, T. Murakami, T. Okada., H. Murai, T. Yamamoto, A. Hara., M. Shimizu, Y. Yamada, K. Masunaga, T. Kuno, N. Yoshimi, S. Sugie and H. Mori. 1999. Dietary prevention of azoxymethane-induced colon carcinogenesis with rice germ in F344 rats. **Carcinogenesis** 20(11): 2109-2115.
- Komatsuzaki, N., K. Tsukahara, H. Toyoshima, T. Suzuki, N. Shimizu and T. Kimura. 2007. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. **J. Food Eng.** 78: 556-560.
- Lea, P.J., S.A. Robinson and G.R. Steward 1990. **The Biochemistry of Plants.**
- Liu, K. 1997. **Soybeans: Chemistry, Technology and Utilization.** Chapman & Hall, New York.
- Liu, L.L., H.Q. Zhai, and J.M. Wan. 2005. Accumulation of gamma-aminobutyric acid in giant-embryo rice grain in relation to glutamate decarboxylase activity and its gene expression during water soaking. **Cereal Chem.** 82(2): 191-196.
- Lorenz, K. 1980. Cereal Sprouts : Composition ,Nutrition Value , Food Application. Critical Reviews in **Food Science and Nutrition.** 13(4): 353-385.

- Malleshi, N.G. and H.S.R. Desikachar. 1982. Formulation of a weaning food with low hot paste viscosity based on malted ragi (*Eleusine coracana*) and green gram (*Phaseolus radiatus*). **Food Sci. and Tech.** 19 (3): 193-195.
- Marero, L.M., M. Payumo, E.M. Aguinaldu and S. Homma. 1988. Nutritional characteristics of weaning food prepared from germinated cereal and legumes. **Food Sci.** 53: 1399-1402.
- Mori, H., K. Kawabata, N. Yoshimi, T. Tanaka, T. Murakami, T. Okada and H. Murai. 1999. Chemopreventive effects of ferulic acid on oral and rice germ on large bowel carcinogenesis. **Anticancer Research** 19: 3775-3778.
- Nielsen, N.C. 1996. Soybean seed composition, pp. 127-163. In D.P.S. Verma and R.C. Shoemaker, eds. **Soybean: Genetics, Molecular Biology and Biotechnology**. Biddles Ltd., Guildford, U.K.
- Nirmala, M., S. Rao, and G. Muralikrishna. 2000. Carbohydrates and their degrading enzymes from native and malted finger millet (Ragi, *Eleusine coracana*, Indaf-15). **Food Chem.** 69: 175-180.
- Noble, R.E. 2001. Effect of cigarette smoke on seed germination. **The Science of the Total Environment.** 261(1-3): 177-179.
- Oh, S. H., J.R. Soh and Y. S. Cha. 2003. Germinated brown rice extract shows a nutraceutical effect in the recovery of chronic alcohol-related symptoms. **J. Med. Food.** 6: 115-121.
- Ohtsubo, K., K. Suzuki, Y. Yasui and T. Kasumi. 2005. Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. **J. Food Compos and Anal.** 18(4): 303-316.

- Okada, T., T. Sugishita, T. Murakami, H. Murai, T. Saikusa, T. Horino, A. Onoda, S. Kajimoto, R. Takahashi and T. Takahashi. 2000. Effect of the defatted rice germ enriched with GABA for sleeplessness, depression, autonomic disorder by oral administration. **Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi**. 47(8): 596–603.
- Opuku, A.R., S.O. Oihenhen and N. Ejiofor. 1981. Nutrient composition of millet, (*Pennisetum typhoides*) grains and milts. **Agric. Food Chem.** 29: 1247.
- Paschal, E.H. and M.A. Ellis. 1978. Variation in seed quality characteristics of tropical grown soybeans. **Crop Sci.** 18: 837-840.
- Pathirana, R.A., K. Sivayogasundaram and P.M. Jaytissa. 1983. Optimization of Conditions for malting of sorghum. **Food Sci. Tech.** 20: 108-111.
- Pinthong, R., R. Macrea and J. Rothwell. 1980. The development of a soya-based yoghurt. I. Acid production by lactic acid bacteria. **J. Food Technol.** 15: 647-652.
- Ranhotra, G.S., R.J. Loewe and T.A. Lehmann. 1977. Breadmaking quality and nutritive value of sprouted wheat. **J. Food Sci.** 42(5): 1373-1375.
- Rivera, F.T. 1995. **Soybean as Human Food Philosophy of the Poor as First and Foremost.** Central Luzon State University, Philippines.
- Saikusa, T., T. Horino, and Y. Mori. 1994. Distribution of free amino acids in the rice kernel and kernel fractions and the effect of water soaking on the distribution. **J. Agric. Food Chem.** 42: 1112-1126.
- Scott W.O. and S.R. Aldrich. 1983. Modern Soybean Production. **Champaign Illinois.** Columbia.

- Sheorain, V.S. and D.S. Wagle. 1973. Beta-amylase acitivity in germinated bajra and barley varieties. **Food Sci. and Tech.** 10: 184-186.
- Shoichi, I. and Y. Ishikawa. 2004. Marketing of value-added rice products in Japan: germinated brown rice and rice bread, pp 1-10. *In* **FAO International Rice Year, 2004 Symposium**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy.
- Smith, A.K. and J. Circle. 1980. **Soybean: Chemistry and Technology**. AVI Publishing Company, Inc., U.S.A.
- Somogyi, S. and N. Nelson. 1952. A photometric adapyion of somogyi and method for the determination of cellulose. **Biol Chem.** 153: 1.
- Sutinium, D., V. Haruthaithasan and P. Chumpreeda. 2007. Devenlopment of Instant Nutitious Beverage from Germinated Jasmine Brown Rice for Eldeyly Consumer. **Kasetsart Journal.** 42: 88-98.
- Taylor, J.R.N. 1983. Effect of malting on the protein and free amino nitrogen composition of sorghum. **Sci. Food Agric.** 34: 885-892.
- TeKrony, D.M., D.B. Egli and A.D. Phillips. 1980. Effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seed. **Agron. J.** 72: 749-753.
- Trugo,L.C., M. Muzquiz, M.M. Pedrosa, G. Ayet, C. Burbano, C. Cuadrado and E. Cavieres. 1999. Influence of malting on selected components of soya bean, black bean, chickpea and barley. **Food Chemistry.** 65: 85-90.
- Tsai, C.Y. and A. Delby. 1975. Lysine and tryptophan in creasing during germination of maize seed. **Cereal Chem.** 43: 231-235.

Wang, Y.D. and M.L. Field. 1978. Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritive value. **Food Sci.** 43: 1113.

Watchraparpaiboon, W., P. Laohakunjit, O. Kerdchoechuen and S. Photchanachai. 2007. Effects of pH, temperature and soaking time on qualities of germinated brown rice **J. Agric. Sci (Suppl.)** 39(6): 169-172.

Yamada, C., H. Izumi, J. Hirano, A. Mizukuchi, M. Kise, T. Matsuda, and Y. Kato. 2005. Degradation of soluble proteins including some allergens in brown rice grains by endogenous proteolytic activity during germination and heat-processing. **J. Biotech.** 69 (10): 1877–1883.

Yee, Y.B. 1996. Nutritional aspects of soybean, pp. 1-17. *In Symposium on Soy Protein and Soy Food Development*. American soybean association and Institute of food research and product development, Kasertsat University, Thailand.





1. การวิเคราะห์ค่าสี (A.O.A.C., 2000)

1.1 เครื่องมือ

1.1.1 เครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM-3500d

1.2 วิธีการวิเคราะห์

ทำการวัดค่าสีในระบบ CIE L* a* และ b* ด้วยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM-3500d เลือกวัดการส่องผ่านแสง (transmittance) ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร โดยนำตัวอย่างมาบรรจุลงในที่ใส่ตัวอย่างประมาณ 1/3 ของภาชนะ ใช้แหล่งกำเนิดแสง D₆₅ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ แต่ละซ้ำวัด 4 ครั้ง

2. การวิเคราะห์ค่าการดูดซับน้ำ (water absorption) และค่าการละลายน้ำ (water solubility indices)

2.1 เครื่องมือ

2.1.1 เครื่องปั่นเหวี่ยงพร้อมหลอดพลาสติกปริมาตร 30 มิลลิลิตร

2.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง

2.1.3 คู่มือไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้

2.1.4 อ่างน้ำไฟฟ้าที่ปรับความเร็วรอบการเขย่าและควบคุมอุณหภูมิได้

2.2 วิธีการวิเคราะห์

2.2.1 ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม (คิดต่อน้ำหนักแห้ง) ลงในหลอดพลาสติกสำหรับปั่นเหวี่ยง (ที่ทราบน้ำหนักหลอดเริ่มต้นแล้ว) เติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

2.2.2 บ่มตัวอย่างในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส และเขย่าที่ความเร็วรอบ 174 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที

2.2.3 นำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แยกส่วนใส (supernatant) ที่ได้ลงในจานระเหยที่ทราบน้ำหนักแล้วและชั่งน้ำหนักส่วนใสก่อนทำการระเหยจนแห้งส่วนตะกอนตัวอย่างที่กั้นหลอด ให้นำมาชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณหาความสามารถในการดูดซับน้ำของตัวอย่าง

2.2.4 ระเหยส่วนใสบนอ่างน้ำเดือดจนแห้ง จึงนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วจึงนำจานระเหยเก็บไว้ในเดสิคเคเตอร์ประมาณ 1-2 ชั่วโมง และนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณหาส่วนที่สามารถละลายได้ ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{water solubility indices} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนใสหลังอบแห้ง} \times 100 (\%)}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้งเริ่มต้น}} \quad (\text{WSI})$$

$$\text{water absorption indices} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนตัวอย่างหลังการปั่นเหวี่ยง (g/g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้งเริ่มต้น}} \quad (\text{WAI})$$

3. การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) (A.O.A.C., 2000)

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 เครื่องวัด water activity ยี่ห้อ thermoconstanter รุ่น Th 200 (บริษัท Novarsina Ltd., ประเทศสวีเดน)

3.2 วิธีการวิเคราะห์

3.2.1 นำตัวอย่างใส่ในถัลดับวัดค่าประมาณ 3/4 ของภาชนะ ซึ่งมีขีดบอกการใส่ระดับของตัวอย่างและปิดฝาพับไว้

3.2.2 นำตัวอย่างที่ใส่ถัลดับเปิดฝาดูและใส่ในช่องวัดค่า a_w ทำการวัดค่าและบันทึกข้อมูล



1. การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugar) โดยวิธี Somogyi and Nelson (1952)

1.1 การเตรียมสารเคมี alkaline copper reagent: ชั่งสารต่อไปนี้ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 71 กรัม NaK Tartrate 40 กรัม NaOH 4 กรัม และ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 8 กรัม ละลายสารในน้ำกลั่นประมาณ 700 มิลลิลิตร ตามลำดับ และเริ่มให้ความร้อนเมื่อเติม $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ จนละลายหมดแล้วจึงเติม Na_2SO_4 180 กรัม จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง 24–48 ชั่วโมง แล้วนำมากรองตะกอนออกก่อนใช้

Nelson Reagent: ชั่งสารต่อไปนี้ $(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 53.2 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 21 มิลลิลิตร และ $\text{Na}_2\text{HASO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 6 กรัม ละลายสารตามลำดับในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง 24–48 ชั่วโมง แล้วนำมากรองตะกอนออกก่อนใช้

1.2 การเตรียมกราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส เตรียมสารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้นร้อยละ 0.2 นำสารละลายน้ำตาลที่ได้มาทำให้เจือจางเป็นความเข้มข้นร้อยละ 0.02 และนำมาทำให้มีความเข้มข้นต่าง ๆ จากน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 0.02

1.3 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง

1.3.1 ปิเปตสารละลายน้ำตาลลงในหลอดทดลอง 1 มิลลิลิตร

1.3.2 เติมสารละลาย alkaline copper reagent 1 มิลลิลิตร ผสมกัน นำไปต้มในอ่างน้ำเดือดนาน 15 นาที แล้วทำให้เย็นทันทีโดยแช่ในน้ำเย็นจัด

1.3.3 เติมสารละลาย Nelson Reagent 1 มิลลิลิตร ผสมกันทันที ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที

1.3.4 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน (กราฟมาตรฐาน)

1.3.5 สำหรับตัวอย่างที่จะวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง วิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 1-3 โดยใช้สารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายกลูโคส 1 มิลลิลิตร โดยปริมาณน้ำตาลของตัวอย่างต้องอยู่ในช่วงที่ วิเคราะห์ได้ ถ้าตัวอย่างมีปริมาณน้ำตาลอยู่สูงจะต้องเจือจางให้อยู่ในช่วงที่จะวิเคราะห์ได้และหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 2000)

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

2.1.2 ภาชนะใส่ตัวอย่าง (moisture can)

2.1.3 เดซิกเคเตอร์ (desiccator)

2.2 วิธีการวิเคราะห์

อบภาชนะใส่ตัวอย่าง ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำออกมาใส่ในเดซิกเคเตอร์ ที่ไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ชั่งตัวอย่างใส่ในภาชนะใส่ตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 3 กรัม อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำออกมาใส่เดซิกเคเตอร์ ที่ไว้ให้เย็นในอุณหภูมิห้อง และนำไปชั่งน้ำหนัก

2.3 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(W1-W2) \times 100}{W1}$$

หมายเหตุ W1 = น้ำหนักตัวอย่างและภาชนะใส่ตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W2 = น้ำหนักตัวอย่างและภาชนะใส่ตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

3. วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ดัดแปลงจากวิธีของ A.O.A.C., 2000)

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน

3.1.2 เครื่องทำความเย็น

3.1.3 extraction cup

3.1.4 ทิมเบิล (thimble)

3.1.5 เดสิคเคเตอร์ (desiccator)

3.2 สารเคมี

3.2.1 ปีโตรเลียมอีเธอร์ที่มีจุดเดือดในช่วง 40-60 องศาเซลเซียส

3.3 วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 2 กรัม บนกระดาษกรองและห่อให้มิดชิด จากนั้นนำมาใส่ลงในทิมเบิลที่สะอาดและแห้ง ต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ไขมัน อบ extraction cup ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บไว้ให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนจะชั่งน้ำหนักที่แน่นอน เติมปีโตรเลียมอีเธอร์ที่มีจุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส ประมาณ 45 มิลลิลิตร นำ extraction cup เข้าไปในเครื่องวิเคราะห์ไขมัน สกัดไขมัน โดยจุ่มทิมเบิลที่มีตัวอย่างลงในปีโตรเลียมอีเธอร์ที่มีการให้ความร้อนตลอดเวลา (boiling) เป็นเวลา 20 นาที และยกทิมเบิลที่มีตัวอย่าง โดยมีปีโตรเลียมอีเธอร์ไหลผ่านและชะไขมันออกจากตัวอย่างตลอดเวลา (rising) เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นระเหยปีโตรเลียมอีเธอร์ออกจากไขมันที่สกัดได้ (evaporation) เป็นเวลา 10 นาที นำ extraction cup ที่มีไขมันที่ได้จากตัวอย่าง มาอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

3.4 วิธีการวิเคราะห์

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{W3 - W2}{W1} \times 100$$

หมายเหตุ W1 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W2 = น้ำหนัก extraction cup ก่อนสกัดไขมัน (กรัม)

W3 = น้ำหนัก extraction cup หลังสกัดไขมัน (กรัม)

4. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงจากวิธีของ A.O.A.C., 2000)

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

4.1.1 เครื่องย่อยสลาย Buchi

4.1.2 หลอด Kjeldahl สำหรับย่อย

4.1.3 เครื่องกลั่นอัตโนมัติ Buchi

4.2 สารเคมี

4.2.1 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

4.2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 35

4.2.3 สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4

4.2.4 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน 0.1 นอร์มัล

4.2.5 คอปเปอร์ซัลเฟต

4.2.6 โปแตสเซียมซัลเฟต

4.2.7 อินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมธิลเรดและโบรโมครีซอลกรีน

4.3 วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5-1 กรัม ให้ได้น้ำหนักแน่นอนลงในกระดาหกรอง ใส่ลงในหลอดย่อยเคลดาล์ (kjeldahl) ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาประกอบด้วยโปแตสเซียมซัลเฟต 7 กรัม

และคอปเปอร์ซัลเฟต 0.8 กรัม พร้อมด้วยลูกแก้ว 3 เม็ด เติมกรดซัลฟิวริกประมาณ 15 มิลลิลิตร ต่อชุดย่อยเข้ากับชุดจับไอกรดแล้วทำการย่อย ย่อยจนได้สารละลายใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร ต่อเข้ากับชุดกลั่นซึ่งมีการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 ลงไปประมาณ 50 มิลลิลิตร ทำการกลั่นเป็นเวลาประมาณ 3 นาที แล้วรองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วยขวดรูปชมพู่ที่บรรจุสารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ที่มีอินดิเคเตอร์ซึ่งประกอบด้วยเมทิลเรด 0.1 กรัม และโบรโมคริสซอลกรีน 0.1 กรัม ละลายในเอทานอล 100 มิลลิลิตร ประมาณ 3 หยด แล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์แมล จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นไม่มีสี โดยทำแบบลค์ควบคู่ไปกับตัวอย่าง

4.4 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(T-B) \times N \times 1.401 \times 100 \times 5.95}{W}$$

หมายเหตุ T = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับแบบลค์ (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (นอร์แมล)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

5. วิเคราะห์ปริมาณถั่ว (A.O.A.C., 2000)

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

5.1.1 เตา muffle furnace

5.1.2 เป้า (crucible)

5.1.3 เดซิเคเตอร์ (desiccator)

5.2 วิธีการวิเคราะห์

เผาจานกระเบื้องเคลือบพร้อมด้วยฝาในเตา muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกมาใส่ในเดซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

นำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ซึ่งตัวอย่างใส่ในจานกระเบื้องเคลือบพร้อมฝาให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 3 กรัม นำไปเผากับตะเกียงก่อนจนหมดควันจึงนำไปเข้าเตา muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ได้เถ้าสีขาวหรือสีเทา นำออกมาใส่ในเคชิกเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก

5.3 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{W1-W2 \times 1000}{W3}$$

หมายเหตุ W1 = น้ำหนักจานกระเบื้องเคลือบพร้อมด้วยฝาและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W2 = น้ำหนักจานกระเบื้องเคลือบพร้อมด้วยฝาและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W3 = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

6. การหาปริมาณเยื่อใย (A.O.A.C., 2000)

6.1 วิธีวิเคราะห์

6.1 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนอย่างละเอียด ประมาณ 1 กรัม ลงในครุชเชิล

6.2 วางครุชเชิลในอุปกรณ์ฯ พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่อเย็น

6.3 เติมกรดซัลฟูริก (ซึ่งผ่านการให้ความร้อน) ปริมาณ 150 มิลลิลิตร ลงในคอลัมน์ แล้วเติม n-octanol 3-4

6.4 ต้มจนเดือดเป็นเวลา 30 นาที

6.5 ปล่องกรดซัลฟูริกทิ้งโดยการกรอง (เปิดสวิตช์สูญญากาศที่ตัวอุปกรณ์)

6.6 ล้างด้วยน้ำปราศจากอ็อกซิเจนซึ่งถูกทำให้ร้อน ปริมาณครั้งละ 30 มิลลิลิตร จำนวน 3

ครั้ง

6.7 เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ผ่านการทำให้ร้อน) ปริมาณ 150 มิลลิลิตร และ n-octanal 3-5 หยด

6.8 ต้ม 30 นาที แล้วกรองเช่นเดียวกับข้อ 6 และ 7

6.9 ล้างด้วยอะซิโตน ครั้งละ 25 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง

6.10 นำครุชเบิ้ลไปเผาในเตาอุณหภูมิ 500 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วเผาซ้ำจนน้ำหนักคงที่

6.2 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณสารเชื้อใย (\%)} = 100 \times \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบและหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

7. การวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C., 2000)

วิธีการการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดในอาหารโดยทั่วไปกระทำโดยการคำนวณจากผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างปริมาณองค์ประกอบส่วนที่เป็นโปรตีน ไขมัน เชื้อใย ความชื้นและเถ้า

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด} = \text{น้ำหนักตัวอย่าง (โปรตีน+ไขมัน+เถ้า+ความชื้น+เชื้อใย)}$$



1. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C., 2000)

1.1 การเตรียมสารละลายเจือจาง

1.1.1 stock solution

ละลาย KH_2PO_4 34 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับความเป็นกรดต่างให้ได้ 7.2 ด้วย 1 N NaOH แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เก็บในตู้เย็น

1.1.2 working solution

ปิเปต stock solution 1.25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

1.2 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.2.1 ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA) ตามที่ระบุข้างขวด ต้มจนเดือด แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

1.2.2 เทอาหารลงจานเพาะเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ปริมาณ 22-25 มิลลิลิตรต่อจานเพาะเชื้อ ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว เก็บไว้ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

1.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1.3.1 ปิเปตตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ด้วยวิธีเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุง stomacher สำหรับเครื่องตีปั่น จากนั้นเติมสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ปริมาตร 90 มิลลิลิตร

1.3.2 นำตัวอย่างในข้อ 1.3.2 ไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่น (stomacher) นาน 60 วินาที

1.3.3 จากนั้นเปิดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เข้าเครื่องเขย่าหลอด (vortex) เพื่อให้เข้ากัน ได้ตัวอย่างความเจือจางที่ระดับ 10^{-1} ทำการเจือจางด้วยวิธี serial dilution จนคาดว่ามีความจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี

1.3.4 เปิดตัวอย่างปริมาตร 0.1-0.5 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ในข้อ 1.2.2 ใช้ spreader ที่อบฆ่าเชื้อแล้ว spread ให้ทั่วผิวน้ำอาหาร

1.3.5 นำไปบ่มโดยคว่ำจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

1.3.6 นับเชื้อและคำนวณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด หน่วยเป็น cfu/g หรือ cfu/ml

2. การวิเคราะห์ยีสต์และรา (A.O.A.C., 2000)

2.1 การเตรียมสารละลายเจือจาง

2.1.1 stock solution

ละลาย KH_2PO_4 34 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับความเป็นกรดด่างให้ได้ 7.2 ด้วย 1 N NaOH แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เก็บในตู้เย็น

2.1.2 working solution

เปิด stock solution 1.25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2.2 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.2.1 ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ตามที่ระบุข้างขวด ต้มจนเดือด แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.3.1 ปิเปตตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ด้วยวิธีเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุง stomacher สำหรับเครื่องตีปั่น จากนั้นเติมสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ปริมาตร 90 มิลลิลิตร

2.3.2 นำตัวอย่างในข้อ 1.3.2 ไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่น (stomacher) นาน 60 วินาที

2.3.3 จากนั้นปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เข้าเครื่องเขย่าหลอด (vortex) เพื่อให้เข้ากัน ได้ตัวอย่างความเจือจางที่ระดับ 10^{-1} ทำการเจือจางด้วยวิธี serial dilution จนคาดว่ามีความเจือจางอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี

2.3.4 ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ แล้วเททับด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่เตรียมไว้ในข้อ 2.2.1 และผสมให้เข้ากัน

2.3.5 นำไปบ่มโดยหงายจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25-27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72-96 ชั่วโมง

2.3.6 นับเชื้อและคำนวณเชื้อยีสต์และรา หน่วยเป็น cfu/g หรือ cfu/ml



ภาคผนวก ง
แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใบรายงานผลการทดสอบอัตราความชอบ
(Hedonic scaling test and Just about right)

ชื่อผู้ทดสอบ

วันที่

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่ได้รับจากซ้ายไปขวา โดยคนตัวอย่างตามเข็มนาฬิกา 5 รอบ
ก่อนการทดสอบ และทดสอบตัวอย่างอย่างอ่อนหนึ่งส่วนสามของปริมาณตัวอย่างที่ได้รับ แล้วให้
คะแนนความชอบ (1 ถึง 9) และคะแนนความรู้สึก (1ถึง3) กรุณาบันทึกระหว่างตัวอย่าง

สเกลความชอบ 1-9

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 – ไม่ชอบมากที่สุด | 2 – ไม่ชอบมาก | 3 – ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 – ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 – บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 6 – ชอบเล็กน้อย |
| 7 – ชอบปานกลาง | 8 – ชอบมาก | 9 – ชอบมากที่สุด |
- สเกลความรู้สึก 1 – น้อย 2 – พอดี 3 – มาก

คุณลักษณะ	รหัส 151	ความรู้สึก	รหัส 402	ความรู้สึก	รหัส 778	ความรู้สึก
กลิ่นรสถั่วเหลือง						
กลิ่นรสนม						
ความมัน						
รสหวาน						
ความชอบโดยรวม		xxxxxxx		xxxxxxx		xxxxxxx

ข้อเสนอแนะ

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

แบบสอบถามความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ
กานาสูงชนิดขงจากถั่วเหลืองอก

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นการสำรวจพฤติกรรม ความคิดเห็น และความต้องการของผู้บริโภค
ต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกานาสูงชนิดขงจากถั่วเหลืองอก เพื่อประกอบการทำ
วิทยานิพนธ์ของนางสาวชญาดา หลาวทอง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลในการ
พัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งความคิดเห็นของ
ท่านจะนำไปใช้ และเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกานาสูงชนิดขง
จากถั่วเหลืองอกที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคต่อไป ทางผู้วิจัยจึงใคร่ขอความกรุณาและความ
ร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ทั้งนี้ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็น
ความลับ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติ และพฤติกรรมผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ
ชนิดขง

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกานาสูงชนิดขงจาก
ถั่วเหลืองอก

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตาม
ความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- () ชาย () หญิง

2. อายุ

- () 21-30 ปี () 31-40 ปี
() 41-50 ปี () 50 ปีขึ้นไป

3. การศึกษาสูงสุด

- () ต่ำกว่ามัธยมศึกษา () มัธยมศึกษา/ปวช.
() อนุปริญญา/ปวส. () ปริญญาตรี
() สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

- () นิสิต/นักศึกษา () ข้าราชการ
() รัฐวิสาหกิจ () พนักงานบริษัทเอกชน
() ธุรกิจส่วนตัว () อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

- () ต่ำกว่า 10,000 บาท () 10,001 – 20,000 บาท
() 20,001 – 30,000 บาท () 30,001 – 40,000 บาท
() 40,001 – 50,000 บาท () มากกว่า 50,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพชนิดขง

1. ความถี่ในการดื่มน้ำเพื่อสุขภาพชนิดขง

- | | |
|--|---|
| ☐ มากกว่า 3-4 ครั้ง/สัปดาห์ | ☐ 3-4 ครั้ง/สัปดาห์ |
| ☐ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ | ☐ น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์ |
| ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) | |

2. ท่านเคยดื่มน้ำเพื่อสุขภาพชนิดขงยี่ห้อใดบ้าง (กรุณาเรียงลำดับยี่ห้อที่ซื้อบ่อยที่สุด)

- (1)
- (2)
- (3)

3. กรุณาให้เหตุผลที่ท่านเลือกดื่มน้ำเพื่อสุขภาพชนิดขง

- | | |
|--|---|
| ☐ เพื่อบำรุงสุขภาพ | ☐ เพื่อให้อิมมูท็อก |
| ☐ ช่วยระบบขับถ่ายและลำไส้ | ☐ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมอง |
| ☐ เพื่อป้องกัน/รักษาโรค | ☐ ชอบในรสชาติ |
| ☐ ตามแฟชั่น/โฆษณา | ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) |

4. รสชาติของน้ำเพื่อสุขภาพชนิดขงที่ท่านนิยมบริโภคมากที่สุด

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ☐ ชาเขียว | ☐ งาดำ |
| ☐ โกโก้/ช็อกโกแลต | ☐ นมถั่วเหลือง |
| ☐ ข้าวโพด | ☐ ข้าว |
| ☐ วานิลลา | ☐ กาแฟ |
| ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) | |

5. ท่านดื่มน้ำเพื่อสุขภาพชนิดขงเวลาใดบ่อยที่สุด

- | | |
|----------------------------------|--|
| ☐ ตอนเช้า | ☐ ระหว่างมื้ออาหาร |
| ☐ ก่อนนอน | ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) |

6. ท่านเลือกซื้อน้ำเพื่อสุขภาพชนิดขงจากสถานที่ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | |
|--|---|
| ☐ ซูเปอร์มาร์เก็ต เช่น ท็อปส์ | ☐ ห้างสรรพสินค้า เช่น เซ็นทรัล เดอะมอลล์ |
| ☐ โมเดิร์นเทรด เช่น บิ๊กซี เทสโก้ โลตัส | ☐ ร้านขายสินค้าเพื่อความงามและสุขภาพ |
| ☐ ร้านสะดวกซื้อ เช่น 7-eleven | ☐ ร้านขายตรงโดยตัวแทนจำหน่าย |
| ☐ ทางอินเทอร์เน็ต | ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) |

7. กรุณาเรียงลำดับปัญหาที่ท่านพบในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขงที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() บรรจุกัณท์

() รสชาติ

() อายุการเก็บรักษา

() รูปแบบและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์

() อื่น ๆ (โปรดระบุ)

8. กรุณาระบุความสำคัญของปัจจัยต่อไปนี้ในการเลือกซื้อ/ดื่มผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดขง

ปัจจัย	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1. ตรา/ยี่ห้อ					
2. บรรจุกัณท์					
3. ราคา					
4. รสชาติ					
5. มีฉลากบอกรายละเอียดครบถ้วน					
6. คุณประโยชน์ต่อสุขภาพ					
7. มีคุณค่าทางโภชนาการตามที่ต้องการ					
8. การโฆษณา/ส่งเสริมการขาย					
9. มีความสะดวกในการบริโภค					
10. อายุการเก็บรักษา					
11. หาซื้อได้ง่าย					
12. กลิ่นหอมน่ารับประทาน					
13. อื่น ๆ (โปรดระบุ)					

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกานาสสูงชนิด ชงจากถั่วเหลืองงอก

กรุณาอ่านคำอธิบายต่อไปนี้

สารกานาเป็นสารที่ได้จากการนำเมล็ดข้าว หรือเมล็ดธัญพืชต่าง ๆ มาเพาะให้เกิดการงอก โดยสารกานามีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยให้เกิดความสมดุลในสมอง ทำให้สมองผ่อนคลาย นอนหลับสบาย ช่วยลดความดันโลหิต ลดคอเลสเตอรอลในเลือด ลดน้ำหนัก ลดอาการอัลไซเมอร์ ป้องกันโรคปวดศีรษะ ทำให้ผิวพรรณดี และใช้บำบัดโรคเกี่ยวกับระบบประสาท

ในเมล็ดข้าว และเมล็ดธัญพืช โดยทั่วไปจะมีสารอาหารอื่น ๆ และสารกานาอยู่ในปริมาณที่น้อย แต่เมื่อนำมาเพาะให้เกิดการงอกโดยวิธีธรรมชาติทำให้สารอาหารภายในเมล็ดเกิดการเปลี่ยนแปลงมีใยอาหาร วิตามิน แมกนีเซียม โปแตสเซียม สังกะสี สารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะสารกานา จากการศึกษาและวิจัยของ อ.พัชรี ตั้งตระกูล สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 งอกจะมีสารกานาเท่ากับ 15.2-19.5 มิลลิกรัม/100 กรัม

ส่วนการศึกษา และวิจัยในครั้งนี้ ได้มีการนำเมล็ดถั่วเหลืองมาเพาะ พบว่า แป้งถั่วเหลืองงอกมีปริมาณสารกานาเท่ากับ 90 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งมีปริมาณกานามากกว่าแป้งข้าวงอกประมาณ 4 เท่า

1. หลังจากที่ท่านได้รับทราบข้อมูลข้างต้นแล้ว หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกานาสสูงชนิดชงจากถั่วเหลืองงอก ท่านต้องการให้มีรสชาติใดมากที่สุด

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| () ชาเขียว | () งาดำ |
| () โกโก้/ช็อกโกแลต | () รสธรรมชาติ (ไม่มีการปรุงแต่งรส) |
| () ข้าวโพด | () ข้าว |
| () วานิลลา | () กาแฟ |
| () อื่น ๆ (โปรดระบุ) | |

2. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพภาวาสุนัขจากถั่วเหลืองงอกมีการใช้สารให้ความหวานรูปแบบใด

- () น้ำตาลทราย () สารทดแทนความหวาน
() อื่น ๆ (โปรดระบุ)

3. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพภาวาสุนัขจากถั่วเหลืองงอกบรรจุในบรรจุภัณฑ์ใด

- () ขวดพลาสติก () ขวดอะลูมิเนียมฟลอยด์
() กล่องกระดาษ () กล่องพลาสติก
() กระป๋อง () ขวดพาสติก
() ขวดแก้ว () อื่น ๆ (โปรดระบุ)

4. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพภาวาสุนัขจากถั่วเหลืองงอกมีรูปแบบของการบรรจุแบบใด

- () ในภาชนะบรรจุมี 1 ซองใหญ่ () ในภาชนะบรรจุมีหลายซองเล็ก
() อื่น ๆ (โปรดระบุ)

5. หากมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพภาวาสุนัขจากถั่วเหลืองงอกที่พัฒนาเรียบร้อยแล้ว ท่านสนใจบริโภครสผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

- () สนใจ เพราะ
() ไม่สนใจ เพราะ

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่กรุณาใช้เวลาในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกبابสูง

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชงกبابสูงจากแป้งถั่วเหลืองอก เพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของ นางสาวชญาดา หลาวทอง นิสิตปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถาม และกรอกแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คำอธิบาย

ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกبابสูง เป็นเครื่องดื่มที่ผลิตจากแป้งถั่วเหลืองที่ผ่านการงอกอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารและสารกาบาที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ระบบประสาท และสมอง โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตที่สะอาด และปลอดภัย เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและต้องการผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชงที่รับประทานแล้วมีประโยชน์ต่อร่างกาย

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

() ชาย

() หญิง

2. อายุ

() 21-30 ปี

() 31-40 ปี

() 41-50 ปี

() 50 ปีขึ้นไป

3. การศึกษาสูงสุด

- () ต่ำกว่ามัธยมศึกษา
- () มัธยมศึกษา/ปวช.
- () อนุปริญญา/ปวส.
- () ปริญญาตรี
- () สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

- () นิสิต/นักศึกษา
- () ข้าราชการ
- () รัฐวิสาหกิจ
- () พนักงานบริษัทเอกชน
- () ธุรกิจส่วนตัว
- () อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

- () ต่ำกว่า 10,000 บาท
- () 10,001 – 20,000 บาท
- () 20,001 – 30,000 บาท
- () 30,001 – 40,000 บาท
- () 40,001 – 50,000 บาท
- () มากกว่า 50,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป

6. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูป โดยให้ท่านเทเครื่องดื่มจากซองอะลูมิเนียมฟลอยด์ขนาดบรรจุ 37.5 กรัม ลงในแก้วและละลายด้วยน้ำร้อน 150 มิลลิลิตร คนให้ละลายเข้ากันแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ โดยทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความรู้สึกรสชาติของท่านมากที่สุดที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ไม่สามารถบอกได้ ว่าชอบหรือไม่ชอบ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นรสถั่วเหลือง									
กลิ่นรสนม									
ความมัน									
รสหวาน									
ปริมาณการบริโภค									
ความชอบโดยรวม									

ข้อเสนอแนะ

.....

7. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งสำเร็จรูปนี้หรือไม่

() ยอมรับ เพราะ

() ไม่ยอมรับ เพราะ

8. ถ้าผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผงกึ่งแข็งมีการผลิตออกมาในระดับอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่าย ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

() ซื้อ เพราะ

() ไม่ซื้อ เพราะ

ข้อเสนอแนะ

.....

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือของท่าน



ภาคผนวก จ
การสำรวจผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ตารางผนวกที่ ๑1 ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
1. แครกเกอร์ธัญพืช						
- สำหรับ	นิวทรีเมท	บริษัท บ้านธัญญาธิพย์	7x10 g.	59	ซองพลาสติก	ธัญพืชรวม (มีถั่วเหลือง) แผ่นข้าว สาธิตกรอบ น้ำตาล กระเทียม สำหรับ
- ลูกเกด	นิวทรีเมท	บริษัท บ้านธัญญาธิพย์	7x10 g.	59	ซองพลาสติก	ธัญพืชรวม (มีถั่วเหลือง) ลูกเกด แผ่นข้าวสาธิตกรอบ น้ำตาล
- ผลไม้รวม	นิวทรีเมท	บริษัท บ้านธัญญาธิพย์	125 g.	69	กล่องกระดาษ	ธัญพืชรวม (มีถั่วเหลือง) น้ำตาล ผลไม้
2. ธัญพืชแห้ง						
- ผสมสมุนไพร	นิวทรีเมท	บริษัท บ้านธัญญาธิพย์	125 g.	69	ซองพลาสติก	ธัญพืชรวม (มีถั่วเหลือง) น้ำตาล สมุนไพร
- น้ำผึ้ง	นิวทรีเมท	บริษัท บ้านธัญญาธิพย์	90 g.	39	ซองพลาสติก	ธัญพืชรวม (มีถั่วเหลือง) น้ำตาล ลูกเกด งา น้ำผึ้ง
- ผลไม้	นิวทรีเมท	บริษัท บ้านธัญญาธิพย์	90 g.	39	ซองพลาสติก	ธัญพืชรวม (มีถั่วเหลือง) ผลไม้ ลูกเกด งา น้ำตาล

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- ผลไม้รวม	ซองเคอร์	บริษัท ซองเคอร์ไทยออร์แกนิกฟู้ด	80 g.	39	ซองพลาสติก	ธัญพืชรวม (มีถั่วเหลือง) น้ำตาลผลไม้
- งาดำ	ซองเคอร์	บริษัท ซองเคอร์ไทยออร์แกนิกฟู้ด	80 g.	39	ซองพลาสติก	ธัญพืชรวม (มีถั่วเหลือง) น้ำตาลงาดำ
3. เต้าหู้						
- เต้าหู้ถั่วเหลือง	ซีพี	บมจ. กรุงเทพผลิตผลอุตสาหกรรม	220 g.	7.50	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง
	เทสโก้	บมจ. กรุงเทพผลิตผลอุตสาหกรรม	220 g.	6	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง
- เต้าหู้อ่อน	ฮั่งกี้	บริษัท โซย่าฟู้ด	230 g.	18	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง แป้งมันสำปะหลัง ขมิ้น
- เต้าหู้แข็ง (ขาว)	ฮั่งกี้	บริษัท โซย่าฟู้ด	200 g.	18	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง แป้งมันสำปะหลัง ดีเกลือ
- เต้าหู้แข็ง (เหลือง)	ฮั่งกี้	บริษัท โซย่าฟู้ด	200 g.	18	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง ขมิ้น ดีเกลือ
- เต้าหู้แผ่น	โอฮาโย	บริษัท บุญเจริญโภคภัณฑ์	300 g.	25	ถุงพลาสติก	ถั่วเหลือง ดีเกลือ
- เต้าหู้ขยอ	เต้าหู้ 1868	บริษัท เต้าหู้ 1868	110 g.	27	ถุงพลาสติก	นมถั่วเหลือง
- คินุหยก	โอฮาโย	บริษัท บุญเจริญโภคภัณฑ์	120 g.	25	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง ดีเกลือ แป้งต้นอ่อนข้าว สาลี

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- O-TA Tufu	โอฮาโย	บริษัท บุญเจริญโภคภัณฑ์	180 g.	15.50	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง น้ำกะทิ แป้ง
- เต้าหู้สดต้ม	โอฮาโย	บริษัท บุญเจริญโภคภัณฑ์	180 g.	15.50	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง แป้ง
4. เครื่องดื่มธัญหาร (UHT)						
- น้ำข้าวกล้องงอก (รสจืด)	ทิปโก้ เนเจอร์อัท	บริษัท ทิปโก้ เอฟแอนด์บี	3x180 ml.	28	กล่องกระดาษ	น้ำข้าวกล้องงอก ถั่วเหลือง วิตามินรวม
- น้ำข้าวกล้องงอก (รสหวาน)	ทิปโก้ เนเจอร์อัท	บริษัท ทิปโก้ เอฟแอนด์บี	3x180 ml.	28	กล่องกระดาษ	น้ำข้าวกล้องงอก ถั่วเหลือง วิตามินรวม น้ำตาล
- ผสมน้ำข้าวโพด	ทิปโก้ เนเจอร์อัท	บริษัท ทิปโก้ เอฟแอนด์บี	3x180 ml.	28	กล่องกระดาษ	น้ำข้าวกล้องงอก ถั่วเหลือง แคล เซียม นํ้านมข้าวโพด โยอาหาร
- ผสมน้ำสั้ม	ทิปโก้ เนเจอร์อัท	บริษัท ทิปโก้ เอฟแอนด์บี	3x180 ml.	28	กล่องกระดาษ	น้ำข้าวกล้อง นํ้านมข้าวโพด น้ำสั้ม แคลเซียม แอลคาร์นิทีน
- ผสมถั่วเหลือง	ทิปโก้ เนเจอร์อัท	บริษัท ทิปโก้ เอฟแอนด์บี	3x180 ml.	28	กล่องกระดาษ	น้ำข้าวกล้อง นํ้านมข้าวโพด น้ำ เชื่อม โยอาหาร งาดำ

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
5. นมถั่วเหลือง (pasteurize)						
- รสหวาน	โอฮาโย	บริษัท บุญเจริญโภคภัณฑ์	1 L	40	ขวดพลาสติก	ถั่วเหลือง น้ำตาล
			500 ml.	25		
	ดื๋น	บริษัท แครี่พลัส	180 ml.	12	ขวดพลาสติก	นํ้านมถั่วเหลือง น้ำตาล นํ้ามันถั่วเหลือง
- รสจืด	โอฮาโย	บริษัท บุญเจริญโภคภัณฑ์	1 L	40	ขวดพลาสติก	นํ้านมถั่วเหลือง
- ผสมถั่วเหลือง	ทิปโก้	บริษัท ทิปโก้ เอฟเอนด์บี	3x180 ml.	28	กล่องกระดาษ	นํ้าข้าวกล้อง นํ้านมข้าวโพด นํ้าเชื่อม โยอาหาร งาดำ แคลเซียม
	เนเจอร์ออฟ					
- งาดำ (รสหวาน)	ดื๋น	บริษัท แครี่พลัส	180 ml.	12	ขวดพลาสติก	นํ้านมถั่วเหลือง น้ำตาล งาดำ แคลเซียม
- งาดำ (รสหวานน้อย)	ดื๋น	บริษัท แครี่พลัส	180 ml.	12	ขวดพลาสติก	นํ้านมถั่วเหลือง น้ำตาล งาดำ แคลเซียม วิตามินรวม
- Home soy	UFC	บริษัท อาหารสากล	300 g.	15	ขวดพลาสติก	ถั่วเหลือง น้ำตาล
6. นมถั่วเหลือง (UHT)						
- ผสมใบแป๊ะก๊วย	แอนลีน	บริษัท ฟรอนเทียร์ร่า แบรินค์ ประเทศไทย	3x190 ml.	34	กล่องกระดาษ	ถั่วเหลือง ชูโครส นมผง วิตามินเกลือแร่ ผงสกัดใบแป๊ะก๊วย

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- งามคำ (รสจืด)	แอนมัม	บริษัท แครี่พลัส	3x190 ml.	47	กล่องกระดาษ	ถั่วเหลือง ชูโครส นมผง วิตามิน เกลือแร่ งามคำ งามขาว น้ำมันคาโน ล่า
- งามคำ (รสหวาน)	คีน่า	บริษัท แครี่พลัส	4x110 ml.	23	กล่องกระดาษ	นํ้านมถั่วเหลือง งามคำ นํ้าตาล
			4x180 ml.	34		แคลเซียม วิตามินรวม
			3x230 ml.	31		
- งามคำ (รสหวานน้อย)	คีน่า	บริษัท แครี่พลัส	4x110 ml.	23	กล่องกระดาษ	นํ้านมถั่วเหลือง งามคำ นํ้าตาล
			4x180 ml.	34		แคลเซียม วิตามินรวม
			3x230 ml.	31		
- นํ้าตาลน้อย	คีน่า	บริษัท แครี่พลัส	6x250 ml.	44	กล่องกระดาษ	นํ้านมถั่วเหลือง นํ้ามันถั่วเหลือง นํ้าตาล
- ผสมจุกข้าว ญี่ปุ่น	คีน่า	บริษัท แครี่พลัส	4x180 ml.	36	กล่องกระดาษ	นํ้านมถั่วเหลือง นํ้ามันถั่วเหลือง
			3x230 ml.	31		นํ้าตาล วิตามินรวมจุกข้าวญี่ปุ่น
- นํ้าผึ้ง	คีน่า	บริษัท แครี่พลัส	4x110 ml.	23	กล่องกระดาษ	นํ้านมถั่วเหลือง นํ้ามันถั่วเหลือง นํ้าตาล นํ้าผึ้ง วิตามินรวม นํ้ามัน สกัด โอเมก้า 3, 6, 9

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- ผสมน้ำข้าวโพด	ไวตามิ้ลค์	บริษัท กรีนสปอต	4x110 ml. 3x230 ml.	20 29.50	กล่องกระดาษ	น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาล วิตามินรวม กลีโอะแร่ น้ำมัน ข้าวโพด
- ไม่ผสมนมผง	คีน่า	บริษัท แครี่พลัส	4x110 ml.	23	กล่องกระดาษ	น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาล วิตามินรวม น้ำมันสกัดโอ เมก้า 3, 6, 9
- กลิ่นสตอเบอรี่	คีน่า	บริษัท แครี่พลัส	4x110 ml.	23	กล่องกระดาษ	น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาล วิตามินรวม น้ำมันสกัดโอ เมก้า 3, 6, 9
- น้ำตาลน้อย	ไวตามิ้ลค์	บริษัท กรีนสปอต	6x125 ml.	27	กล่องกระดาษ	น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาล กลีโอะแร่ น้ำมันถั่วเหลือง วิตามินรวม
- สูตรเจ	ไวตามิ้ลค์	บริษัท กรีนสปอต	6x250 ml.	43.50	กล่องกระดาษ	น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาล กลีโอะแร่ น้ำมันถั่วเหลือง วิตามินรวม
- สูตรธัญพืชสีดำ	ไวตามิ้ลค์	บริษัท กรีนสปอต	4x180 ml. 6x330 ml. 6x300 ml.	27 27 61	กล่องกระดาษ ขวดแก้ว	น้ำมันถั่วเหลือง น้ำตาล กลีโอะแร่ น้ำมันถั่วเหลือง วิตามินรวม

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- รสช็อคมอลต์	ไวตามิ้ลค์ แชนป์	บริษัท กรีนสปอต	4x110 ml. 4x180 ml.	19 30	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล นมผง แคลเซียม แร่ธาตุ มอลต์สกัด ผง โกโก้
- เสริมแคลเซียม	ไวตามิ้ลค์ แชนป์	บริษัท กรีนสปอต	4x110 ml. 4x180 ml.	19 30	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล นมผง แคลเซียม แร่ธาตุ น้ำมันพืช
- รสงาขาวและงา ดำ	วี-ซอย	บริษัท กรีนสปอต	4x110 ml. 4x180 ml.	20 28.50	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล กลี้อแร่ น้ำมันถั่วเหลือง วิตามินรวม แคลเซียม แร่ธาตุ งาขาว งาดำ
- เสริมวิตามิน	วี-ซอย	บริษัท กรีนสปอต	1000 ml.	79	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล กลี้อแร่ น้ำมันถั่วเหลือง วิตามินรวม แคลเซียม
- สูตรน้ำตาลน้อย	แลคตาซอย	บริษัท แลคตาซอย	6x125 ml. 6x300 ml.	30 50	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล แร่ธาตุ ไขมันพืช วิตามิน
- สูตรข้าว 3 ชนิด	วี-ซอย	บริษัท กรีนสปอต	3x230 ml.	29.50	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล กลี้อแร่ วิตามินรวม แคลเซียม โยอาหาร ข้าว 3 ชนิด

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- สูตรหวานน้อย	วี-ชอย	บริษัท กรีนสปอต	6x230 ml.	57	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล กลีโอละ น้ำมันถั่วเหลือง วิตามินรวม แคลเซียม แร่ธาตุ
- สูตรไม่มีน้ำตาล	วี-ชอย	บริษัท กรีนสปอต	6x230 ml.	57.50	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง กลีโอละ แร่ ธาตุ น้ำมันถั่วเหลือง วิตามินรวม แคลเซียม
- สูตรรางจืด	แลคตาซอย	บริษัท แลคตาซอย	6x125 ml. 6x250 ml.	29 49	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล นมผง งาดำ น้ำมันงา แคลเซียม
- รสช็อคโกแลต	แลคตาซอย	บริษัท แลคตาซอย	6x125 ml. 6x250 ml. 500 ml.	29 49 15	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล นมผง ผงโกโก้
- ผสมคอลลาเจน	แลคตาซอย	บริษัท แลคตาซอย	6x125 ml. 6x250 ml.	29.50 49	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล แร่ธาตุ ไขมันพืช วิตามิน คอลลาเจน

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- สูตร Original	แลคตาซอย	บริษัท แลคตาซอย	6x125 ml.	29.50	กล่องกระดาษ	น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตาล นมผง
			6x200 ml.	43.50		ไขมันพืช
			6x300 ml.	50		
			500 ml.	15		
			1000 ml	29.50		
7. นมถั่วเหลืองผง						
- นมถั่วเหลืองผง	คอยคำ	บริษัท คอยคำผลิตภัณฑ์	400 g.	47	กล่องกระดาษ	ถั่วเหลือง
- นมถั่วเหลืองผง	โอวัลติน เนเจอร์ซีเล็คชอยซ์	บริษัท ศรีไทยฟู๊ดเชอร์วิส	15x35 g. (525 g.)	93	ถุงพลาสติก	ถั่วเหลืองผงปรุงสำเร็จ น้ำตาล
- นมถั่วเหลืองผง	D in 1	บริษัท ศรีไทยฟู๊ดเชอร์วิส	6x30 g. (180 g.)	38	ถุงพลาสติก	ผงถั่วเหลือง น้ำตาล ครีมเทียม มอลโทเดรีกซ์ทริน แคลเซียม คาร์บอนेट
8. เครื่องดื่มธัญอาหารชนิดขง						
- รสชาดำ (หวานน้อย)	ซองเดอร์	บริษัท ซองเดอร์ไทยออร์แกนิกฟู๊ด	5x25 g.	39	ถุงพลาสติก	ธัญหาร (มีถั่วเหลือง) น้ำตาล ครีม เทียม งาดำ

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- รสจืด (จืด)	ซองเคอร์	บริษัท ซองเคอร์ไทยออร์แกนิกฟู้ด	5x25 g.	39	ถุงพลาสติก	ธัญหาร (มีถั่วเหลือง) ครีมเทียม งาดำ
- รสโกโก้	ซองเคอร์	บริษัท ซองเคอร์ไทยออร์แกนิกฟู้ด	5x25 g.	39	ถุงพลาสติก	ธัญหาร (มีถั่วเหลือง) น้ำตาลครีมเทียม โกโก้
9. ซอสปรุงรส						
- ซอสปรุงรส	เด็กสมบูรณ์	บริษัท หยั่นหัว่อหยุ่น	300 ml.	19	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี น้ำเกลือ น้ำตาล ผงชูรส วัตถุกันเสีย
10. ซอสถั่วเหลือง						
- ซอสถั่วเหลือง	คิกโคแมน	บริษัท คิกโคแมน	150 ml.	92	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง ข้าวสาลี เกลือ น้ำ
			250 ml.	113		
- ซอสถั่วเหลือง	คิกโคแมน	บริษัท คิกโคแมน	600 ml.	127	ขวดพลาสติก	ถั่วเหลือง ข้าวสาลี เกลือ น้ำ วัตถุกันเสีย ลิโคริซ วัตถุปรุงแต่งรสอาหาร
- ซอสถั่วเหลือง	คิกโคแมน	บริษัท คิกโคแมน	600 ml.	149	ขวดพลาสติก	ถั่วเหลือง ข้าวสาลี เกลือ น้ำ
- ซอสถั่วเหลือง	คิกโคแมน	บริษัท คิกโคแมน	600 ml.	164	ขวดพลาสติก	ถั่วเหลือง ข้าวสาลี น้ำ
- ซอสถั่วเหลือง	คิกโคแมน	บริษัท คิกโคแมน	150 ml.	105	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง ข้าวสาลี เกลือ น้ำ

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
11. ซอว์ขาว						
- สูตร 1	เด็กสมบูรณ์	บริษัท หยั่นหว่าฮยูน	300 ml.	21	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี น้ำเกลือ
			600 ml.	34		วัตถุดิบเสีย
			700 ml.	38		
			1000 ml.	46		
- สูตร 1	ภูเขาทอง	บมจ. ไทยเทพรสผลิตภัณฑ์	500 ml.	26.50	ขวดพลาสติก	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ
						น้ำตาล วัตถุดิบเสีย
- สูตร 1	เทศโก้	บริษัท โกลดีนฮาร์เวสต์	300 ml.	17.50	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ
			700 ml.	31		น้ำตาล วัตถุดิบเสีย พงชูรส
- สูตร 1	เด็กถือแจกัน	บริษัท ผลิตภัณฑ์อาหาร สมบูรณ์	700 ml.	30	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ
						น้ำตาล วัตถุดิบเสีย พงชูรส
- สูตร 1	แม่พลอย	บริษัท ไพรัตน์อุตสาหกรรม	620 ml.	29	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ
						น้ำตาล วัตถุดิบเสีย
- สูตร 1	ป้าทอง	บริษัท ต้ากี้ 1950	700 ml.	21.50	ขวดพลาสติก	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ วัตถุ กันเสีย

ตารางผนวกที่ ๑1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- สูตร 1	แม่ครัวฉลาด ทอง	บริษัท ครัวแม่ครัว	700 ml.	24.50	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ น้ำตาล โซเดียมเบนโซเอต
- สูตร 2	ภูเขาทอง	บมจ. ไทยเทพรสผลิตภัณฑ์	740 ml.	20.50	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ น้ำตาล วัตถุกันเสีย
- หืดหอม	เทศโก้	บริษัท โกลดีนฮาร์เวสท์	300 ml. 700 ml.	18 32	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ น้ำตาล ผง ชูรส น้ำหืดหอมสกัด
- หืดหอม	เด็กอ้วน	บริษัท ต้ากี้ 1950	700 ml.	44	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ น้ำหืดหอมสกัด
- หืดหอม	เด็กสมบูรณ์	บริษัท หยั่นหว่านหยุ่น	300 ml.	24	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี เกลือ น้ำตาล น้ำ หืดหอมสกัด
12. เต้าเจี้ยว						
- สูตร 1	เด็กสมบูรณ์	บริษัท หยั่นหว่านหยุ่น	350 ml. 800 ml.	17 27	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี วัตถุกันเสีย ผงชู รส น้ำตาล น้ำเกลือ
- หืดหอม	เด็กสมบูรณ์	บริษัท หยั่นหว่านหยุ่น	350 ml. 800 ml.	26 45	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี วัตถุกันเสีย ผงชู รส น้ำตาล น้ำเกลือ หืดหอมสกัด

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ตรา/ยี่ห้อ	ผู้ผลิต	ขนาด	ราคา (บาท)	บรรจุภัณฑ์	ส่วนประกอบ
- เต้าเจี้ยว	UFC	บริษัท อาหารสากล	340 ml.	20.50	ขวดแก้ว	ถั่วเหลือง แป้งสาลี วัตถุดิบเสีย
			850 ml.	28		ผงชูรส น้ำตาล น้ำเกลือ กรดมะนาว
13. น้ำมันถั่วเหลือง						
- น้ำมันถั่วเหลือง	อรุณ	บริษัท น้ำมันพืชไทย	1000 ml.	48	ขวดพลาสติก	ถั่วเหลือง
14. ถั่วเหลืองคั่วกรอบ						
- ถั่วเหลืองคั่วกรอบ	ไทไท	บ้านทรงไทย	80 g.	20	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง เกลือ
			170 g.	40		
- ถั่วเบญจรงค์คั่วกรอบ	ไทไท	บ้านทรงไทย	80 g.	20	ซองพลาสติก	ถั่วเหลือง ถั่วเหลืองผิวดำ ถั่วแดง ถั่วขาว ถั่วเขียว เกลือ

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวชญาดา หลาวทอง
วัน เดือน ปีเกิด	24 ธันวาคม พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดสุรินทร์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต (พ.ศ. 2548)
ประวัติการทำงาน	หัวหน้าส่วน แผนกประกันคุณภาพ บริษัท เอ คิว วาย ซอส จำกัด (พ.ศ. 2548-2551)