วิทยานิพนธ์

การพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

DEVELOPMENT OF INSTANT CEREAL BEVERAGE FROM BROKEN JASMINE BROWN RICE AND ADZUKI BEANS

นางสาวฉัตรแก้ว วิรบุตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร | พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

Development of Instant Cereal Beverage from Broken Jasmine Brown Rice and Adzuki Beans

นามผู้วิจัย นางสาวฉัตรแก้ว วิรบุตร์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, Ph.D.)

กรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิษฐิดา จันทราพรชัย, Ph.D.)

กรรมการ .....

(อาจารย์ชุติมา ไวศรายุทธ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุวัตร แจ้งชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

Development of Instant Cereal Beverage from Broken Jasmine Brown Rice and Adzuki Beans

โดย

นางสาวฉัตรแก้ว วิรบุตร์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ. 2550

ฉัตรแก้ว วิรบุตร์ 2550: การพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, Ph.D. 175 หน้า

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าของปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดผง ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป พบว่า ผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมี 7 ตรายี่ห้อ มีราคา 3.5-7.5 บาทต่อซอง ปริมาณบรรจุ 27-30 กรัมต่อซอง ทุกตรายี่ห้อบรรจุในซองลามิเนทอะลูมิเนียม ผลการสำรวจพฤติกรรม ความต้องการและปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการประยุกต์การกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment - QFD) พบว่าปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ปริมาณแคลเซียม ความง่ายในการชง ปริมาณวิตามิน ปริมาณใยอาหาร ราคาเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยรวม ปริมาณไขมันต่ำ การเพิ่มคุณค่าโปรตีน และปริมาณน้ำตาลต่ำ นอกจากนั้นยัง พบว่าปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ปริมาณพลังงานที่ได้รับ ราคาต่อซอง ปริมาณโปรตีน ใยอาหาร ไขมัน น้ำตาล วิตามินต่างๆ แคลเซียม และปริมาณธัญญาหารอบกรอบ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เตรียมข้าวกล้องหอมมะลิผงโดยย่อยแป้งข้าวกล้องด้วยเอ็นไซม์อัลฟาอะมัยเลส (BAN 480L) แล้วทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ใช้อุณหภูมิ 120^0C ส่วนถั่วอะซูกิผงได้เตรียมโดยวิธีเดียวกันแต่ใช้อุณหภูมิการทำแห้งที่ 110^0C ผลการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงร่วมกับการประเมินคุณภาพต่างๆ ได้สูตรที่เหมาะสม ประกอบด้วย ธัญญาหารอบกรอบ 23.66%, น้ำตาลทราย 11.83%, ครีมเทียม 3.94%, นมผงขาดมันเนย 25.63%, ถั่วอะซูกิผง 13.64%, ข้าวกล้องหอมมะลิผง 13.64%, อินนูลิน 6.25%, วานิลลาผง 1.41% และซูคราโลส 0.0062% ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นผงละเอียดมีธัญญาหารอบกรอบผสม มีค่า a_w = 0.261, ดัชนีการละลายน้ำ = 73.25%, คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ 30 กรัมประกอบด้วยพลังงาน 102 กิโลแคลอรี, ไขมัน 0.7 กรัม, ไม่มีคอเลสเตอรอล, โปรตีน 5 กรัม, คาร์โบไฮเดรต 19 กรัม, ใยอาหาร 2.7 กรัม, น้ำตาล 5 กรัม, วิตามินเอ 52%, วิตามินบี1 37%, วิตามินบี2 39% และวิตามินอี 36% ของ Thai RDI ผู้บริโภคเป้าหมายมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ ในระดับชอบปานกลาง (7.3 จาก 9 คะแนน) ผู้บริโภคร้อยละ 99 ยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการรับรู้ข้อมูลทางโภชนาการ และผลการทดสอบ McNemar ยังพบว่าเมื่อผู้บริโภคทราบข้อมูลด้านโภชนาการของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิทำให้การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาที่สูงกว่าราคาในท้องตลาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

_____ / ____ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Chatkaew Wiraboot 2007: Development of Instant Cereal Beverage from Broken Jasmine Brown Rice and Adzuki Beans. Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development.
Thesis Advisor: Associate Professor Penkwan Chompreeda, Ph.D. 175 pages.

Aim of this study was to add value of broken jasmine brown rice and adzuki bean (*Vigna angularis*). The result from product survey indicated that there were 7 brands of the instant cereal powder product. There were several formulations such as regular, high dietary fiber, brown rice and soy protein. Moreover, there were varieties in flavor such as cocoa, green tea, vanilla and natural. The product was packed in aluminium laminate sachet with net weight of 27-30 g. The price ranged from 3.5-7.5 baths per sachet. Consumer survey using Quality function deployment (QFD) technique showed that overall nutritional quality, dietary fiber, calcium and fat were the important factors for consumer. Furthermore, QFD also indicated total energy, the amount of protein, fat, dietary fiber, sugar, vitamins calcium and price were main factors for product development. In this study, jasmine brown rice powder was prepared by drum drying of predigested brown rice mixture with enzyme α-amylase(BAN 480L) at 120^0C . Adzuki bean powder was also prepared by drum drying at 110^0C. The optimum formulation of instant beverage from brown rice and adzuki bean obtained from linear programming consisted of crisp mixed cereal 23.66%, caster sugar 11.83 %, skim milk powder 25.63%, adzuki bean powder 13.64%, brown rice powder 13.64%, inulin 6.25%, non dairy creamer 3.94%, vanilla powder 1.41% and sucralose 0.0062%. Product contained fine particle of brown rice and adzuki bean powder. Water activity of the product was 0.261. The instant beverage from brown rice and adzuki bean (30g) contained energy of 102 Kcal, protein 5.12g, dietary fiber 2.75 g, carbohydrate 19.13g and calcium 161.54 mg. It also contained vitamin A 52%, B1 37%, B2 39% and E 36% of Thai RDI. Consumer acceptability test showed that they liked beverage prepared from instant beverage from brown rice and adzuki bean moderately like (7.3 of 9 scores). Almost all respondents (99%) accepted the product. After providing nutritional data of the product, McNemar test showed that significantly ($P<0.05$) incrased in purchase intense of the product at higher price than commercial one.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จไปด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.เพ็ญขวัญ ชมปรีดา ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. วิษฐิดา จันทราพรชัย กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ดร.ชุติมา ไวศรายุทธ์ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง รศ.ดร.กล้าณรงค์ ศรีรอต ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และคณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรที่สนับสนุนสถานที่ในการวิจัย ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการวิจัย ตลอดจนเพื่อนๆ และพี่น้องภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาว ที่ให้การสนับสนุน รวมทั้งผู้มีพระคุณที่ไม่ได้เอ่ยนำไว้ ณ ที่นี้ทุกท่าน สำหรับแรงผลักดัน ความรัก ความห่วงใย กำลังใจ และทุนทรัพย์ที่ทุกท่านมีให้แก่ข้าพเจ้าโดยตลอด สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอมอบส่วนดีของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้แก่ครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

ฉัตรแก้ว วิรบุตร์

เมษายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	41
อุปกรณ์	41
วิธีการ	43
ผลและวิจารณ์	66
สรุปและข้อเสนอแนะ	135
สรุป	135
ข้อเสนอแนะ	138
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	139
ภาคผนวก	147
ภาคผนวก ก แบบสอบถามการสำรวจผู้บริโภคและการทดสอบการยอมรับผู้บริโภค	148
ภาคผนวก ข แบบสอบถามความชอบของผู้บริโภค	173
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	175

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวขาวหอมมะลิ (น้ำหนัก/100กรัม)	8
2	ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของถั่วอะซูกิที่ 14% ความชื้น	11
3	บทบาทและหน้าที่ของวิตามิน	20
4	การกำหนดค่าตัวเลขให้กับความสัมพันธ์	32
5	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการระบุถึงระดับและทิศทางของความสัมพันธ์	32
6	การแสดงข้อมูลก่อนและหลังได้รับข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์	39
7	แผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) สำหรับศึกษา 2 ปัจจัยในการศึกษาสภาวะการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่เหมาะสม	46
8	แผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) สำหรับศึกษา 2 ปัจจัยในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบลูกกลิ้งของข้าวกล้องหอมมะลิ	48
9	แผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) สำหรับศึกษา 2 ปัจจัยในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบลูกกลิ้งของถั่วอะซูกิ	51
10	สูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในการศึกษาการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง	55
11	คุณค่าทางโภชนาการ ราคาวัตถุดิบและข้อกำหนดที่ใช้ในการคำนวณโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)	60
12	ปริมาณวิตามินที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI)	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ร้อยละผลผลิต (Yield) ของการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	66
14	คุณภาพแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	67
15	อิทธิพลของปัจจัยระยะเวลาในการย่อยและความเข้มข้นของเอนไซม์ที่มีผลต่อค่าน้ำตาลรีดิวซิ่งและร้อยละของแข็งทั้งหมด	68
16	ความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาในการย่อย ต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงและปริมาณร้อยละของแข็งทั้งหมด	69
17	อิทธิพลของปัจจัยระยะเวลาในการย่อยและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่มีผลต่อค่าร้อยละความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) และร้อยละผลผลิต (Yield) ของข้าวกล้องหอมมะลิ	71
18	ปริมาณร้อยละความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) และร้อยละผลผลิต(Yield) ของข้าวกล้องหอมมะลิผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบลูกกลิ้ง	72
19	อิทธิพลของปัจจัยระยะเวลาการย่อยและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่มีผลต่อค่าร้อยละความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) และร้อยละผลผลิต(Yield) ของถั่วอะซูกิ	76
20	ปริมาณร้อยละความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) และร้อยละผลผลิต(Yield) ของถั่วอะซูกิที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบลูกกลิ้ง	77
21	คุณภาพของข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง	80
22	ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาด	82
23	ส่วนผสมของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป	84
24	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของสูตรพื้นฐาน 1 และ 2	90
25	ร้อยละความพอดีของสูตรพื้นฐาน 1	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
26	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค	93
27	พฤติกรรม ความต้องการและความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดชงดื่ม	96
28	ระดับคะแนนความสำคัญของปัจจัยต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป	99
29	คุณลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม	101
30	ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป	103
31	สูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)	108
32	ปริมาณสารอาหารของสูตรคำนวณโดยโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)	108
33	คะแนนความชอบเฉลี่ยและความรู้สึกต่อคุณลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิสูตรคำนวณ	109
34	คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่ระดับความเข้มข้นของซูคราโลสต่างๆ	111
35	ร้อยละความพอดีของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่ร้อยละ 0.0062 ซูคราโลส	111
36	คะแนนความเฉลี่ยและความรู้สึกต่อคุณลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวหอมมะลิและถั่วอะซูกิหลังเสริมวิตามิน	112
37	สูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวหอมมะลิและถั่วอะซูกิ	114
38	ค่าคุณภาพเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวหอมมะลิและถั่วอะซูกิ	118
39	คุณภาพทางโภชนาการของธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวหอมมะลิและถั่วอะซูกิ	121
40	ข้อมูลโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวหอมมะลิและถั่วอะซูกิ	122
41	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการทดสอบผู้บริโภค	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
42	ข้อมูลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวหอมมะลิและถั่วอะซูกิ	126
43	ความแตกต่างระหว่างเพศของกลุ่มตัวอย่างกับปัจจัยด้านความชอบ	126
44	ความแตกต่างระหว่างอายุของกลุ่มตัวอย่างกับปัจจัยด้านความชอบ	127
45	ความแตกต่างระหว่างการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างกับปัจจัยด้านความชอบ	127
46	ความแตกต่างระหว่างอาชีพของกลุ่มตัวอย่างกับปัจจัยด้านความชอบ	128
47	การยอมรับและตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวหอมมะลิและถั่วอะซูกิ (ร้อยละ)	129
48	ข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาเท่ากับและต่ำกว่าราคาผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด (4-7 บาท) ของผู้บริโภคก่อนและหลังทราบข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ	130
49	ข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาสูงกว่าราคาผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด (4-7 บาท) ของผู้บริโภคก่อนและหลังทราบข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ	131
50	ข้อกำหนดวัตถุดิบและส่วนผสม	132
51	ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายขาวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ	134

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างของเมล็ดข้าว	7
2	ถั่วอะซูกิ	11
3	อัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอาหาร และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ผันแปรตามค่า วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ที่อุณหภูมิ 20 ^{0}C	23
4	เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Double Drum Dryer)	26
5	ส่วนประกอบหลักของบ้านคุณภาพ (House of Quality, HOQ)	30
6	กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	44
7	ขั้นตอนการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส	45
8	กรรมวิธีผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผง	49
9	การศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการแช่ถั่วอะซูกิ	50
10	กรรมวิธีการผลิตถั่วอะซูกิผง	52
11	กรรมวิธีผลิตเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป	55
12	ปลายข้าวกล้องหอมมะลิหลังผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณภูมิและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งต่างๆ (a)110 ^{0}C 20 mm. (b)110 ^{0}C 40 mm. (c)110 ^{0}C 60 mm. (d)120 ^{0}C 20 mm. (e)120 ^{0}C 40 mm. (f)120 ^{0}C 60 mm. (g)130 ^{0}C 20 mm. (h)130 ^{0}C 40 mm. (i)130 ^{0}C 60 mm.	73
13	ร้อยละของน้ำหนักถั่วอะซูกิที่เพิ่มขึ้นเมื่อแช่น้ำที่อุณหภูมิเริ่มต้น 25^{0}C และ 100 ^{0}C	75
14	ถั่วอะซูกิที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณภูมิและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งต่างๆ (a)110 ^{0}C 20 mm. (b)110 ^{0}C 40 mm. (c)110 ^{0}C 60 mm. (d)120 ^{0}C 20 mm. (e)120 ^{0}C 40 mm. (f)120 ^{0}C 60 mm. (g)130 ^{0}C 20 mm. (h)130 ^{0}C 40 mm. (i)130 ^{0}C 60 mm.	76
15	ข้อมูลโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรผสมใยอาหาร 3.2% สูตรทางการค้า 1	87
16	ข้อมูลโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรข้าวกล้อง สูตรทางการค้า1	88

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	บ้านคุณภาพ (House of Quality)	106
18	กรรมวิธีผลิตเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ	115
19	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ	116
20	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและและถั่วอะซูกิหลังจากละลายด้วยน้ำร้อน	116

ภาพผนวกที่

1	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด	149

(8)

(7)

การพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

Development of Instant Cereal Beverage from Broken Jasmine Brown Rice and Adzuki Beans

คำนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคใช้ชีวิตอย่างรีบเร่ง ทำให้วิถีชีวิตและการบริโภคเปลี่ยนแปลงไป การดูแลสุขภาพร่างกายให้พร้อมอยู่เสมอเป็นสิ่งสำคัญนอกเหนือจากการดูแลรักษาทางการแพทย์ โดย 41% ของผู้บริโภคพยายามที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคเพื่อป้องกันการเจ็บป่วย (บริษัทเฮล์มมหาบุญ, 2550) ดังจะเห็นได้ว่าในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมามีผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (Functional Foods) ในตลาดมากมาย และผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมีการระบุถึงโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ต่อสุขภาพ ซึ่งตรงตามความผู้บริโภคต้องการ (Ram, 2005) ซึ่งจากแนวโน้มการเจริญเติบโตของตลาดอาหารเพื่อสุขภาพที่ยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และจากกระแสการตื่นตัวเรื่องการรับประทานอาหารจากธัญพืชในปัจจุบัน ดังนั้นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากธัญพืชที่มีความสะดวกรวดเร็วในการเตรียม ง่ายต่อการบริโภค และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงจึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดผง (Instant Cereal Beverage) เป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสะดวกรวดเร็วในการเตรียม อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ สามารถรับประทานแทนอาหารเช้าหรือใช้เป็นอาหารว่างได้ (ลักษณ์และคณะ, 2543) แต่เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดทั้งหมดยังมีปริมาณน้ำตาลสูง ใยอาหารต่ำ และภายใต้สภาวะเศรษฐกิจที่ตกต่ำในปัจจุบันการส่งเสริมสินค้าภาคการเกษตรเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการนำวัตถุดิบภาคการเกษตร ได้แก่ ปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิมาเป็นส่วนผสมของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป โดยปลายข้าวกล้องหอมมะลิซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวที่มีราคาถูกจัดเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยใยอาหารและวิตามิน นอกจากนี้ถั่วอะซูกิซึ่งเป็นส่วนผสมหนึ่งในผลิตภัณฑ์ยังเป็นวัตถุดิบที่อุดมไปด้วยใยอาหาร โปรตีน วิตามินและเกลือแร่

การสำรวจความต้องการของผู้บริโภคเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment-QFD) เป็นวิธีการเปลี่ยนความคิดและความต้องการของผู้บริโภคให้เป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบหรือข้อมูลทางเทคนิคที่วัดได้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่ง QFD เป็นวิธีการที่สามารถให้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคอย่างเป็นระบบ โดยวิธี QFD เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและลดระยะเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Benner *et al*., 2002) ดังนั้นการพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (QFD) จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีการเตรียมปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

2. เพื่อสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

3. เพื่อสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment-QFD)

4. เพื่อพัฒนาสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดผงจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง

5. เพื่อตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดผงจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

6. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดผงจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

การตรวจเอกสาร

1. ข้าวหอมมะลิ (*Oryza Sativa,*L)

1.1 ข้าวหอมมะลิ (Jasmine Rice)

ข้าวหอมมะลิเป็นข้าวคุณภาพดีที่มีชื่อเสียงของไทยโดยได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพราะมีรสชาติดี มีความเหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอมของสารน้ำมันหอมระเหย (กสมาภรณ์, 2546) โดยทั่วไปมี 2 พันธุ์ ได้แก่

1.1.1 ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้เฉพาะฤดูนาปีและเป็นพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ทนต่อความแห้งแล้งดินเปรี้ยวและดินเค็มได้ดี เมื่อนำมาสีเป็นข้าวสาร เมล็ดข้าวสารจะมีลักษณะขาวใสเลื่อมมัน เมื่อหุงหรือนึ่งสุกเมล็ดข้าวจะอ่อนนิ่ม ร่วนน้อยกว่าข้าวเจ้าทั่วไปและมีกลิ่นหอม

1.1.2 ข้าวพันธุ์ กข.15 เป็นข้าวที่ได้จากการนำเอาเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไปอาบรังสีแกมม่าที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติภาพแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2508 (อัจฉราพร, 2548) เป็นพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง มีข้อดีคือให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความทนแล้งได้ดีและมีความต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล สำหรับคุณภาพในการหุงต้มมีกลิ่นหอมและรับประทานดีเช่นเดียวกับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

1.2 ข้าวกล้อง (Brown Rice)

ข้าวกล้อง หมายถึง ข้าวที่ได้จากสีโดยใช้เครื่องจักรเอาเปลือกออกเพียงอย่างเดียวเพื่อกะเทาะเอาแกลบออก ดังนั้นเมล็ดข้าวที่ได้จะเป็นสีคล้ำออกน้ำตาลอ่อน เพราะยังมีเยื่อหุ้มเมล็ด รวมทั้งจมูกข้าวเหลืออยู่หรือถ้าได้รับการกระทบกระเทือนมากก็ไม่มี (วีระศักดิ์, 2543)

ข้าวกล้องหอมมะลิ หมายถึง ข้าวกล้องที่แปรรูปจากข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวหอมที่กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์รับรอง เช่น พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พันธุ์กข.15 มี

กลิ่นหอมตามธรรมชาติ เมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วเมล็ดข้าวสวยจะอ่อนนุ่มกว่าข้าวพันธุ์อื่น (กองโภชนาการ, 2544)

1.2.1 ส่วนประกอบของข้าวกล้อง

อรอนงค์ (2547) กล่าวว่า ข้าวกล้องประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญ ดังแสดงในภาพที่ 1 ได้แก่

ก. เยื่อหุ้มผล คือเนื้อเยื่อชั้นนอก มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน ห่อหุ้มผลอยู่ภายใน มีลักษณะเป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์เส้นใย 6 ชั้น มีสารสีหรือรงควัตถุปนอยู่ ทำให้ข้าวกล้องมีสีต่างๆ เช่น น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ น้ำตาลแดง น้ำตาลม่วง น้ำตาลจนเกือบดำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีโปรตีน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส เป็นองค์ประกอบสำคัญในชั้นเยื่อหุ้มผลนี้ แบ่งย่อยได้เป็น 3 ชั้นย่อยคือ

1.) เอพิคาร์พ เป็นผิวหรือผนังหรือเปลือกที่อยู่นอกสุด มีลักษณะเรียบ เหนียว และเป็นมัน ประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียว

2.) เมโซคาร์พ เป็นผนังผลชั้นกลาง

3.) เอนโดคาร์พ เป็นเนื้อเยื่อชั้นใน

ข. เยื่อหุ้มเมล็ด อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้ามา ประกอบด้วย เซลล์ 2 ชั้นรูปยาวเรียงตามขวางและมีผนังบางกั้น(หนาประมาณ 0.5 ไมครอน) ภายในเซลล์มีไขมันและสารสีเช่นเดียวกับเยื่อหุ้มผล ทำให้ข้าวกล้องมีสี

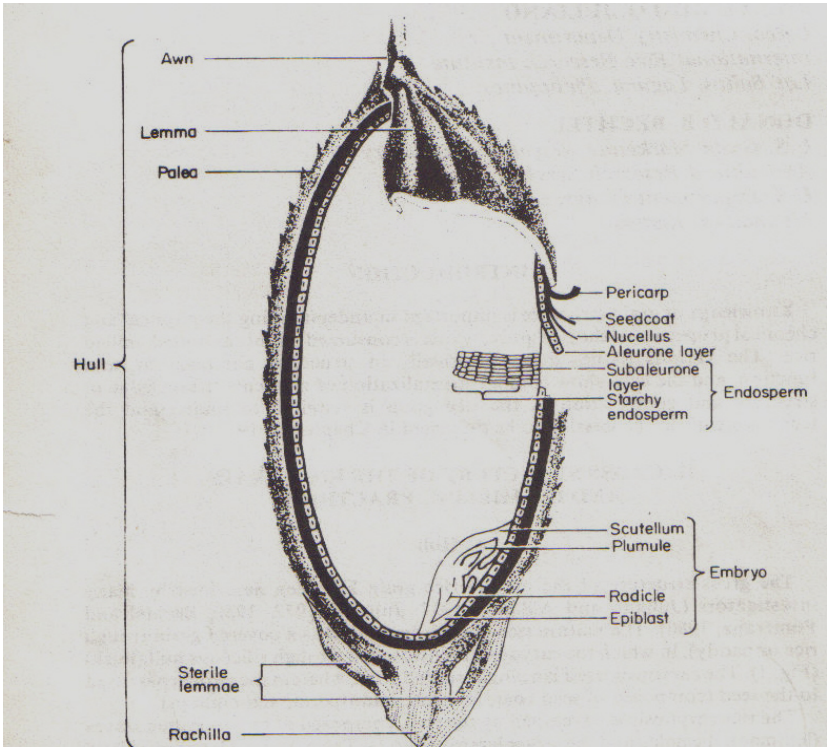
ค. นิวเซลลัส เป็นเซลล์ชั้นที่ติดกับเยื่อหุ้มเมล็ด แต่พันธะระหว่างนิวเซลลัสกับเยื่อหุ้มเมล็ดไม่ติดกันแน่น จึงแยกจากกันได้ง่าย มีความหนาประมาณ 0.8-2.5 ไมครอน

ง. เยื่อชั้นแอลิวโรน เป็นเยื่อชั้นถัดจากเยื่อหุ้มเมล็ด ประกอบด้วยเซลล์ 1-7 ชั้น และมีลักษณะของเยื่อหุ้มด้านหลังของเมล็ดจะหนากว่าเยื่อหุ้มด้านท้อง ซึ่งความหนานี้จะ

แตกต่างไปตามพันธุ์ข้าว เซลล์แอลิวโรนจะไม่เชื่อมติดกับคัพภะในส่วนของใบเลี้ยงด้านท้องของเมล็ดลงมาถึงจุดเชื่อมระหว่างใบเลี้ยงกับเยื่อหุ้มรากอ่อน ซึ่งอยู่ข้างในของเมล็ด

จ. คัพภะหรือเชื้อชีวิต จะอยู่ที่โคนเมล็ดด้านเปลือกใหญ่ ส่วนท้องของเมล็ดมีส่วนประกอบเป็นรากอ่อน ต้นอ่อน เยื่อหุ้มรากอ่อน เยื่อหุ้มต้นอ่อน ท่อน้ำอาหาร และใบเลี้ยง ซึ่งเป็นใบเลี้ยงเดี่ยว คัพภะเป็นแหล่งสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อน จึงอุดมด้วยโปรตีน และไขมันในส่วนต่างๆ

ฉ. เนื้อเมล็ดหรือเนื้อข้าว(Endosperm) มีมากที่สุดในเมล็ดข้าว(ประมาณ 80 %ของน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด) แบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนชั้นซับแอลิวโรน(subaleurone layer) เป็นเซลล์ 2 ชั้น อยู่ถัดมาจากแอริวโรน และส่วนที่เป็นสตาร์ช (starchy endosperm) ในเนื้อเมล็ด ในชั้นซับแอลิวโรน จะมีกลุ่มโปรตีนอยู่ภายใน 3 ลักษณะ คือลักษณะกลมใหญ่(ขนาด 1-2 ไมครอน) กลมเล็ก(ขนาด0.5-0.75 ไมครอน) และจะปั้นผลึกติดกันขนาด 2-3.5 ไมครอน แต่ในส่วนเนื้อของเมล็ดจะมีกลุ่มโปรตีนลักษณะกลมใหญ่เท่านั้น แทรกอยู่ระหว่างเม็ดสตาร์ช(Starch Granules) มีขนาด 3-9 ไมครอน ที่มีอยู่มากอัดแน่นรวมเป็นกลุ่มเม็ดสตาร์ช(Compound Granules)อยู่ภายในเซลล์พาเรนไคมา(Parenchy Cells) มีผนังเซลล์บาง มีรูปร่างรี หรือสี่เหลี่ยม เข้าสู่ใจกลางเมล็ด โดยด้านนอกของเมล็ดจะรี และยาวมากกว่าด้านในของเมล็ด



ภาพที่ 1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว
ที่มา: Juliano (1985)

1.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวกล้อง

ดวงจันทร์ (2547) กล่าวว่าข้าวกล้องประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

ก. แป้ง เป็นองค์ประกอบหลักของข้าวกล้อง มีประมาณ 90% ของน้ำหนักข้าวซึ่งจะเป็นทั้งอะไมโลสและอะไมโลเพคติน โดยมีสัดส่วนแล้วแต่ชนิดของข้าว คาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวมี 4 ชนิด คือ แป้ง เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และน้ำตาลอิสระ

ข. สารประกอบไนโตรเจน ที่พบในข้าวกล้องจะเป็นพวกโปรตีนและกรดอะมิโนอิสระ ในปริมาณประมาณ 14% รองจากแป้ง โดยจะพบโปรตีนชนิดอัลบูมิน และโคลบูลินมากในข้าวกล้อง โดยเฉพาะบริเวณเยื่อหุ้มเนื้อ แป้ง และจมูกข้าว และพบว่าข้าวกล้องมีไลซีนสูงแต่มีกรดกลูตามิคต่ำกว่าข้าวขาว อย่างไรก็ตามข้าวกล้องหรือข้าวขาวจัดว่ามีกรดอะมิโนชนิดไลซีนและไทอามีนต่ำ

ค. ไขมัน ในข้าวกล้องมีไขมันเป็นองค์ประกอบร้อยละ 1.6-2.8 โดยจะมีมากในส่วนของรำละเอียดและจมูกข้าว ซึ่งไขมันส่วนใหญ่จะพบในรูปของ กรดโอลีอิค ลิโนลีอิค และปาร์มิติค

ง. วิตามิน วิตามินส่วนใหญ่จะพบบริเวณเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดและจมูกข้าว ส่วนใหญ่จะเป็นวิตามินบี1 บี2 และไนอาซิน ซึ่งวิตามินเหล่านี้จะมีคุณสมบัติในการป้องกันโรคต่างๆ

จ. เกลือแร่ ปริมาณเกลือแร่ในข้าวกล้องจะแตกต่างกันไปตามพื้นที่เพาะปลูก แร่ธาตุที่พบมีหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม คลอรีน ซิลิคอน โซเดียม และเหล็ก

ตารางที่ 1 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวขาวหอมมะลิ (น้ำหนัก/100 กรัม)

สารอาหารและวิตามิน	ข้าวกล้องหอมมะลิ	ข้าวขาวหอมมะลิ
โปรตีน (กรัม)	7.0	6.2
ไขมัน (กรัม)	2.4	1.1
เส้นใยอาหาร (กรัม)	2.5	0.6
เถ้า (กรัม)	1.6	0.3
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	79.1	80.4
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	366	356
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	27	3
เหล็ก (มิลลิกรัม)	3.7	-
วิตามิน B1 (มิลลิกรัม)	0.55	0.11

ที่มา: กองโภชนาการ(2544)

1.2.3 คุณประโยชน์ของข้าวกล้อง

วีระศักดิ์ (2543) กล่าวว่า ข้าวกล้องเป็นข้าวที่ถูกขัดสีเพียงครั้งเดียว จึงมีองค์ประกอบคุณค่าทางอาหารและโภชนาการอยู่มากมายเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวขาว ซึ่งประโยชน์ของข้าวกล้องต่อสุขภาพของผู้บริโภคมีดังนี้

ก. วิตามินบี 1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา บำรุงสมองและระบบประสาท ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย ทำให้หัวใจทำหน้าที่ปกติ การหมุนเวียนโลหิตดี ช่วยในการเผาผลาญอาหารประเภทแป้งและน้ำตาลให้เป็นพลังงานได้สมบูรณ์

ข. วิตามินบี 2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอกและช่วยในการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน

ค. วิตามินบี 6 ช่วยบำรุงผิว ชะลอความแก่และช่วยร่างกายในการใช้ไขมัน โปรตีนและการสร้างเลือด บำรุงประสาท กล้ามเนื้อ ลดอาการแพ้ท้อง และช่วยไม่ให้ปลายประสาทอักเสบ

ง. ใยอาหารสูง ช่วยในเรื่องระบบการขับถ่าย ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ของข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

ศยามล (2544) พัฒนาเครื่องดื่มข้าวกล้องหอมมะลิกลิ่นใบเตย โดยมีวัตถุดิบคือแป้งปลายข้าวกล้องหอมมะลิ สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยแป้งปลายข้าวกล้องหอมมะลิต่อน้ำใบเตย เท่ากับ 1:23 น้ำตาลทราย 8%, น้ำมันดอกทานตะวัน 2%, อิมัลซิไฟเออร์ทวีน -60 0.2%, และ แคลเซียมแลคเตท 0.92% ของน้ำแป้ง วิธีการผลิตคือ ละลายน้ำแป้งในน้ำใบเตย ต้มในอ่างน้ำเดือดจนมีอุณหภูมิ 85 ^{0}C คงไว้ 6 นาที เติมแคลเซียมแลคเตท และน้ำมันผสมอิมัลซิไฟเออร์ ปั่นด้วยเครื่องปั่นผสมนาน 3 นาที ผ่านเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ที่ความดัน 2,500 Psi 15 นาที บรรจุใส่ขวดและฆ่าเชื้อที่ 80^{0}C นาน 15 นาที

อรพินและคณะ (2544) ศึกษาชนิดของแป้งธัญพืช 5 ชนิด ได้แก่ แป้งข้าวกล้องเจ้า แป้งข้าวกล้องเหนียว แป้งลูกเดือย แป้งเม็ดบัว และแป้งข้าวฟ่าง เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนม โดยพบว่าสามารถใช้แป้งชนิดต่างๆ เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มได้ถึงร้อยละ 11 โดยน้ำหนัก

สุพัตรา (2546) ศึกษาการเพาะข้าวขาวดอกมะลิ 105, หอมนิล, ปทุมธานี1 และข้าวเหนียวดำ โดยคัดเลือกการเพาะข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ 48 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่ให้คุณค่าทางอาหารสูงและวัตถุดิบสามารถหาได้ง่าย จากนั้นนำข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการเพาะให้งอกไปขัดสี และบดเป็นแป้ง นำแป้งที่ได้ไปเข้าเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มจากข้าวงอก โดยสูตรที่ได้ประกอบด้วย แป้งข้าวงอก 33.65%, นมผง 14.42%, ครีมเทียม 9.62%, กัมอะราบิก 9.62%, น้ำตาลทรายป่น 28.85% และผงโกโก้ 3.84%

ราณีและคณะ (2549) ศึกษาการผลิตน้ำนมข้าวจากข้าวกล้องพันธุ์ชัยนาท 1, กข 15, คลองหลวง 1 และปทุมธานี 1 พบว่าข้าวกล้องพันธุ์ชัยนาท 1, กข 15 และปทุมธานี 1 สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำนมข้าวข้าวได้ สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้า 5.5%, น้ำมันพืช 1.5%, แซนแทนกัม 0.40%, กัวกัม 0.25%, น้ำตาลทราย 7%, แป้งถั่วเขียว 3% และแคลเซียมฟอสเฟต 0.2%

2. ถั่วอะซูกิ (*Vigna angularis*)

2.1 ลักษณะทางพฤษศาสตร์

ถั่วอะซูกิเป็นพืชตระกูลถั่วสกุลเดียวกับถั่วเขียวผิวมัน (Mung Bean), ถั่วเขียวผิวดำ (Black Gram) และถั่วนางแดง (Rice Bean) ซึ่งถูกจัดอยู่ในซับจีเนียสซีราโทโทรพิส (Subgenus Ceratotropis) และเป็นสปีชีส์ไดพลอยด์ (Diploid Species) มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 22 (2n=22 , 2X) มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย แหล่งปลูกอยู่ในประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี และไต้หวัน (Egawa *et al*., 1996; Lumpkin and McClary, 1994)

สายพันธุ์ที่นำมาปลูกในประเทศไทยเป็นพันธุ์อิมิโร (Emiro) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศญี่ปุ่น โดยลักษณะของต้นถั่วอะซูกิเป็นพุ่ม มีดอกสีเหลือง ต้นสูง 25-28 เซนติเมตร

มีกิ่ง 5-6 กิ่งต่อต้น ออกฝักจำนวน 12-24 ฝักต่อต้น เมล็ดมีสีแดง รูปร่างสี่เหลี่ยมมนกลม (Round Quadrilateral) มี 5-6 เมล็ดต่อฝัก ขนาดเมล็ด 12-15 กรัมต่อ 100 เมล็ด อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 100 วัน (สุมินทร์และคณะ, 2542)

ภาพที่ 2 ถั่วอะซูกิ

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วอะซูกิ

ถั่วอะซูกิเป็นถั่วที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากมีไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลต่ำ และเป็นแหล่งของใยอาหาร ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โฟเลตและแมกนีเซียม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของถั่วอะซูกิที่ 14% ความชื้น

องค์ประกอบทางเคมี	ถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ
โปรตีน (ร้อยละ)	26.2
ไขมัน (ร้อยละ)	1
เส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	17
เถ้า(ร้อยละ)	6.4
คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	66.8
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100กรัม)	385

ที่มา: Anonymous (2006)

2.3 การใช้ประโยชน์ของถั่วอะซูกิ

บริษัทอูเอโน (2546) ร่วมมือกับโครงการหลวงในการส่งเสริมการปลูกถั่วอะซูกิในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย และดำเนินการปลูกถั่วอะซูกิสำเร็จเมื่อ พ.ศ. 2541 จากนั้นนำเอาถั่วอะซูกิที่ปลูกได้ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยมาแปรรูปเป็นถั่วอะซูกิผง (Adzuki Bean Powder) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ทำเป็นไส้ขนมชิรูโกะ ไส้ขนมไหว้พระจันทร์ ไส้ขนมโดรายากิ ไส้ซาลาเปา คุกกี้ ไอศกรีม และในผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อส่งออกไปขายยังประเทศญี่ปุ่น

3. สารผสมอาหารที่ใช้ในการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ

3.1 สารผสมอาหารประเภทใยอาหาร

3.1.1 ความหมายของใยอาหาร

ใยอาหาร (Dietary Fiber) หมายถึง ส่วนประกอบของพืชที่ไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในทางเดินอาหารของมนุษย์ จึงไม่สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ใยอาหารได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องมาจากข้อมูลทางระบาดวิทยาพบว่าชุมชนที่บริโภคผักผลไม้ในปริมาณมาก จะพบอุบัติการณ์ของทองผูก ลำไส้ใหญ่โป่งพอง มะเร็งลำไส้ใหญ่ โรคอ้วน โรคหัวใจ และเบาหวานในประชากรกลุ่มนี้น้อย (ชนินันท์, 2549) โดยใยอาหารแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

ก. ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (Insoluble Fiber) เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตชนิดที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส (Cellulose), เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และลิกนิน (Lignin) พบมากในรำข้าว รำข้าวสาลี ข้าวโพด ผักชนิดต่างๆ ผลไม้บางชนิด เมล็ดถั่ว โดยเฉพาะถั่วเปลือกแข็ง

ข. ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ (Soluble Fiber) เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตชนิดละลายน้ำ เช่น เพคติน(Pectin), กัม(Gum) พบมากในผักและผลไม้บางชนิด เช่น ลูกพรุน แอปเปิ้ล สตรอเบอรี่ เป็นต้น

3.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของใยอาหาร

ใยอาหารในพืชอาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ไม่ใช่แป้ง (Non Starch Polysaccharides) ได้แก่ เซลลูโลส (Cellulose), เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เพกติน (Pectin), กัมส์ (Gums) และส่วนประกอบที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน ได้แก่ ลิกนิน (Lignin) (มลศิริ, 2546)

ก. เซลลูโลสเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ ทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงต่อโครงสร้างของพืช ทำให้ต้นหรือใบของพืชไม่เปราะหรือหักง่าย เป็นพอลิเมอร์ของกลูโคสต่อกันด้วยพันธะเบต้า1-4 ทำให้ไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์อะไมเลส (Amylase) เหมือนแป้ง มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ

ข. เฮมิเซลลูโลสอยู่ปะปนกับเซลลูโลสในผนังเซลล์ของพืชแต่ไม่จับตัวเป็นเส้นใยหรือเป็นสายยาวตรงเหมือนเซลลูโลส จะไม่มีระเบียบ มีกิ่งแตกแขนงมากมายและประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิด เช่น ไซโลส กลูโคส แมนโนส กาแล็กโทส อาราบิโนส และกรดกลูคูโรนิก จำนวนและอัตราส่วนของน้ำตาลในเฮมิเซลลูโลสขึ้นกับชนิดของพืช

ค. เพกตินและโพรโตเพกติน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีมากในบริเวณเนื้อเยื่อชั้นกลาง (Middle Lamella) ทำหน้าที่ยึดเซลล์พืชให้ติดกัน มีโครงสร้างสายหลักประกอบขึ้นด้วยกรดดีกาแลคทูโรนิค (D-galacturonic Acid) ต่อกันด้วยพันธะ พันธะเบต้า 1-4 และมีสายกิ่งที่ประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิด เช่น กาแล็กโทส กลูโคส แรมโนส อาราบิโนส รวมอยู่ในบริเวณโครงสร้าง บริเวณคาร์บอกซิลกรุ๊ปของกรดกาแลคทูโรนิค อาจถูกเอสเทอริฟายด้วยหมู่เมทอกซิล (Methoxyl) ทำให้เพกตินมีค่า degree of esterification (DE) ต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น การละลายน้ำ การเกิดเจล เป็นต้น เพกตินละลายน้ำ ส่วนโพรโตเพกตินไม่ละลายน้ำ

ง. ลิกนินเป็นส่วนประกอบผนังเซลล์ของพืชที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต ทำหน้าที่ช่วยให้ผนังเซลล์มีความคงทนแข็งแรง ลิกนินไม่ละลายน้ำ ทนต่อกรดและด่าง และความร้อนจากการหุงต้ม โครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ของฟีนิลโพรเพน (Phenylpropane) ซึ่งสร้างมาจากแอลกอฮอล์หลายชนิดที่มีโครงสร้างเป็นวงแหวน เช่น ซินแนปพิล (Sinapyl), โคนีเฟอรีล (Coniferyl), ซินนามิว (Cinnamyl) ทำให้ไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหาร

3.1.3 คุณสมบัติของใยอาหารต่อสุขภาพ

มลศิริ (2546) กล่าวว่า ใยอาหารไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร และไม่ถูกดูดซึมแต่มีประโยชน์ต่อร่างกายเพราะมีคุณสมบัติคือ

ก. การถูกย่อยด้วยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ (Microbial Fermentation) เมื่อใยอาหารมาถึงลำไส้ใหญ่จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่บริเวณลำไส้ใหญ่ (Colonic Microflora) โดยเฉพาะใยอาหารมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี เช่น เบต้ากลูแคน เพกติน กัมส์ และมิวซิเลจ ในขณะที่ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสจะถูกย่อยได้เพียงบางส่วน การย่อยด้วยจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดไขมันสายสั้น (Short-Chain Fatty Acids) เช่น อะซีเตต(Acetate), โพรพิโอเนท (Propionate) และบิวทีเรท (Butyrate) และแก๊ส เช่นไฮโดนเจน (H_2), มีเทน (CH_4), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นต้น ซึ่งการย่อยสลายใยอาหารทำให้เกิดสภาวะเป็นกรดในลำไส้ใหญ่ ยังยั้งเอนไซม์จากจุลินทรีย์บางชนิดที่จะเปลี่ยนน้ำดีให้เกิดเป็นสารก่อมะเร็งในลำไส้ใหญ่ เพิ่มช่วยปริมาตรของอุจจาระ กระตุ้นลำไส้ใหญ่ให้เกิดการขับถ่ายอุจจาระ ทำให้อุจจาระไม่ค้างอยู่ในลำไส้ใหญ่นานซึ่งทำให้เกิดสารพิษหรือสารก่อมะเร็งที่อยู่ในอุจจาระมีโอกาสก่อมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้

ข. ความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ในโครงสร้าง (Water Holding) ใยอาหารส่วนใหญ่มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ โดยเฉพาะเพกติน กัมส์ และมิวซิเลจ ทำให้อาหารที่มีสารเหล่านี้มีความหนืดหรือเกิดเป็นเจล ทำให้การย่อยและการดูดซึมอาหารช้าลงในทางเดินอาหาร อาหารที่มีใยอาหารมากจึงช่วยลดการดูดซึมกลูโคส ซึ่งมีผลดีต่อผู้ป่วยโรคเบาหวานเพราะอาหารจะมีค่าไกลซีมิค (Glycemic Index) ต่ำ การที่น้ำตาลในเลือดไม่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังการรับประทานอาหารนั้น ทำให้การตอบสนองต่ออินซูลินมีประสิทธิภาพดีขึ้น นอกจากนั้นคุณสมบัติการดูดน้ำยังช่วยทำให้ปริมาตรของอุจจาระเพิ่มขึ้น กระตุ้นให้เกิดการขับถ่าย และป้องกันท้องผูกอีกด้วย

ค. ความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ (Absorption of Organic Molecules) พบว่าลิกนิน กัวกัม เพกติน สามารถจับกรดได้ดี ซึ่งทำให้อาหารที่มีใยอาหารมากช่วยลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือดได้ เพราะคอเลสเทอรอลเป็นสารตั้งต้นของการสร้างน้ำดีที่ตับและเก็บไว้ในถุงน้ำดี จะหลังออกมาเพื่อช่วยในการย่อยและดูดซึมไขมัน เมื่อใยอาหารจับกรดน้ำดีไว้

ทำให้ไม่สามารถถูกดูดซึมกลับนำไปใช้ใหม่ได้ ทำให้น้ำดีถูกขับทิ้งออกไปทางอุจจาระ ตับจึงต้องสร้างน้ำดีขึ้นใหม่ ทำให้มีการใช้คอเลสเทอรอลในร่างกายเพื่อเป็นสารตั้งต้นในการสร้างน้ำดี ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดจึงลดลง

ง. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนสารที่มีประจุบวก (Cation Exchange Capacity) อาหารที่มีใยอาหารมากอาจมีข้อเสียในการลดการดูดซึมเกลือแร่บางชนิด เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี ฯลฯ คุณสมบัติในการจับประจุบวกของใยอาหารมาจากการที่มีหมู่คาร์โบนีล (Carbonhyl Group) หรือยูโรนิค (Uronic) ในโครงสร้างของใยอาหาร การบริโภคอาหารจึงควรให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการขาดเกลือแร่เนื่องจากการขัดขวางการดูดซึม

3.1.4 การใช้ใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (บริษัทเฮล์มมหาบุญ, 2550)

ก. อินนูลิน จัดเป็นสารผสมอาหารเพื่อสุขภาพของระบบย่อยอาหาร เพราะมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก คือ เป็นใยอาหารที่ทำให้เกิดการหมักในลำไส้ใหญ่โดยจุลินทรีย์สุขภาพ ทำให้เกิดสารอาหารต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมการทำงานของร่างกาย และยังผลิตกรดซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ชนิดไม่ดีให้ลดจำนวนลง โดยใยอาหารประเภทนี้ยังช่วยลดอาการท้องผูก ทำให้อุจจาระมีลักษณะอ่อนนุ่ม ซึ่งเกิดจากการเข้าไปช่วยเพิ่มปริมาณน้ำในอุจจาระ และนอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการดูดซึมแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี ทองแดง และเหล็ก อันเป็นผลมาจากภาวะความเป็นกรดที่เพิ่มสูงขึ้นในลำไส้ การนำอินนูลินมาเสริมในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม นมและเบเกอรี่ นอกจากจะช่วยเสริมใยอาหารแล้วยังช่วยปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

ข. โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharides) เป็นคาร์โบไฮเดรตสายสั้นที่ได้จากพืช ใช้เป็นสารผสมในอาหารเพื่อสุขภาพ โดยใช้เป็นสารทดแทนความหวานแต่ไม่ให้พลังงาน ทำหน้าที่เป็นพรีไบโอติกเพราะไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในทางเดินอาหารและทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหาร ผลิตโดยผ่านการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตสายยาวจากธรรมชาติด้วยเอนไซม์ หรือสังเคราะห์ขึ้นด้วยการใช้เอนไซม์

ค. รีซิสแทนท์สตาร์ช (Resistant Starch) คือส่วนของแป้งที่ไม่สามารถย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสในลำไส้เล็กได้ และจะถูกหมักในลำไส้ใหญ่ด้วยจุลินทรีย์ สุขภาพ โดยใยอาหารชนิดนี้จัดเป็นพรีไบโอติก (Themeier, 2005) ตัวอย่างรีซิสแทนท์สตาร์ชได้แก่ รีซีสแทนท์มอลโทเด็กซ์ทริน เป็นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำผลิตจากแป้งข้าวโพดผ่านกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) และย่อยด้วยเอนไซม์และนำมาบดเป็นผง (ชนินันท์, 2549)

3.2 สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล (Artificial Sweetener)

3.2.1 คุณสมบัติของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล (Brown, 2005)

สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลเป็นสารที่ให้ความหวานแต่ให้พลังงานต่ำหรือไม่ให้พลังงาน โดยให้พลังงานน้อยกว่า 4 กิโลแคลอรีต่อกรัมหรือไม่ถูกดูดซึมจึงไม่ให้พลังงาน ให้ความหวานมากกว่าหรือเท่ากับน้ำตาลซูโครส ไม่มีรสชาติอื่นที่ไม่พึงประสงค์ มีความปลอดภัยต่อการบริโภค ไม่ทำให้ฟันผุหรือเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด

3.2.2 ชนิดของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล (มลศิริ, 2546)

ก. กลุ่มที่เป็นโปรตีนหรือกรดอะมิโน

1) แอสปาเทม (Aspatame) มีการเริ่มใช้ตั้งแต่ต้นปี 1980 โดยอนุญาตให้ใช้ในประเทศอเมริกา และอีกกว่า 90 ประเทศทั่วโลกรวมทั้งในประเทศไทย มีชื่อทางการค้าว่า Nutrasweet โดยมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 200 เท่าให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม โดยมีการใช้แอสปาเทมในผลิตภัณฑ์มากกว่า 4,000 ชนิด เช่น เครื่องดื่ม วิปปิงครีม เยลลี่ ผลิตภัณฑ์จากธัญพืช พุดดิ้งและในยา

2) อาลิเทม (Alitame) ผลิตโดยบริษัทไซเฟอร์ (Pfizer) ประเทศสหรัฐอเมริกา มีความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครส 2,000 เท่า สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ กันหรือผ่านความร้อนได้ มีการใช้ในผลิตภัณฑ์หลายชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ลูกกวาด ขนมหวาน หรืออาหารที่ต้องผ่านความร้อนระดับพาสเจอไรส์ และอาหารแช่แข็ง

3) ทูมาติน (Thaumatin) เป็นโปรตีนที่สกัดมาจากผลของพืช West African plant (*Thaumatococcus danielli*) มีชื่อทางการค้าว่า Talin ผลิตโดยบริษัท Tate&Lyle เมืองรีดดิ้ง ประเทศอังกฤษ มีความหวานประมาณ 2,000-2,500 เท่าของน้ำตาลทราย มีลักษณะเป็นผงสีครีมไม่มีกลิ่น ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม

ข. กลุ่มที่เป็นโมโนหรือโอลิโกแซคคาไรด์

1) ฟรุกโทส (Fructose) มีความหวานเป็น 1.8 เท่าของน้ำตาลทราย นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

2) น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar Alcohol) เป็นสารให้ความหวานที่ได้จากการไฮโดรจิเนชั่น (Hydrogenation) น้ำตาลทรายโดยมีนิกเกิลเป็นตัวเร่ง (Catalyst) ตัวอย่างน้ำตาลแอลกอฮอล์ ได้แก่ อีรีทริทอล (Erythritol), ซอบิทอล (Sorbitol), ไซลิทอล (Xylitol), แมนนิทอล (Mannitol) นิยมใช้ในหมากฝรั่ง ลูกกวาด ลูกอม วิตามินสำหรับเด็ก

3) ซูคราโลส (Sucralose) เป็นสารที่ให้ความหวานสูงมาก โดยจะมีความหวานเป็น 400 ถึง 800 เท่าของน้ำตาลทราย แต่ไม่ให้พลังงาน (หรือให้พลังงานต่ำมาก) ผลิตขึ้นโดยบริษัท Tate & Lyle ซึ่งได้รับการจดลิขสิทธิ์เรียบร้อยแล้วที่ประเทศอังกฤษ ซูคราโลสจะมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ดีมากประมาณ 20% ที่ 20 ^{0}C และคุณสมบัติในด้านกลิ่นรส พบว่า ซูคราโลสให้รสหวานบริสุทธิ์ไม่มีกลิ่นรสแปลกปลอมอื่น และนอกจากนี้ยังพบว่าร่างกายของคนเราและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammals) จะไม่ดูดซึมซูคราโลส หรือดูดซึมได้น้อยมากโดยไม่มีการแตกตัว แต่จะขับซูคราโลสออกมาโดยเร็ว สถานภาพทางกฎหมาย (Regulatory Status) ของซูคราโลส โดยการประเมินความปลอดภัยโดยรวม (Comprehensive Safety Evaluation Program) ตามข้อกำหนดของคณะกรรมการแห่งชาติระหว่างประเทศ พบว่าซูคราโลสไม่เป็นพิษและไม่เป็นสารก่อมะเร็งด้วย จากคุณสมบัติของซูคราโลสที่กล่าวมานี้ จึงนิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ให้พลังงานต่ำ เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่ม, ขนมอบ, แยมผลไม้ และไซรัปผลไม้ (กล้าณรงค์, 2542)

ค. กลุ่มที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี

1) อะซีซัลเฟมเค (Acesulfame-K) มีชื่อทางการค้าว่า Sunette และ Sweet One มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 200 เท่า ไม่ให้พลังงานและทนต่อความร้อน นิยมใช้มากในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มประเภทพลังงานต่ำ (low calorie) และปราศจากน้ำตาล (sugar free)

2) แซคคาริน (Saccharin) เป็นสารให้ความหวานชนิดแรกที่มีการสังเคราะห์ขึ้นตั้งแต่ปลาย ค.ศ. 1800 มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 300 เท่า และไม่ให้พลังงาน โดยมีรายงานว่าการใช้แซคคารินอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็ง

3) ไซคลาเมต (Cyclamate) มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย ประมาณ 30 เท่า ไม่ให้พลังงาน ในบางประเทศห้ามใช้ไซคลาเมต เช่น ประเทศไทยห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารทุกชนิด

3.3 นมผงขาดมันเนย (Skim Milk Powder)

นมผง หมายถึง นมดิบที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อที่ระเหยน้ำออกด้วยกรรมวิธีต่างๆ จนเป็นผงและอาจมีการเติมวัตถุอื่นใดที่เป็นองค์ประกอบของนมอีกด้วยก็ได้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท (กระทรวงสาธารณสุข, 2545) คือ

3.3.1 นมผงชนิดเต็มมันเนย คือ นมผงที่มีไขมันเนยอยู่ไม่น้อยกว่า 26% ของน้ำหนัก

3.1.2 นมผงชนิดพร่องมันเนย นมผงที่มีไขมันเนยอยู่อยู่ 1.5-26% ของน้ำหนัก

3.1.3 นมผงขาดมันเนย คือ นมผงที่มีไขมันเนยอยู่ไม่เกิน 1.5% ของน้ำหนัก

นมผงขาดมันเนยนิยมใช้เป็นสารผสมอาหารเพื่อสุขภาพเนื่องจากเป็นแหล่งของโปรตีนและแคลเซียม โดยแคลเซียมในนมดูดซึมได้ดี เนื่องจากมีน้ำตาลแล็กโทสและวิตามินดีที่

ช่วยในการดูดซึมแคลเซียม และอัตราส่วนของแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสในนมมีปริมาณที่เหมาะสม (มลศิริ, 2546)

3.4 วิตามิน

เป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้หรือสังเคราะห์ได้ในปริมาณน้อยไม่เพียงพอกับความต้องการ โดยวิตามินไม่ได้มีหน้าที่โดยตรงแต่จะมีหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ คือทำงานร่วมกับเอนไซม์ (Brown, 2005)

โดยทั่วไปวิตามินแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ (ปัทมา, 2537)

3.4.1 วิตามินที่ละลายได้ในน้ำ ได้แก่ วิตามินบี1 (Thiamin), วิตามินบี2 (Rhiboflavin), วิตามินบี3 (Niacin), วิตามินบี6 (Pyridoxine), โฟเลต, วิตามินบี12 (Cyanocobalamin), ไบโอติน, แพนโทธีนิคแอซิด และวิตามินซี เป็นต้น วิตามินกลุ่มนี้ละลายได้ในน้ำจึงดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย และร่างกายไม่สามารถสะสมไว้ได้ หากได้รับมากเกินพอจะขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ ดังนั้นวิตามินกลุ่มนี้ต้องได้รับจากอาหารประจำวัน

3.4.2 วิตามินที่ละลายได้ในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ, วิตามินดี, วิตามินอี และวิตามินเค วิตามินกลุ่มนี้จะเข้าสู่ร่างกายได้ต้องอาศัยไขมันเป็นตัวทำละลาย และร่างกายสามารถสะสมไว้ได้หากได้รับมากเกินพอ

คุณประโยชน์และหน้าที่ของวิตามินของวิตามินและผลที่ตามมาเมื่อขาดวิตามินดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บทบาทและหน้าที่ของวิตามิน

วิตามิน	หน้าที่	ผลที่ตามมาเมื่อขาดวิตามิน
1.วิตามินบี1 (Thiamine)	1. โคเอนไซม์ในการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต 2. ช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมระบบใยประสาทและกล้ามเนื้อ 3. ช่วยระบบการย่อยอาหาร	1. อ่อนเพลีย ร่างกายอ่อนแอ 2. เฉื่อยชา 3. เจริญเติบโตไม่ดี 4. โรคเหน็บชา
2.วิตามินบี2 (Rhiboflavin)	1. ช่วยร่างการในการจับและใช้พลังงานที่ได้จากคาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมัน 2. ช่วยในการแบ่งตัวของเซลล์ 3. ช่วยในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ 4. ช่วยบำรุงสายตา	1. โรคปากนกกระจอก 2. อ่อนเพลีย
3. วิตามินบี 6	1. ช่วยในการเผาผลาญกรดอะมิโน 2. สารส่งถ่ายสัญญาณกระแสประสาท	1. กล้ามเนื้ออ่อนแรง 2. โลหิตจาง
4. โฟเลต	1. ช่วยในการสร้างเซลล์ 2. ช่วยให้เม็ดเลือดแดงมีรูปร่างปกติ	1. ลิ้นอักเสบ บวมแดง 2. ทำให้เด็กแรกเกิดมีน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ
5. วิตามินบี 12	1. ช่วยซ่อมแซมระบบประสาท 2. ช่วยในการแบ่งเซลล์เม็ดเลือดแดง	1. โรคโลหิตจาง 2. อ่อนเพลีย
6. วิตามินซี	1. สารต้านออกซิเดชั่น 2. เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างโปรตีนและคอลาเจน	1. เส้นเลือดฝอยจะเปราะและแตกง่าย 2. เลือดออกตามไรฟัน
7. วิตามินเอ	1. เกี่ยวข้องกับผิวหนังและกระดูก 2. เกี่ยวข้องกับการมองเห็นในที่มืด	1. ผิวหนังอ่อนแอ เกิดสิว 2. มองไม่เห็นในที่มืด
8. วิตามินดี	1. ช่วยในการดูดซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัสเพื่อใช้ในการสร้างกระดูกและฟัน	1. โรคกระดูกอ่อนในเด็ก 2. โรคกระดูกเปราะในผู้ใหญ่

ตารางที่ 3 (ต่อ)

วิตามิน	หน้าที่	ผลที่ตามมาเมื่อขาดวิตามิน
9.วิตามินอี (α-tocopherol)	1. สารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดแดงและปอด ปกป้องเซลล์จากการทำลายด้วยอนุมูลอิสระ 2. ช่วยลด LDL โคเลสเตอรอล	1. อ่อนเพลีย 2. ระดับไขมันในเลือดสูง
10.วิตามินเค (Phylloquinone)	1. เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือดเมื่อเกิดบาดแผล 2. ช่วยนำแคลเซียมเข้าสู่กระดูก	1. โรคเลือดไหลไม่หยุด 2. การลดลงของแคลเซียมในกระดูก

ที่มา: ดัดแปลงจาก Brown (2005)

4. การทำแห้ง (Drying)

สุคนชื่น (2549) กล่าวว่า การทำแห้ง คือ การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ คือ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน เนื่องจากการลดความชื้นจะเป็นการลดกระบวนการเมตาบอลิซึมและการเจริญของจุลินทรีย์เกิดได้ช้าลง ทั้งยังเป็นการลดปฏิกิริยาการหืนของไขมันเนื่องจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) รวมทั้งลดกิจกรรมเอนไซม์ด้วย โดยอาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน

4.1 ชนิดของน้ำในอาหาร

อาหารแต่ละชนิดมีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่แตกต่างกัน น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญภายในเซลล์ ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายของสารต่างๆ ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและทางชีวภาพ ดังนั้นการชะลอการเน่าเสียของอาหารจึงใช้วิธีลดปริมาณน้ำในอาหารให้น้ำ ทำให้มีน้ำไม่เพียงพอสำหรับใช้ในปฏิกิริยาทางเคมี และยังชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ น้ำในอาหารมีอยู่ในรูปที่แตกต่างกัน (นิธิยา, 2545) โดยน้ำในอาหารแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

4.1.1 โมโนเลเยอร์วอเตอร์ (Monolayer Water) เป็นน้ำที่มีความคงตัวมาก สามารถถูกยึดเกาะได้อย่างเหนียวแน่น มีระเบียบและมีรูปทรง (rigid) น้ำนี้ไม่สามารถใช้เป็นตัวทำละลายได้ และเป็นน้ำที่ไม่แข็งตัวเมื่อนำอาหารไปแช่แข็งที่อุณหภูมิใดๆ ปริมาณน้ำชนิดนี้มีอยู่ในอาหารจะผันแปรขึ้นอยู่กับปริมาณของโปรตีนในอาหารแต่ละชนิด เช่น ในเนื้อสัตว์มีน้ำที่ไม่แข็งตัวเป็นน้ำแข็งประมาณ 11.4% ของน้ำทั้งหมดในอาหาร อาหารประเภทผักและผลไม้จะมีน้ำที่ไม่แข็งตัวเป็นน้ำแข็งน้อยกว่า 6% ของน้ำทั้งหมด แต่ในธัญพืชมีสูงถึง 34% ของน้ำทั้งหมด

4.1.2 แคพพิลาลีวอเตอร์ (Capillary Water) เป็นน้ำที่อยู่ในโครงสร้างของเนื้อเยื่อและเมื่อโครงสร้างของเนื้อเยื่อถูกทำลาย ซึ่งมีบทบาทต่อการเกิดฮิสเทอรีซีส (hysteresis) ในอาหาร

4.1.3 ฟรีวอเตอร์ (Free Water) เป็นน้ำที่อยู่ในรูปอิสระและเป็นน้ำที่นำมาใช้เป็นตัวทำละลายได้ เนื้อสัตว์ต่างๆ มีปริมาณน้ำอิสระ 30-50% ของน้ำทั้งหมด

4.2 วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)

วอเตอร์แอคทิวิตี้ หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร (p) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่จุดอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน (p_0) (นิธิยา, 2545)

$$a_w = p/ p_0 \quad (1)$$

$$a_w = ERH/100 \quad (2)$$

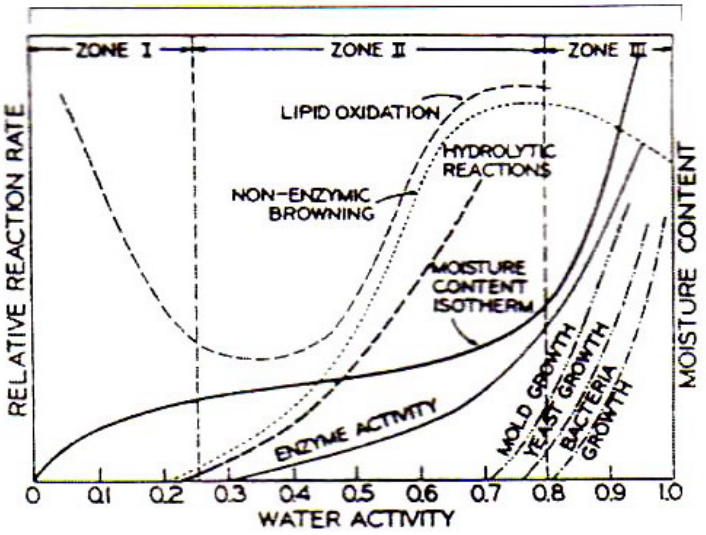
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่สัมพันธ์กับค่าความชื้นเฉพาะหนึ่งๆ (Specific Moisture Content) ของอาหาร เรียกว่า Equilibrium Relative Humidity (ERH)

น้ำในอาหารทำให้เกิดความดันไอ ซึ่งความดันไอจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร อุณหภูมิ และความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น เกลือและน้ำตาล กฎของราอูลล์ (Raoult's law) กล่าวว่า ตัวถูกละลายจะลดความดันไอของน้ำมีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ลดลงด้วย เมื่ออาหารมีความชื้นลดลงประมาณ 50% ของทั้งหมด จะทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอาหาร และการเจริญของจุลินทรีย์ผันแปรตามค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้แบ่งได้เป็น 3 ช่วง ดังแสดงในภาพที่ 3 คือ

ช่วงที่ 1 (Zone I) เส้นกราฟค่อนข้างชัน จะสอดคล้องกับโมโนเลเยอร์วอเตอร์ (Monolayer Water) ซึ่งเป็นน้ำที่เกาะอยู่กับสารประกอบในอาหารอย่างเหนียวแน่น และมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้อยู่ในช่วง 0-0.25 หรือ 0.3

ช่วงที่ 2 (Zone II) เส้นกราฟค่อนข้างราบ สอดคล้องกับแคพพิลาลีวอเตอร์ (Capillary Water) ที่มีอยู่ในอาหารซึ่งเป็นน้ำที่กำจัดออกได้แต่ค่อนข้างยาก ถ้าปริมาณน้ำส่วนนี้ลดลงจะทำให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ลดลงและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมีส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในอาหารได้ด้วย ปริมาณความชื้นจะลดเหลือประมาณ 3-7% ขึ้นอยู่กับชนิดอาหารและอุณหภูมิ ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้อยู่ในช่วง 0.3-0.8

ช่วงที่ 3 (Zone III) เป็นน้ำอิสระที่มีอยู่ในเนื้อเยื่ออาหาร สามารถกำจัดออกได้ง่าย น้ำเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย และถูกใช้สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี โดยมีน้ำประมาณ 12-25% และมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้อยู่ในช่วง 0.8-1.0



ภาพที่ 3 อัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอาหาร และการเจริญของจุลินทรีย์ที่ผันแปรตามค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ที่อุณหภูมิ 20 ^{0}C

ที่มา: นิธิยา (2545)

4.3 ประเภทของการถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนเกิดตรงจุดที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ คืออุณหภูมิของเครื่องมือที่ใช้ในการทำแห้งและอาหารที่ต้องการทำให้แห้ง การถ่ายเทความร้อนมี 3 วิธีคือ

4.3.1 การนำความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่อยู่ข้างเคียงซึ่งจะเกิดกับอาหารที่เป็นของแข็ง

4.3.2 การพาความร้อนจะเกิดกับอาหารที่เป็นของเหลว โดยกระแสความร้อนจะถูกพาผ่านช่องว่างที่เป็นอากาศหรือแก๊สจากของเหลวชนิดหนึ่งไปยังของเหลวอีกชนิดหนึ่ง

4.3.3 การแผ่รังสี เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนไปยังอาหารซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีอบอาหารในสุญญากาศ และการอบแห้งแบบเยือกแข็ง

ในทางปฏิบัติการถ่ายเทความร้อนในการทำแห้งอาจเกิดขึ้นพร้อมกันหลายแบบ

4.4 ชนิดของการทำแห้ง มีหลายวิธีคือ (Cristina and Mujumdar, 1995)

4.4.1 ใช้กระแสลมร้อนสัมผัสกับอาหาร เช่น ตู้อบแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อน (Hot Air Dryer)

ก. ตู้อบแสงอาทิตย์ เป็นวิธีการทำแห้งแบบดั้งเดิม รังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์จะทำให้น้ำที่อยู่ในอาหารระเหย การทำแห้งด้วยตู้อบแสงอาทิตย์จะเกิดได้ดีในเขตอากาศร้อน และมีความชื้นในอากาศต่ำ

ข. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Dryer) เป็นวิธีการทำแห้งโดยอาศัยลมร้อนพาน้ำที่อยู่ในอาหารให้ระเหยออกไป ซึ่งเป็นวิธีการทำแห้งที่เหมาะสมกับผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ตู้อบลมร้อนเป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้งานได้ง่าย เหมาะสำหรับการทำแห้งผลิตภัณฑ์ไม่มากนัก

4.4.2 พ่นอาหารที่เป็นของเหลวไปในลมร้อน เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer)

เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer) สารที่จะนำมาอบแห้งต้องทำเป็นของเหลวได้ อาจจะอยู่ในรูปของสารละลาย เจล อิมัลชั่น การอบแห้งจะเกิดขึ้นโดยการทำให้ของเหลวดังกล่าวแตกกระจายเป็นละออง หรือเป็นหยดเล็กๆ ภายในห้องอบที่มีก๊าซร้อนไหลผ่าน ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นเร็วมาก เนื่องจากของเหลวมีสภาพเป็นละอองซึ่งมีพื้นที่ผิวสัมผัสที่จะสัมผัสกับก๊าซร้อนจำนวนมาก ทำให้น้ำระเหยออกไปได้เร็ว ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาในสภาพเป็นเม็ดเล็ก หรือเป็นผง การอบแห้งแบบนี้จะได้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ดีหรือไม่ดีจึงขึ้นกับประสิทธิภาพในการทำให้ของเหลวแตกตัวเป็นละอองเล็กๆ เป็นสำคัญ

4.4.3 ให้อาหารข้นสัมผัสกับผิวหน้าของลูกกลิ้งร้อน เครื่องมือที่ใช้คือเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Dryer หรือ Roller Dryer) (Pau *et al*., 2005)

เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยมากนิยมใช้ในการทำแห้งผลิตภัณฑ์ประเภทแป้งทางการค้า โดยเป็นการให้ของเหลวข้นหนืดผ่านผิวลูกกลิ้งอย่างต่อเนื่อง โดยผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการทำแห้งแบบลูกกลิ้งต้องเป็นของเหลวที่มีความข้นหนืดพอสมควร หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการระเหยน้ำออกเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ข้นหนืด เช่น ซอส แอ๊ปเปิ้ล, ธัญพืชที่ผ่านการทำสุกบางส่วน, มันฝรั่งบด, กากน้ำตาล, น้ำผึ้งและผลไม้บางชนิด สำหรับวัตถุประสงค์ในการทำแห้งก็เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาโดยต้องบรรจุในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม และนอกจากนี้ยังช่วยลดน้ำหนักในการขนส่ง

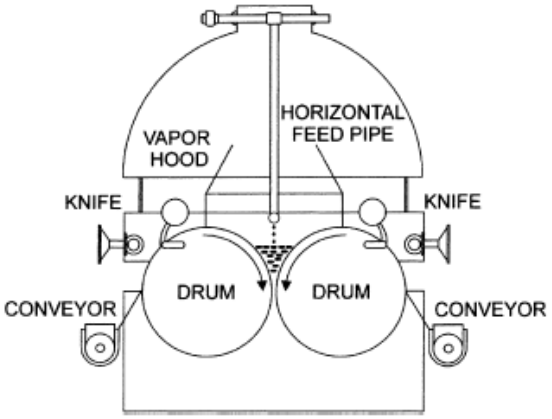
เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ดังแสดงในภาพที่ 4 ประกอบไปด้วยลูกกลิ้ง 2 อัน โดยด้านในเป็นโพรงและลูกกลิ้ง 2 อันอยู่ติดกันเพื่อที่จะทำให้ไอน้ำร้อนสามารถหมุนเวียนผ่านลูกกลิ้งได้ โดยที่ลูกกลิ้งสามารถหมุนได้ที่ความเร็วรอบระดับต่างๆ โดยมีใบมีดติดอยู่กับตัวลูกกลิ้ง ของเหลวจะแห้งติดอยู่ที่ผิวลูกกลิ้งและใบมีดจะขูดออก ปัจจัยสำคัญ 5 ปัจจัยที่ต้องควบคุมในการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง คือ

1. ความดันไอน้ำ
2. ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง

3. ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง

4. ปริมาณของเหลวข้นหนืดที่ป้อนเข้าระหว่างกระบวนการทำแห้ง

5. สภาวะของของเหลวข้นหนืด ได้แก่ ความข้นหนืด อุณหภูมิของของเหลว



ภาพที่ 4 เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Double Drum Dryer)
ที่มา: Gavrielidon *et al*.,(2002)

4.4.4 กำจัดความชื้นของอาหารในสภาพที่ทำให้เป็นน้ำแข็ง แล้วกลายเป็นไอในห้องสุญญากาศ ซึ่งเป็นการทำให้อาหารแห้งแบบเยือกแข็ง โดยเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze Dryer)

4.4.5 ลดความชื้นในอาหารโดยใช้ไมโครเวฟ (Microwave) หลักในการทำอาหารให้แห้ง คือจะต้องไล่น้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในผลิตผลทางการเกษตรออกไป แต่จะยังมีความชื้นเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์มากน้อยแล้วแต่ชนิดของอาหาร

5. เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

ในระยะเวลา 2-3 ปีที่ผ่านมานี้จะเห็นได้ว่าตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเครื่องดื่มประเภทน้ำผัก น้ำผลไม้ ชาเขียว และเครื่องดื่มจากธัญพืช และจากรายงานของ Cremens and Pressman (2005) ที่กล่าวว่า ในสมัยก่อนเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเป็นเพียงเครื่องดื่มสำหรับผู้บริโภคกลุ่มเล็กๆ แต่ในปัจจุบันนี้เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเป็นเครื่องดื่มที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการ ดังจะเห็นได้จากการเจริญเติบโตของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง สิ่งที่ผู้บริโภคต้องการในเครื่องดื่มสุขภาพคือ ประโยชน์ในการป้องกันโรคต่างๆ นอกจากนี้ยังต้องการคุณประโยชน์เสริมอื่นๆ เช่น เสริมความงาม เป็นต้น โดยเครื่องดื่มที่มีการเจริญเติบโตสูงได้แก่ เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์นม (Dairy-Base Beverage), เครื่องดื่มที่มีการเสริมสารอาหาร(Nutrient-Enhanced Drink), เครื่องดื่มที่มีการเสริมโปรตีน (Beverage with Added Protein), เครื่องดื่มที่ทดแทนอาหารมื้อหลัก (Meal Replacements), เครื่องดื่มให้พลังงาน (Energy Drink) และเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่มีการเสริมคุณค่าทางอาหาร (Ready-to-Drink Sports Nutrition Beverages) สิ่งที่เป็นแรงผลักดันให้ผู้บริโภคหันมานิยมบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมากขึ้น คือ ความใส่ใจในสุขภาพ ความต้องการที่จะมีสุขภาพแข็งแรง โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจะต้องตระหนักว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นจะต้องมีประโยชน์ต่อสุขภาพตามธรรมชาติให้มากที่สุด รวมทั้งการเติมคุณค่าทางอาหารเข้ากับสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เช่น วิตามินซี วิตามินอี (บริษัทเต็ดตราแพ้ค, 2548)

6. เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป (Instant Cereal Beverage)

เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเป็นเครื่องดื่มที่ประกอบด้วย ธัญญาหารสำเร็จรูป น้ำตาล นมผงหรือครีมเทียม วิตามินและเกลือแร่ โดยธัญญาหารสำเร็จรูปแต่เดิมมีกรรมวิธีในการผลิตโดยการทำส่วนผสมของธัญพืชร้อนและทำให้สุก จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่น (Flaking) นำมาบดและร่อนให้มีขนาดตามต้องการ (Daniels, 1974) โดยเราสามารถเติมสารเสริมอาหารต่างๆ ลงไปในเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป เพื่อเพิ่มประโยชน์ให้กับผลิตภัณฑ์และสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค ดังรายงานของบริษัทเต็ดตราแพ้ค (2005) ที่กล่าวว่า ปัจจุบันผู้บริโภคที่ใส่ใจเรื่องสุขภาพและความสมดุลธรรมชาติจะมีความสนใจสุขภาพของตนเองและครอบครัวเป็นอย่างมาก โดยพวกเขาจะมีส่วนร่วมในการเลือกสรร

ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มที่ดีต่อสุขภาพ โดยประมาณ 69% ถึง 75% ของผู้ซื้อในกลุ่มนี้ทั่วโลกเป็นผู้หญิง ซึ่งจะเป็นผู้ตัดสินใจเลือกซื้ออาหารและเครื่องดื่มที่มีผลดีต่อสุขภาพ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อสุขภาพและให้ผลที่มองเห็นในระยะเวลาสั้นๆ ย่อมทำให้ผู้บริโภคเกิดความสนใจ และกลุ่มลูกค้าเป้าหมายของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปทุกตรายี่ห้อ มักเป็นผู้บริโภคที่ให้ความใส่ใจในการดูแลสุขภาพ และรับประทานอาหารจากธัญพืช (ฉัตรฝน, 2548)

คณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ได้จัดประเภทของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปอยู่ในหมวดของอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 พ.ศ. 2543 และฉบับที่ 230 พ.ศ. 2544 เป็นเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (สำนักคณะกรรมการอาหารและยา, 2548)

กรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป โดยทั่วไปมีกรรมวิธีดังต่อไปนี้ (ฉัตรฝน, 2548)

1. การนำธัญพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบมาบดและอบแห้ง
2. นำมาผสมเข้าด้วยกันตามสัดส่วน
3. อบไอน้ำและผ่านขบวนการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง
4. นำเข้าเครื่องร่อนเพื่อแยกขนาดของชิ้นส่วน
5. นำมาผสมส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ นมผง ครีมเทียม น้ำตาล และสารเสริมอาหารอื่นๆ เช่น วิตามิน เกลือแร่
6. บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

ลักษณ์และคณะ (2543) ศึกษากระบวนการผลิตเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปจากข้าวโพด โปรตีนสกัดบริสุทธิ์จากถั่วเหลืองและแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม โดยใช้กระบวนการเอ็กซ์ทรูชั่น โดยพบว่าปริมาณสัดส่วนของข้าวโพดบดหยาบต่อต่อโปรตีนสกัดบริสุทธิ์จากถั่วเหลืองเท่ากับ 84:10 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสม เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการคืนตัวและดูดน้ำได้ดี เกิดการแยกชั้นน้อยมาก และมีความหนืดที่เหมาะสม โดยสูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยผงธัญพืชจากกระบวนการเอ็กซ์ทรูชั่น 50%, น้ำตาลทราย 25%, นมพร่องมันเนย 10%, ครีมเทียม 14.4%, กลิ่นมอลท์ 0.2% และกลิ่นครีมนม 0.4%

7. การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ หรือ Quality Function Deployment ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเกษตร

เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment, QFD) เป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยเป็นเทคนิคที่แปลงความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ให้เป็นคุณลักษณะทางเทคนิคที่สามารถวัดค่าได้ในทุกขั้นตอนการผลิต (Berggist and Abeysekera, 1995)

7.1 ขั้นตอนของกระบวนการเทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (QFD)

โดยทั่วไปแล้วเทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน (อนุวัตร, 2549)ได้แก่

ขั้นตอนที่1 เปลี่ยนความคิดและความต้องการของผู้บริโภค (Consumer Need) ให้เป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบ(Product Design Attribute) หรือข้อมูลทางด้านเทคนิคที่วัดได้ (Technical Measures) เช่น ต้องการผลิตภัณฑ์รสดี ได้แก่ ไม่มัน กลิ่นดี ไม่เค็ม และมีความสดใหม่ สามารถเปลี่ยนเป็นข้อมูลด้านเทคนิค คือ ใส่เกลือน้อยกว่า 2%, ทอดนานไม่เกิน 2 นาที

ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนข้อมูลทางเทคนิคที่วัดได้ (Technical Measures) ให้เป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Part Characteristics)

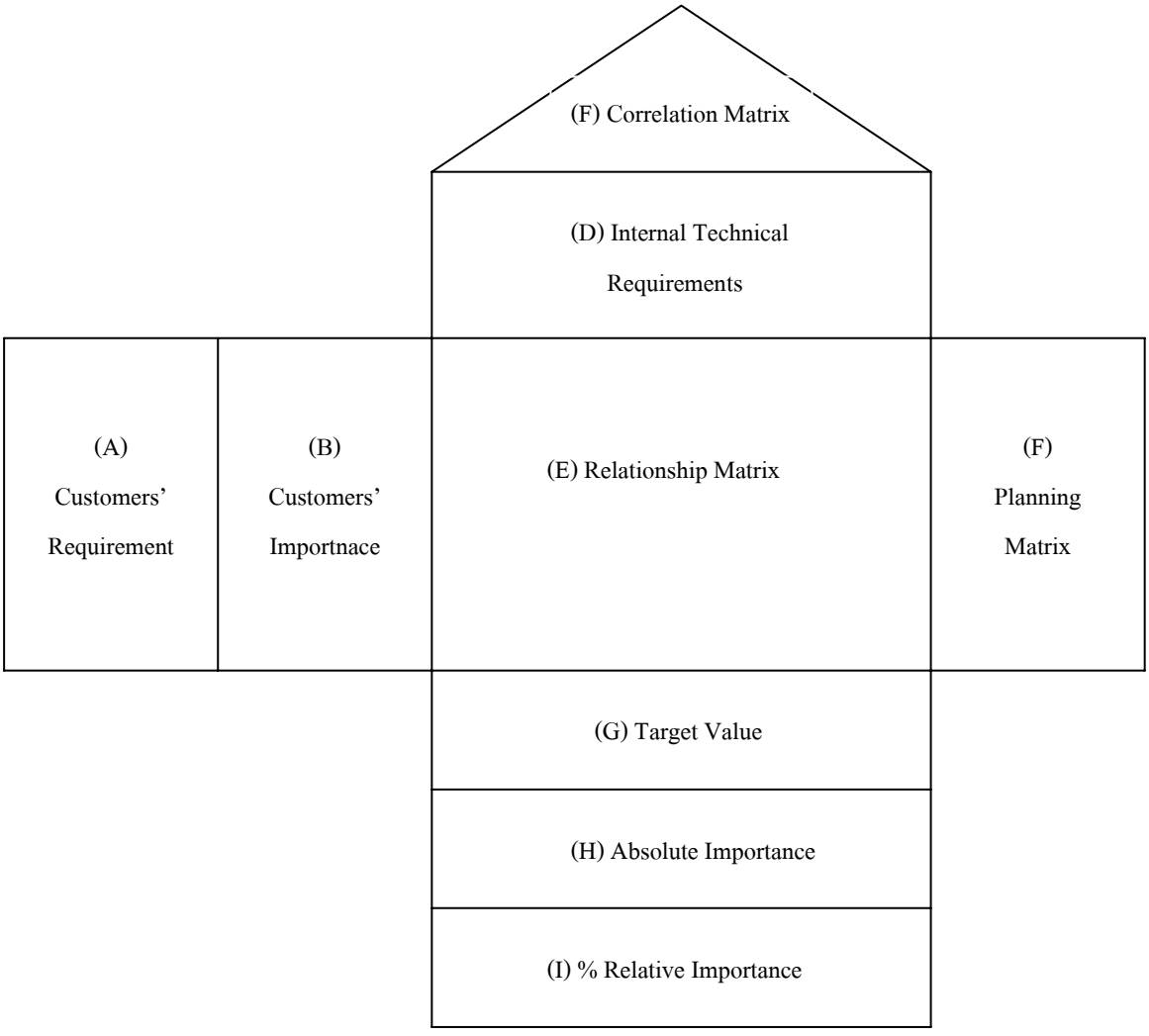
ขั้นตอนที่ 3 เปลี่ยนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Part Characteristics) ให้เป็นวิธีการปฏิบัติการผลิต (Process Operation)

ขั้นตอนที่ 4 เปลี่ยนการปฏิบัติการผลิตที่สำคัญ (Key Process Operation) ให้เป็นแผนการผลิตวันต่อวัน (Day to Day Production Requirement)

สำหรับขั้นตอนที่ 1 นิยมเรียกว่า House of Quality (HOQ) หรืออาจเรียกว่าตารางคุณภาพ/บ้านคุณภาพ โดยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มักจะเน้นในส่วนของขั้นตอนที่ 1 ดังนั้นงานวิจัยนี้ใช้เฉพาะขั้นตอนที่ 1 เพื่อใช้ในการหาปัจจัยที่มีความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

7.2 บ้านคุณภาพ (House of quality, HOQ)

บ้านคุณภาพถือเป็นกระบวนการเริ่มต้นของเทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ(HOQ) เริ่มต้นจากการหาความต้องการของผู้บริโภคสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การออกแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การระดมสมอง (Brainstorming) เป็นต้น จากนั้นให้ความสำคัญกับแต่ละคุณลักษณะ และแปลความต้องการของผู้บริโภคให้เป็นคำแทนคุณลักษณะด้านคุณภาพ และลำดับความสำคัญของแต่ละคุณลักษณะว่าในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ควรให้ขั้นตอนใดเป็นขั้นตอนสำคัญในการก่อน บ้านคุณภาพแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ส่วนประกอบหลักของบ้านคุณภาพ (House of Quality, HOQ)
ที่มา: อรดี (2543)

7.2.1 ส่วนประกอบหลักของบ้านคุณภาพ

ก. ข้อมูลจากผู้บริโภค (Consumer Input)

1) ส่วน A จะเป็นของความต้องการของผู้บริโภค(Consumer Need) ซึ่งเป็นส่วนที่ได้มาจากการทำวิจัยทางการตลาด (Market Research)

2) ส่วน B ค่าคะแนนความสำคัญเฉลี่ยที่ผู้บริโภคให้ โดยจะบอกว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อผู้บริโภค อาจจะได้มาจากการที่ทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นผู้ให้ความสำคัญของปัจจัย หรือได้จากการสอบถามผู้บริโภค

3) ส่วน C ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยที่ผู้บริโภคให้เมื่อเปรียบเทียบกับสินค้าคู่แข่ง จากข้อมูลส่วนนี้จะทำให้เราทราบว่าผลิตภัณฑ์ของเราอยู่ในระดับใดเมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ข. ข้อมูลภายในองค์กร (Technical Input)

1) ส่วน D เป็นส่วนที่ได้จากการแปลงความต้องการของผู้บริโภคให้อยู่ในรูปของข้อมูลทางเทคนิคที่สามารถวัดค่าได้

2) ส่วน E ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้า (Consumer Requirement) และคุณลักษณะทางด้านเทคนิค เพื่อระบุระดับของความสัมพันธ์ว่ามากน้อยเพียงใดโดยสัญลักษณ์ที่ใช้ ดังแสดงในตารางที่ 4 การกำหนดความสัมพันธ์จะกระทำโดยทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4 การกำหนดค่าตัวเลขให้กับความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์	สัญลักษณ์	ตัวเลข
ไม่มีความสัมพันธ์		0 หรือ ว่าง
สัมพันธ์น้อย	Δ	1
สัมพันธ์ปานกลาง	o	3
สัมพันธ์มาก	◉	9

หมายเหตุ โดยมากจะใช้เลข 9 แทน “สัมพันธ์มาก” เนื่องจากเป็นตัวคูณของ 3 “ สัมพันธ์ปานกลาง” ทำให้เกิดความแตกต่างจากระดับอื่นชัดเจน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Cohen (1995)

3) ส่วน F แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพแต่ละตัว โดยจะแสดงในรูปสัญลักษณ์ เพื่อระบุถึงระดับความสัมพันธ์ว่า โดยทั่วไปความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพมีได้ 3 แบบ คือ ความสัมพันธ์ทางบวก(ส่งเสริมกัน) ความสัมพันธ์ทางลบ(ความสัมพันธ์ตรงกันข้าม) และไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยสัญลักษณ์ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งมีผลต่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ถ้ามีความสัมพันธ์ทางลบแสดงว่ามีความขัดแย้งในการออกแบบจึงต้องอาศัยการวางแผนพิเศษเพื่อเอาชนะข้อจำกัดนั้น

ตารางที่ 5 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการระบุถึงระดับและทิศทางของความสัมพันธ์

สัญลักษณ์	ความหมาย
√√	Strong Positive Impact
√	Moderate Positive Impact
<blank>	No Impact
X	Moderate NegativeImpact
XX	Strong Negative Impact

ที่มา: ดัดแปลงจาก Cohen (1995)

ค. ผลลัพธ์ที่ได้จากบ้านคุณภาพ

1) ส่วน G ค่าเป้าหมาย (Target Value) เป็นค่าเป้าหมายของลักษณะทางคุณภาพที่ทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์ตกลงร่วมกันเพื่อที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ไปถึงเป้าหมายที่กำหนด

2) ส่วน H ค่าน้ำหนักสมบูรณ์ของคุณลักษณะด้านคุณภาพ (Absolute Importance) คือผลรวมของผลคูณระหว่างค่าระดับความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยของปัจจัยความสำคัญที่ได้จากส่วน B แต่ละตัวในแต่ละคอลัมภ์ของคุณลักษณะด้านคุณภาพ

3) ส่วน I ค่าน้ำหนักของคุณลักษณะทางด้านคุณภาพโดยเปรียบเทียบเป็นการหาลำดับความสำคัญของคุณลักษณะทางด้านคุณภาพแต่ละข้อในรูปร้อยละของคุณลักษณะทางคุณภาพโดยรวม โดยจากส่วน I เป็นส่วนที่ทำให้ทราบว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะสามารถสนองความต้องการของผู้บริโภคอย่างแท้จริง

7.2.2 จุดแข็งและจุดอ่อนของเทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (QFD)ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (Banner *et al*.,2003)

ก. จุดแข็ง

1) ช่วยปรับปรุงกระบวนการสื่อสารในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2) เป็นเทคนิคที่เชื่อมโยงความต้องการของผู้บริโภคเข้ากับคุณลักษณะทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์

3) ตารางคุณภาพแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

4) ช่วยให้ทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถกำหนดเป้าหมายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ชัดเจน

5) ช่วยให้ทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถตัดสินถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์คู่แข่งได้

6) ช่วยให้ทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถรวบรวมข้อมูลที่ชัดเจนเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จ

7) ช่วยในการตัดสินใจที่ชัดเจน และมีเอกสารแสดงถึงเหตุผลในการตัดสินใจ

8) ช่วยทำให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์รับรู้ถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มต้น

9) การเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพัฒนากับผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งทำให้สามารถทราบถึงความต้องการที่แท้จริงของผู้บริโภค

10) ช่วยลดต้นทุนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพราะวิธีการ QFD เป็นการที่ทุกๆ ฝ่ายร่วมกันคิดและตัดสินใจในเวลาเดียวกัน

11) เพิ่มประสิทธิภาพในการมีส่วนแบ่งทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เนื่องจากข้อมูลเริ่มต้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาจากความต้องการของผู้บริโภค

12) เพิ่มอำนาจในการตัดสินใจให้กับทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์

ข. จุดอ่อน (Weakness)

1) ผู้บริโภคเกี่ยวข้องกับขั้นตอน QFD เฉพาะในตอนเริ่มต้นเท่านั้น

2) ความต้องการของผู้บริโภคมักจะมีความหลากหลายและแปรปรวน ดังนั้นจากการสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์จะได้ข้อมูลที่มีความหลากหลายมาก จึงเป็นการยากที่จะหาเป้าหมายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่แน่ชัด

3) วัตถุดิบของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีความแปรปรวนและเสื่อมเสียได้ง่าย ดังนั้นจึงควรมีการตั้งข้อกำหนด

4) วิธีการนี้จะมีประโยชน์สำหรับการพัฒนาบริการมากกว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์

5) ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนามีความซับซ้อนก็ยิ่งทำให้การปรับปรุงผลิตภัณฑ์เป็นไปด้วยความยากมากขึ้น

6) เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่สามารถแยกแต่ละส่วนได้อย่างชัดเจน

7) บางครั้งถ้าทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์แปลงความต้องการของผู้บริโภคผิดก็จะทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผิดพลาด

8) ในขั้นตอนของ QFD ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่ฝ่ายการผลิต ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ ฝ่ายการตลาด ฯลฯ บางบริษัทอาจจะไม่มีความสามารถมากพอที่จะสนันสนุนของกระบวนการ QFD ได้

9) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์อาหารส่วนมากต้องการการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งเป็นการวัดค่าที่มีขั้นตอนและกระบวนการที่ซับซ้อน ส่งผลให้วิธีการ QFD ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมีตัวแปรต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง

7.2.3 ตัวอย่างการใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

Benner *et al*. (2003) อ้างถึง Kristensen (1997) ว่าใช้บ้านคุณภาพ (House of Quality) ในการหาความต้องการด้านรสชาติของผู้บริโภคที่มีต่อปลาไหลรมควัน (Smoked Eel) เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณลักษณะของปลาไหลรมควันให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

Benner *et al*. (2003) อ้างถึง Costa (1996) ว่าใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสมะเขือเทศ

8. โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming)

8.1 ความหมาย

โปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นเทคนิคที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimization Technique) มีการพิจารณาปัจจัยที่สำคัญ เพื่อนำเข้าสู่สมการเชิงเส้นตรง ในการนี้ถ้าพบว่าเงื่อนไขทางโภชนาการตึงเกินไปก็จำเป็นต้องผ่อนคลายเงื่อนไขดังกล่าว สูตรที่เป็นไปได้จะถูกเลือกมาใช้ (ศิริลักษณ์, 2547)

โปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นโปรแกรมที่ความสัมพันธ์ทั้งหมดในโปรแกรมมีลักษณะเป็นเส้นตรง คือเป็นสมการกำลังหนึ่ง ทั้งสมการเป้าหมายและสมการข้อจำกัด ซึ่งเมื่อกำหนดให้มีสมการหรืออสมการ (Inequalities) ที่สัมพันธ์เป็นรูปเส้นตรงจำนวน m สมการที่มี

จำนวนตัวแปร r ตัว และทำการหาค่าบวกของตัวแปรเหล่านี้เพื่อทำให้ค่าของสมการเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุดภายใต้ข้อจำกัด (สมคิด, 2530)

โปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาการจัดสรรปัจจัย และทรัพยากรที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นเชิงเส้นตรงทั้งสิ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหา และตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด เช่น ให้มีต้นทุนต่ำสุด ให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสุด เป็นต้น (อนุวัตร, 2549)

8.2 การกำหนดตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง (อนุวัตร, 2549)

รูปแบบการแทนระบบของการสร้างโปรแกรมเชิงเส้นตรงมีโครงสร้างดังต่อไปนี้

8.2.1 สมการกำหนดเป้าหมาย (Objective Function) คือสมการแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุน กำไร ฯลฯ เพื่อให้กำหนดเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุดดังนี้

$$Z = F(X_i) \tag{3}$$

$$Z = C_1X_1+C_2X_2+C_3X_3+\ldots.+C_nX_n \tag{4}$$

เมื่อ C_n เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายหลักมีค่าคงที่ เช่น ราคาต่อหน่วย

X_n เป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้

8.2.2 มีสมการขอบข่าย หรือสมการข้อจำกัด (Constraints) ซึ่งกำหนดช่วงความเป็นไปได้ของตัวแปรในสมการหรืออสมการดังนี้

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + a_{14}X_4 +\ldots + a_{1n}X_n \ (<,=,>)\ b_1 \tag{5}$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + a_{24}X_4 +\ldots + a_{2n}X_n \ (<,=,>)\ b_2 \tag{6}$$

$$a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + a_{n3}X_3 + a_{n4}X_4 + \ldots + a_{in}X_n \ (<,=,>) \ b_n \qquad (7)$$

เมื่อ a_{in} เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรมีค่าคงที่ เช่น ปริมาณโปรตีนต่อกรัม

X_n เป็นตัวแปรที่แทนค่าของปัจจัย

b_n เป็นปริมาณของทรัพยากรที่จะนำมาใช้ในแต่ละกิจการ มีค่าคงที่เรียกว่า Right Hand Side (RHS) เช่น ปริมาณแคลอรี่ที่ต้องการจำกัด ปริมาณโปรตีนที่จำกัด ปริมาณคลอเลสเตอรอลที่จำกัด

8.2.3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรของสมการต่างๆ ของรูปแบบแทนระบบต้องมีลักษณะเชิงเส้นตรง (linear form) คือตัวแปรทุกตัวในสมการเป้าหมาย และสมการหรืออสมการของขอบข่ายจะต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเป็นกำลังเดียวกัน (โดยมากเป็นกำลังหนึ่ง)

8.2.4 ตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

8.3 วิธีการดำเนินการสำหรับโปรแกรมเชิงเส้นตรง

8.3.1 กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ

8.3.2 ให้ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อสร้างสมการเป้าหมาย และสมการข้อจำกัดชุดต่างๆ

8.3.3 กำหนดความต้องการในการแก้ปัญหาว่าต้องการอะไรสูงสุด หรือต่ำสุด เช่นต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีค่าพลังงานต่ำสุด

8.3.4 คำนวณหาค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ ทำได้โดยใช้วิธีสร้างกราฟ หรือวิธีซิมเพล็กซ์ (simplex method) ซึ่งสามารถคำนวณด้วยมือหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น TurboLP, Excel solver, LP88, Lindo, Lingo เป็นต้น

ข้อควรระวังในการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คือหน่วยที่ใช้ และผลรวมจำเป็นจะต้องเป็น 100%

9. การทดสอบผู้บริโภค (Consumer Test)

ในปัจจุบันการดำเนินงานทางธุรกิจโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการตลาด ได้ให้ความสำคัญกับผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทั้งสภาพเศรษฐกิจและสังคม (กุณฑลี, 2549) ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องค้นหาความต้องการที่แท้จริงของผู้บริโภคทั้งในตอนเริ่มต้นของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์และหลังจากที่ผลิตภัณฑ์นั้นผ่านกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จในตลาด

9.1 สถานที่ในการทดสอบผู้บริโภค (เพ็ญขวัญ, 2549)

9.1.1 ห้องปฏิบัติการ การประเมินผลในห้องปฏิบัติการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Laboratory test: LT) มีประโยชน์คือ มีการควบคุมกระบวนการเตรียมและการเสนอตัวอย่างอย่างระมัดระวัง สามารถปกปิดสีหรือสิ่งมีตำหนิได้ง่ายโดยใช้แสงไฟ ข้อเสีย คือ การทดสอบไม่เป็นไปตามการบริโภคปกติ

9.1.2 ศูนย์ทดสอบกลางของผู้บริโภค (Central Location Test) เป็นสถานที่ที่นิยมใช้ในการทดสอบผู้บริโภคมากที่สุด โดยเฉพาะการทำวิจัยการตลาด สถานที่ดังกล่าวได้แก่ ตลาด ศูนย์การค้า โรงเรียน โรงอาหาร ฯ ซึ่งการเลือกสถานที่ทดสอบจะพิจารณาในความสะดวกของผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคเป้าหมายเป็นหลัก การจัดสถานที่ทดสอบอาจจัดเป็นบริเวณแยกออกมาจากที่นั่งของบุคคลทั่วไป มีเก้าอี้ โต๊ะสำหรับผู้ทดสอบเพื่อป้องกันการรบกวนจากสิ่งต่างๆ วิธีการนี้มีข้อดีคือ ผู้ทดสอบมีสมาธิในการทดสอบ เนื่องจากไม่มีสิ่งรบกวนมากนัก ถ้ามีข้อสงสัยสามารถถามผู้ดำเนินการทดสอบได้ ผลการทดสอบที่ได้จะเป็นจริง น่าเชื่อถือ และได้แบบสอบถามคืนเกือบทั้งหมด ข้อเสียคือ สถานการณ์การทดสอบไม่เหมือนการบริโภคตามปกติ

9.1.3 การทดสอบที่บ้าน (Home Used Test) วิธีการนี้ให้ผู้ทดสอบได้ทดสอบผลิตภัณฑ์ที่บ้านหรือในสภาวะการใช้หรือบริโภคอยู่เป็นประจำ ดังนั้น ผู้บริโภคมีโอกาสสัมผัสกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเตรียมและการใช้จริง ผู้ทดสอบสามารถแสดงทัศนคติเกี่ยวกับรายละเอียดผลิตภัณฑ์ เช่น ราคา ภาชนะบรรจุ เป็นต้น ได้มาก เนื่องจากผู้ทดสอบมีเวลา

ในการทดสอบมาก ข้อด้อยของวิธีการนี้คือเสียเวลา ผู้ทดสอบอาจไม่สนใจที่จะทำการทดสอบ เนื่องจากไม่มีการคุมการทดสอบ และค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีอื่น

9.2 การทดสอบ McNemar (The McNemar Test) (Agresti, 1996)

McNemar Test เป็นวิธีการวิเคราะห์ถึงความเปลี่ยนแปลงความน่าจะเป็นของความตั้งใจในการซื้อของผู้บริโภคก่อนและหลังรับทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ มีจุดประสงค์เพื่อทราบว่าผู้บริโภคเปลี่ยนการตัดสินใจในการซื้อหรือไม่เมื่อได้รับทราบข้อมูล ทำการทดสอบผู้บริโภคกลุ่มเดียวกันโดยใช้แบบสอบถามที่ถามถึงความตั้งใจในการซื้อของผู้บริโภค 2 ครั้ง คือ การถามถึงความตั้งใจในการซื้อก่อนได้รับข้อมูลและหลังได้รับข้อมูลทางคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ โดยข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การแสดงข้อมูลก่อนและหลังได้รับข้อมูลทางคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

ก่อนทราบข้อมูล	หลังทราบข้อมูล	
	ซื้อ (Yes)	ไม่ซื้อ (No)
ซื้อ (Yes)	π_{11}	π_{12}
ไม่ซื้อ (No)	π_{21}	π_{22}

สมมุติฐานหลักสำหรับการทดสอบทางสถิติ H_0 คือ

$$\pi_{+1\ (\text{total yes after})} - \pi_{1+\ (\text{total yes before})} = 0 \qquad (8)$$

$$\text{หรือ } (\pi_{11}+\pi_{21})-(\pi_{11}+\pi_{12}) = 0 \qquad (9)$$

$$\text{หรือ } \pi_{21}-\pi_{12} = 0 \qquad (10)$$

สมมุติฐานหลักคือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความน่าจะเป็นของการซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังผู้บริโภครับทราบข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาการ

$$\text{McNemar Chi - square} = \frac{(|\pi_{21} - \pi_{12}|)^2}{(\pi_{21} + \pi_{12})} \qquad (11)$$

นอกจากค่า McNemar Chi - square แล้วยังต้องตรวจสอบช่วงของความเชื่อมั่นสำหรับสัดส่วนของความแตกต่าง (Confidence Interval of diffent proportions, CI) ซึ่งแสดงถึงช่วงของจำนวนเท่าของผู้บริโภคที่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นหลังจากทราบข้อมูลเมื่อเทียบกับก่อนทราบข้อมูล

$$CI = (p_{+1} - p_{1+}) \pm Z_{\alpha/2}(ASE) \qquad (12)$$

โดยที่ $ASE = \sqrt{[p_{1+} (1- p_{1+}) + p_{+1} (1- p_{+1}) - 2 (p_{11}p_{22} - p_{12} p_{21})] / N}$

N = จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

$p_{+1} = (\pi_{11}+\pi_{21}) / N$

$p_{1+} = (\pi_{11}+\pi_{12}) / N$

$p_{11} = \pi_{11} / N$

$p_{12} = \pi_{12} / N$

$p_{21} = \pi_{21} / N$

$p_{22} = \pi_{22} / \mathbf{N}$

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 ปลายข้าวกล้องหอมมะลิ จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

1.2 ถั่วอะซูกิ จากโครงการวิจัยภูฟ้าพัฒนา จ.น่าน

1.3 ธัญพืชอบกรอบ ผลิตจากข้าวโพด ข้าวกล้อง ข้าวฟ่าง ลูกเดือย และถั่วเหลือง ตรา ธัญพืชพลังธรรมชาติ

1.4 นมผงขาดมันเนย ตรา มิชชั่น บริษัท มิชชั่นเฮ็ลธ์ฟู้ด จำกัด

1.5 ครีมเทียม ตรา บัดดี้ดีนส์ บริษัท เค.ที.วาย. ฟู้ด อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

1.6 น้ำตาลทรายละเอียด ตรา ไดนาสตี้ บริษัท ไดนาสตี้ แปซิฟิก จำกัด

1.7 อินนูลิน บริษัท เฮล์มมหาบุญ จำกัด

1.8 ซูคราโลส บริษัท ยูซิง จำกัด

1.9 วิตามินเอ (Dry vitamin A acetate type 325 CWS/F) บริษัท อดินพ จำกัด

1.10 วิตามินบี 1 (Thiamine Hydrochloride) บริษัท อดินพ จำกัด

1.11 วิตามินบี 2 (Riboflavin Universal) บริษัท อดินพ จำกัด

1.12 วิตามินอี (Dry vitamin E 50% CWS/S) บริษัท อดินพ จำกัด

2. อุปกรณ์ในการเตรียมวัตถุดิบ

2.1 เครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Tray Dryer) ของ B.W.S. Trading Ltd., Thailand

2.2 เครื่องบดแป้งชนิด Pin Mill

2.3 เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่(Double Drum Dryer)

2.4 อุปกรณ์เครื่องครัว

3. อุปกรณ์ในการผลิตเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

3.1 เครื่องผสม (Mixer)

3.2 เครื่องชั่ง บริษัท scientific promotion Co. Ltd.

3.3 อุปกรณ์เครื่องครัว

4. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ

4.1 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.1.1 เครื่องวัดสี Automatic Reflectance Colorimeter รุ่น Lovibond RT 100 ยี่ห้อ Tintometer ประเทศอังกฤษ

4.1.2 อ่างน้ำไฟฟ้าแบบควบคุมอุณหภูมิได้

4.1.3 เครื่องปั่นเหวี่ยง

4.1.4 เครื่องวัดวอเตอร์แอคทิวิตี้ ยี่ห้อ Novasiana MS1-Aw ประเทศสวิตเซอแลนด์

4.1.5 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield) รุ่น DV-III หัววัดชนิด Vane เบอร์ 71

4.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ชุดเครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, เถ้า, เส้นใยหยาบ

4.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

4.3.1 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

4.3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave Stream Sterilizer)

4.3.3 ตู้สำหรับบ่มเชื้อจุลินทรีย์

4.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

4.4.1 อุปกรณ์ทดสอบประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

4.4.2 แบบสอบถาม

5. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผล

5.1 โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

5.2 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

วิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิและการวิเคราะห์คุณภาพ

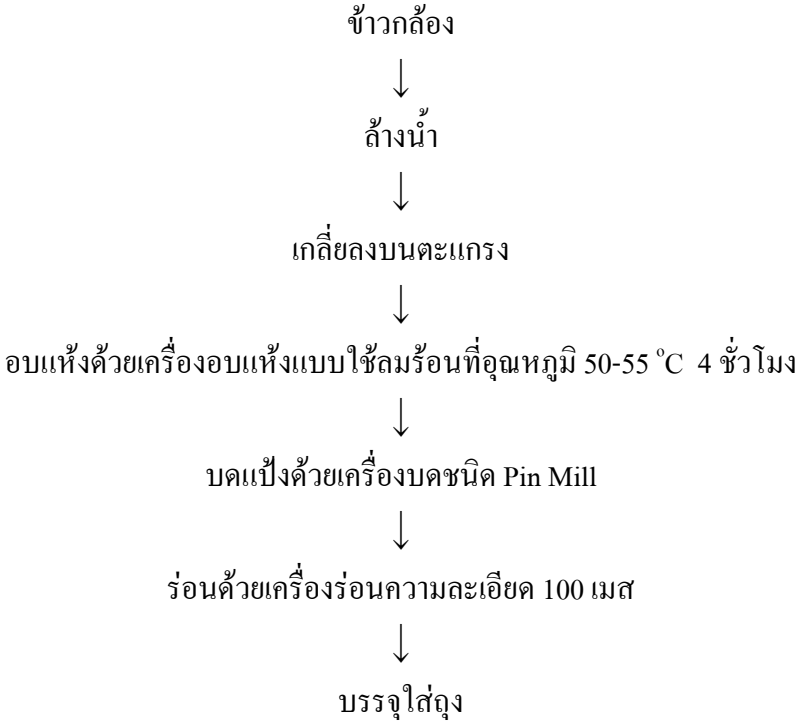
1.1 การเตรียมวัตถุดิบจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิ

1.1.1 การผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ โดยนำปลายข้าวกล้องหอมมะลิล้างทำความสะอาด อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50-55 ^{o}C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องบดแป้งชนิด Pin Mill ร่อนผ่านตะแกรงที่ความละเอียด 100 เมส ดังกรรมวิธีของ ฉัชนก(2549) ซึ่งกรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวกล้องแสดงดังแผนภาพที่ 6 จากนั้นนำแป้งข้าวกล้องหอมมะลิไปบรรจุในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) ถุงละ 2 กิโลกรัม ปิดผนึกโดยใช้ความร้อนและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 ^{o}C นำแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่ได้จากการเตรียม มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ก. วอเตอร์แอคทิวิตี้ (Water Activity) โดยใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอคทิวิตี้ (Novasiana MS1-AW, Switzerland) โดยใส่ตัวอย่างในตลับวัดค่าประมาณ 3 ส่วน 4 ของตลับ ทำการปรับมาตรฐานของเครื่องทุกครั้งก่อนใช้งานโดยใช้เกลืออิ่มตัวมาตรฐานให้คลอบคลุมช่วงที่ทำการวัด ทำการวัดค่าและบันทึกข้อมูล

ข. การวิเคราะห์ค่าปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ(Proximate Analysis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยหยาบ ตามวิธีการของ A.O.A.C. (2000)



ภาพที่ 6 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ
ที่มา: ณัชนก (2549)

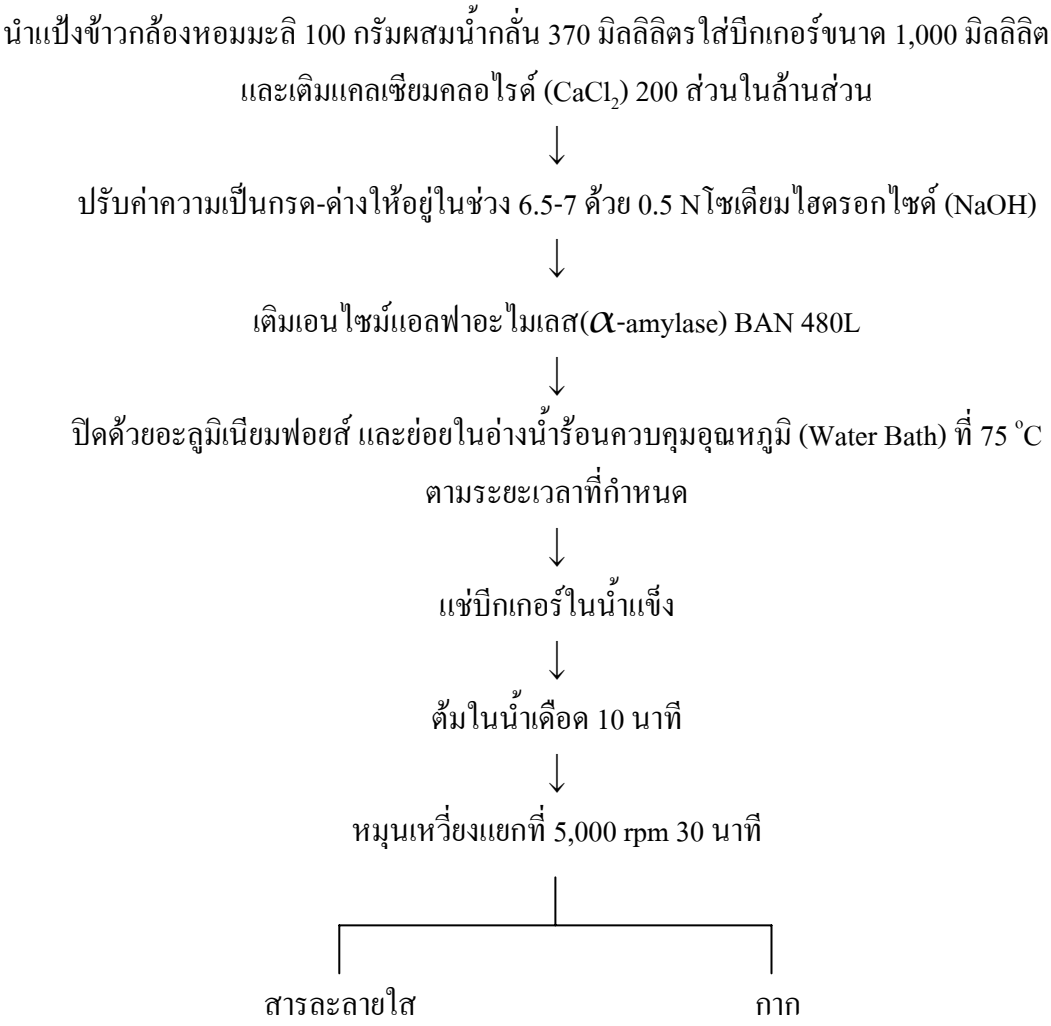
1.1.2 การผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผง

ก. การศึกษาการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิโดยใช้เอนไซม์

ทำการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิโดยใช้เอนไซม์เอลฟาอะไมเลสชนิดไม่ทนความร้อน BAN 480L โดยดัดแปลงกรรมวิธีของ รุ่งนภา (2539) ซึ่งกรรมวิธีการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิดังแสดงในแผนภาพที่ 7 โดยทำการศึกษาสภาวะการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่เหมาะสมโดยจัดการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) ทำการศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่

1) ความเข้มข้นของเอนไซม์ (%w/v)
2) ระยะเวลาในการย่อย (นาที)

จำนวนสิ่งทดลองแสดงดังตารางที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส
ที่มา: ดัดแปลงจากรุ่งนภา (2539)

ตารางที่ 7 แผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) สำหรับศึกษา 2 ปัจจัยในการศึกษาสภาวะการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่เหมาะสม

สิ่งทดลอง	ปัจจัย	
	ความเข้มข้นของเอนไซม์(%w/v)	ระยะเวลาในการย่อย(นาที)
1	0.025	15
2	0.025	20
3	0.025	25
4	0.025	30
5	0.025	35
6	0.050	15
7	0.050	20
8	0.050	25
9	0.050	30
10	0.050	35
11	0.075	15
12	0.075	20
13	0.075	25
14	0.075	30
15	0.075	35
16	0.100	15
17	0.100	20
18	0.100	25
19	0.100	30
20	0.100	35

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยทำการประเมินคุณภาพดังนี้

1) น้ำตาลรีดิวซิ่ง (Lane and Eynon, 1982)

2) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) (A.O.A.C., 2000)

นำข้อมูลที่ได้จากการวัดค่ามาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะใช้ วิธี Duncan's New Multiple's Range Test เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่าคุณภาพ และทดสอบอิทธิพล (Effect) ของปัจจัยที่มีต่อค่าคุณภาพของสิ่งทดลอง

ข. การศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

ทำการศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมโดยจัดการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design ทำการศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่

1) อุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง (องศาเซลเซียส)

2) ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (มิลลิเมตร)

จำนวนสิ่งทดลองแสดงดังตารางที่ 8

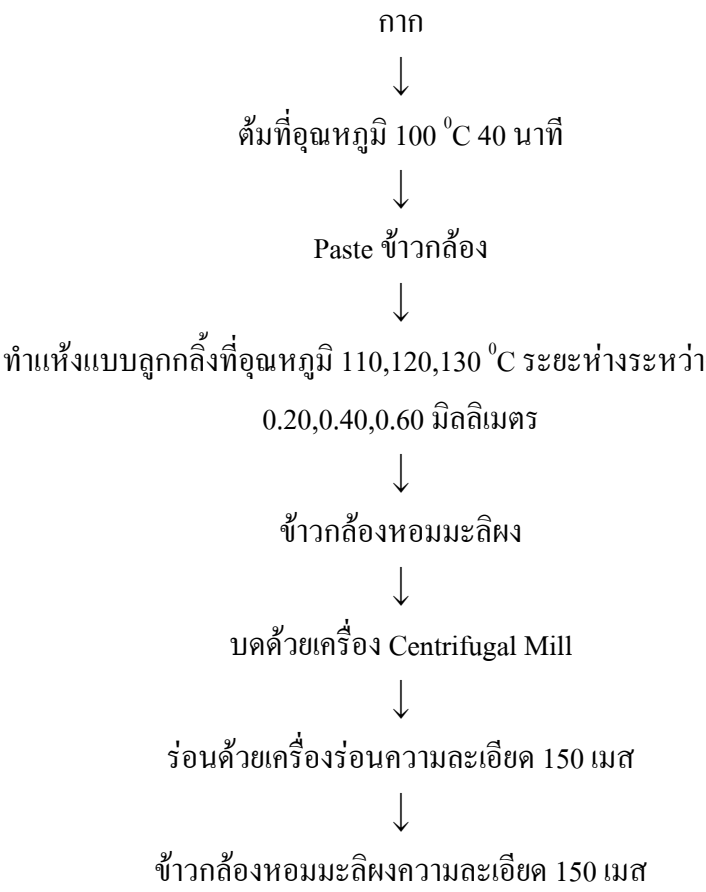
ตารางที่ 8 แผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) สำหรับศึกษา 2 ปัจจัยในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบลูกกลิ้งของข้าวกล้องหอมมะลิ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย	
	อุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง(^{0}C)	ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง(mm)
1	110	0.20
2	110	0.20
3	110	0.20
4	120	0.40
5	120	0.40
6	120	0.40
7	130	0.60
8	130	0.60
9	130	0.60

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านกรรมวิธีการทำแห้ง ตามขั้นตอนในภาพที่ 8 มาทำการประเมินคุณภาพดังนี้

1) ค่าร้อยละความชื้น(A.O.A.C., 2000)
2) ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ ตามวิธีการในข้อ 1.1.1 ก.
3) ค่าร้อยละผลผลิต (% yield)
4) ลักษณะปรากฏโดยพิจารณาจากลักษณะของผงที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

นำข้อมูลที่ได้จากการวัดค่ามาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะใช้ วิธี Duncan's New Multiple's Range Test เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่าคุณภาพ และทดสอบอิทธิพล (Effect) ของปัจจัยที่มีต่อค่าคุณภาพของสิ่งทดลอง นำข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการทำแห้งที่เหมาะสมมาทำการบดด้วยเครื่อง Centrifugal Mill และร่อนด้วยเครื่องร่อนความละเอียด 150 เมส ตามกรรมวิธีในภาพที่ 8

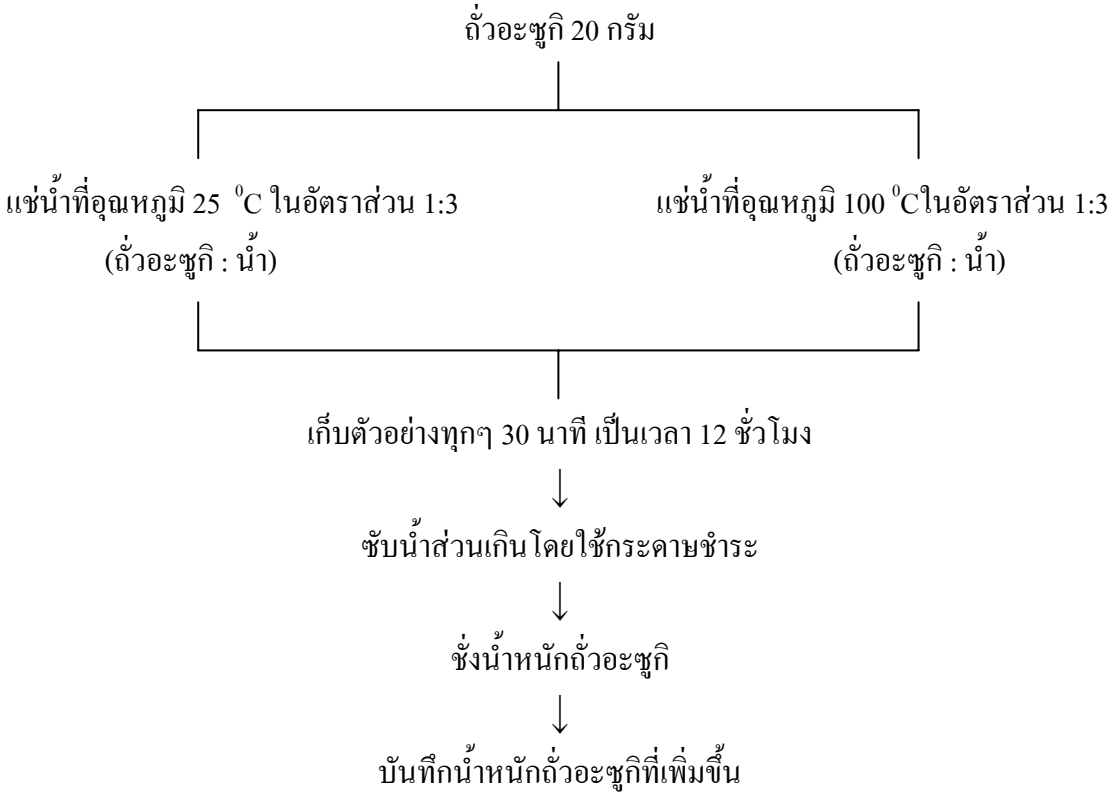


ภาพที่ 8 กรรมวิธีผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผง

1.1.2 การผลิตถั่วอะซูกิผง

ก. การศึกษาระยะเวลาอุณหภูมิของน้ำในการแช่ถั่วอะซูกิที่เหมาะสม

ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิของน้ำในการแช่ถั่วอะซูกิที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) ทำการศึกษาอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำที่ใช้ในการแช่ถั่วแดง 2 อุณหภูมิ คือ 100 ^{0}C และ 25 ^{0}C โดยเก็บตัวอย่างถั่วอะซูกิทุกๆ 30 นาทีเป็นเวลา 12 ชั่วโมง มาชั่งน้ำหนัก และบันทึกน้ำหนักของถั่วอะซูกิที่เพิ่มขึ้น นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นกราฟระหว่างน้ำหนักของถั่วอะซูกิที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาในการแช่ เพื่อทำการคัดเลือกอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นและระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ถั่วอะซูกิดังแผนภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการแช่ถั่วอะซูกิ
ที่มา: ดัดแปลงจากTaiwo (1997)

ข. การศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

ทำการศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมโดยจัดการทดลองแบบ Factorial in CRD(Completely Randomized Design) ทำการศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่

1) อุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง (องศาเซลเซียส)
2) ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (มิลลิเมตร)

จำนวนสิ่งทดลองแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) สำหรับศึกษา 2 ปัจจัยในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบลูกกลิ้งของถั่วอะซูกิ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย	
	อุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง(^{0}C)	ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง(mm)
1	110	0.20
2	110	0.20
3	110	0.20
4	120	0.40
5	120	0.40
6	120	0.40
7	130	0.60
8	130	0.60
9	130	0.60

นำถั่วแดงพันธุ์อะซูกิที่ผ่านกรรมวิธีการทำแห้ง ตามขั้นตอนในภาพที่ 10 มาทำการประเมินคุณภาพดังนี้

1) ค่าร้อยละความชื้น (A.O.A.C., 2000)
2) ตามวิธีการในข้อ 1.1.1 ก.
3) ค่าร้อยละผลผลิต (% yield)
4) ลักษณะปรากฏโดยพิจารณาจากลักษณะของผงที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

นำข้อมูลที่ได้จากการวัดค่ามาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะใช้ วิธี Duncan's New Multiple's Range Test เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่าคุณภาพ และทดสอบอิทธิพล (Effect) ของปัจจัยที่มีต่อค่าคุณภาพของสิ่งทดลอง

แช่ถั่วอะซูกิต่อน้ำในอัตราส่วน 1:3

↓

สะเด็ดน้ำ

↓

ต้มถั่วอะซูกิต่อน้ำในอัตราส่วน 1:3 โดยใช้ไฟอ่อนนาน 40 นาที

↓

พักให้เย็น

↓

ปั่นถั่วอะซูกิ 300 กรัม 2 นาที

↓

Paste ถั่วแดง

↓

ทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 110,120,130 ^{0}C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.20,0.40,0.60 มิลลิเมตร

↓

ถั่วอะซูกิผง

↓

บดด้วยเครื่อง Centrifugal Mill

↓

ร่อนด้วยเครื่องร่อนความละเอียด 150 เมส

↓

ถั่วอะซูกิผงความละเอียด 150 เมส

ภาพที่ 10 กรรมวิธีผลิตถั่วอะซูกิผง

1.1.4 การวัดค่าคุณภาพข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง

ก. การวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพ

1) การวัดค่าสีในระบบ CIELAB ด้วยเครื่อง Automatic Reflectance Colorimeter แหล่งกำเนิดแสง D65 ค่าที่วัดในระบบได้แก่ CIE L* a* b* โดยค่า L* จะอธิบายความสว่างของผลิตภัณฑ์ (L*=100 คือสีขาว,L*=0 คือสีดำ) ส่วนค่า a* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a* เป็นค่าบวก=สีแดง เป็นลบ=สีเขียว) ค่า b* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b* เป็นค่าบวก=สีเหลือง เป็นลบ=สีน้ำเงิน) และค่า ΔE* เป็นค่าที่บอกความแตกต่างของสีทั้งหมด ใช้แทนความแตกต่างของสีระหว่างตัวอย่างและมาตรฐาน โดยค่า ΔE* เป็นค่าที่บอกได้เพียงขนาดของความแตกต่าง แต่ไม่บอกทิศทาง (วิษฐิดา, 2549)

2) การวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ ตามวิธีการในข้อ 1.1.1 ก.

3) การวัดค่าดัชนีการละลาย (Anderson *et al*., 1969) โดยชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 2.5 กรัม ละลายน้ำอุ่น (ประมาณ 50 ^{0}C) ใส่ในหลอดเหวี่ยงขนาด 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันเป็นช่วงๆ เป็นเวลา 30 นาที และนำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงแยก (Centrifuge) ที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาทีแยกส่วนในและเจลออกจากกัน โดยนำเจลที่ได้ไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าดัชนีการดูดซับน้ำ ส่วนใสที่แยกออกมาน้ำไประเหยบนอ่างน้ำร้อน (Water Bath) และนำไปอบที่ตู้อบ (Hot Air Oven) จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่า ดัชนีการละลาย

$$\text{ดัชนีการละลาย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งที่ได้จากส่วนใส} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง}}$$

4) การวัดค่าดัชนีการดูดซับน้ำ (Damardjati and Luh, 1987)

$$\text{ดัชนีการดูดซับน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักของเจล- น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง}}$$

5) ความหนาแน่นปรากฏ (Bulk Density) ตามวิธีการของ Shittu and Lawal (2005) โดยการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนลงในกระบอกตวงที่สามารถวัดปริมาตรได้

$$\text{ความหนาแน่นปรากฏ (g/ml)} = \frac{\text{น้ำหนักของผลิตภัณฑ์}}{\text{ปริมาตรที่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกบรรจุ}}$$

ข. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การวัดค่าองค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิผง ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยหยาบ ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

2. การสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

สำรวจผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่จัดจำหน่ายในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร ได้แก่ เดอะมอลล์ สาขางามวงค์วาน, โลตัส สาขาแจ้งวัฒนะ, ฟู้ดไลออน สาขารามอินทรา, เลมอนฟาร์ม สาขาเกษตร ในระหว่างเดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2549 โดยทำการสังเกตและบันทึกรายละเอียด ได้แก่ ตรายี่ห้อ, ผู้ผลิต, รูปแบบ, ขนาด, ราคา, บรรจุภัณฑ์, ส่วนผสมของอาหาร และข้อมูลโภชนาการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

3. การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

3.1 การศึกษาการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิในสูตรเครื่องดื่ม

ทำการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผงในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่ได้จากการสำรวจตลาด 2 ตรายี่ห้อ คือ เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร 3.2% (สูตรทางการค้า 1) และ เครื่องดื่มธัญญาหารข้าวกล้องปรุงสำเร็จ (สูตรทางการค้า 2) ดังตารางที่ 10 โดยทำการผลิตดังกรรมวิธีในภาพที่ 11 นำมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพและทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

ตารางที่ 10 สูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในการศึกษาการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง

ส่วนผสม	สูตรที่1 (ร้อยละ)	สูตรที่2 (ร้อยละ)
ธัญญาหารอบกรอบ	28.92	31.88
น้ำตาลทรายป่น	24.11	28.92
ครีมเทียม	16.09	22.33
นมผงขาดมันเนย	12.31	-
ข้าวกล้องหอมมะลิผง	8.57	8.03
ถั่วแดงอะซูกิผง	8.57	8.03
วานิลลาผง	1.43	1.61

หมายเหตุ สูตรที่1 ดัดแปลงจากเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร3.2% สูตรทางการค้า 1
สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากเครื่องดื่มธัญญาหารข้าวกล้องปรุงสำเร็จ สูตรทางการค้า 2

ชั่งส่วนผสมตามสัดส่วน
↓
บรรจุลงในถังผสม
↓
ผสม 15 นาที
↓
เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

ภาพที่ 11 กรรมวิธีผลิตเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

3.2 การวิเคราะห์ค่าคุณภาพเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

การทดสอบความชอบโดยใช้ 9-Point Hedonic Scaling (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด-9 ชอบมากที่สุด) ร่วมกับการทำ Just About Right ในปัจจัยคุณภาพดังนี้คือ กลิ่นรส

วานิลลา กลิ่นรสธัญพืช รสหวาน ชิ้นธัญพืช ความมัน และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 50 คนทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี t-test เพื่อคัดเลือกสูตรที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงสุด เพื่อศึกษาแนวทางการปรับสูตรต่อไป

4. การศึกษาพฤติกรรมความต้องการและปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Development)

4.1 การศึกษาพฤติกรรม ความต้องการและปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Development) โดยใช้แบบสอบถามชุดที่ 1

4.1.1 จัดทำแบบสอบถามชุดที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 การสำรวจข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ การศึกษา รายได้ และจำนวนสมาชิกในครอบครัว

ส่วนที่ 2 สำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป ได้แก่ ความถี่ในการบริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป วัตถุประสงค์ในการบริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป รูปแบบในการบริโภค กลุ่มที่ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่าเหมาะสมกับเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป ผู้บริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในครอบครัวของผู้ตอบแบบสอบถาม ความใส่ใจในเรื่องสุขภาพและโภชนาการของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปหลังเติมน้ำร้อนที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ และความสนใจที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่จะทำการพัฒนา

ส่วนที่ 3 การสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

4.1.2 การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง (Sampling size)

อ้างอิงหลักการทางสถิติของ Churchill (2001) ที่ว่า แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยเป็นการสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยใช้ 9 สเกล จะมีค่า est.σ เท่ากับ 2.9-5.3 โดยใช้สูตรคำนวณ

$$n = \frac{Z^2}{H^2} (est.\sigma)^2$$

โดยที่ n = ขนาดตัวอย่าง

Z = ค่ามาตรฐานของระดับความเชื่อมั่นที่ 95% มีค่าเท่ากับ 1.96

est.σ = ค่าความคาดเคลื่อนประมาณที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

H = ความเที่ยงตรงของข้อมูล มีค่าเท่ากับ 0.5

เมื่อทำการแทนค่าในสมการ จะได้ค่าขนาดกลุ่มตัวอย่าง(n) = 130-433 คน ในงานวิจัยนี้ กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจข้อมูลเท่ากับ 200 คน

4.1.3 ทดสอบความเข้าใจและความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม โดยทำการทดสอบแบบสอบถามเบื้องต้นกับบุคคลทั่วไป จำนวน 20 ชุด และทำการแก้ไขให้สมบูรณ์

4.1.4 สำรวจพฤติกรรมความต้องการและปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป จำนวน 200 ชุด โดยทำการสำรวจที่ร้านค้าสินค้าเพื่อสุขภาพ ได้แก่ เลมอนฟาร์มสาขา เกษตร ประชาชื่น แจ้งวัฒนะและ ร้านโกลด์เด้นท์เพลส สาขาเกษตร นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลแบบนับความถี่ ร้อยละ และหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) จากสูตร คือ Geometric Mean = $\sqrt[n]{N_1 * N_2 * N_3 * ..... * N_n}$ จะได้คำตอบที่น่าเชื่อถือที่สุดสำหรับแบบสอบถามที่ให้เลือกลำดับคะแนน (Ratings) (Chumpa, 1998)

4.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Development) โดยใช้แบบสอบถามชุดที่ 2

4.2.1 จัดทำแบบสอบถามชุดที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การสำรวจข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ การศึกษา รายได้ และจำนวนสมาชิกในครอบครัว

ส่วนที่ 2 การสำรวจเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจในปัจจัยหรือคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ธัญญาหารสำเร็จรูปต้นแบบกับผลิตภัณฑ์คู่แข่งทางการค้า 2 ตรา ยี่ห้อที่ได้จากผลการสำรวจตลาดในข้อ 1 ได้แก่ เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร 3.2% ทางการค้า 1 และเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรข้าวกล้อง ทางการค้า 2

4.2.2 ทดสอบความเข้าใจและความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม โดยทำการทดสอบแบบสอบถามเบื้องต้นกับบุคคลทั่วไป จำนวน 10 ชุด และทำการแก้ไขให้สมบูรณ์

4.2.3 ทำการสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบและคู่แข่ง กับผู้บริโภคที่ดื่มเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเป็นประจำ จำนวน 50 ชุด และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลแบบนับความถี่ ร้อยละ และหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) จากสูตร คือ Geometric Mean = $\sqrt[n]{N_1 * N_2 * N_3 * ..... * N_n}$ จะได้คำตอบที่น่าเชื่อถือที่สุดสำหรับแบบสอบถามที่ให้เลือกลำดับคะแนน (Ratings) (Chumpa, 1998)

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลค่าคะแนนเฉลี่ยปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่ได้จากแบบสอบถามชุดที่ 1 มาแปลงให้เป็นข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement) ที่สามารถวัดค่าได้ และใส่ค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบสอบถามชุดที่ 1 ลงในช่อง IMP (Important) ด้านซ้ายของบ้านคุณภาพ และใส่ข้อมูลค่าเฉลี่ยคะแนนปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากแบบสอบถามชุดที่ 2 ลงในช่อง Rating ด้านขวาของบ้านคุณภาพ ทำการกำหนดเป้าหมายคุณลักษณะต่างๆ โดยพิจารณาจากคะแนน Rating ของ

ผลิตภัณฑ์สูงสุด หาอัตราส่วนการพัฒนาจากระดับคะแนนของผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อค่าเป้าหมาย หากมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าคุณลักษณะนั้นควรได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น จากค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญกับอัตราส่วนการพัฒนา เพื่อพิจารณาความสำคัญของปัจจัยหรือคุณลักษณะในการพัฒนาต่อไป จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคกับความต้องการของผู้บริโภค โดยให้ระดับคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้บริโภคและข้อกำหนดทางเทคนิค ใช้ตัวเลขแสดงความสัมพันธ์ 1,3,9 ในส่วนกลางของตารางบ้านคุณภาพ จากนั้นหาค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญกับตัวเลขความสัมพันธ์ หาค่าลำดับ และนำผลที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

5. การสร้างสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิให้มีคุณค่าทางโภชนาการ

5.1 การสร้างสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิให้มีคุณค่าทางโภชนาการ

นำสูตรที่เหมาะสมซึ่งได้จากการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผงในข้อ 4 มาสร้างสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่มีคุณค่าทางโภชนาการด้วยเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ลินโด (Linear Interactive and Discrete Optimizer) โดยมีรายละเอียดด้านคุณค่าทางโภชนาการ ราคาของวัตถุดิบ และข้อกำหนดที่ใช้ในการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 11 โดยตั้งชื่อเป็นสูตรคำนวณ โดยพิจารณาหนึ่งหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ 30 กรัม โดยให้มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร3.2% (สูตรทางการค้า 1) จากนั้นนำสูตรที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมลินโด ไปทดสอบความชอบโดยใช้วิธี 9-Point Hedonic Scaling (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด-9 ชอบมากที่สุด) ร่วมกับการทำ Just About Right ในปัจจัยคุณภาพดังนี้คือ กลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช รสหวาน ชิ้นธัญพืช ความมัน และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ณ โรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เดือนมกราคม 2550 เพื่อพิจารณาแนวทางการปรับปรุงในขั้นต่อไป

ตารางที่ 11 คุณค่าทางโภชนาการ ราคาของวัตถุดิบและข้อกำหนดที่ใช้ในการคำนวณโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)

ส่วนผสม	ปริมาณสารอาหาร/100 กรัม						ราคา/100 กรัม	ข้อกำหนดต่อ ส่วนผสม 100กรัม
	พลังงาน (kcal)	ไขมัน (g)	โปรตีน (g)	คาร์โบไฮเดรต (g)	ใยอาหาร (g)	แคลเซียม (mg)		
ธัญญาหารอบกรอบ(X1)	300.68	3.12	10.38	72.77	8.1	650	30	$29 \geq X1 \geq 23$
น้ำตาลทราย(X2)	400	0	0	100	0	0	2.5	$24 \leq X2 \leq 12$
ครีมเทียม(X3)	500	25	0	66.67	0	0	13.75	$X3 \leq 16$
นมผงขาดมันเนย(X4)	366.67	0	33.33	53.33	0	1,333.33	20.28	$X4 \geq 12$
ถั่วแดงพันธุ์อะซูกิผง(X5)	384.99	0.67	24.31	61.41	18.27	13	2.5	$X5 \geq 9$
ข้าวกล้องหอมมะลิผง(X6)	366	7.31	10.71	73.52	7.4	0	2.5	$X6 \geq 9$
อินนูลิน(X7)	0	0	0	0	90	90	17	$X7 \geq 1$
ปริมาณสารอาหารที่ต้องการ ต่อ 100 กรัม	≤ 400	≤ 3	≥ 15	≤ 83	≥ 12	≥ 540	ต่ำสุด	

5.2 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ด้านรสหวาน

ศึกษาการเติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลโดยใช้ซูคราโลส (Sucralose) วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) ศึกษาปริมาณสารทดแทนความหวาน 3 ระดับ คือ 0.0053 %, 0.0063 % และ 0.0073%

จากนั้นทดสอบความชอบโดยใช้วิธี 9-Point Hedonic Scaling (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด-9 ชอบมากที่สุด) ร่วมกับการทำ Just About Right ในปัจจัยคุณภาพดังนี้คือ กลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช รสหวาน ชิ้นธัญพืช ความมัน และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 50 คน ณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร และ ตึกอุตสาหกรรมเกษตร 3 เดือน กุมภาพันธ์ 2550 เพื่อพิจารณาแนวทางการปรับปรุงในขั้นต่อไป

5.3 การศึกษาการเติมวิตามิน

ทำการเติมวิตามินเอ, บี1, บี2 และอีลงในเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่ปรับปรุงคุณภาพด้านรสหวานแล้วในข้อ 5.2 โดยทำการเติมวิตามินทั้ง 4 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 35 ของความต้องการในแต่ละวัน ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ปริมาณวิตามินที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI)

สารอาหาร	ปริมาณที่ควรได้รับต่อวัน*	ปริมาณวิตามินที่เติม35%RDI /30 กรัม
วิตามินเอ	800μg RE (2,664 IU)	280 μg RE
วิตามินบี1	1.5 มิลลิกรัม	0.525 มิลลิกรัม
วิตามินบี2	1.7 มิลลิกรัม	0.595 มิลลิกรัม
วิตามินอี	10 mgα-TE (15IU)	3.5 mgα-TE

หมายเหตุ * หมายถึง ปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) (2541)

จากนั้นทดสอบความชอบโดยใช้ 9-Point Hedonic Scaling (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด-9 ชอบมากที่สุด) ร่วมกับการทำ Just About Right ในปัจจัยคุณภาพดังนี้คือ กลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช รสหวาน ชิ้นธัญพืช ความมัน และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 50 คน ณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร และ ตึกอุตสาหกรรมเกษตร 3 วันที่ เดือน มีนาคม 2550 เพื่อพิจารณาแนวทางการปรับปรุงในขั้นต่อไป

6. การศึกษาคุณภาพของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

6.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

6.1.1 การวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ ตามวิธีการในข้อ 1.1.1 ก.

6.1.2 การวัดค่าความหนืด เตรียมตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่าง 90 กรัม ละลายน้ำร้อน 450 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าหนืดโดยใช้ Brookfield Viscometer รุ่น DV-III หัววัดชนิด Vane เบอร์ 71 อุณหภูมิขณะวัด 50 ^{0}C

6.1.3 การวัดค่าดัชนีการละลายตามวิธีการในข้อ 1.1.4 ก. 3)

6.1.4 การวัดค่าดัชนีการดูดซับน้ำตามวิธีการในข้อ 1.1.4 ก. 4)

6.1.5 ปริมาณร้อยละของของแข็งที่ละลายน้ำ (%Total soluble solid) โดยใช้ Hand Reflectometer

6.1.6 ดัชนีการคืนตัว (Reconstitution Index) ตามวิธีการของ Ihekoronye and Oladunjoye (1988) โดยผสมผลิตภัณฑ์ 7.5 กรัม ลงในน้ำอุ่น (อุณหภูมิประมาณ 50 ^{0}C) คนให้เข้ากันเป็นเวลา 90 วินาที แล้วเทใส่กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นวัดปริมาตรของระดับสารละลายที่มีการคืนตัวและระดับส่วนใสที่แยกชั้น เพื่อพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีการคืนตัวได้ดีมากน้อยเพียงใด

6.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

6.2.1 การวัดค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ AOAC.(2000) ของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต

6.2.2 การวิเคราะห์ค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ใยอาหาร (dietary fiber) , วิตามิเอ, บี 1, บี2, อี, แคลเซียมและคอเลสเตอรอล โดยส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

ก. ใยอาหาร (A.O.A.C, 2000)

ข. วิตามินเอ (In house method based on Liquid Chromatographic Analysis of Food and Beverage Vol. 2, 1979)

ค. วิตามินบี 1 (A.O.A.C, 1995)

ง. วิตามินบี 2 (In house method based on J. Agric Food Chem, 1984, 32, p1326-1331)

จ. วิตามินอี (In house method based on Liquid Chromatographic Analysis of Food and Beverage Vol. 2, 1979)

ฉ. แคลเซียม (A.O.A.C, 2000)

ช. คอเลสเตอรอล (In house method based on Compendium of Methods for food analysis (2003) p2-10 to 2-12

6.3 การวัดค่าทางจุลินทรีย์

6.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

6.3.2 ยีสต์และรา(AOAC, 2000)

6.3.3 *Escherichia coli* (AOAC, 2000)

6.3.4 โคลิฟอร์ม(AOAC, 2000)

6.3.5 *S.aureus* (AOAC, 2000)

6.4.6 *Samonella* (AOAC, 2000)

7. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทำการทดสอบการยอมรับเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิที่พัฒนาแล้วแบบ Central Location Test (CLT) ในเดือน มีนาคม 2550 กับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 200 คนได้แก่ กลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป และเคยดื่มเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบโควต้า (Quota Sampling) โดยการแบ่งกลุ่มตามอายุกลุ่มละเท่าๆ กันจำนวน 10 กลุ่ม ณ โรงอาหารกลามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9-Point Hedonic Scale (ช่วงคะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด – 9 คือ ชอบมากที่สุด) ดำเนินการทดสอบโดยการเสิร์ฟตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 1 ซอง (30 กรัม) พร้อมน้ำร้อนปริมาณ 150 มิลลิลิตร พร้อมแบบสอบถามให้กับผู้ทดสอบ จากนั้นให้ผู้ทดสอบทำการชงเครื่องดื่มด้วยตนเอง และประเมินความชอบในคุณลักษณะต่างๆ รวมทั้งถามการยอมรับและซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบทั้งก่อนและหลังที่จะรับรู้ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ จากนั้นวิเคราะห์ผลแบบ McNemar เพื่อสังเกตการเปลี่ยนใจในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคหลังจากทราบข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ และนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลการยอมรับ

8. จัดทำข้อกำหนดสำหรับเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

จัดทำรายละเอียดผลิตภัณฑ์ได้แก่ ข้อกำหนดสำหรับวัตถุดิบและส่วนผสม โดยการรวบรวมข้อมูลวัตถุดิบและภาชนะบรรจุจากผู้ขาย (Supplier) ส่วนผลิตภัณฑ์ใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์คุณภาพ

9. สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ระยะเวลาเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2549 และสิ้นสุดเดือนมีนาคม 2550

ผลและวิจารณ์

1. ผลการเตรียมวัตถุดิบจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิและการวิเคราะห์คุณภาพ

1.1 ผลการเตรียมวัตถุดิบจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิ

1.1.1 ผลการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ผลจากการโม่และร่อนแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ พบว่ามีปริมาณร้อยละผลผลิต (yield) จากการโม่ร้อยละ 87.80 และปริมาณร้อยละผลผลิต (yield) จากการร่อนผ่านตะแกรง 100 เมส ร้อยละ 67.58 ดังแสดงในตารางที่ 13

จากการวัดค่าคุณภาพของแป้งข้าวกล้องหอมมะลิดังแสดงในตารางที่ 14 พบว่าแป้งข้าวกล้องหอมมะลิมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ 0.42 มีค่าความชื้นร้อยละ 9.80 ไขมันร้อยละ 3.02 โปรตีร้อยละ 7.52 เส้นใยหยาบร้อยละ 1.41 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 78.25

ตารางที่ 13 ร้อยละผลผลิต (Yield) ของการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ส่วนประกอบ	ร้อยละผลผลิต
ปลายข้าวกล้องหอมมะลิ	100.00
หลังอบแห้ง	93.50
หลังบด	87.80
หลังร่อนที่ 100 เมส	67.58

ตารางที่ 14 คุณภาพแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ค่าคุณภาพ	แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ
วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)	0.42
ความชื้น	9.80
ไขมัน	3.02
โปรตีน	7.52
เส้นใยหยาบ	1.41
คาร์โบไฮเดรต	78.25

1.1.2 ผลการผลิตข้าวกล้องหอมมะลิผง

ก. การย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิโดยใช้เอนไซม์

จากการศึกษากรรมวิธีย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่ได้จากข้อ 1.1.1 ด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสชนิดไม่ทนความร้อน (BAN 480L) โดยทำการศึกษาปัจจัยระหว่างความเข้มข้นของเอนไซม์ (%w/v) และระยะเวลาในการย่อย (นาที) ดังแสดงในตารางที่ 15 พบว่าปัจจัยด้านความเข้มข้นของเอนไซม์ (%w/v) และระยะเวลาในการย่อย (นาที) มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำตาลรีดิซิง และ ปริมาณร้อยละของแข็ง (%Total Solid) โดยทั้งความเข้มข้นของเอนไซม์(%w/v) และระยะเวลาในการย่อย(นาที) ที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงและร้อยละของแข็งที่ละลายน้ำ (%Total Solid) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส เป็นเอนไซม์ประเภท endo-enzyme คือเอนไซม์ที่ทำงานหรือมีกิจกรรมภายในโมเลกุลของแป้ง เพื่อจะทำให้แป้งถูกย่อยเป็นโมเลกุลขนาดเล็กๆ (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2546)โดยปัจจัยความเข้มข้นของเอนไซม์ (%w/v) และระยะเวลาในการย่อย (นาที) มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ (Interaction) ต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงและร้อยละของแข็งที่ละลายน้ำ (%Total Solid)โดยพบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการย่อยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ คือ ที่ความเข้มข้นของเอนไซม์ 0.10 %w/v และระยะเวลาในการย่อย 20 นาที ดังแสดงในตารางที่ 16 เนื่องจากเป็นระยะเวลาในการย่อยที่ทำให้สารละลายส่วนใสมีค่า Dextose equivalent มีค่าใกล้เคียง 20 ซึ่งเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป หลังจากที่นำสารละลายแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ไปทำการหมุนเหวี่ยงแยกที่ความเร็ว

5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที จะได้ส่วนของกากแป้งข้าวกล้องที่เหลือการย่อยด้วยเอนไซม์ร้อยละ 73 เนื่องมาจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิซึ่งเป็นข้าวเจ้ามีส่วนของอะมิโลสสูง ซึ่งโมเลกุลมีส่วนช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เม็ดสตาร์ช ทำให้เม็ดสตาร์ชที่มีอะมิโลสสูงพองตัวได้ช้า (Pomeranz, 1988) จึงมีค่ากำลังการพองตัวต่ำ มีผลทำให้เอนไซม์เข้าไปไฮโดรไลซ์ได้ไม่สะดวก แต่อย่างไรก็ตามส่วนกากก็คือแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่ผ่านการย่อยไปเพียงบางส่วน (อรพิน, 2533) จึงน่าจะเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป เนื่องจากเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย

ตารางที่ 15 อิทธิพลของปัจจัยระยะเวลาในการย่อยและความเข้มข้นของเอนไซม์ที่มีผลต่อค่าน้ำตาลรีดิวซิ่งและร้อยละของแข็งทั้งหมด

ค่าคุณภาพ		ปัจจัย		
		A	B	A*B
น้ำตาลรีดิวซิ่ง	F-test	347.063*	943.874*	16.191*
	p-value	0.000	0.000	0.000
ร้อยละของแข็งทั้งหมด	F-test	324.12*	1778.301*	86.093*
	p-value	0.000	0.000	0.000

หมายเหตุ * หมายถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ปัจจัย A คือ ระยะเวลาในการย่อยแป้ง , ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นของเอนไซม์

ตารางที่ 16 ความเข้มข้นของเอนไซม์ และระยะเวลาในการย่อย ต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งและปริมาณร้อยละของแข็งทั้งหมด

การทดลอง	ความเข้มข้นของเอนไซม์(%v/w)	ระยะเวลาการย่อย (นาที)	น้ำตาลรีดิวซิ่ง (%)	ของแข็งทั้งหมด(%)
1	0.025	15	1.35^{l}	10.30^{i}
2	0.025	20	2.14^{j}	12.99^{h}
3	0.025	25	2.64^{i}	14.41^{d}
4	0.025	30	2.84^{h}	15.08^{c}
5	0.025	35	3.36^{fe}	15.81^{b}
6	0.05	15	1.28^{l}	10.29^{i}
7	0.05	20	2.25^{j}	13.48^{g}
8	0.05	25	2.65^{i}	13.84^{f}
9	0.05	30	3.12^{g}	15.27^{c}
10	0.05	35	3.74^{d}	16.11^{a}
11	0.075	15	1.56^{k}	10.35^{i}
12	0.075	20	2.31^{j}	12.99^{h}
13	0.075	25	3.11^{g}	15.28^{c}
14	0.075	30	3.95^{c}	15.80^{b}
15	0.075	35	4.34^{b}	16.26^{a}
16	0.10	15	2.58^{i}	14.12^{e}
17	0.10	20	3.21^{gf}	15.08^{c}
18	0.10	25	3.46^{e}	15.12^{c}
19	0.10	30	3.77^{d}	15.74^{b}
20	0.10	35	4.63^{a}	16.21^{a}

หมายเหตุ a - l หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข. ผลการศึกษาสภาวะการทำแห้งปลายข้าวกล้องหอมมะลิที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

จากการศึกษาสภาวะในการทำแห้งปลายข้าวกล้องหอมมะลิที่เหมาะสม โดยทำการศึกษาปัจจัยระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้ง(^{0}C) และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (mm) ดังแสดงในตารางที่ 17 พบว่า ปัจจัยด้านอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้ง (^{0}C) และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (mm) มีอิทธิพลต่อค่าคุณภาพของร้อยละความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) และร้อยละผลผลิต (% yield) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ร้อยละความชื้นและวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) มีแนวโน้วลดลง ส่วนเมื่อระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นจะทำให้ร้อยละความชื้น และวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งลดลงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่บนผิวลูกกลิ้งมีความบางมากขึ้น ความร้อนจากผิวลูกกลิ้งจะทำให้น้ำที่อยู่ในอาหารระเหยได้ดีขึ้น (Hall and Hedrick, 1971) และจากตารางที่ 18 พบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) และเปอร์เซ็นต์ผลผลิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 120 ^{o}C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.20 มิลลิเมตร เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำแห้งเนื่องจาก ปลายข้าวกล้องหอมมะลิที่ได้มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) อยู่ในช่วงที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมี คือมีค่า วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) อยู่ในช่วง 0-0.3 (นิธิยา, 2545) และนอกจากนี้ลักษณะปรากฏของปลายข้าวกล้องหอมมะลิที่สภาวะดังกล่าวยังมีลักษณะเป็นผงละเอียดเหมาะสมต่อการนำไปบดต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 12

ตารางที่ 17 อิทธิพลของปัจจัยระยะเวลาในการย่อยและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่มีผลต่อค่าร้อยละความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) และร้อยละผลผลิต(Yield) ของข้าวกล้องหอมมะลิ

ค่าคุณภาพ		ปัจจัย		
		A	B	A*B
ร้อยละความชื้น	F-test	2248.26*	68.292*	8.67*
	p-value	0.000	0.000	0.000
วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)	F-test	1380.926*	42.438*	6.88*
	p-value	0.000	0.000	0.000
ร้อยละผลผลิต (%yield)	F-test	25.842*	14.704*	4.198
	p-value	0.000	0.000	0.000

หมายเหตุ * หมายถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ปัจจัย A คือ อุณหภูมิ , ปัจจัย B คือ ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง

ตารางที่ 18 ปริมาณร้อยละความชื้น , aw และร้อยละผลผลิตของข้าวกล้องหอมมะลิผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

อุณหภูมิ (^{o}C)	ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (mm)	ความชื้น (%)	a_w	Yield (%)	ลักษณะปรากฏ
110	0.20	12.33^{c}	0.723^{b}	29.84^{ab}	แผ่นบางเหนียว
110	0.40	13.78 ^{b}	0.786^{a}	31.09^{ab}	แผ่นเหนียว
110	0.60	15.73^{a}	0.818^{a}	33.73^{a}	แผ่นหนา เหนียว
120	0.20	5.14^{e}	0.301^{d}	27.75^{b}	ผงหยาบ
120	0.40	5.48^{e}	0.325^{dc}	30.29^{ab}	แผ่นแข็งเปราะ
120	0.60	6.22^{d}	0.360^{c}	30.32^{ab}	แผ่นหนาแข็ง
130	0.20	2.21^{g}	0.129^{e}	32.22^{a}	ผงหยาบ
130	0.40	2.54^{g}	0.150^{e}	32.38^{a}	แผ่นแข็งเปราะ
130	0.60	3.70^{f}	0.296^{d}	32.59^{a}	แผ่นหนาเปราะ

หมายเหตุ a - g หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

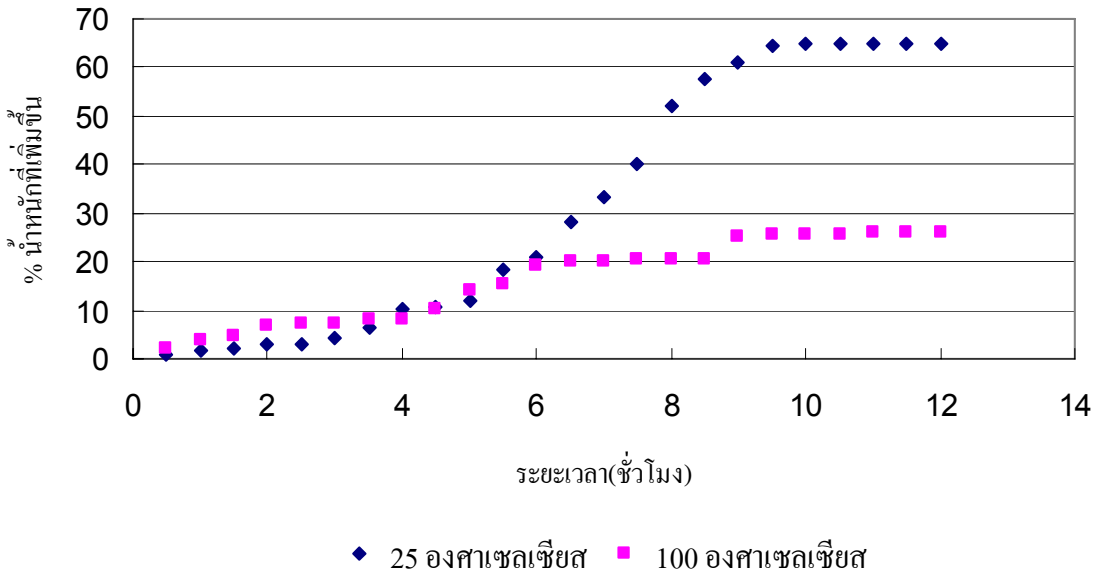
(g) (h) (i)

ภาพที่ 12 ปลายข้าวกล้องหอมมะลิหลังผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณภูมิและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งต่างๆ (a)110 ^{0}C 20 mm. (b)110 ^{0}C 40 mm. (c)110 ^{0}C 60 mm. (d)120 ^{0}C 20 mm. (e)120 ^{0}C 40 mm. (f)120 ^{0}C 60 mm. (g)130 ^{0}C 20 mm. (h)130 ^{0}C 40 mm. (i)130 ^{0}C 60 mm.

1.1.3 ผลการผลิตถั่วอะซูกิผง

ก. ผลการศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิของน้ำในการแช่ถั่วอะซูกิที่เหมาะสม

จากภาพที่ 13 พบว่าเมื่อทำการแช่ถั่วอะซูกิในน้ำที่อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 100 ^{0}C ในช่วงแรกถั่วอะซูกิจะดูดซึมน้ำได้ดี แต่พอถึงชั่วโมงที่ 6 ถั่วอะซูกิจะดูดซึมน้ำได้ลดลง เนื่องมาจากการแช่ถั่วอะซูกิในน้ำเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 100 ^{0}C จะทำลายโครงสร้างของโปรตีนที่มีอยู่ถึง 17% ของถั่วอะซูกิ ทำให้ความสามารถในการดูดซึมน้ำของเซลล์ถูกทำลายลงไปด้วย ส่วนถั่วอะซูกิที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 ^{0}C ในช่วงแรกจะดูดซึมน้ำได้ช้าเนื่องมาจากน้ำต้องซึมผ่านเปลือกถั่วซึ่งมีโครงสร้างแข็งแรง แต่พอน้ำสามารถซึมผ่านเปลือกถั่วไปได้ ก็จะทำให้เนื้อในของถั่วดูดซึมน้ำได้ดีขึ้น ทำให้ถั่วมีการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Taiwo (1996) ที่ทำการศึกษาอิทธิพลของการแช่ถั่วคาวพี (Cowpea) ในน้ำที่อุณหภูมิ 25, 45, 60 และ 75^{0}C เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง โดยจะพบว่าการแช่ถั่วคาวพี (Cowpea) ในน้ำที่อุณหภูมิสูงในช่วงแรกถั่วจะดูดซึมน้ำได้ดี แต่พอระยะเวลาการแช่ผ่านไปถั่วจะดูดซึมน้ำได้ลดลง และถั่วคาวพี (Cowpea) ที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 ^{0}C การดูดซึมน้ำของถั่วจะเป็นไปอย่างช้าๆ เนื่องจากน้ำจะค่อยๆ แทรกซึมผ่าน ท่อน้ำเลี้ยงขนาดเล็กของเซล (Capillary) และเข้าไปในช่องว่างระหว่างเซล และจากงานวิจัยของ Hsieh (1998) ที่ทำการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการแช่น้ำของถั่วอะซูกิของน้ำที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลา 10, 14 และ 18 ชั่วโมง พบว่า ที่ระยะเวลา 10 ชั่วโมงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากถั่วอะซูกิสามารถดูดซึมน้ำได้ดีที่สุด และที่ระยะเวลา 14 และ 18 ชั่วโมง การดูดซึมน้ำของถั่วอะซูกิจะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยการแช่ถั่วอะซูกิในน้ำจะทำให้ระยะเวลาในการต้มสุกถั่วอะซูกิลดลง



ภาพที่ 13 ร้อยละของน้ำหนักถั่วอะซูกิที่เพิ่มขึ้นเมื่อแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 และ 100 องศาเซลเซียส

ข. ผลการศึกษาสภาวะการทำแห้งของถั่วอะซูกิที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

จากการศึกษาสภาวะในการทำแห้งถั่วอะซูกิที่เหมาะสม โดยศึกษาปัจจัยระหว่าง อุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง ดังแสดงในตารางที่ 19 พบว่า ปัจจัยด้านอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้ง (^{0}C) และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (mm) มีอิทธิพลต่อค่าคุณภาพของร้อยละความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้(a_w) และร้อยละผลผลิต (% yield) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ร้อยละความชื้นและวอเตอร์แอคทิวิตี้(a_w) มีแนวโน้วลดลง ส่วนเมื่อระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งเพิ่มขึ้นจะทำให้ร้อยละความชื้น และวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แนื่องมาจากเมื่อระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งลดลงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่บนผิวลูกกลิ้งมีความบางมากขึ้น ความร้อนจากผิวลูกกลิ้งจะทำให้น้ำที่อยู่ในอาหารระเหยได้ดีขึ้น (Hall and Hedrick, 1971) จากตารางที่ 20 พบว่าที่ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่ 0.20 มิลลิเมตร และ อุณหภูมิ 110 ^{o}C ให้ค่าร้อยละความชื้น 2.60 และค่า วอเตอร์แอคทิวิตี้(a_w) 0.303 ซึ่งถือว่าเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดจากการศึกษาเพราะมีความความชื้นและค่า วอเตอร์แอคทิวิตี้(a_w) อยู่ในช่วงที่กำหนดคือ 0-0.3 ซึ่งถือเป็นค่าที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมี (นิธิยา, 2545) และลักษณะผงที่

ได้มีความละเอียดเหมาะสมต่อการนำไปบดต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 14 และเป็นสภาวะที่ใช้อุณหภูมิต่ำที่สุดจึงถือเป็นการประหยัดพลังงานในการทำแห้ง

ตารางที่ 19 อิทธิพลของปัจจัยระยะเวลาในการย่อยและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่มีผลต่อค่าร้อยละความชื้น วอเตอร์แอคทิวิตี้(a_w) และร้อยละผลผลิต(Yield) ของถั่วอะซูกิ

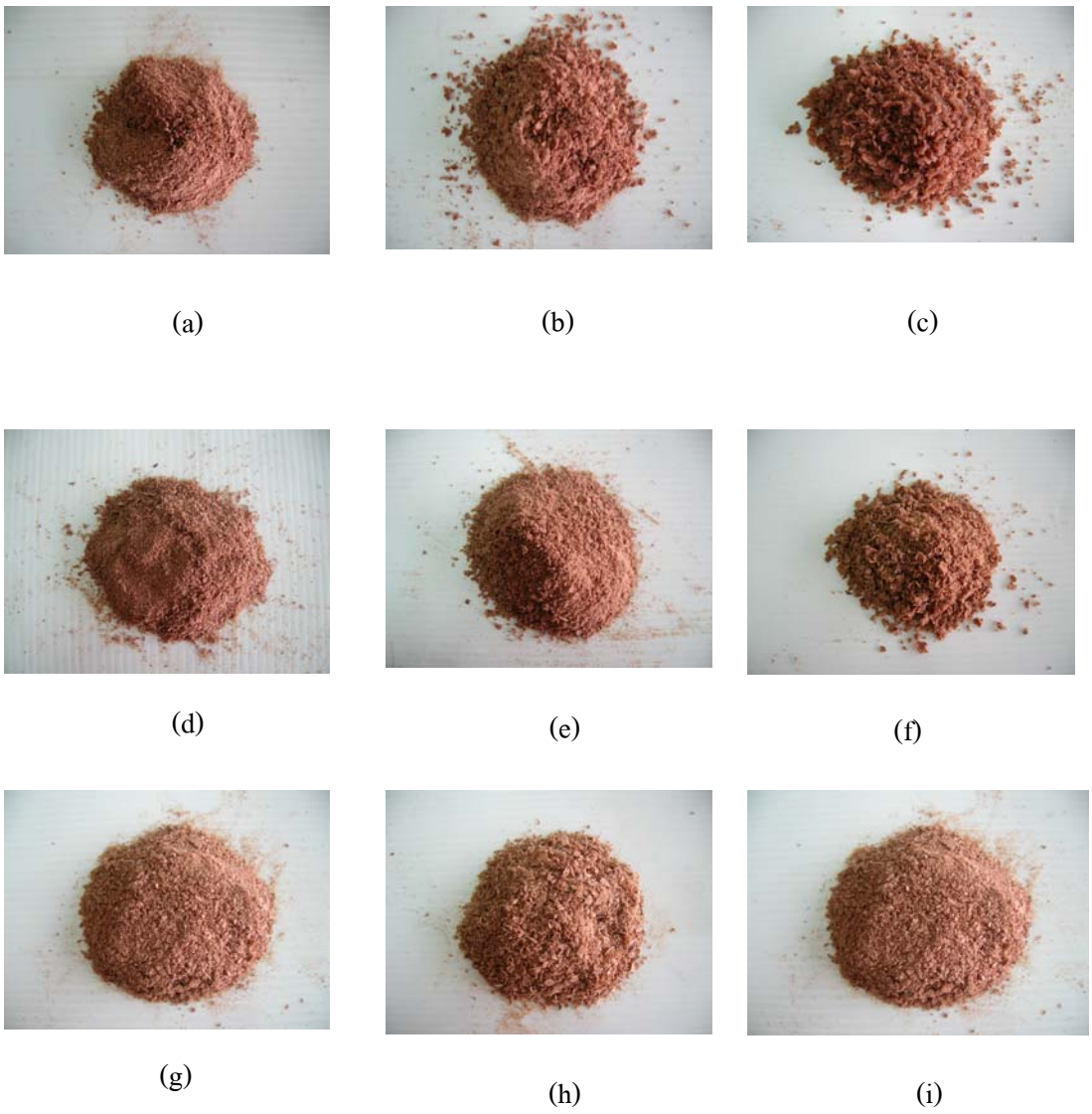
ค่าคุณภาพ		ปัจจัย		
		A	B	A*B
ร้อยละความชื้น	F-test	265.872*	651.522*	49.536*
	p-value	0.000	0.000	0.000
a_w	F-test	2118.216*	4331.331*	245.503*
	p-value	0.000	0.000	0.000
ร้อยละผลผลิต (%yield)	F-test	121.638*	460.35*	15.032*
	p-value	0.000	0.000	0.000

หมายเหตุ * หมายถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ปัจจัย A คือ อุณหภูมิ , ปัจจัย B คือ ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง

ตารางที่ 20 ปริมาณร้อยละความชื้น , วอเตอร์แอคทิวิตี้(a_w) และร้อยละผลผลิต (Yield) ของถั่วอะซูกิผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

อุณหภูมิ (^oC)	ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (mm)	ความชื้น (%)	a_w	Yield (%)	ลักษณะปรากฏ
110	0.20	5.26^{d}	0.303^{e}	27.93^{c}	ผงละเอียด
110	0.40	11.79^{c}	0.696^{c}	29.89^{b}	เกล็ดหยาบ
110	0.60	33.83^{a}	0.903^{a}	34.01^{a}	เกล็ดหยาบ ชื้น
120	0.20	2.60^{e}	0.135^{h}	26.96^{c}	ผงละเอียด
120	0.40	5.15^{d}	0.247^{f}	27.76^{c}	เกล็ดหยาบ
120	0.60	22.51^{b}	0.803^{b}	30.04^{b}	เกล็ดหยาบ ชื้น
130	0.20	1.65^{e}	0.133^{h}	27.32^{c}	ผงละเอียด
130	0.40	2.26^{e}	0.162^{g}	26.90^{c}	เกล็ดหยาบ
130	0.60	10.45^{c}	0.522^{d}	30.78^{b}	เกล็ดหยาบ

หมายเหตุ a - h หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

(g) (h) (i)

ภาพที่ 14 ถั่วอะซูกิที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณภูมิและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งต่างๆ (a)110 ^{0}C 20 mm. (b)110 ^{0}C 40 mm. (c)110 ^{0}C 60 mm. (d)120 ^{0}C 20 mm. (e)120 ^{0}C 40 mm. (f)120 ^{0}C 60 mm. (g)130 ^{0}C 20 mm. (h)130 ^{0}C 40 mm. (i)130 ^{0}C 60 mm.

1.1.4 ผลการวัดค่าคุณภาพข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง

จากการวัดค่าคุณภาพของข้าวกล้องหอมมะลิผง ดังแสดงในตารางที่ 21 พบว่า ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) เท่ากับ 0.28 ซึ่งเป็นค่าที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ (นิธิยา, 2545) โดยข้าวกล้องหอมมะลิผงที่ได้มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 10.17 ซึ่งสูงกว่าข้าวกล้องหอมมะลิที่โดยปกติจะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.0 (กองโภชนาการ, 2544) เนื่องมาจากปริมาณแป้งบางส่วนถูกย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสทำให้สัดส่วนของปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ยังมีปริมาณไขมันที่สูงกว่าในข้าวกล้องหอมมะลิที่ปกติจะมีปริมาณไขมันร้อยละ 2.4 (กองโภชนาการ, 2544) เนื่องมาจากไขมันเป็นส่วนที่เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสไม่สามารถย่อยได้ทำให้สัดส่วนของไขมันในองค์ประกอบของข้าวกล้องหอมมะลิผงเพิ่มสูงมากขึ้น รวมถึงปริมาณใยอาหารที่ในข้าวกล้องหอมมะลิทั่วไปจะมีค่าประมาณร้อยละ 2.5 แต่ในข้าวกล้องหอมมะลิผงมีค่าสูงถึงร้อยละ 7.4 เนื่องมาจากใยอาหารเป็นส่วนที่เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสไม่สามารถย่อยได้ จึงทำให้สัดส่วนของใยอาหารเพิ่มสูงมากขึ้น และจากการหาค่าร้อยละของดัชนีการละลาย พบว่าข้าวกล้องหอมมะลิผง สามารถละลายได้ร้อยละ 47.51 เนื่องมาจากข้าวกล้องหอมมะลิผงผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส ทำให้ได้เป็นแป้งโมเลกุลสายสั้นๆ ละลายน้ำได้ดีมากขึ้น

จากการวัดค่าคุณภาพของถั่วอะซูกิผง พบว่า ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) เท่ากับ 0.33 ซึ่งเป็นค่าที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียของจุลินทรีย์ และพบว่าถั่วอะซูกิเป็นแหล่งของโปรตีน เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 24.31 มีปริมาณไขมันต่ำเพียงร้อยละ 0.67 และมีปริมาณใยอาหารสูงถึงร้อยละ 18.27 จึงจัดเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเหมาะสมที่จะนำมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป และจากการหาค่าร้อยละดัชนีการละลาย พบว่า มีค่าร้อยละ 10.80 เนื่องจากส่วนประกอบของเปลือกถั่วอะซูกิเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้มีค่าร้อยละดัชนีการละลายน้ำต่ำ

ตารางที่ 21 คุณภาพของข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง

ค่าคุณภาพ	ข้าวกล้องหอมมะลิผง	ถั่วอะซูกิผง
ค่าสี L*	61.26	42.16
a*	7.48	1.09
b*	8.94	14.80
ΔE*	42.53	35.87
ค่า a_w	0.28	0.33
ความชื้น	5.02	6.24
ไขมัน	7.31	0.67
โปรตีน	10.17	24.31
เถ้า	2.57	1.97
เส้นใยหยาบ	1.41	5.40
คาร์โบไฮเดรต	73.52	61.41
ใยอาหาร (Dietary Fiber) (g/100g)	7.40	18.27
ดัชนีการดูดซับน้ำ (g/g น้ำหนักแห้ง)	2.66	5.36
ดัชนีการละลาย(%)	47.51	10.80
Bulk Density (g/cm^3)	0.60	1.27

2. ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

จากการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่วางจำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร ในระหว่างเดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2549 มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 22 โดยพบว่า มีทั้งหมด 7 ตรายี่ห้อ ได้แก่ เนสวิต้า, กู๊ดไทม์, บัดดี้ดีนมายด์ ซีเรียล, ซูเปอร์, โกลด์โรสท์, โกลด์คัพและซองเดอร์ ซึ่งผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปทั้ง 7 ตรายี่ห้อบรรจุในซองลามิเนทอะลูมิเนียม น้ำหนักสุทธิ 27-32 กรัมต่อซอง มีหลากหลายสูตรได้แก่ สูตรไวท์มอลต์, สูตรโปรตีนถั่วเหลือง, สูตรผสมใยอาหาร 3.2%, สูตรข้าวกล้อง, สูตรข้าวเหนียวดำและสูตรงาดำ และมี 3 รสชาติคือ วานิลลา, โกโก้ และชาเขียว โดยมีราคาขาย 3.5-7.5 บาทต่อซอง

ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 23 โดยส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ได้แก่ ธัญญาหารอบกรอบ น้ำตาล นมผง ครีมเทียม และส่วนประกอบอื่นได้แก่ เวย์โปรตีน มอลต์สกัด โปรตีนถั่วเหลือง อินนูลิน ผงโกโก้ มิลค์แคลเซียมคอมเพล็กซ์ คอลาเจน วิตามิน เกลือแร่และแต่งกลิ่นสังเคราะห์ วิธีการรับประทานคือชงผงเครื่องดื่มในน้ำร้อนประมาณ 150-200 มิลลิลิตร ส่วนคุณค่าทางโภชนาการพบว่าให้พลังงานทั้งหมด 100-140 กิโลแคลอรี มีผลิตภัณฑ์ 4 ตรายี่ห้อที่ระบุว่าไม่มีคลอเลสเตอรอล ได้แก่ เนสวิต้า บัดดี้ดีนมายด์ซีเรียลและซองเดอร์ คุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป ได้แก่ วิตามินเอ, บี1, บี2, บี6, บี12, แคลเซียม และใยอาหารสูง

ผลการสำรวจตลาดได้ทำการเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 2 ตรายี่ห้อ คือเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรผสมใยอาหาร 3.2% สูตรทางการค้า 1 โดยมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงในภาพที่ 15 เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์มีส่วนแบ่งทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูงถึง 70 % (บิสิเนสไทย, 2549) และเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรข้าวกล้อง สูตรทางการค้า 2 โดยมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงในภาพที่ 16 เนื่องจากมีข้าวกล้องเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ซึ่งใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพัฒนา

ตารางที่ 22 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาด

ตรายี่ห้อ	ผู้ผลิต	ชนิดผลิตภัณฑ์	ขนาด	ราคาต่อซอง	บรรจุภัณฑ์
1. เนสวิต้า	บ. ซันโก แมชีนเนอรี่(ประเทศไทย) ภายใต้การควบคุมของ บ.เนสท์เล่	เครื่องดื่มมอลต์สกัดผสมธัญญาหาร ไวท์มอลต์	32 กรัม	6.92 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
		เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรโปรตีนถั่วเหลือง	30 กรัม	6.92 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
		เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป รสดั้งเดิม	30 กรัม	6.92 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
		เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร 3.2%	27 กรัม	6.92 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
2. กู๊ดไทม์	บ. อาหารจานทองจำกัด	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป รสโกโก้	30 กรัม	4.4 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
		เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป กลิ่นวานิลลา	30 กรัม	4.4 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
3. บัดดี้ดีนมายด์ ซีเรียล	บ. เค.ที.วาย.ฟู้ดอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป กลิ่นวานิลลา	30 กรัม	5.65 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ตรายี่ห้อ	ผู้ผลิต	ชนิดผลิตภัณฑ์	ขนาด	ราคาต่อซอง	บรรจุภัณฑ์
4. ซูเปอร์	โรงงานซูเปอร์ คอฟฟี่มิกซ์ จำกัด ประเทศสิงคโปร์	เครื่องดื่มธัญญาหารปรุงสำเร็จ ชนิดผง	30 กรัม	3.5 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
		เครื่องดื่มธัญญาหารข้าวเหนียวดำปรุงสำเร็จ ชนิดผง	30 กรัม	4.2 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
		เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรข้าวกล้อง ชนิดผง	30 กรัม	4.2 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
5. โกลด์โรสท์	หจก. โกลด์โรสท์ฟู้ด	เครื่องดื่มธัญญาหารปรุงสำเร็จ กลิ่นวานิลลา	30 กรัม	4.25 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
6. โกลด์คัพ	บ. โฮเม่(ประเทศไทย) จำกัด	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป	30 กรัม	7.5 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
7. ซองเดอร์	บ. ซองเดอร์ ไทยออร์กานิคฟูด	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป รสโกโก้	30 กรัม	5.7 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
		เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป รสวานิลลา	30 กรัม	5.7 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม
		เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปงาดำ	30 กรัม	5.7 บาท	ลามิเนทอะลูมิเนียม

ตารางที่ 23 ส่วนผสมของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

ตรายี่ห้อ	ชนิดผลิตภัณฑ์	วิธีการรับประทาน	ส่วนผสม
1. เนสวิต้า	เครื่องดื่มมอลต์สกัดผสมธัญญาหาร ไวท์มอลต์	เติมน้ำร้อน 150 มล.	ครีมเทียม (มีส่วนผสมของโซเดียมเคซีเนต โปรตีนจากนม) 5.1%, มอลต์สกัด 4.0%, น้ำตาล 3.0%, ธัญญาหารอบกรอบ 2.4%, นมผง 0.8%, เวย์ผง 0.8%
	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรโปรตีนถั่วเหลือง	เติมน้ำร้อน 150 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 5.1%, ผลิตภัณฑ์แต่งรสเครื่องดื่มสูตรเจ 4.6%, น้ำตาล 3.7%, มอลต์สกัด 0.47%, โปรตีนถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองดัดแปลงพันธุกรรม 0.47%, แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ
	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปรสดั้งเดิม	เติมน้ำร้อน 150 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 5.1%, น้ำตาล 4.5%, ครีมเทียม 3%, นมผงขาดมันเนย 2.3%, มอลต์สกัด 0.8%, แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ
	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรผสมใยอาหาร 3.2%	เติมน้ำร้อน 150 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 5.6%, น้ำตาล 4.7%, ครีมเทียม 3%, นมผงขาดมันเนย 2.4%, มอลต์สกัด 0.7%, อินนูลิน 0.48%, แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ
2. กู๊ดไทม์	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปรสโกโก้	เติมน้ำร้อน 200 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 3.5%, ครีมเทียม 3.5%, น้ำตาล 2%, ผงโกโก้ 1.3%
	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปกลิ่นวานิลลา	เติมน้ำร้อน 200 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 4%, ครีมเทียม 4%, น้ำตาล 2%, กลิ่นวานิลลา

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ตรายี่ห้อ	ชนิดผลิตภัณฑ์	วิธีการรับประทาน	ส่วนผสม
3. บัดดี้ดีนมายด์ซีเรียล	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปกลิ่นวานิลลา	เติมน้ำร้อน 160 มล.	น้ำตาล 5.9%, ครีมเทียมจากไขมันถั่วเหลือง 4.9%, ข้าวสาลี 3.5%, ข้าวโพด 0.7%, ถั่วเหลือง 0.7%, มอลต์สกัด 0.7%, มิลค์แคลเซียมคอมเพล็กซ์ 0.4%, นมผงขาดมันเนย 1.5%,คอลลาเจน 0.07%, แต่งกลิ่นสังเคราะห์
4. ซูเปอร์	เครื่องดื่มธัญญาหารปรุงสำเร็จชนิดผง	เติมน้ำร้อน 200 มล.	ครีมเทียม 4.88%, น้ำตาลซูโครส 4.19%, ข้าวเจ้า 2.20%, ข้าวสาลี 0.98%, มอลต์สกัด 0.98%,ข้าวโพด 0.49%, เกลือ 0.04%, วานิลลา(แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ) 0.01%
	เครื่องดื่มธัญญาหารข้าวเหนียวดำปรุงสำเร็จ ชนิดผง	เติมน้ำร้อน 200 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 4.3%, ครีมเทียม 2.9%, น้ำตาล 3.9%, ข้าวเหนียวดำ 1.8%, วิตามินและแร่ธาตุ 0.1%, แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ
	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรข้าวกล้อง ชนิดผง	เติมน้ำร้อน 200 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 4.3%, ครีมเทียม 2.9%, น้ำตาล 3.9%, ข้าวกล้อง 1.8%, วิตามินและแร่ธาตุ 0.1%, แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ
5. โกลด์โรสท์	เครื่องดื่มธัญญาหารปรุงสำเร็จกลิ่นวานิลลา	เติมน้ำร้อน 200 มล.	ข้าวสาลี 4.5%, น้ำตาล 4.23%, ครีมเทียม 2.5%, ข้าวโพด 1%, ข้าวเจ้า 0.6%, แต่งกลิ่นสังเคราะห์

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ตรายี่ห้อ	ชนิดผลิตภัณฑ์	วิธีการรับประทาน	ส่วนผสม
6. โกลด์คัพ	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป	เติมน้ำร้อน 180 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 5.16%, ครีมเทียม 2.9%, กลูโคส 1.3%, มอลต์สกัด 0.2%
7. ซองเดอร์	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป รสโกโก้	เติมน้ำร้อน 160 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 7.4%, ครีมเทียม 3.6%, น้ำตาล 4.3%, โกโก้ 0.4%
	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป รสวานิลลา	เติมน้ำร้อน 160 มล.	ธัญญาหารอบกรอบ 7.4%, ครีมเทียม 4.4%, น้ำตาล 3.9%, กลิ่นวานิลลา
	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรงาดำ รสจืด	เติมน้ำร้อน 160 มล.	งาดำ 4.4%, ข้าวกล้อง 2.5%, ลูกเดือย 1.9%, ถั่วเขียว 1.9%, ถั่วเหลือง 1.9%, ข้าวฟ่าง 1.3%,ครีมเทียม 1%, เม็ดบัว 1%, ข้าวโพด 1%

ภาพที่ 15 ข้อมูลโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรผสมใยอาหาร 3.2% สูตรทางการค้า 1

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ซอง (30 กรัม) จำนวนหน่วยบริโภคต่อซอง : 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 100 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 0 กิโลแคลอรี)			
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*	
ไขมันทั้งหมด 0.5 ก.		1 %	
ไขมันอิ่มตัว 0 ก.		0 %	
โคเลสเตอรอล 0 มก.		0 %	
โปรตีน 2 ก.			
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 22 ก.		7 %	
ใยอาหาร 1.4 ก.		5 %	
น้ำตาล 12 ก.			
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*	
วิตามิน เอ	0 %	วิตามิน บี 1	4 %
วิตามิน บี 2	6 %	แคลเซียม	20 %
เหล็ก	20%	วิตามิน ซี	35 %
วิตามิน อี	35 %	กรดโฟลิก	20 %
วิตามิน ดี	10 %	ฟอสฟอรัส	10 %
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป(Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี			
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้			
ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65 ก.	
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20 ก.	
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300 มก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300 ก.	
ใยอาหาร		25 ก.	
โซเดียม	น้อยกว่า	2,400 มก.	
พลังงาน (กิโลแคลอรี)ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4			

ภาพที่ 16 ข้อมูลโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรข้าวกล้อง สูตรทางการค้า 2

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ซอง (30 กรัม) จำนวนหน่วยบริโภคต่อซอง : 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 140 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 40 กิโลแคลอรี)			
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*	
ไขมันทั้งหมด 4 ก.		6 %	
ไขมันอิ่มตัว 0 ก.		0 %	
โคเลสเตอรอล 10 มก.		3 %	
โปรตีน 2 ก.		4 %	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 23 ก.		8 %	
ใยอาหาร 1 ก.		4 %	
น้ำตาล 9 ก.			
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*	
วิตามิน เอ	20 %	วิตามิน บี 1	0 %
วิตามิน บี 2	0 %	แคลเซียม	15 %
เหล็ก	20%	วิตามิน ซี	20 %
วิตามิน อี	0 %	กรดโฟลิก	0 %
วิตามิน ดี	0 %	ฟอสฟอรัส	0 %
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป(Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี			
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้			
ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65 ก.	
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20 ก.	
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300 มก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300 ก.	
ใยอาหาร		25 ก.	
โซเดียม	น้อยกว่า	2,400 มก.	
พลังงาน (กิโลแคลอรี)ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4			

3. ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

จากการสำรวจตลาดในข้อ 2 ได้คัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 2 ตรายี่ห้อคือ เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร 3.2% (สูตรทางการค้า 1) และเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรข้าวกล้อง (สูตรทางการค้า 2) โดยการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผงลงในส่วนผสมของทั้ง 2 สูตร ผลการทดสอบความชอบของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิสูตรพื้นฐาน 1 และ 2 กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน โดยวิธี 9-Point Hedonic Scaling และทดสอบความแตกต่างด้วยวิธี t-test ดังแสดงในตารางที่ 24 พบว่า คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช ชิ้นธัญพืชและความมันของสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตรอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนความชอบด้านรสหวานและความชอบรวม พบว่าสูตรพื้นฐานที่ 1 มีค่ามากกว่าสูตรพื้นฐานที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

ผลการทดสอบระดับความพอดีด้วยวิธี Just About Right Scaling ดังแสดงในตารางที่ 25 พบว่าผู้ทดสอบมีความเห็นว่าเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิมีคุณลักษณะกลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช รสหวาน ชิ้นธัญพืช และความมัน อยู่ในระดับพอดีคิดเป็นร้อยละ 64 68 68 66 และ 82 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิสูตรพื้นฐานที่ 1 เป็นสูตรที่นำไปทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้โภคต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของสูตรพื้นฐาน 1 และ 2

N=50

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	
	สูตรพื้นฐาน 1	สูตรพื้นฐาน 2
กลิ่นรสวานิลลา^{ns}	6.18 ± 1.24	5.98 ± 1.83
กลิ่นรสธัญพืช^{ns}	6.30 ± 1.28	6.16 ± 1.46
รสหวาน	6.56 ± 1.53^{a}	5.78 ± 1.66^{b}
ชิ้นธัญพืช^{ns}	6.18 ± 1.49	5.72 ± 1.54
ความมัน^{ns}	6.36 ± 1.41	5.90 ± 1.49
ความชอบรวม	6.70± 1.18^{a}	6.18± 1.35^{b}

หมายเหตุ คะแนนความชอบ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด – 9 ชอบมากที่สุด

a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

สูตรพื้นฐาน 1 คือสูตรที่ดัดแปลงจากเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมไขอาหาร 3.2% สูตรทางการค้า 1

สูตรพื้นฐาน 2 คือสูตรที่ดัดแปลงจากเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรข้าวกล้อง สูตรทางการค้า 2

ตารางที่ 25 ร้อยละความพอดีของสูตรพื้นฐาน 1

N=50

คุณลักษณะ	คะแนนความรู้สึก(ร้อยละ)		
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
กลิ่นรสวานิลลา	29	63	8
กลิ่นรสธัญพืช	26	68	6
รสหวาน	19	60	21
ชิ้นธัญพืช	20	58	22
ความมัน	15	74	11

4. ผลการศึกษาพฤติกรรม ความต้องการและปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment)

4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรม ความต้องการและปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) โดยใช้แบบสอบถามชุดที่ 1

ก. ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสำรวจผู้บริโภคโดยการออกแบบสอบถามกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย คือ ผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 16 ปี และเป็นผู้ที่บริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเป็นประจำจำนวน 200 คน ดังแสดงในตารางที่ 26 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายร้อยละ 29 เพศหญิงร้อยละ 71 โดยส่วนมากมีอายุระหว่าง 21-25 ปีร้อยละ 23.5 รองลงมาคือ 26-30 ปีร้อยละ 22.5 อายุ 36-40ปี ร้อยละ 13 อายุ 31-35 ปี ร้อยละ 12 อายุ 41-45 ปีร้อยละ 9 อายุ46-50 ปีร้อยละ 8 อายุ 16-20 ปี ร้อยละ 6 อายุ 51-55 ปี ร้อยละ 3.5 และอายุมากกว่า 55 ปีร้อยละ 2.5 การศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมาคือการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 30.5 อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากเป็นนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 33 รองลงมาคือ พนักงานบริษัท ร้อยละ 28.5 อาชีพอื่นๆ ได้แก่ พ่อบ้าน/แม่บ้าน แพทย์ ทันตแพทย์ และว่างงาน ร้อยละ 19 รับราชการร้อยละ 17 และประกอบธุรกิจส่วนตัวร้อยละ 2.5 ส่วนมากมีรายได้มากกว่า 30,000 บาทต่อเดือนคิดเป็นร้อยละ 26 รองลงมาคือ 5,001-10,00 บาทต่อเดือนร้อยละ 24 15,001-20,000 บาทต่อเดือนร้อยละ14 10,001-15,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 10.5 25,001-30,000 บาทต่อเดือนร้อยละ 9.5 ต่ำกว่า 5,000 บาทต่อเดือนร้อยละ 8.5 และ 20,001-25,000 บาทต่อเดือนร้อยละ 7.5 ตามลำดับ จำนวนสมาชิกในครอบครัวของผู้ตอบแบบสอบถามรวมทั้งตัวผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าร้อยละ 24.5 มีจำนวนสมาชิกในครอบครัว 4 คน3 คน ร้อยละ 22 มากกว่า 5 คน ร้อยละ 21 5 คน ร้อยละ 18 2 คน ร้อยละ 9.5 และ 1 คน ร้อยละ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 26 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค

N=200

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน(ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	29
หญิง	71
รวม	100
อายุ	
16-20 ปี	6
21-25 ปี	23.5
26-30 ปี	22.5
31-35 ปี	12
36-40 ปี	13
41-45 ปี	9
46-50 ปี	8
51-55 ปี	3.5
มากกว่า 55 ปี	2.5
รวม	100
วุฒิการศึกษาสูงสุด/การศึกษาปัจจุบัน	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	1.5
มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	7
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	6
ปริญญาตรี	54
สูงกว่าปริญญาตรี	30.5
อื่นๆ	1
รวม	100

ตารางที่ 26 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน(ร้อยละ)
อาชีพ	
นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	33
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	17
พนักงานบริษัท	28.5
ประกอบธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	2.5
อื่นๆ ได้แก่ แม่บ้าน , ว่างงาน , แพทย์	19
รวม	100
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	8.5
5,001-10,000 บาท	24
10,001-15,000 บาท	10.5
15,001-20,000 บาท	14
20,001-25,000 บาท	7.5
25,001-30,000 บาท	9.5
มากกว่า 30,000 บาทขึ้นไป	26
รวม	100
จำนวนสมาชิกในครอบครัวของผู้ตอบแบบสอบถาม (รวมตัวผู้ตอบแบบสอบถาม)	
1 คน	5
2 คน	9.5
3 คน	22
4 คน	24.5
5 คน	18
มากกว่า 5 คน	21
รวม	100

ข. ผลการสำรวจพฤติกรรม ความต้องการและความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดชงดื่ม

จากการสำรวจพฤติกรรม ความต้องการและความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป ดังแสดงในตารางที่ 27 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 68 บริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปปริมาณ 1 แก้วต่อวัน รองลงมาคือ น้อยกว่า 1 แก้วต่อวันร้อยละ 17 2 แก้วต่อวัน ร้อยละ 13 และ 3 แก้วต่อวันร้อยละ 2 ตามลำดับ ส่วนมากดื่มเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเพื่อเป็นของว่างระหว่างมื้อ ร้อยละ 50.5 เพื่อเสริมคุณค่าในมื้ออาหาร ร้อยละ 34 เพื่อแทนอาหารมื้อหลัก เช่น อาหารมื้อเช้า ร้อยละ 29 และอื่นๆ ได้แก่ การรับประทานร่วมกับอาหารอื่น เช่น การผสมในเครื่องดื่มเย็น ร้อยละ 8.5 รูปแบบในการบริโภคพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 87 บริโภคเครื่องดื่มแบบร้อน ร้อยละ 13 บริโภคแบบเย็น และความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีเกี่ยวกับกลุ่มที่เหมาะสมกับเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป พบว่าร้อยละ 51 คิดว่าเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเหมาะสำหรับกับคนทุกกลุ่ม คือ กลุ่มผู้สูงอายุ คนทำงานวัยรุ่น ผู้รักสุขภาพ ร้อยละ 22 คิดว่าเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเหมาะสมกับผู้รักสุขภาพ เมื่อสอบถามถึงบุคคลที่บริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในครอบครัวของผู้ตอบแบบสอบถาม ร้อยละ 46 ตอบว่าทุกคนในครอบครัวเป็นผู้ดื่ม ร้อยละ 31 ตอบว่าคนวัยทำงาน และร้อยละ 28.5 ตอบว่าผู้สูงอายุ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากร้อยละ 59.5 เป็นผู้ใส่ใจในสุขภาพระดับปานกลาง รองลงมาคือร้อยละ 31 ใส่ใจในสุขภาพระดับมาก ร้อยละ 8.5 ใส่ใจในสุขภาพน้อย และร้อยละ 1 ไม่ใส่ใจในสุขภาพเลย ลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปหลังชงที่ผู้บริโภคต้องการ คือ เป็นชิ้นอ่อนนุ่ม ร้อยละ 44 เนื้อละเอียดข้น ร้อยละ 28.5 และเป็นชิ้นต้องเคี้ยว ร้อยละ 27.5 โดยความสนใจของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่จะทำการพัฒนา พบว่า ร้อยละ 87 บอกว่าสนใจ ร้อยละ 13 ตอบว่าไม่สนใจ

ตารางที่ 27 พฤติกรรม ความต้องการและความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดชงดื่ม

N = 200

พฤติกรรมและความคิดเห็น	จำนวน(ร้อยละ)
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปต่อวัน	
น้อยกว่า 1 แก้วต่อวัน	17
1 แก้วต่อวัน	68
2 แก้วต่อวัน	13
3 แก้วต่อวัน	2
รวม	100
วัตถุประสงค์ของการดื่มเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดชงดื่ม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
แทนอาหารมื้อหลัก เช่น แทนอาหารเช้า	29
เป็นของว่างระหว่างมื้อ	50.5
เสริมคุณค่าในมื้ออาหาร	34
อื่นๆ ได้แก่ รับประทานก่อนนอน รับประทานร่วมกับอาหารอื่น เช่น ใส่ในน้ำข้าวโพดปั่น	9
รูปแบบในการดื่มเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดชงดื่มที่ผู้บริโภคชอบ	
แบบร้อน	89
แบบเย็น	11
รวม	100

ตารางที่ 27 (ต่อ)

พฤติกรรมและความคิดเห็น	จำนวน(ร้อยละ)
กลุ่มที่ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่าผู้บริโภคกลุ่มใด เหมาะสมกับกับเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดชงดื่ม	
กลุ่มคนทำงาน	14
กลุ่มวัยรุ่น	2
กลุ่มผู้สูงอายุ	10
กลุ่มผู้รักสุขภาพ	22
ทุกกลุ่ม	51
อื่นๆ	1
รวม	100
ผู้บริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในครอบครัว ของผู้ตอบแบบสอบถาม (ตอบได้มากกว่า1ข้อ)	
ผู้สูงอายุ เช่น ปู่ย่าตายาย	28.5
เด็ก เช่น น้องหรือลูกของคุณ	7.5
ผู้ใหญ่วัยทำงาน เช่น คุณ	31
วัยรุ่น เช่น น้องหรือลูกของคุณ	11
ทุกวัย/ทุกคนในสมาชิกครอบครัว	46
อื่นๆ	5.5
ความใส่ใจในเรื่องสุขภาพและโภชนาการของผู้ตอบ แบบสอบถาม	
มาก	31
ปานกลาง	59.5
น้อย	8.5
ไม่เลย	1
รวม	100

ตารางที่ 27 (ต่อ)

พฤติกรรมและความคิดเห็น	จำนวน(ร้อยละ)
ลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปหลังชงที่ผู้บริโภคต้องการ	
เป็นชิ้นต้องเคี้ยว	27.5
เป็นชิ้นอ่อนนุ่มคล้ายโจ๊ก	44
เนื้อละเอียดข้น	28.5
รวม	100
ความสนใจที่ผู้บริโภคมีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ	
สนใจ	87
ไม่สนใจ	13
รวม	100

ค. ผลการสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ

จากการสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค ดังแสดงในตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความสำคัญ (IMP) ทั้ง 17 ปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด คือ คุณค่าทางโภชนาการที่ได้รับด้านปริมาณแคลเซียม ปริมาณวิตามินรวมต่างๆปริมาณเส้นใยอาหาร ราคาเหมาะสมกับคุณภาพโดยรวม ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาล คุณค่าทางโภชนาการโดยรวม ปริมาณพลังงานที่ได้รับ ระดับความหวาน กลิ่นรสตามธรรมชาติดั้งเดิม ผลิตภัณฑ์สามารถเคี้ยวได้ ความข้นหนืดภายในปาก สีของเครื่องดื่ม ตามลำดับ ทำการคัดเลือกระดับปัจจัยที่มีความสำคัญมาก คือ มีระดับคะแนนเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 7 พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคระดับมาก เรียงตามลำดับจากคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อยได้แก่ ได้แก่ ปริมาณแคลเซียม ความง่ายในการชง ปริมาณวิตามิน ปริมาณใยอาหาร ราคาเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยรวม ปริมาณไขมันต่ำ การเพิ่มคุณค่าโปรตีน และปริมาณน้ำตาลต่ำ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยความพึง

พอใจ 7.90, 7.71, 7.64, 7.62, 7.22, 7.19, 7.11 และ7.03 ตามลำดับ โดยปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ผู้บริโภคควรคำนึงถึงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 28 ระดับคะแนนความสำคัญของปัจจัยต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

N=200

ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป		ค่าคะแนนเฉลี่ย*
1. ลักษณะทางประสาทสัมผัส	สีของเครื่องดื่ม	6.19
	กลิ่นรสตามธรรมชาติ	6.44
	รสหวาน	5.61
	ความข้นหนืดภายในปาก	5.30
	ความสามารถเคี้ยวได้	5.37
	ให้ความรู้สึกอิ่มนาน	6.20
2. การใช้งานผลิตภัณฑ์	ชงง่าย(ละลายน้ำได้รวดเร็ว)	7.71
	อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	6.72
3. คุณค่าทางโภชนาการ	คุณค่าทางโภชนาการโดยรวม	6.83
	ปริมาณพลังงานที่ได้รับ	6.83
	ปริมาณใยอาหาร	7.62
	ปริมาณแคลเซียม	7.90
	ปริมาณวิตามินต่างๆ	7.64
	ปริมาณน้ำตาล	7.03
	ปริมาณไขมัน	7.19
4. ราคาเหมาะสมกับคุณภาพโดยรวม		7.22

หมายเหตุ 1 หมายถึง ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจน้อยที่สุด – 9 ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจมากที่สุด

* คะแนนเฉลี่ยคะแนนของปัจจัยทที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค คำนวณจากสูตร

Geometric Mean = $\sqrt[n]{N_1 * N_2 * N_3 * ..... * N_n}$

4.2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) โดยใช้แบบสอบถามชุดที่ 2

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามชุดที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจในปัจจัยคุณภาพต่างๆ ของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิสูตรพื้นฐาน และเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรทางการค้า 2 ตรายี่ห้อคือ เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร 3.2% (สูตรทางการค้า 1) และเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรข้าวกล้อง (สูตรทางการค้า 2) กับกลุ่มผู้บริโภคที่ดื่มเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเป็นประจำ ดังแสดงในตารางที่ 29 พบว่าเป็น เพศชาย ร้อยละ 30 เพศหญิง ร้อยละ 70 ส่วนมากมีอายุระหว่าง 21-25 ปีร้อยละ 28 อายุ 41-45 ปีและอายุ 51-55 ปีร้อยละ 14 โดยมากมีการศึกษาระดับปริญญาตรีและสูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 40 โดยมากผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 34 ประกอบอาชีพค้าขาย และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001-10,000 บาท ร้อยละ 32 รองลงมารายได้น้อยกว่า 5,000 บาทและ มากกว่า 30,000 บาท ร้อยละ 18

จากตารางที่ 30 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจของเครื่องดื่มของธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร 3.2% (สูตรทางการค้า 1) มีค่าสูงกว่าเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิสูตรพื้นฐาน และเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรข้าวกล้อง (สูตรทางการค้า 2) ในคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้ กลิ่นรสตามธรรมชาติ ระดับความหวาน ความข้นหนืดภายในปาก ความสามารถเคี้ยวได้ คุณค่าทางโภชนาการโดยรวม ปริมาณพลังงานที่ได้รับ (กิโลแคลอรี) ปริมาณในอาหาร ปริมาณแคลเซียม ปริมาณวิตามินต่างๆ ปริมาณน้ำตาล ปริมาณไขมัน ส่วนเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรข้าวกล้อง (สูตรทางการค้า 2) มีค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจในคุณลักษณะด้านสีสูงกว่าเครื่องดื่มทั้ง 2 ชนิด และเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิสูตรพื้นฐานมีค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจในคุณลักษณะด้านปริมาณโปรตีน และราคาสูงกว่าเครื่องดื่มทั้ง 2 ชนิด ในขั้นตอนนี้จะมีการกำหนดเป้าหมายการพัฒนา (Plan Lavel) โดยเลือกจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ค่าระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจของคุณลักษณะนั้นๆ สูงสุด ส่วนใหญ่จะพบว่าเป้าหมายการพัฒนาจะถูกกำหนดขึ้นโดยผลิตภัณฑ์ สูตรทางการค้า 1 ทำให้ส่งผลให้ค่าอัตราส่วนการพัฒนา (Improvement Ratio) จะมีค่ามากกว่า 1 แสดงถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ต้นแบบยังมีลักษณะที่ด้อยกว่าผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง ควรทำการปรับปรุงให้คุณลักษณะนั้นให้เทียบเท่าหรือดีกว่าคู่แข่ง

ตารางที่ 29 คุณลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

N=50

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน(ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	30
หญิง	70
รวม	100
อายุ	
21-25 ปี	28
26-30 ปี	12
31-35 ปี	4
36-40 ปี	10
41-45 ปี	14
46-50 ปี	12
51-55 ปี	14
มากกว่า 55 ปี	6
รวม	100
วุฒิการศึกษาสูงสุด/การศึกษาปัจจุบัน	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	8
มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	8
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	4
ปริญญาตรี	40
สูงกว่าปริญญาตรี	40
รวม	100

ตารางที่ 29 (ต่อ)

N=50

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน(ร้อยละ)
อาชีพ	
นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	38
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	26
พนักงานบริษัท	2
ประกอบธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	34
รวม	100
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	18
5,001-10,000 บาท	32
10,001-15,000 บาท	8
15,001-20,000 บาท	6
20,001-25,000 บาท	6
25,001-30,000 บาท	12
มากกว่า 30,000 บาทขึ้นไป	18
รวม	100

ตารางที่ 30 ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป		ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจ	ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ			ระดับเป้าหมายในการพัฒนา	ดัชนีการพัฒนา	น้ำหนักคะแนนความสำคัญ
			A	B	C			
1. ลักษณะทางประสาทสัมผัส	สีของเครื่องดื่ม	6.19	5.75	-	6.19	6.19	1.08	6.66
	กลิ่นรสตามธรรมชาติ	6.44	6.30	6.48	4.87	6.48	1.03	6.62
	ระดับความหวาน	5.61	5.79	6.53	4.90	6.53	1.13	6.33
	ความข้นหนืดภายในปาก	5.30	5.53	6.57	5.49	6.57	1.19	6.30
	ความสามารถเคี้ยวได้	5.37	5.60	6.55	5.27	6.55	1.17	6.28
	ให้ความรู้สึกอิ่มนาน	6.20	-	-	-	6.20	1.00	6.20
2. การใช้งานผลิตภัณฑ์	ความง่ายในการชง	7.71	-	-	-	7.71	1.00	7.71
	อายุการเก็บรักษา	6.72	-	-	-	6.72	1.00	6.72
2. คุณค่าทางโภชนาการ	คุณค่าทางโภชนาการโดยรวม	6.83	6.34	7.27	5.64	7.27	1.24	8.48
	ปริมาณพลังงานที่ได้รับ	6.83	6.05	7.18	5.77	7.18	1.19	8.11
	ปริมาณใยอาหาร	7.62	6.32	7.67	5.92	7.67	1.21	9.25
	เพิ่มคุณค่าโปรตีน	7.11	7.99	7.30	5.70	7.99	1.00	7.11

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป		ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจ*	ค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ A*	B*	C*	ระดับเป้าหมายในการพัฒนา	ดัชนีการพัฒนา	น้ำหนักคะแนนความสำคัญ
2. คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณแคลเซียม	7.90	6.00	7.46	6.61	7.46	1.24	9.82
(ต่อ)	ปริมาณวิตามินต่างๆ	7.64	6.21	7.71	5.60	7.71	1.24	9.49
	ปริมาณน้ำตาล	7.03	6.77	6.83	6.51	6.83	1.01	7.09
	ปริมาณไขมัน	7.19	6.47	7.34	5.69	7.34	1.13	8.16
3. ราคาเหมาะสมกับคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยรวม		7.22	6.82	6.23	6.71	6.82	1.00	7.22

หมายเหตุ 1 หมายถึง ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจน้อยที่สุด – 9 ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจมากที่สุด

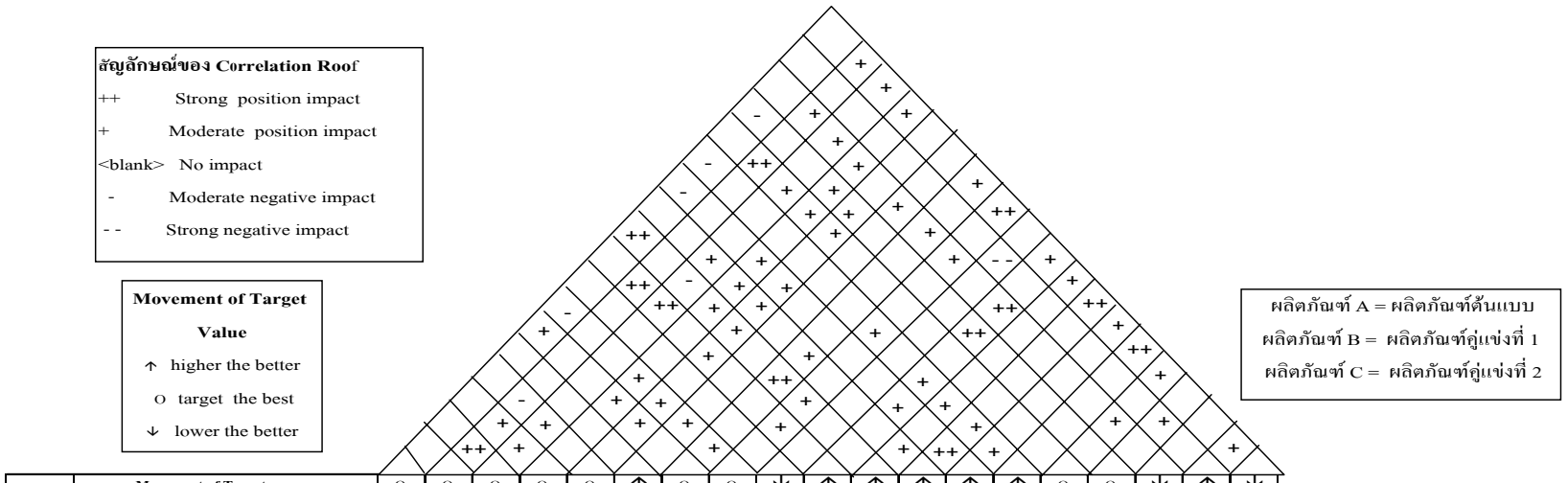
A คือ เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิสูตรพื้นฐาน

B คือ เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร 3.2% สูตรทางการค้า 1

C คือ เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรข้าวกล้อง สูตรทางการค้า 2

* คะแนนเฉลี่ยคะแนนของปัจจัยทที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค คำนวณจากสูตร Geometric Mean = $\sqrt[n]{N_1} * N_2 * N_3 * ..... * N_n$

และเมื่อนำผลจากแบบสอบถามชุดที่ 1 และ 2 มาทำการสร้างบ้านคุณภาพ (House of Quality) ดังภาพที่ 17 โดยทำการกำหนดระดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละตัวที่มีต่อความต้องการของผู้บริโภคในส่วนกลางของบ้านคุณภาพ ด้วยคะแนนตัวเลขระดับความสัมพันธ์ตามสเกล 1, 3, 9 จะทำให้ได้ค่าความสัมพันธ์สัมพัทธ์ (Relative Importance) ซึ่งเป็นตัวพิจารณาจัดลำดับความสำคัญ พบว่า ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เรียงจากคะแนนมากไปน้อย 10 อันดับ ได้แก่ ปริมาณพลังงานที่ได้รับ (Kcal) ราคาต่อซอง ปริมาณโปรตีน ปริมาณใยอาหาร ปริมาณไขมัน ปริมาณน้ำตาล ปริมาณวิตามินต่างๆ ปริมาณแคลเซียม ปริมาณธัญญาหารอบกรอบ ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ เพื่อที่จะสามารถวางแผนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด



	Movement of Target		o	o	o	o	o	↑	o	o	↓	↑	↑	↑	↑	↑	o	o	↓	↑	↓								
			Technical requirement																										
			เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป																			Rating							
			Instrumental analysis																										
		IMP	ค่าที่ L*a*b*	ปริมาณน้ำตาล	ค่า ° Brix	ค่า Viscosity	ค่า Density	ความสม่ำเสมอของผู้ชิม	ปริมาณสิ้นใยอาหาร(%)	ปริมาณธัญญาหารอบกรอบ(%)	ค่า a_w	ปริมาณพลังงานที่ได้รับ (Kcal)	ปริมาณสิ้นใยอาหาร(mg)	ปริมาณโปรตีน(g)	ปริมาณเกลือแร่(mg)	ปริมาณวิตามินรวมต่างๆ(%)	ปริมาณน้ำตาล (g)	ปริมาณไขมัน(%)	เวลาในการชงดื่ม	อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์	ราคาต่อซอง	ผลิตภัณฑ์ A	ผลิตภัณฑ์ B	ผลิตภัณฑ์ C	Planned level	Improvement ratio	Improvement weight
ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มธัญญาหารผงสำเร็จรูป	สีของเครื่องดื่ม	6.19	9											9	9	3	3					3	5.75	-	6.19	6.19	1.08	6.66
	กลิ่นรสตามธรรมชาติ	6.44									3												6.30	6.48	4.87	6.48	1.03	6.62
	ระดับความหวาน	5.61		9	9	3	3					9	1					9		1		3	5.79	6.53	4.90	6.53	1.13	6.33
	ความข้นหนืดภายในปาก	5.30				9	3	3	3	3		3	3	3	1	3						3	5.53	6.57	5.49	6.57	1.19	6.30
	สามารถเคี้ยวได้	5.37				1	9	9	3	9		1	1									3	5.60	6.55	5.27	6.55	1.17	6.28
	ให้ความรู้สึกอิ่มนาน	6.20	3			3	3	3	9	9		3	9	3		1		1				3	-	-	-	6.61	1.00	6.20
การใช้งาน	ความง่ายในการชง (ชงง่ายละลายเร็ว)	7.71		3	3	3											3		9				-	-	-	7.88	1.00	7.71
	อายุของผลิตภัณฑ์ (อย่างน้อย 6 เดือน)	6.72									9							9					-	-	-	7.02	1.00	6.72
คุณค่าทางโภชนาการ	คุณค่าทางโภชนาการโดยรวม	6.83	3	3	3				9	3		9	9	9	9	9	9	9			3	9	6.34	7.87	5.64	7.87	1.24	8.48
	ปริมาณพลังงานที่ได้รับ	6.83		9	9				3	3		9	3	1			9	9				3	6.05	7.18	5.77	7.18	1.19	8.11
	ปริมาณเส้นใยอาหาร	7.62	1						9	3		1	9			1						3	6.32	7.67	5.92	7.67	1.21	9.25
	เพิ่มคุณค่าโปรตีน	7.11										3		9	9	3	1	3	1			3	7.99	7.30	5.70	7.99	1.00	7.11
	ปริมาณแคลเซียม	7.90		1	1	1						3		9	9	3	1	1	1			3	6.00	7.46	6.61	7.46	1.24	9.82
	ปริมาณวิตามินต่างๆ	7.64	1													9				3		3	6.21	7.71	5.60	7.71	1.24	9.49
	ปริมาณน้ำตาล	7.03		9	9	3	1					9					9		1			3	6.77	6.83	6.51	6.83	1.01	7.09
	ปริมาณไขมัน	7.19									3	9						9	1			3	6.47	7.34	5.69	7.34	1.13	8.16
	ราคาเหมาะสมกับคุณภาพโดยรวม	7.22	3	3	3	3	3	3	3	9	3	9	3	9	9	9	3	3		1		9	6.82	6.23	6.71	6.82	1.00	7.22
	Targets Value(ค่าเป้าหมาย)		-	11.83%	10.33 ± 0.2 °Brix	3,690.46	0.42 g/ml	23.67 ml	5.50%	33.75%(10.12 กรัม/ 30 กรัม)	0.24	100 kcal	2.75 mg (11% ของRDI)	5.12 g	161.54 mg (20.2% ของRDI)	วิตามินA,B1,B2,E(%20ของRDIทุกตัว)	5 g	1%	< 1 นาที	~ 6 เดือน	4.57 บาท						
	Absolute Importance		132	248	248	162	128	104	260	249	123	459	311	359	285	289	297	305	104	51	366						
	Relative Importance (%)		2.94	5.54	5.54	3.62	2.86	2.33	5.80	5.55	2.75	10.24	6.93	8.00	6.37	6.44	6.62	6.81	2.33	1.13	8.18						

ภาพที่ 17 บ้านคุณภาพ (House of Quality)

5. ผลการสร้างสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิให้มีคุณค่าทางโภชนาการ

5.1 การสร้างสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิให้มีคุณค่าทางโภชนาการ

ผลการสร้างสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ โดยการพิจารณาหนึ่งหน่วยบริโภคมีน้ำหนักเท่ากับ 30 กรัม จากการสร้างสูตรต้องทำการเพิ่มและลดส่วนผสมบางชนิดในสูตรเพื่อให้ได้คุณค่าทางโภชนาการตามที่กำหนด ได้แก่ เพิ่มนมผงขาดมันเนยเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน, เพิ่มปริมาณถั่วอะซูกิผงและข้าวกล้องผงเพื่อเพิ่มเส้นใยอาหาร และเพิ่มอินนูลิน (Inulin) เพื่อเพิ่มใยอาหารเนื่องจากอินนูลินเป็นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำและร่างกายไม่สามารถย่อยได้ทำให้อิ่มนานและยังมีคุณสมบัติในการช่วยดูดซึมแคลเซียม, ทดแทนความหวานและไขมัน โดยนิยมใช้ร่วมกับสารให้ความหวานซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (บริษัทเฮล์ม มหาบุญ, 2548) ซึ่งผลการคำนวณสูตรผลิตภัณฑ์ให้มีข้อจำกัดด้านคุณค่าทางโภชนาการและมีราคาต่ำสุด โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงเส้นตรงสำเร็จรูป (Lindo) พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่ได้จากการคำนวณมีพลังงานและสารอาหารเป็นไปตามข้อกำหนด โดยกำหนดให้ส่วนผสมที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นสูตรคำนวณ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 31 และมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงในตารางที่ 32 และจากสูตรคำนวณพบว่ามีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 11.96 บาทต่อ 100 กรัม

ตารางที่ 31 สูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)

ส่วนผสม	สูตรคำนวณ (ร้อยละ)
ธัญญาหารอบกรอบ	23.66
น้ำตาล	11.83
ครีมเทียม	3.94
นมผงขาดมันเนย	25.63
ถั่วอะซูกิผง	13.64
ข้าวกล้องผง	13.64
อินนูลิน	6.25
วานิลลาผง	1.41

ตารางที่ 32 ปริมาณสารอาหารของสูตรคำนวณโดยโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo)

สารอาหาร	สูตรคำนวณ (100 g)	สูตรคำนวณ (30 g)
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	324.63	97.39
โปรตีน (กรัม)	17.07	5.12
ไขมัน (กรัม)	2.80	0.84
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	62.30	18.69
ใยอาหาร (กรัม)	10.40	3.12
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	538.47	159.54

ผลการทดสอบความชอบของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรคำนวณ มีรายละเอียดดังตารางที่ 33 พบว่า คะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 6.60 ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นรสวานิลลา และความมันผู้ทดสอบมีความชอบในระดับชอบเล็กน้อย ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นรสธัญพืชและชิ้นธัญพืชผู้ทดสอบมีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ซึ่งจากผลการทดสอบโดยวิธี Just About Right Scaling พบว่าผู้ทดสอบมีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะด้านกลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช ชิ้นธัญพืช และความมันอยู่ในระดับพอดีคิดเป็นร้อยละ 72 72 78 และ 60 ตามลำดับ ส่วนคุณลักษณะด้านความหวานอยู่ในระดับน้อยเกินไปร้อยละ 56 ดังนั้นคุณลักษณะที่ต้องนำมาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไป ได้แก่ รสหวาน โดยควรปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีรสหวานเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 33 คะแนนความชอบเฉลี่ยและความรู้สึกต่อคุณลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิสูตรคำนวณ

N=50

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	คะแนนความรู้สึก (ร้อยละ)		
		น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
กลิ่นรสวานิลลา	6.32 ± 1.50	22	72	6
กลิ่นรสธัญพืช	6.54 ± 1.51	6	72	22
รสหวาน	5.30 ± 1.99	56	38	6
ชิ้นธัญพืช	6.66 ± 1.12	8	78	14
ความมัน	6.02 ± 1.65	28	60	12
ความชอบรวม	6.60± 1.29	-	-	-

หมายเหตุ คะแนนความชอบ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด – 9 ชอบมากที่สุด

5.2 ผลการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ด้านรสหวาน

จากผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่ทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านรสหวานกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ดังแสดงในตารางที่ 34 พบว่า ผู้ทดสอบมีความชอบต่อคุณลักษณะกลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช และชิ้นธัญพืช ที่ทุกระดับของซูคราโลสไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนความชอบด้านรสหวานพบว่าผู้ทดสอบมีความชอบต่อรสหวานที่ระดับ 0.0062% ซูคราโลส อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยมีความแตกต่างกับที่ระดับ 0.0052% และ 0.0072% ซูคราโลสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P\leq0.05$) และความชอบที่มีต่อความมันของผลิตภัณฑ์พบว่าที่ระดับ 0.0052% และ 0.0062% ซูคราโลส ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และผู้ทดสอบมีความชอบรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ 0.0062% และ 0.0072% ซูคราโลส ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และจากการทดสอบระดับความพอดีด้วยวิธี Just About Right ดังแสดงในตารางที่ 35 พบว่า ทุกคุณลักษณะได้แก่ กลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช รสหวาน ชิ้นธัญพืช และความมัน อยู่ในระดับพอดี ร้อยละ 76 76 84 80 และ 80 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่ทำการเติมซูคราโลสที่ระดับ 0.0062% ไปทำการศึกษาในขั้นต่อไป

ตารางที่ 34 คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิที่ระดับความเข้มของซูคราโลสต่างๆ

N=50

คุณลักษณะ	สูตร		
	0.0052 %	0.0062 %	0.0072 %
กลิ่นรสวานิลลา^{ns}	6.14 $\pm$ 1.09	6.16 $\pm$ 0.95	6.44 $\pm$ 1.11
กลิ่นรสธัญพืช^{ns}	6.04 $\pm$ 1.09	6.48 $\pm$ 1.23	6.04 $\pm$ 0.89
รสหวาน	6.16 $\pm$ 1.56^{b}	6.88 $\pm$ 0.85^{a}	6.16 $\pm$ 1.03^{b}
ชิ้นธัญพืช^{ns}	6.80 $\pm$ 1.32	6.56 $\pm$ 0.78	6.48 $\pm$ 1.36
ความมัน	6.62 $\pm$ 0.87^{a}	6.44 $\pm$ 1.20^{ab}	6.28 $\pm$ 1.44^{b}
ความชอบรวม	6.22$\pm$ 1.39^{b}	6.60$\pm$ 0.98^{a}	6.74$\pm$ 1.17^{a}

หมายเหตุ คะแนนความชอบ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด – 9 ชอบมากที่สุด

a – b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ($P\leq0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$)

ตารางที่ 35 ร้อยละความพอดีของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่ร้อยละ 0.0062 ซูคราโลส

N=50

คุณลักษณะ	คะแนนความรู้สึก(ร้อยละ)		
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
กลิ่นรสวานิลลา	24	76	0
กลิ่นรสธัญพืช	24	76	0
รสหวาน	4	84	12
ชิ้นธัญพืช	20	80	0
ความมัน	20	80	0

5.3 ผลการศึกษาการเติมวิตามิน

ผลการทดสอบความชอบของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิสูตรคำนวณ มีรายละเอียดดังตารางที่ 36 พบว่า คะแนนความชอบรวมของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิอยู่ในระดับชอบปานกลาง โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 7.26 ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช รสหวาน ชิ้นธัญพืชและความมันผู้ทดสอบมีความชอบในระดับชอบปานกลาง ซึ่งจากผลการทดสอบโดยวิธี Just About Right Scaling พบว่า ผู้ทดสอบมีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะด้านกลิ่นรสวานิลลา กลิ่นรสธัญพืช รสหวาน ชิ้นธัญพืช และความมันอยู่ในระดับพอดีคิดเป็นร้อยละ 84 80 78 64 และ 72 ตามลำดับ

ตารางที่ 36 คะแนนความชอบเฉลี่ยและความรู้สึกต่อคุณลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิหลังการเสริมวิตามิน

N=50

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	คะแนนความรู้สึก (ร้อยละ)		
		น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
กลิ่นรสวานิลลา	7.40 $\pm$ 0.86	8	84	8
กลิ่นรสธัญพืช	7.02 $\pm$ 1.38	16	80	4
รสหวาน	7.00 $\pm$ 1.54	8	78	14
ชิ้นธัญพืช	6.88 $\pm$ 1.22	0	64	36
ความมัน	7.10 $\pm$ 1.18	12	72	16
ความชอบรวม	7.26$\pm$ 1.16	-	-	-

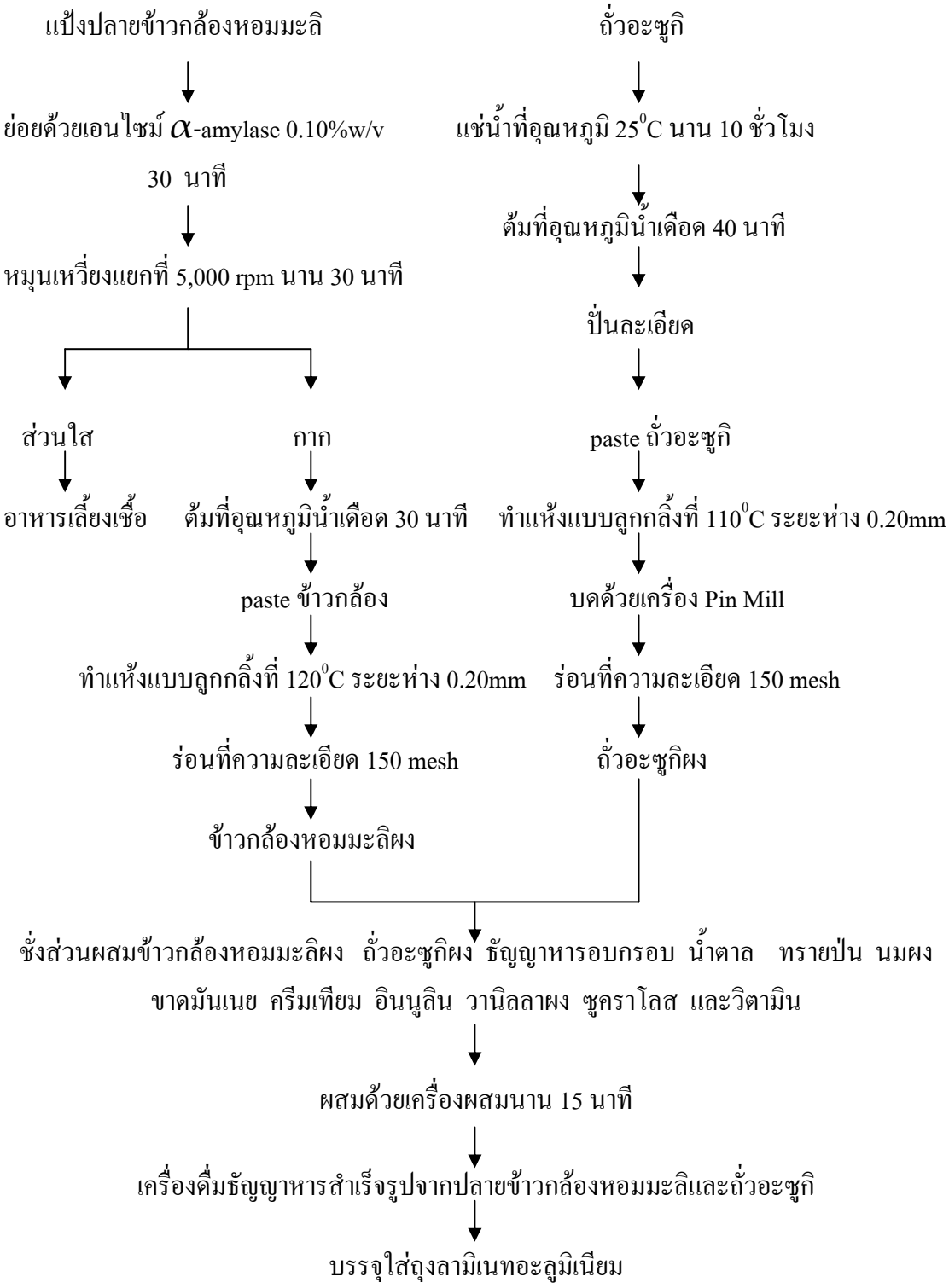
หมายเหตุ คะแนนความชอบ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด – 9 ชอบมากที่สุด

6. ผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

จากกระบวนการเตรียมวัตถุดิบได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิผงและถั่วอะซูกิผง โดยการนำปลายข้าวกล้องหอมมะลิมาโม่เป็นแป้ง จากนั้นทำการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส หมุนเหวี่ยงแยกเพื่อนำส่วนกากมาทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่และบดที่ความละเอียด 150 เมส ส่วนถั่วอะซูกินำมาแช่น้ำจากนั้นนำไปต้มและบดให้ละเอียด ทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่และบดที่ความละเอียด 150 เมส จากนั้นทำการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด นำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าได้ผลิตภัณฑ์ที่นำมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 2 ตรายี่ห้อ คือ เครื่องดื่มสูตรผสมใยอาหาร 3.2% สูตรทางการค้า 1 และเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรข้าวกล้อง สูตรทางการค้า 2 จากนั้นทำการหาแนวคิดผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการประยุกต์การกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment-QFD) จากนั้นทำการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo) โดยพบว่าสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิดังแสดงในตารางที่ 37 โดยกรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปดังแสดงดังภาพที่ 18 และภาพผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 19 และ 20

ตารางที่ 37 สูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
ธัญญาหารอบกรอบ	23.65
น้ำตาลทรายป่น	11.83
ครีมเทียม	3.93
นมผงขาดมันเนย	25.63
ถั่วอะซูกิผง	13.64
ข้าวกล้องหอมมะลิผง	13.64
อินนูลิน	6.25
วานิลลาผง	1.41
ซูคราโลส (mg)	2.07
วิตามินเอ(mg)	0.933
วิตามินบี 1(mg)	1.75
วิตามินบี 2(mg)	1.98
วิตามินอี(mg)	11.67



ภาพที่ 18 กรรมวิธีผลิตเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

ภาพที่ 19 เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

ภาพที่ 20 เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิหลังจากละลายด้วยน้ำร้อน

6.1 ผลการวัดค่าคุณภาพเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ ดังแสดงในตารางที่ 38 พบว่า ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิมีค่า 0- 0.3 ซึ่งถือเป็นค่าที่ปลอดภัยต่อการเสื่อมเสียของเชื้อจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาทางเคมี (นิธิยา, 2545) และการที่ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นต่ำมาก ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงเรื่องภาชนะบรรจุที่สามารถปกป้องผลิตภัณฑ์จากความชื้นได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์จะสามารถดูดความชื้นได้ดี

ผลการวัดค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ พบว่า เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ มีค่าชื้นร้อยละ 3.45 มีค่าโปรตีนสูงถึงร้อยละ 17.33 เนื่องจากมีส่วนผสมของนมผงขาดมันเนยและถั่วอะซูกิ ซึ่งเป็นแหล่งของโปรตีน ปริมาณเถ้าร้อยละ 3.81 เส้นใยหยาบร้อยละ 7.59 และมีปริมาณไขมันร้อยละ 0.83 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิเป็นเครื่องดื่มที่มีปริมาณโปรตีนสูง ไขมันต่ำ จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผู้ที่ห่วงใยในสุขภาพ

จากผลการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่าเครื่องดื่มผงมีปริมาณจุลิทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม โคลิฟอร์มและ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g และ ไม่พบการเจริญเติบโตของ *Staphylococcus aureus* และ *Samonella* sp. ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 301) พ.ศ. 2549 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท(ฉบับที่ 4) กล่าวว่า เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิทต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และรา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม *Coliform*และ *Escherichia coli* ต้องน้อยกว่า 3 MPN/g ดังนั้นจึงจัดว่าเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ

ตารางที่ 38 ค่าคุณภาพเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

ค่าคุณภาพ	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป
คุณภาพทางกายภาพ	
เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป	
วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)	0.261
Bulk density (g/cm^3)	0.53
เครื่องดื่มหลังชงด้วยน้ำร้อน	
ดัชนีการละลาย (ร้อยละ)	73.25
ดัชนีการดูดซับน้ำ (g/g น้ำหนักแห้ง)	0.32
ความหนืดที่ 50 ^{0}C	1,534.57
ดัชนีการคืนตัว- สารแขวนลอย (ml)	24.67
ดัชนีการคืนตัว- ส่วนใส (ml)	22
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (^{0} Brix)	12
คุณภาพทางเคมี	
ความชื้น(ร้อยละ)	3.45
โปรตีน(ร้อยละ)	17.33
ไขมัน(ร้อยละ)	0.83
เถ้า (ร้อยละ)	3.81
เส้นใยหยาบ(ร้อยละ)	7.59
คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	66.99
คุณภาพทางจุลินทรีย์	
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	< 10
ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	< 10
Coliform(MPN/g)	< 3
Escherichia coli (MPN/g)	< 3
S.aureus(โคโลนี/กรัม)	<10
Samonella ในตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ

8.3 ผลคุณภาพด้านโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องมะลิและถั่วอะซูกิ

จากผลการตรวจสอบคุณภาพทางโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรผสมใยอาหาร 3.2% สูตรทางการค้า 1 ดังแสดงในตารางที่ 39 พบว่าคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปผง 30 กรัม ให้พลังงาน 102 กิโลแคลอรี่ ไม่มีคอเลสเตอรอล โดยให้ปริมาณไขมัน 0.7 กรัม โปรตีน 5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 19 กรัม ใยอาหาร 2.7 กรัม น้ำตาล 5 กรัมวิตามินเอ ร้อยละ 52 วิตามินบี1 ร้อยละ วิตามินบี 2 ร้อยละ 38 วิตามินอีร้อยละ 36 และแคลเซียมร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai-RDI) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ เป็นเครื่องดื่มผงที่มีปราศจากคอเลสเตอรอล คือมีคอเลสเตอรอลน้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 30 กรัม ไขมันต่ำคือมีไขมันทั้งหมดไม่เกิน 3 กรัมต่อตัวอย่าง 30 กรัม เป็นแหล่งของโปรตีนและใยอาหาร คือมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารปริมาณร้อยละ 10-19 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai-RDI) ให้วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินอีสูง คือให้ปริมาณวิตามินไม่น้อยกว่าร้อยละ 35 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai-RDI) และปริมาณแคลเซียมสูงคือให้ปริมาณแคลเซียมตั้งแต่ร้อยละ 20 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai-RDI) ตามหลักเกณฑ์การกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 บัญชีหมายเลข 4

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป สูตรผสมใยอาหาร 3.2% สูตรทางการค้า 1 ดังแสดงในตารางที่ 39 จะพบว่าเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิให้พลังงานต่ำกว่า 9 กิโลแคลอรี่ ให้ปริมาณโปรตีน ใยอาหาร วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินอี และแคลเซียมสูงกว่า และไม่มีคอเลสเตอรอลเหมือนกัน

ดังนั้นเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิจึงเป็นเครื่องดื่มที่เหมาะสมกับผู้บริโภคในปัจจุบัน ดังแสดงคุณค่าทางโภชนาการในตารางที่ 40

โดยเฉพาะปริมาณวิตามินเอที่มีมากถึงร้อยละ 52 ของ วิตามินบี 1 ร้อยละ 37 วิตามินบี 2 ร้อยละ 39 และวิตามินอีร้อยละ 36 ของ Thai RDI จาก Wahlqvist (1997) รายงานว่า การขาดวิตามินเอเป็นปัญหาทางโภชนาการที่สำคัญของโลก โดยเฉพาะในเอเชีย ซึ่งวิตามินเอมีหน้าที่ที่สำคัญต่อดวงตา โดยพบว่าวิตามินเอเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโรดอปซิน (Rhodopsin) ซึ่งอยู่ในเรตินา (Retina) ทำให้มีส่วนช่วยในการมองเห็นในที่ที่มีแสงน้อย และนอกจากนี้ยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย วิตามินบี 1 มีหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ของเอนไซม์ถึง 24 ชนิด และมีส่วนเกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยพลังงานจากโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน วิตามินบี 2 มีหน้าที่เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่เรียกว่าฟลาโวโปรตีน (Flavoprotein) ช่วยในเรื่องการหายใจของเซลและการปลดปล่อยพลังงานจากโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ส่วนวิตามินอีมีหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ปกป้องเซลจากการทำลายของอนุมูลอิสระ และนอกจากนี้เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิยังมีส่วนประกอบของใยอาหารร้อยละ 10 ของ Thai RDI ซึ่งส่วนของใยอาหารนี้ได้มาจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง รวมถึงอินนูลินที่มีการเสริมเข้าไปด้วย โดย Matha (2005) กล่าวว่า อินนูลิน เป็นสารสกัดธรรมชาติที่ไม่เปลี่ยนรูปเป็นน้ำตาลในเลือด และมีค่าไกลซีมิกซ์อินเด็กซ์ (Glycemic Index) เป็นศูนย์ โดยคุณสมบัติด้านอาหารของอินนูลินมีผลดีต่อการทำงานของลำไส้ ช่วยในการดูดซึมแคลเซียม ดังนั้นเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิซึ่งเป็นการนำเอาผลิตผลทางการเกษตรที่มีราคาต่ำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงขึ้น จึงเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลทางการเกษตร โดยเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากใยอาหาร โปรตีนและวิตามิน จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ram (2005) ที่กล่าวว่าผู้บริโภคในปัจจุบันมีความใส่ใจในสุขภาพมากขึ้นและนิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ ที่มีการเสริมสารอาหาร เพื่อช่วยลดปัญหาการเกิดโรคและภาวะเสี่ยงต่างๆ อันเนื่องมาจากการได้รับสารอาหารไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการ

ตารางที่ 39 คุณภาพทางโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

ค่าคุณภาพด้านโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม)	ผลิตภัณฑ์สุดท้าย	เครื่องดื่มทางการค้าสูตร1**
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	102	111
ไขมัน (กรัม)	0.7	0.6
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	0	0
โปรตีน (กรัม)	5	2.2
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	19	24
ใยอาหาร (กรัม)	2.7	1.5
น้ำตาล (กรัม)	5	12
วิตามินเอ (ร้อยละของ Thai RDI)*	52	0
วิตามินบี 1 (ร้อยละของ Thai RDI)*	37	4
วิตามินบี 2 (ร้อยละของ Thai RDI)*	39	6
วิตามินอี (ร้อยละของ Thai RDI)*	36	35
แคลเซียม (ร้อยละของ Thai RDI)*	24	20

หมายเหตุ * ค่าร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai Recommeneded Daily Intakes-Thai RDI)

** เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปสูตรผสมใยอาหาร 3.2% สูตรทางการค้า 1

ตารางที่ 40 ข้อมูลโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ซอง (30 กรัม)			
จำนวนหน่วยบริโภคต่อซอง : 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค			
พลังงานทั้งหมด 102 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 0 กิโลแคลอรี)			
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*	
ไขมันทั้งหมด 0.7 ก.		1 %	
ไขมันอิ่มตัว 0 ก.		0 %	
โคเลสเตอรอล 0 มก.		0 %	
โปรตีน 5 ก.			
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 19 ก.		6 %	
ใยอาหาร 2.7 ก.		10 %	
น้ำตาล 5 ก.			
		ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*	
วิตามิน เอ	52 %	วิตามิน บี 1	37 %
วิตามิน บี 2	39 %	วิตามินอี	36 %
แคลเซียม	24 %		
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป(Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี			
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้			
ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65 ก.	
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20 ก.	
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300 มก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300 ก.	
ใยอาหาร		25 ก.	
โซเดียม	น้อยกว่า	2,400 มก.	
พลังงาน (กิโลแคลอรี)ต่อกรัม : ไขมัน = 9 : โปรตีน = 4 : คาร์โบไฮเดรต = 4			

7. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธี Central Location Test (CLT) กับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปที่เคยดื่มหรือบริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป ที่มีอายุตั้งแต่ 16 ปีขึ้นไป จำนวน 200 คน ดังแสดงในตารางที่ 41 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบโควต้า (Quota Sampling) คือแบ่งเป็น10 ช่วงอายุ คือ 16-20 ปี 21-25 ปี 26-30 ปี 31-35 ปี 36-40 ปี 41-45 ปี 46-50 ปี 51-55 ปี 56-60 ปี และมากกว่า 60 ปี โดยทำการสุ่มตัวอย่างช่วงอายุละ 20 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง ร้อยละ 58 เพศชายร้อยละ 42 การศึกษาระดับปริญญาตรีสูงสุด ร้อยละ 53 รองลงมาคือ สูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 28 อนุปริญญาหรือเทียบเท่า ร้อยละ 11 มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า ร้อยละ 6 และ ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ร้อยละ 2 โดยมีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 28 อาชีพรับราชการ ร้อยละ 28 รองลงมาคือพนังงานบริษัท ร้อยละ 19 ประกอบธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ร้อยละ 4 พ่อบ้าน/แม่บ้าน ร้อยละ 4 และอื่นๆ เช่น ว่างงาน ร้อยละ 4 ส่วนมากมีรายได้ 10,001-15,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 33 รองลงมาคือ 5,001-10,000 บาทต่อเดือนร้อยละ 26 มากกว่า 30,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 16 ตามลำดับ

จากตารางที่ 42 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบต่อผงเครื่องดื่มโดยภาพรวมเท่ากับ 7.19 ความชอบต่อขนาดบรรจุต่อผงเครื่องดื่มต่อซอง เท่ากับ 6.80 ความชอบต่อระยะเวลาที่ใช้ในการละลายผงเครื่องดื่ม 7.57 ความชอบต่อปริมาณเครื่องดื่มต่อการดื่มหนึ่งครั้ง เท่ากับ 7.25 และความชอบต่อเครื่องดื่มโดยภาพรวม เท่ากับ 7.31 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า เพศ อายุ วุฒิการศึกษา และอาชีพ มีผลต่อความแตกต่างระหว่างความชอบที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 43-46 สำหรับลักษณะทางประชากรศาสตร์ด้านเพศพบว่าเพศมีผลต่อความชอบต่อปริมาณเครื่องดื่มต่อการดื่ม 1 ครั้ง อายุมีผลต่อความชอบที่มีต่อขนาดบรรจุต่อซอง ระยะเวลาที่ใช้การละลาย และปริมาณเครื่องดื่มต่อการดื่ม 1 ครั้ง การศึกษามีผลต่อความชอบที่มีต่อลักษณะของผงเครื่องดื่มโดยภาพรวม ขนาดบรรจุต่อซอง ปริมาณเครื่องดื่มต่อการดื่ม 1 ครั้ง และความชอบรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และอาชีพมีผลต่อความชอบที่มีต่อระยะเวลาที่ใช้ในการละลาย และปริมาณเครื่องดื่มต่อการดื่ม 1 ครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานจัยของฉัตรฝน (2548) ที่พบว่าลักษณะด้านประชากรศาสตร์มีผลต่อการตัดสินใจบริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

ตารางที่ 41 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการทดสอบผู้บริโภค

N=200

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน(ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	42
หญิง	58
รวม	100
อายุ	
16-20 ปี	10
21-25 ปี	10
26-30 ปี	10
31-35 ปี	10
36-40 ปี	10
41-45 ปี	10
46-50 ปี	10
51-55 ปี	10
56-60 ปี	10
มากกว่า 60 ปี	10
รวม	100
วุฒิการศึกษาสูงสุด/การศึกษาปัจจุบัน	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	2
มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	6
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	11
ปริญญาตรี	53
สูงกว่าปริญญาตรี	28
รวม	100

ตารางที่ 41 (ต่อ)

N=200

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน(ร้อยละ)
อาชีพ	
นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	28
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	28
พนักงานบริษัท	19
ประกอบธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	17
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	4
อื่นๆ เช่น ว่างงาน	4
รวม	100
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	8
5,001-10,000 บาท	26
10,001-15,000 บาท	33
15,001-20,000 บาท	8
20,001-25,000 บาท	8
25,001-30,000 บาท	1
มากกว่า 30,000 บาทขึ้นไป	16
รวม	100

ตารางที่ 42 ข้อมูลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

N=200

ปัจจัย	ความชอบเฉลี่ย
ความชอบต่อผงเครื่องดื่มโดยภาพรวม	7.19 $\pm$ 0.92
ความชอบต่อขนาดบรรจุของผงเครื่องดื่มต่อซอง	6.80 $\pm$ 1.27
ความชอบต่อระยะเวลาที่ใช้ในการละลายผงเครื่องดื่ม	7.56 $\pm$ 0.93
ความชอบต่อปริมาณเครื่องดื่มต่อการดื่มหนึ่งครั้ง	7.25 $\pm$ 1.16
ความชอบต่อเครื่องดื่มโดยภาพรวม	7.31 $\pm$ 0.95

ตารางที่ 43 ความแตกต่างระหว่างเพศของกลุ่มตัวอย่างกับปัจจัยด้านความชอบ

คุณลักษณะ	เพศ			
	ชาย	หญิง	t-test	p-value
ผง^{ns}	7.33	7.09	0.026	0.059
ขนาดบรรจุ^{ns}	7.00	6.66	0.150	0.057
การละลาย^{ns}	7.50	7.60	0.266	0.440
ปริมาณ	7.60^{a}	7.00 ^{b}	3.078	0.00
ความชอบรวม^{ns}	7.45	7.20	2.854	0.071

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 44 ความแตกต่างระหว่างอายุของกลุ่มตัวอย่างกับปัจจัยด้านความชอบ

คุณลักษณะ	อายุ					
	16-25 ปี	26-40 ปี	41-50 ปี	51- > 60 ปี	F-test	p-value
ผง[ns]	7.15	7.23	7.40	7.03	1.365	0.255
ขนาดบรรจุ	6.80[ab]	6.50[b]	7.30[a]	6.77[b]	3.318	0.021
การละลาย	7.70[a]	7.07[b]	7.95[a]	7.70[a]	9.822	0.000
ปริมาณ	6.80[b]	7.50[a]	7.40[a]	7.20[ab]	3.284	0.022
ความชอบรวม[ns]	7.25	7.37	7.35	7.27	0.188	0.904

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 45 ความแตกต่างระหว่างการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างกับปัจจัยด้านความชอบ

คุณลักษณะ	การศึกษา				
	ต่ำกว่าปริญญาตรี	ปริญญาตรี	สูงกว่าปริญญาตรี	F-test	p-value
ผง	7.21[ab]	7.06[b]	7.43[ab]	3.100	0.047
ขนาดบรรจุ	7.16[a]	6.75[b]	6.64[b]	3.003	0.041
การละลาย	7.89[a]	7.42[b]	7.61[ab]	3.905	0.022
ปริมาณ[ns]	7.47	7.13	7.32	1.357	0.260
ความชอบรวม[ns]	7.47	7.25	7.32	0.816	0.444

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 46 ความแตกต่างระหว่างอาชีพของกลุ่มตัวอย่างกับปัจจัยด้านความชอบ

คุณลักษณะ	อาชีพ							
	นักเรียน/ นักศึกษา	รับราชการ รัฐวิสาหกิจ	พนักงาน บริษัท	ค้าขาย	พ่อบ้าน/ แม่บ้าน	อื่นๆ	F-test	p-value
ผง^{ns}	7.29	7.36	6.95	7.12	7.00	7.00	1.217	0.303
ขนาดบรรจุ^{ns}	6.79	6.86	6.84	6.65	7.25	6.50	0.416	0.837
การละลาย	7.61^{ab}	7.93^{a}	7.11^{b}	7.35^{ab}	7.50^{ab}	7.75^{ab}	4.321	0.001
ปริมาณ	7.00^{ab}	7.75^{a}	6.84^{b}	7.35^{ab}	7.00^{ab}	7.25^{ab}	3.912	0.002
ความชอบรวม^{ns}	7.32	7.50	7.00	7.36	7.50	7.00	1.534	0.181

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

จากตารางที่ 47 ผลการยอมรับผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังรับทราบข้อมูลทางโภชนาการ พบว่าการยอมรับผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการรับทราบข้อมูลไม่แตกต่างกัน คือมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 99 เท่ากัน ส่วนการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์พบว่าก่อนผู้บริโภครับทราบข้อมูลทางโภชนาการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 99 แต่หลังจากรับทราบข้อมูลทางโภชนาการมีการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 และเมื่อทำการแบ่งช่วงราคาพบว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดหลังจากรับทราบข้อมูลทางโภชนาการ

ตารางที่ 47 การยอมรับและตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิของผู้บริโภค (ร้อยละ)

N=200

ปัจจัย	ก่อนทราบข้อมูล	หลังทราบข้อมูล
การยอมรับผลิตภัณฑ์		
ยอมรับ	99	99
ไม่ยอมรับ	1	1
การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์		
ซื้อ	99	100
ไม่ซื้อ	1	0
การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แบ่งตามระดับราคา		
ซื้อในราคาเท่ากับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด (4-7บาท)	73	70
ซื้อในราคาต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	21	12
ซื้อในราคาสูงกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด	5	18
ไม่ซื้อ	1	0

ผลที่ได้จากแบบสอบถามและการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการยอมรับและการซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการรับทราบข้อมูลด้านโภชนาการ โดยวิธี McNemar Test ดังแสดงในตารางที่ 48 พบว่าค่าไคสแคว์จากการคำนวณมีค่าสูงกว่าไคสแคว์จากตาราง(ที่ $\alpha = 0.50$, df = 1) แสดงว่าการซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาต่ำกว่าและเท่ากับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดก่อนรับทราบข้อมูลและหลังรับทราบข้อมูลด้านโภชนาการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาต่ำกว่าและเท่ากับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีค่าลดลง -0.175 ถึง -0.065 เท่าของความน่าจะเป็นในการซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนทราบข้อมูล

จากตารางที่ 49 พบว่าค่าไคสแคว์จากการคำนวณมีค่าสูงกว่าไคสแคว์จากตาราง(ที่ $\alpha = 0.50$, df = 1) แสดงว่าการซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาสูงกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดก่อนรับทราบข้อมูลและหลังรับทราบข้อมูลด้านโภชนาการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาต่ำกว่าและเท่ากับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมีค่าลดลง 0.083 ถึง 0.177 เท่าของความน่าจะเป็นในการซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนทราบข้อมูล

ตารางที่ 48 ข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาเท่ากับและต่ำกว่าราคาผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด (4-7 บาท) ของผู้บริโภคก่อนและหลังทราบข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ

ก่อนทราบข้อมูล (ความถี่)	หลังทราบข้อมูล (ความถี่) ซื้อ	ไม่ซื้อ	รวม	χ^2	95% CI**
ซื้อ	159	29	188	15.56*	(-0.175,-0.065)
ไม่ซื้อ	5	7	12	(3.84)***	
รวม	164	36	200		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** หมายถึง ช่วงของความเชื่อมั่นสำหรับสัดส่วนของความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

*** หมายถึง ค่าไคสแคว์ที่ได้จากตารางที่ $\alpha = 0.05$, df = 1

ตารางที่ 49 ข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาสูงกว่าราคาผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด (4-7 บาท) ของผู้บริโภคก่อนและหลังทราบข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ

ก่อนทราบข้อมูล (ความถี่)	หลังทราบข้อมูล (ความถี่) ซื้อ	ไม่ซื้อ	รวม	χ^2	95% CI**
ซื้อ	10	0	10	24.04*	(0.083,0.177)
ไม่ซื้อ	26	164	190	(3.84)***	
รวม	36	164	200		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** หมายถึง ช่วงของความเชื่อมั่นสำหรับสัดส่วนของความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

*** หมายถึง ค่าไคสแคว์ที่ได้จากตารางที่ $\alpha = 0.05$, df = 1

8. ผลการจัดทำข้อกำหนดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

ผลการจัดทำข้อกำหนดวัตถุดิบและส่วนผสมของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ ดังแสดงในตารางที่ 50

ตารางที่ 51 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลแดงอ่อน มีส่วนของธัญญาหารอบกรอบ มีความชื้นไม่เกิน 5% ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ไม่เกิน 0.3 ดัชนีการละลายไม่น้อยกว่า 70% บรรจุ 30 กรัมต่อซอง โดยให้พลังงานทั้งหมด 102 กิโลแคลอรี ไม่มีคอเลสเตอรอล มีวิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินอีไม่น้อยกว่า 35% ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) ปริมาณแคลเซียมไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI)

ตารางที่ 50 ข้อกำหนดวัตถุดิบและส่วนผสม

วัตถุดิบ	ข้อกำหนด
1. ข้าวกล้องหอมมะลิผง	มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีครีม ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) 0.25-0.3 ค่าความชื้นไม่เกิน 8% ค่าดัชนีการละลายไม่น้อยกว่า 40% ขนาด 150 เมส ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืน หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ ไม่มีสิ่งแปลกปลอม และไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค
2. ถั่วอะซูกิผง	มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีน้ำตาลแดง ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) 0.25-0.3 ค่าความชื้นไม่เกิน 8% ค่าดัชนีการละลายไม่น้อยกว่า 10% ขนาด 150 เมส ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืน หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ ไม่มีสิ่งแปลกปลอม และไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค
3. ธัญญาหารอบกรอบ	มีลักษณะเป็นเกล็ดหยาบ สีน้ำตาลอ่อน มีความชื้นไม่เกิน 6% ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ ไม่มีสิ่งแปลกปลอม
4. น้ำตาลทรายป่น	ลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว มีรสหวาน มีกลิ่นตามธรรมชาติ ไม่มีสิ่งเจือปน ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ ไม่มีสิ่งแปลกปลอม มีความชื้น 2-3% ไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

ตารางที่ 50 (ต่อ)

วัตถุดิบ	ข้อกำหนด
5. นมผงขาดมันเนย	ผงแห้งละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เป็นก้อนแข็ง มีสีครีม ไม่มีการแต่งเติมด้วยสีสังเคราะห์ มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ มีความชื้นไม่เกิน 5% ไขมันเนยไม่เกิน 1.5%ของน้ำหนัก มีปริมาณจุลินทรีย์ไม่เกิน 100,000 โคโลนีต่อกรัม แบคทีเรียชนิดโคโลฟอร์มน้อยกว่า 90 โคโลนีต่อกรัม ไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค
6. ครีมเทียม	ครีมเทียมจากไขมันถั่วเหลือง ปราศจากโคเลสเตอรอล มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว ไม่เกาะกันเป็นก้อน มีความชื้นไม่เกิน 5% ไม่มีวัตถุกันเสีย ไม่มีกลิ่นหืนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์
7. วานิลลาผง	ลักษณะเป็นผงละเอียดสีครีม มีความชื้นไม่เกิน 5% มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นหืนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ ไม่เกาะกันเป็นก้อน
8. อินนูลิน	ลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว มีความชื้นไม่เกิน 5% มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นหืนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ ไม่เกาะกันเป็นก้อน
9. ซูคราโลส	ลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว ความชื้น 0.2-2% มีรสหวานกว่าน้ำตาลทราย 600 เท่า ไม่พบโลหะหนัก

ตารางที่ 51 ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ

1. ชื่อผลิตภัณฑ์	เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ
2. ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	มีลักษณะเป็นผงแห้งสีน้ำตาลแดงอ่อน มีชิ้นของธัญญาหารอบกรอบ ความชื้นไม่เกิน 5% ค่าวอเตอร์-แอคทิวิตี้ (a_w) ไม่เกิน 0.3 ดัชนีการละลายไม่น้อยกว่า 70% บรรจุ 30 กรัมต่อซอง ให้พลังงานทั้งหมด 102 กิโลแคลอรี วิตามินเอ บี1 บี 2 และอี ไม่น้อยกว่า 35% ของ Thai RDI แคลเซียมไม่น้อยกว่า 20% ของ Thai RDI
3. ลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์	เติมน้ำร้อนประมาณ 150 มิลลิลิตร
4. ภาชนะบรรจุ	ซองอลูมิเนียมฟอยล์เคลือบพลาสติก (PET/AL/LDPE)
5. ขนาดบรรจุ	30 กรัมต่อซอง
6. อายุการเก็บรักษา	6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง
7. กลุ่มผู้บริโภค	กลุ่มผู้บริโภคที่ห่วงใยในสุขภาพ
8. ข้อแนะนำการใช้บนฉลาก	วันเดือนปีที่ผลิต
9. การควบคุมจำเพาะระหว่างการขนส่ง	เก็บในที่แห้งที่อุณหภูมิห้อง

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ การสำรวจตลาด การผลิตข้าวกล้องหอมมะลิ ถั่วอะซูกิผงและศึกษาคุณภาพ การศึกษาสูตรพื้นฐานโดยการทดแทนข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง ศึกษาพฤติกรรมความต้องการและปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการประยุกต์การกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ พัฒนาสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo) ศึกษาคุณภาพของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

1. ผลการเตรียมปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง พบว่าวิธีการเตรียมปลายข้าวกล้องหอมมะลิผงที่เหมาะสมเริ่มจากการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส ความเข้มข้น 0.10 %w/v เป็นระยะเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 75^{0}C ทำการหมุนเหวี่ยงแยกส่วนใสออก จากนั้นนำส่วนกากที่ได้มาทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณหภูมิ 120 ^{0}C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.20 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่อง Centrifugal Mill ร่อนที่ความละเอียด 150 เมส ส่วนวิธีการเตรียมถั่วอะซูกิผงเริ่มจากการแช่ถั่วอะซูกิในน้ำที่อุณหภูมิ 25 ^{0}C เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง จากนั้นนำมาต้มในอัตราส่วนถั่วอะซูกิต่อน้ำ 1 ต่อ 3 นำถั่วที่ได้มาปั่นละเอียดและนำมาทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ที่อุณหภูมิ 110 ^{0}C ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.20 มิลลิเมตร นำไปบดด้วยเครื่อง Centrifugal Mill ร่อนที่ความละเอียด 150 เมส จากการวัดค่าคุณภาพพบว่า ข้าวกล้องหอมมะลิผงที่ได้มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ 0.28 ดัชนีการดูดซับน้ำ 2.66 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ดัชนีการละลาย 47.51% และค่า Bulk Density 0.60 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ถั่วอะซูกิผงที่ได้มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ 0.33 ดัชนีการดูดซับน้ำ 5.36 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ดัชนีการละลาย 10.80% และค่า Bulk Density 1.27 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2. ผลการสำรวจตลาดเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ พบว่า มีผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 7 ตรายี่ห้อ มีราคาขาย 3.5-7.5 บาทต่อซอง น้ำหนักสุทธิ 27-32 กรัมต่อซอง โดยมีหลายสูตรและรสชาติ

3. สูตรพื้นฐานที่เหมาะสมประกอบด้วยธัญญาหารอบกรอบ 28.92%, น้ำตาลทรายป่น 24.11%, ครีมเทียม 16.09%, นมผงขาดมันเนย 12.31%, ข้าวกล้องหอมมะลิผง 8.57%, ถั่วอะซูกิผง 8.57% และวานิลลาผง 1.43%

4. ผลการศึกษาพฤติกรรมความต้องการและปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป โดยใช้วิธีการประยุกต์การกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment-QFD)โดยแบบสอบถาม ชุดที่ 1 และ 2 และจากการนำผลที่ได้จากแบบสอบถามทั้ง 2 ชุด มาทำการประมวลผลโดยใช้บ้านคุณภาพ (House of Quality)พบว่า ปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสนองความพึงพอใจของผู้บริโภค เรียงจากคะแนนมากไปน้อย 10 อันดับ ได้แก่ ปริมาณพลังงานที่ได้รับ (กิโลแคลอรี) ราคาต่อซอง ปริมาณโปรตีน ปริมาณใยอาหาร ปริมาณไขมัน ปริมาณน้ำตาล ปริมาณวิตามินต่างๆ ปริมาณแคลเซียม ปริมาณธัญญาหารอบกรอบ

5. ผลการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Lindo) พบว่า สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย ธัญญาหารอบกรอบ 23.66%, น้ำตาลทราย 11.83%, ครีมเทียม 3.94%, นมผงขาดมันเนย 25.63%, ถั่วอะซูกิผง 13.64%, ข้าวกล้องหอมมะลิผง 13.64%, อินนูลิน 6.25% และวานิลลาผง 1.41% ผลจากปรับคุณภาพด้านรสหวานโดยใช้ซูคราโลส พบว่า ปริมาณซูคราโลสที่เหมาะสมคือ 0.0062% ทำการเติมวิตามินเอ, วิตามินบี 1, วิตามินบี 2 และวิตามินอี ร้อยละ 35 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป(Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

6. ผลการวัดค่าคุณภาพของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง พบว่ามีค่า ความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, เถ้า, เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต 3.45%, 17.33%, 0.83%, 3.81%, 7.59 และ 66.99% , วอเตอร์แอคทิวิตี้ 0.261, bulk density 0.53 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดัชนีการละลาย 73.25%, ดัชนีการดูดซับน้ำ 0.32, ความหนืดที่ 50 ^{0}C 1,534.37 เซนติพอยส์ (cP), คุณภาพทางโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิผง 30 กรัม ประกอบด้วย พลังงานทั้งหมด 102 กิโลแคลอรี ไขมัน 0.7 กรัม ไม่มีคอเลสเตอรอล โปรตีน 5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 19 กรัม ใยอาหาร 2.7 กรัม น้ำตาล 5 กรัม วิตามินเอ

52% วิตามินบี 1 37% วิตามินบี 2 39% และวิตามินอี 36% คุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม โคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPNต่อกรัมและ อีโคไลน้อย 3 MPNต่อกรัม ไม่พบเชื้อซาโมเนลลา

8. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ พบว่า กลุ่มผู้บริโภคอายุตั้งแต่ 16 ปีขึ้นไป จำนวน 200 คน มีความชอบรวมต่อผลิตภัณฑ์ ในระดับชอบปานกลาง (7.31) ผู้บริโภคร้อยละ 99 ยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการรับรู้ข้อมูลทางโภชนาการ และผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิในราคาที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดลดลงเมื่อทราบข้อมูลด้านโภชนาการ แต่ซื้อผลิตภัณฑ์ในราคาที่สูงกว่ามากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ในการหาแนวความคิดผลิตภัณฑ์อาจมีการใช้วิธีการอื่นๆ นอกเหนือจากวิธีการประยุกต์การกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) เช่น การทำ Focus Group Discussion

2. การพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปอาจมีการใช้ผลผลิตทางการเกษตรอื่นๆ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น งา ข้าวเหนียวดำ มาเป็นวัตถุดิบในการผลิต

3. อาจมีการเติมสารเสริมคุณค่าทางอาหารต่างๆ เช่น คอลาเจน สารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ โคเอนไซม์ Q10 กรดอะมิโนอิสระต่างๆ เพื่อปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ และนอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์

4. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของภาชนะบรรจุที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ โดยบรรจุภัณฑ์ควรมีการพัฒนาให้เป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค และนอกจากนี้ควรมีการศึกษาเรื่องของอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ด้วย

5. ควรมีการทดสอบตลาด เพื่อดูว่าผลิตภัณฑ์นี้สามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์ที่มีในท้องตลาดได้หรือไม่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2541. **หลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางฉลากโภชนาการบนฉลากอาหาร.**

_____. 2545. **เรื่องนมโค.**

_____. 2549. **เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.**

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2542**. สารให้ความหวาน.** จาร์พา เท็คเซนเตอร์. กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. **เทคโนโลยีของแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

กสมาภรณ์ มลิวรรณ. 2546. **การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวราคาข้าวหอมมะลิของไทยในตลาดภายในประเทศและตลาดต่างประเทศ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กุณฑลี เวชสาร. 2546. **การวิจัยการตลาด.** โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2544. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย. 2546. **ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546 (Dietary Reference Intake For Thai 2003).** กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี.

ฉัตรฝน เพ็ชรเวียงเหนือ. 2548. **พฤติกรรมของผู้บริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในเขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชนินันท์ วรรธนะหทัย. 2549. Resistance Maltodextrin: A Unique Soluble Dietary Fiber Source. **Food Focus Thailand** 1(6): 35-38.

ณัชนก นุกิจ. 2549. **การพัฒนาบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. 2547. เสริมสุขภาพตามวิถีธรรมชาติด้วยข้าวกล้อง. **อาหาร** 34(2): 102-104.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร.** โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

บิสสิเนสไทย. 2549. **เนสท์เล่ยึดการตลาด 2 แนวทาง.** กลยุทธ์ป้องกันตลาดสำหรับผู้นำ. แหล่งที่มา: http//www.businessthai.co.th/news.php?tid.htm, 26 มีนาคม 2549.

บริษัทเต็ดตราแพ้ค จำกัด. ดื่มเพื่อสุขภาพและความงาม. **Asia Pacific Food Industry Thailand.** 3: 46-48.

บริษัทอูเอโน. 2546. **ถั่วแดงอะซูกิผง.** บริษัมอูโน จำกัด, กรุงเทพฯ.

บริษัทเฮล์ม มหาบุญ จำกัด. 2548. อินนูลินกับการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่. **Food industty** 2 (10): 28-31.

บริษัทเฮล์ม มหาบุญ จำกัด. 2550. Food for adult. **Food focus thailand** . 2 (12): 48-51.

ปัทมา ทองสม. 2537. **มารู้จักและเข้าใจวิตามิน**. เจริญวิทย์การพิมพ์, กรุงเทพฯ. แปลจาก M. Leonard. **The Vitamins Explained Simply.** ,Washington, D.C.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา.2549. การทดสอบการผู้บริโภคในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์, น. 88-105. ใน รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, บรรณาธิการ. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เพลินใจ ตังคณะกุล, เนตรนภิส วัฒนสุชาติ, มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ และพัชรี ตั้งตระกูล. 2538. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปชนิดใยอาหารสูง.** รายงานผลการวิจัย ท-อ 7.38.

มลศิริ วีโรทัย. 2546. **เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ**. บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ, กรุงเทพฯ.

ราณี สุรกาญจน์กุล, ชำนาญ เจริญรุ่งเรือง และปกรณ์ อุ่นประเสริฐ. 2549. การผลิตน้ำนมข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ. **อาหาร** 36(1): 75-84.

รุ่งนภา ประดิษฐพงษ์. 2539. การผลิตมอลโทเดกซ์ทรินจากแป้งข้าวโดยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสเพื่อใช้ในการรักษากลิ่นหอมของข้าวสาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลักษณ์ จารุนุช, ประชา บุญญสิริกุล และช่อลัดดา เที่ยงพุก. 2543. **การใช้กระบวนการเอ็กซ์ทรูชั่นสำหรับการเตรียมเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปที่มีข้าวโพดและถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบหลัก.** รายงานผลการวิจัย ท-อ 18.43.

วิษฐิดา จันทราพรชัย. 2549. การประเมินคุณภาพทางกายภาพด้านสี, น. 368-388. ใน รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, บรรณาธิการ. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศยามล เนตรประภา. 2544. **การพัฒนาเครื่องดื่มข้าวหอมมะลิกลิ่นใบเตย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2547. การวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมอาหาร เล่ม 2 : การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ หอมสมบัติ. 2543. ข้าวกล้อง, น. 79-92. ใน **เอกสารประกอบการจัดงานอุตสาหกรรมข้าว ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี.** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุคนชื่น ศรีงาม. 2549. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร: กระบวนการทำแห้งอาหาร**, น. 167-195. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุมินทร์ สมุทคุปติ์, สุทัศน์ จุลศรีไกวัล, สุรัตน์ นักหล่อ, ธีระ จารุจินดา, อรุณี วงศ์ปิยะสถิต, อาคม กาญจนประโชติ และ มากิ ชิกาโมริ. 2542. การวิจัยการผลิตถั่วอะซูกิในพื้นที่โครงการหลวง. ใน **การประชุมวิชาการ เผยแพร่ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง (ครั้งที่ 2)** . กองพัฒนาเกษตรที่สูง, เชียงใหม่.

สุพัตรา เลิศวณิชย์วัฒนา. 2546. **การพัฒนาเครื่องดื่มจากข้าวงอก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2541. **สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปี ขึ้นไป**. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

อรพิน ภูมิภมร. 2533. **การผลิตมอลโตเด็กซ์ตรินจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส.** รายงานผลการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, คณะอุตสาหกรรมเกษตร.

อรพิน เกิดชูชื่น, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, พร้อมลักษณ์ สรรพ่อค้า และสุภัทร์ จันทร์วรชัยกุล. 2544. การศึกษาเบื้องต้นของแป้งธัญพืช 5 ชนิด เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนม. **อาหาร** 31 (3): 187-200.

อรดี พฤติศรัณยนนท์. 2543. **การประยุกต์เทคนิคการแปรหน้าที่งานคุณภาพเพื่อออกแบบโครงสร้างของระบบทะเบียนนิสิตของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. **ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** . สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพมหานคร.

อัจฉราพร ขุมทอง. 2548. **ปัจจัยที่มีผลต่อราคารับซื้อข้าวหอมมะลิไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุวัตร แจ้งชัด. 2549. วิธีการทางสถิติและการประยุกต์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์, น. 49-87. ใน รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, บรรณาธิการ. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Agresti, A. 1996. **An introduction to categorical data analysis.** Wiley, New York. 290p.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International. 17 th ed**. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin, E.L. 1969. Gelatinization of corn grit by roll and extrusion-cooking. **Cereal Science Today.** 14:4-12

Anonymous. 2006. Nutritional Summary for Adzuki Beans. Nutritional Data. Available Source: http://www.nutritiondata.com/facts-B0001.htm, November 19, 2006.

Benner, M., A.R. Linnemann, W.M.F. Jongen and P. Folstar. 2003. Quality Function Deployment (QFD) – can it be used to develop food products?. **Food Quality and Preference** 14: 327–339. Cited Charteris, W. P., P. M. Kennedy, M. Heapes and W. Reville. 1992. A new very low fat table spread. **Farm and Food** 2: 18–19.

Bergquist, K. and A. John. 1996. Quality Function Deployment(QFD)- A means for developing usable products. **J. of Industrial Ergonomics.** 18: 269-275.

Brown, E.J. 2005. **Nutrition Now.** 4th ed. Courier Corporation, Kendallville, USA.

Churchchill, G.Jr. 2001. **Basic Marketing Research 4th Edition,** Thomson Learning, Ohio, U.S.A.

Chumpa, A. 1998. **An Application of Quality Function Deployment Technique for Sales Improvement: a Case Study of Polyethylene Pipe Factory.** M.S. thesis, Chulalongkorn Univ., Bangkok. (in Thai) Cited Anonymous. 1996. How do I perform group judgenent?. Voice 6(2): 6.

Clemens R. and P. Pressman. 2005. Healthy Growth Ahead for Wellness Drinks. **J. Food Technology.** 59(10): 19-39.

Cohen, L. 1995. **Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You**. Addison – Wesley Publishing Company, Inc., Canada.

Cristina, R. and A.S. Mujumdar. 1995. **Handbook of Industrial Drying.** Marcel Dekker, Inc., New York.

Daniels, R. 1974. **Breakfast Cereal Technology.** Noyes data Corporation, New Jersey, USA.

Damardjati, D.S. and Luh, B.S. 1987. Physicochemical properties of extursion-cooked rice breakfast cereals. *In* Treads in Food Processing I: Membrane Filtration Technology and Thermal Processing and Quality of Foods. **Proceeding of the 7th World Congress of Food Science and Technology.** October 1987. Singapore.

Egawa, Y., S. Chotechuen, N. Tomooka, C. Lairungreang, P. Nakeeraks, C. Thararasook and C. Kitbamsoong. 1996. **Collaborative research program on mungbean germplasm (subgenus *Ceratotropis* of the genus *Vigna*) between DOA Thailand and JIRCAS, Japan. Mungbean Germplasm: Collection, Evaluation and Utilization for Breeding Program.** Proceeding of the Workshop on Mungbean Germplasm held at Maruay Garden Hotel, Bangkok, Thailand of August 17, 1995. JIRCAS Working Peport No. 2 March 1996. 1-8.

Gavrielidon, M.A., N.A. Vallous, T.D. Karapantsios and S.N. Raphaelides. 2002. Heat transport to a starch slurry gelatinizing between the drums of a double drum dryer. **J. of Food Engineering.** 54: 45-58.

Hall, C.W., T.I. Hedrick. 1971. **Drying of Milk and Milk Products.** The AVI Publishing Company, Inc., Westport, USA.

Hsieh, H.M., B.G. Swanson and T.A. Lumkin. 1998. Adzuki bean sizes and ama-natto preparation. **J. Food Research International.** 31: 629-634.

Ihekoronye, A.I. and Oladunjoye, M.G. 1998. Formulation and Physicochemical properties of high protein food beverage powders based on protein concentrate for the Nigerian groundnut. **J. of Tropical Science.** 28: 219-237.

Juliano, B.O. 1985. **Rice Chemistry and Technology.** 2nd ed. The American Association of Cereal Chemists, Inc., Minnesota, USA.

Martha, M. 2005. Challenges and Opportunities in Creating Healthy Food Product that Support Weight Management. **J. of Asia Pacific Food Industry Thailand.** 5: 51-53.

Pua, C.K., N.S.A. Hamid, G. Rusel and R.A. Rahman. 2005. Production of drum-dried jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder with different concentration of soy lecithin and gum arabic. **J. of Food Engineering** 78: 630-636.

Pomeranz, Y. 1988. **Advances in Cereal Science and Technology**, Vol.IX. The Association of Official Analytical Chemists Incorporated, St. Paul, Minnesota. 345p.

Ram, C. 2005. Fortification of Foods: A Growing Market. **J. of Asia Pacific Food Industry Thailand.** 5: 44-47.

Shittu, T.A. and M.O. Lawal. 2005. Factor affecting instant properties of powder cocoa beverage. **J.Food Chem.** 100: 91-98.

Taiwo, K.A., C. Akanbi and O. Ajibola. 1997. The effects of soaking and cooking time on the cooking properties of two cowpea varieties. **J. Food Engineering.** 33:337-346.

Themeier, H., J. Hooomann, U. Nesse and M.G. Lindhauer. 2005. Structural and morphological factors influencing the quantification of resistant starch II in starch of diffenent botanical origin. **J. Carbohydrate Polymer.** 61: 72-79.

Wahlqvist, M.L 1997. **Food and Nutrition: Australia Asia and the Pacific**. Allen & Unwin Ltd.,Sydney, Australia. 568p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามการสำรวจผู้บริโภคและการทดสอบการยอมรับผู้บริโภค

ภาพผนวกที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด

นิยาม : ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

หมายถึง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดชงดื่มมีลักษณะข้นพอสมควร อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ ใยอาหารและวิตามินสูง รับประทานได้หลังจากผ่านวิธีการอย่างง่ายๆ โดยละลายในน้ำร้อน ใช้เวลาสั้น

แบบสอบถาม

การสำรวจระดับคะแนนของปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปแบบชงดื่ม

เรื่อง ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้กรอกแบบสอบถาม พิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระดับความพึงพอใจในผลิตภัณฑเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดชงดื่มที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้กรอกแบบสอบถาม เพื่อจะได้เป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคตและประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวสุภาวดี วัชรอุดมมงคล นิสิตปริญญาโท สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร และ นางสาวฉัตรแก้ว วิรบุตร์นิสิตปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณา และร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง สำหรับงานวิจัยดังกล่าว ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้มี 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญหารสำเร็จรูป

ขอขอบคุณ

ผู้ทำวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1.1 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ในช่องว่าง □

1. เพศ

□ 1) ชาย □ 2) หญิง

2. อายุ

□ 1) 16– 20 ปี □ 2) 21 – 25 ปี □ 3) 26 – 30 ปี

□ 4) 31– 35 ปี □ 5) 36– 40 ปี □ 6) 41– 45 ปี

□ 7) 46 – 50 ปี □ 8) 51 – 55 ปี □ 7) มากกว่า 55 ปี

3. วุฒิการศึกษาสูงสุด / การศึกษาปัจจุบัน

□ 1) ต่ำกว่ามัธยมศึกษา □ 2) มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า

□ 3) อนุปริญญา หรือเทียบเท่า □ 4) ปริญญาตรี

□ 5) สูงกว่าปริญญาตรี □ 6) อื่นๆ / โปรดระบุ.....

4. อาชีพ

□ 1) นักเรียน / นิสิต / นักศึกษา □ 2) รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ

□ 3) พนักงานบริษัท □ 5) ประกอบธุรกิจส่วนตัว / ค้าขาย

□ 5) อื่นๆ / โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

□ 1) น้อยกว่า 5,000 บาท □ 2) 5,001 – 10,000 บาท

□ 3) 10,001– 15,000 บาท □ 4) 15,001– 20,000 บาท

□ 5) 20,001 – 25,000 บาท □ 6) 25,001 – 30,000 บาท

□ 7) มากกว่า 30,000 บาทขึ้นไป

6. สมาชิกในครอบครัวของท่านมีกี่คน

☐ 1 คน ☐ 3 คน ☐ 5 คน

☐ 2 คน ☐ 4 คน ☐ มากว่า 5 คน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มจากธัญญาหารสำเร็จรูป

1. ท่านดื่มเครื่องดื่มจากธัญญาหารสำเร็จรูปปริมาณเท่าใดต่อวัน

☐ 1 แก้วต่อวัน ☐ 3 แก้วต่อวัน

☐ 2 แก้วต่อวัน ☐ มากกว่า 3 แก้วต่อวัน ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

2. วัตถุประสงค์ที่ท่านดื่มเครื่องดื่มจากธัญญาหารสำเร็จรูป (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ แทนอาหารมื้อหลัก เช่น แทนอาหารเช้า ☐ เสริมคุณค่าในมื้ออาหาร

☐ เป็นของว่างระหว่างมื้อ ☐ อื่นๆ.....

3. โดยปกติท่านชอบดื่มเครื่องดื่มจากธัญญาหารสำเร็จรูปในรูปแบบใด

☐ แบบร้อน ☐ แบบเย็น

4. ท่านคิดว่าเครื่องดื่มจากธัญญาหารสำเร็จรูปเหมาะสมกับกลุ่มใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ กลุ่มคนทำงาน ☐ กลุ่มผู้สูงอายุ

☐ กลุ่มวัยรุ่น ☐ ทุกกลุ่ม

☐ กลุ่มผู้รักสุขภาพ ☐ อื่นๆ(โปรดระบุ).....

5. ในครอบครัวของท่าน ใครเป็นผู้บริโภคเครื่องดื่มจากธัญญาหารสำเร็จรูป (ตอบได้มากว่า 1 ข้อ)

☐ ผู้สูงอายุ เช่น ปู่ย่าตายาย ☐ เด็ก เช่น น้องหรือ ลูกของคุณ

☐ ผู้ใหญ่วัยทำงาน เช่นคุณ ☐ ทุกวัย / ทุกคนในสมาชิก

☐ วัยรุ่น เช่น น้องหรือ ลูกของคุณ ☐ อื่นๆโปรดระบุ.....

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ

<u>แนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product Concept) ของเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ</u>

เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิเป็นผลิตภัณฑ์ที่อุดมไปด้วยโปรตีน ใยอาหารสูงและวิตามิน มีกลิ่นหอมของถั่วแดง

6. ท่านคิดว่าท่านเป็นคนที่ใส่ใจเรื่องโภชนาการและสุขภาพหรือไม่

☐ มาก ☐ ปานกลาง ☐ น้อย ☐ ไม่เลย

<u>หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ สิ่งที่ท่านต้องการคืออะไร</u>

7. ลักษณะของเครื่องดื่มธัญญาหารหลังชงที่ท่านต้องการ

☐ เป็นชิ้นต้องเคี้ยว

☐ เป็นชิ้นแต่อ่อนนุ่มคล้ายโจ๊ก

☐ เป็นเนื้อละเอียดข้น

8. หากมีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพชนิดผงวางจำหน่ายในท้องตลาด ท่านสนใจทดสอบผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้หรือไม่

☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ

9. ท่านมีข้อคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพและสารอาหารที่ได้รับจากเครื่องดื่มข้อคิดเห็น

……

……

……

ส่วนที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในการพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพล หรือมีผลต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปแบบชงดื่ม

เพื่อการศึกษาได้แบ่งการพิจารณาออกเป็น 9 ระดับคะแนนความสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจ ดังนี้

คะแนนระดับ 9 หมายถึง ระดับความสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนนระดับ 8 หมายถึง ระดับความสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจอยู่ระหว่างมากถึงมากที่สุด
คะแนนระดับ 7 หมายถึง ระดับความสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจมาก
คะแนนระดับ 6 หมายถึง ระดับความสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจอยู่ระหว่างปานกลางถึงมาก
คะแนนระดับ 5 หมายถึง ระดับความสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนระดับ 4 หมายถึง ระดับความสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจอยู่ระหว่างค่อนข้างน้อยถึงปานกลาง
คะแนนระดับ 3 หมายถึง ระดับความสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจค่อนข้างน้อย
คะแนนระดับ 2 หมายถึง ระดับความสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจอยู่ระหว่างค่อนข้างน้อยถึงไม่มี
คะแนนระดับ 1 หมายถึง ระดับความสำคัญที่มีไม่มีผลต่อความพึงพอใจ

คำแนะนำ จงเลือกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความพึงพอใจของท่านต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป

ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป		**ระดับคะแนนที่มีผลต่อความพึงพอใจ**								
		มากที่สุด								**ไม่มีผล**
ลักษณะทางประสาทสัมผัส	สีของเครื่องดื่ม	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	กลิ่นรสแบบธรรมชาติดั้งเดิม	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ระดับความหวาน	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ความข้นหนืดภายในปาก	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	สามารถเคี้ยวได้	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ให้ความรู้สึกอิ่มนาน	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	มีรสชาติหลากหลายให้เลือก เช่นรสโกโก้ วนิลา สตรอเบอรี่ ชาเขียว เป็นต้น	9	8	7	6	5	4	3	2	1
การใช้งานผลิตภัณฑ์	ความง่ายในการชง (ชงง่ายละลายเร็ว)	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	อายุของผลิตภัณฑ์(อย่างน้อย 6 เดือน)	9	8	7	6	5	4	3	2	1
คุณค่าทางโภชนาการ	เพิ่มคุณค่าโปรตีนจากธัญพืช	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	เพิ่มคุณค่าโปรตีนจากสัตว์(นม)	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	เพิ่มคุณค่าเส้นใยอาหารสูง	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	เพิ่มคุณค่าวิตามินบีสูง	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	แคลเซียมสูง	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ไม่มีคอเลสเตอรอล	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ปริมาณน้ำตาลต่ำ	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ไขมันต่ำ	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ปริมาณแคลอรี่ต่ำ	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	มีสารต้านอะนุมูลอิสระ(ต้านโรคมะเร็ง)	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ใช้ส่วนประกอบที่มาจากธรรมชาติ 100%	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ผู้เป็นโรคเบาหวานสามารถบริโภคได้	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล	9	8	7	6	5	4	3	2	1
บรรจุภัณฑ์	บรรจุซองย่อยสำหรับชงดื่มต่อ 1ครั้ง	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	ให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ และข้อมูลทางโภชนาการที่ชัดเจน	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	สีสันของบรรจุภัณฑ์สวยงาม	9	8	7	6	5	4	3	2	1

ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูป		**ระดับคะแนนที่มีผลต่อความพึงพอใจ**								
		มากที่สุด								**ไม่มีผล**
แหล่งวัตถุดิบมาจากพืช (Non dairy)		9	8	7	6	5	4	3	2	1
แหล่งวัตถุดิบมาจากผลิตภัณฑ์นม (daily)		9	8	7	6	5	4	3	2	1
วัตถุดิบมาจากแหล่งอินทรีย์(Organic)100 %		9	8	7	6	5	4	3	2	1
เป็นผลิตภัณฑ์ Non GMO (วัตถุดิบที่นำมาใช้ไม่ได้มีการดัดแปลงทางพันธุกรรม)		9	8	7	6	5	4	3	2	1
ราคาเหมาะสมกับคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์		9	8	7	6	5	4	3	2	1
ตราสินค้าน่าเชื่อถือ		9	8	7	6	5	4	3	2	1
ปัจจัยเพิ่มเติมอื่นๆ ที่มีผลต่อความพึงพอใจ		9	8	7	6	5	4	3	2	1
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
		9	8	7	6	5	4	3	2	1
		9	8	7	6	5	4	3	2	1

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ผู้ทำวิจัย

แบบสอบถาม

การเปรียบเทียบระดับคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญหารสำเร็จรูปสำเร็จรูปต้นแบบแบบชงดื่มกับผลิตภัณฑ์คู่แข่ง 2 ผลิตภัณฑ์

เรื่อง ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้กรอกแบบสอบถาม พิจารณาเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดชงดื่ม ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ A,B,C เพื่อจะได้เป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคตและประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวสุภาวดี วัชรอุดมมงคล นิสิตปริญญาโท สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร และ นางสาวฉัตรแก้ว วิรบุตร์นิสิตปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณา และร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง สำหรับงานวิจัยดังกล่าว ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้มี 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบระดับคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปต้นแบบกับผลิตภัณฑ์คู่แข่งทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์

ขอขอบคุณ
ผู้ทำวิจัย

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1.2 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ในช่องว่าง □

1. เพศ

□ 1) ชาย □ 2) หญิง

2. อายุ

□ 1) 16– 20 ปี □ 2) 21 – 25 ปี □ 3) 26 – 30 ปี

□ 4) 31– 35 ปี □ 5) 36– 40 ปี □ 6) 41– 45 ปี

□ 7) 46 – 50 ปี □ 8) 51 – 55 ปี □ 9) มากกว่า 55 ปี

3. วุฒิการศึกษาสูงสุด / การศึกษาปัจจุบัน

□ 1) ต่ำกว่ามัธยมศึกษา □ 2) มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า

□ 3) อนุปริญญา หรือเทียบเท่า □ 4) ปริญญาตรี

□ 5) สูงกว่าปริญญาตรี □ 6) อื่นๆ / โปรดระบุ.....

4. อาชีพ

□ 1) นักเรียน / นิสิต / นักศึกษา □ 2) รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ

□ 3) พนักงานบริษัท □ 4) ประกอบธุรกิจส่วนตัว / ค้าขาย

□ 5) อื่นๆ / โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

□ 1) น้อยกว่า 5,000 บาท □ 2) 5,001 – 10,000 บาท

□ 3) 10,000– 15,000 บาท □ 4) 15,001– 20,000 บาท

□ 5) 20,001 – 25,000 บาท □ 6) 25,001 – 30,000 บาท

□ 7) มากกว่า 30,000 บาทขึ้นไป

6. ความถี่ในการบริโภค

☐ 1) 2-3 ครั้ง / สัปดาห์ ☐ 2) ทุกวัน (วันละ 1 แก้ว)

☐ 3) มากกว่า 1 แก้ว/ วัน ☐ 4) อื่นๆ / โปรดระบุ.....

ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์

(หนึ่งหน่วยบริโภค: 30 กรัมหลังละลายน้ำ150 ml.)

ส่วนประกอบหลัก	**ตัวอย่าง A**	**ตัวอย่าง B**	**ตัวอย่าง C**
ธัญญาหารกรอบ	5.8 %	5.4 %	4.3 %
ข้าวกล้อง	1.7 %	-	1.8 %
ถั่วแดง	1.7 %	-	-
น้ำตาล	4.8 %	4.5 %	3.9 %
นมผงขาดมันเนย	2.4 %	2.3 %	-
ครีมเทียม	3.2 %	3 %	2.9 %
มอลต์สกัด	-	0.8 %	-
อื่นๆ	แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ	แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ	แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ

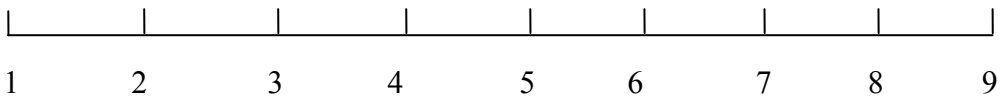
<u>ส่วนที่ 2</u> ให้ท่านเปรียบเทียบระดับคะแนนพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

พิจารณาระดับความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญหารสำเร็จรูปทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งระดับคะแนนเป็น 9 ระดับ ดังนี้

คะแนนระดับ 9 หมายถึง พอใจมากที่สุด
คะแนนระดับ 8 หมายถึง พอใจมากถึงมากที่สุด
คะแนนระดับ 7 หมายถึง พอใจมาก
คะแนนระดับ 6 หมายถึง พอใจปานกลางถึงพอใจมาก
คะแนนระดับ 5 หมายถึง พอใจปานกลาง
คะแนนระดับ 4 หมายถึง พอใจน้อยถึงปานกลาง
คะแนนระดับ 3 หมายถึง พอใจน้อย
คะแนนระดับ 2 หมายถึง พอใจน้อยมาก
คะแนนระดับ 1 หมายถึง ไม่พอใจเลย ต้องทำการปรับปรุง

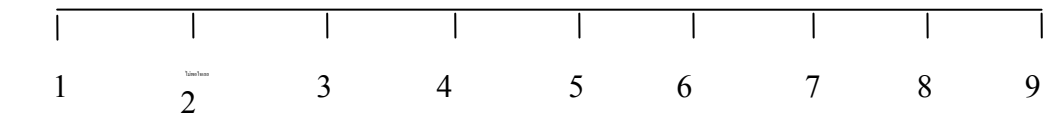
<u>คำแนะนำ</u> ให้ท่านเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจในเรื่องลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ (ตัวอย่าง A, B, C) แล้วพิจารณาให้คะแนนโดยเขียนตัวอย่างที่เลือกบนระดับคะแนน 1-9 ที่พิจารณาให้ **<u>ความพึงพอใจในลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังนี้</u>**

1. ความพึงพอใจในเรื่อง สีของเครื่องดื่ม (เฉพาะข้อ 1ให้เปรียบเทียบเฉพาะตัวอย่าง A กับ C)



จากข้อ 2 ถึง 11 ให้เปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่าง

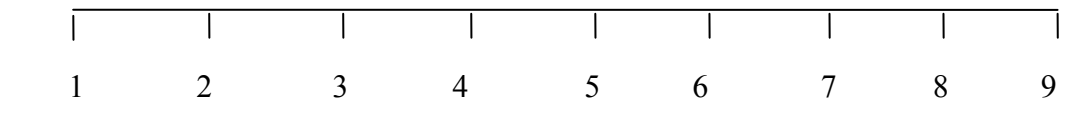
2. ความพึงพอใจในเรื่อง กลิ่นรสแบบธรรมชาติ (เช่น กลิ่นถั่ว, กลิ่นธัญพืช เป็นต้น)



ไม่พอใจเลย

พอใจมากที่สุด

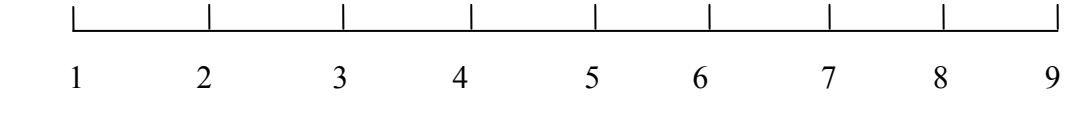
3. ความพึงพอใจในเรื่อง ระดับความหวาน



ไม่พอใจเลย

พอใจมากที่สุด

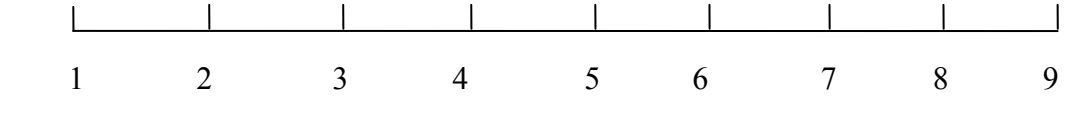
4. ความพึงพอใจในเรื่อง ความข้นหนืดภายในปาก



ไม่พอใจเลย

พอใจมากที่สุด

5. ความพึงพอใจในเรื่อง ผลิตภัณฑ์สามารถเคี้ยวได้



ไม่พอใจเลย

พอใจมากที่สุด

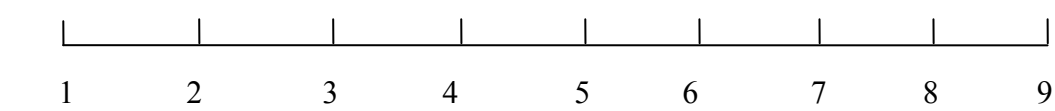
เพื่อประเมินความพึงพอใจในเรื่อง คุณค่าทางโภชนาการ โปรดใช้ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้ ในประกอบการตอบคำถาม ข้อ 6 – 10

ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของแต่ละตัวอย่าง

RDI คือ ปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณที่ควรได้รับ/วัน (RDI)	ตัวอย่าง A	ตัวอย่าง B	ตัวอย่าง C
พลังงานทั้งหมด (Kcal)	**2,000**	135	100	150
เส้นใยอาหาร (% ของ RDI)	**25 mg**	4 %	5.5 %	4 %
โปรตีน (g)	**-**	7	2.2	2
แคลเซียม (% ของ RDI)	**800 mg**	13 %	20%	15 %
วิตามินเอ (% ของ RDI)	**800 µg**	-	-	20 %
วิตามินบี 1 (% ของ RDI)	**1.5 mg**	61 %	4.4 %	-
วิตามินบี 2 (% ของ RDI)	**1.7 mg**	5%	6.7 %	-
วิตามินอี (% ของ RDI)	**10 mg**	-	35 %	-
วิตามินซี (% ของ RDI)	**60 mg**	-	38.5 %	20 %
วิตามินดี (% ของ RDI)	**5 µg**	-	11 %	-
ไม่มีโคเลสเตอรอล (% ของ RDI)	**น้อยกว่า 300 mg**	0 %	0%	3 %
ปริมาณน้ำตาล (g)	**น้อยกว่า 275 g**	12	12	9
ไขมัน (% ของ RDI)	**น้อยกว่า 65 g**	4 %	1 %	6 %

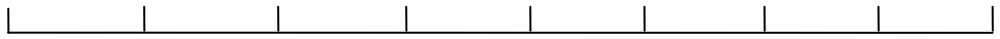
6. ความพึงพอใจในเรื่อง คุณค่าทางโภชนาการโดยรวม



ไม่พอใจเลย

พอใจมากที่สุด

7. ความพึงพอใจในเรื่องพลังงานทั้งหมด



1 2 3 4 5 6 7 8 9

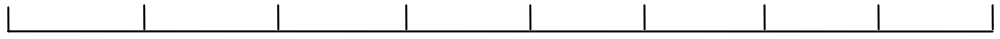
ไม่พอใจเลย พอใจมากที่สุด

8. ความพึงพอใจในเรื่อง เส้นใยอาหาร (มีประโยชน์ช่วยในเรื่องระบบลำไส้และระบบขับถ่ายให้ดียิ่งขึ้น)

1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่พอใจเลย พอใจมากที่สุด

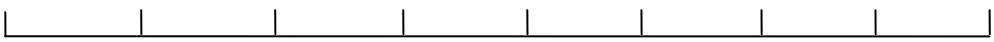
9. ความพึงพอใจในเรื่อง โปรตีน (มีประโยชน์ช่วยเสริมสร้างเนื้อเยื่อและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย)



1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่พอใจ พอใจมากที่สุด

10. ความพึงพอใจในเรื่อง ปริมาณแคลเซียม (มีประโยชน์ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน)



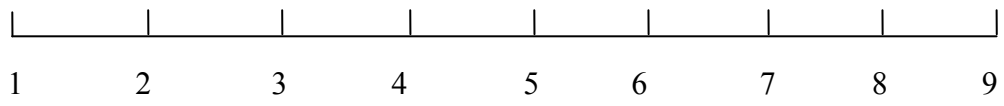
1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่พอใจเลย พอใจมากที่สุด

11. ความพึงพอใจในเรื่อง ปริมาณวิตามินต่างๆ

<u>ประโยชน์</u> วิตามิน เอ มีประโยชน์ช่วยในการมองเห็น บำรุงสายตา ผิวหนัง
วิตามิน บี1 ช่วยในการทำงานของระบบประสาท กล้ามเนื้อ ป้องกันโรคเหน็บชา
วิตามิน บี2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก
วิตามินดี ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้เจริญเติบโตแข็งแรง
วิตามิน ซีกับอีช่วยเสริมสร้างเนื้อเยื่อคอลลาเจน ต่อต้านอนุมูลอิสระ

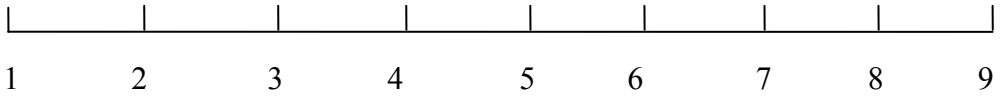
ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง	**ปริมาณที่ควรได้รับ/วัน (RDI)**	**ตัวอย่าง A**	**ตัวอย่าง B**	**ตัวอย่าง C**
วิตามินเอ (% ของ RDI)	800 µg	-	-	20 % ของ RDI
วิตามินบี 1 (% ของ RDI)	1.5 mg	61 % ของ RDI	4.4 %ของ RDI	-
วิตามินบี 2 (% ของ RDI)	1.7 mg	5 % ของ RDI	6.7 % ของ RDI	-
วิตามินซี (% ของ RDI)	60 mg	-	38.5 % ของ RDI	20 % ของ RDI
วิตามินดี (% ของ RDI)	5 µg	-	11 % ของ RDI	-
วิตามินอี (% ของ RDI)	10 mg	-	35 % ของ RDI	-



ไม่พอใจเลย พอใจมากที่สุด

12. ความพึงพอใจในเรื่อง ปริมาณน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง	ปริมาณที่ควรได้รับ/วัน (RDI)	ตัวอย่าง A	ตัวอย่าง B	ตัวอย่าง C
ปริมาณน้ำตาล	น้อยกว่า 275 g	12 g	12 g	9 g

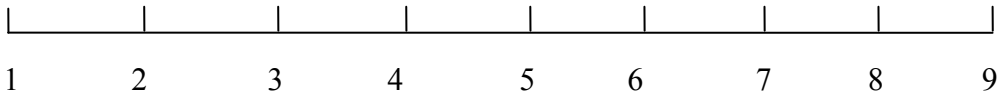


1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่พอใจเลย พอใจมากที่สุด

13. ความพึงพอใจในเรื่อง ปริมาณไขมัน (มีประโยชน์ช่วยให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย)

ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง	ปริมาณที่ควรได้รับ/วัน (RDI)	ตัวอย่าง A	ตัวอย่าง B	ตัวอย่าง C
ปริมาณไขมัน	น้อยกว่า 65 g	4 % ของ RDI	1% ของ RDI	6 % ของ RDI

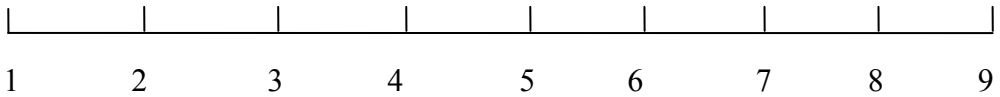


1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่พอใจเลย พอใจมากที่สุด

14. ความพึงพอใจในเรื่อง ราคา / ถ้วย (ประมาณ 150 ml.)

ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง	ตัวอย่าง A	ตัวอย่าง B	ตัวอย่าง C
ราคา / ถ้วย	4.75 บาท	5.92 บาท	4.20 บาท



1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่พอใจเลย พอใจมากที่สุด

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ขอความร่วมมือตอบแบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ

คำอธิบาย แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ของ นางสาวฉัตรแก้ว วิรบุตร์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ จึงใคร่ขอความร่วมมือท่านในการตอบแบบสอบถาม โดยข้อมูลดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบใดๆ ทั้งสิ้นต่อท่าน

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

ฉัตรแก้ว วิรบุตร์
ผู้วิจัย

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทำเครื่องหมาย √ ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นท่านมากที่สุด

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) 16 – 20 ปี ( ) 21 – 25 ปี ( ) 26 – 30 ปี

( ) 31 – 35 ปี ( ) 36 – 40 ปี ( ) 41– 45 ปี

( ) 46 – 50 ปี ( ) 51 – 55 ปี ( ) 55-60 ปี

( ) มากกว่า 60 ปี

3. วุฒิการศึกษาสูงสุด / การศึกษาปัจจุบัน

( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า

( ) อนุปริญญา หรือเทียบเท่า(ปวช./ปวส.) ( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี ( ) อื่นๆ / โปรดระบุ.....

4. อาชีพ

( ) นักเรียน / นิสิต / นักศึกษา ( ) รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ

( ) พนักงานบริษัท ( ) ประกอบธุรกิจส่วนตัว / ค้าขาย

( ) พ่อบ้าน/แม่บ้าน ( ) อื่นๆ / โปรดระบุ.....

5. รายได้ส่วนตัวต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,001 – 10,000 บาท

( ) 10,001– 15,000 บาท ( ) 15,001– 20,000 บาท

( ) 20,001 – 25,000 บาท ( ) 25,001 – 30,000 บาท

( ) มากกว่า 30,000 บาทขึ้นไป

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลเกี่ยวกับความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ

6. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ **โดยให้ท่านเทเครื่องดื่มผงจากซองลงในแก้วและละลายด้วยน้ำร้อน และให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ** โดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่อง□สี่เหลี่ยมให้ตรงกับความรู้สึกของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

<u>ความชอบต่อผงเครื่องดื่มโดยภาพรวม</u>

ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
□	□	□	□	□	□	□	□	□

<u>ขนาดบรรจุของผงเครื่องดื่มต่อซอง</u>

ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
□	□	□	□	□	□	□	□	□

<u>ระยะเวลาที่ใช้ในการละลายผงเครื่องดื่ม</u>

ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
□	□	□	□	□	□	□	□	□

<u>ปริมาณเครื่องดื่มต่อการดื่มหนึ่งครั้ง</u>

ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
□	□	□	□	□	□	□	□	□

<u>ความชอบต่อเครื่องดื่มโดยภาพรวม</u>

ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
□	□	□	□	□	□	□	□	□

7. ท่านยอมรับ **<u>ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ</u>** นี้หรือไม่

( ) ยอมรับ เพราะ.....

( ) ไม่ยอมรับ เพราะ .....

8. ถ้าผลิตภัณฑ์นี้มีการผลิตออกมาในระดับอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่าย โดยบรรจุในซองอะลูมิเนียมลามิเนท มีขนาดบรรจุต่อซอง 30 กรัม และมีความปลอดภัยโดยได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยา ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

( ) ซื้อ ในราคา**<u>เท่ากับ</u>**ราคาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด (5-7 บาท/ซอง)

( ) ซื้อ ในราคา**<u>ต่ำกว่า</u>**ราคาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด

( ) ซื้อ ในราคา**<u>สูงกว่า</u>**ราคาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด

( ) ไม่ซื้อ

ส่วนที่ 3 กรุณาอ่านคำอธิบาย ดังต่อไปนี้

คำอธิบาย : ผลิตภัณฑ์ที่ท่านทดสอบนี้เป็นเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปชนิดผงจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ ประกอบด้วย ธัญพืชอบกรอบ น้ำตาล นมผงขาดมันเนย ครีมเทียม ข้าวกล้องหอมมะลิ ถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ และเติมสารอาหารต่างๆ ทำให้เครื่องดื่มนี้อุดมไปด้วย โปรตีน, ใยอาหาร, วิตามินเอ, วิตามินบี1, วิตามินบี 2, วิตามินอี และแคลเซียม ไขมันต่ำและไม่มีคอเลสเตอรอล

ผลิตภัณฑ์นี้มีคุณประโยชน์ คือ

- ผลิตภัณฑ์นี้มีใยอาหารสูงจากข้าวกล้องหอมมะลิ และถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ และยังมีการเพิ่มใยอาหารด้วยสารอินนูลิน ซึ่งมีผลดีต่อการทำงานของลำไส้ ช่วยในการดูดซึมของแร่ธาตุต่างๆ และมีคุณสมบัติเป็นสารพรีไบโอติก
- วิตามินเอช่วยทำลายอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกาย
- วิตามินบี 1 และ บี 2 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชาและปากนกกระจอก
- วิตามินอีมีส่วนช่วยป้องกันโรคเส้นเลือดอุดตัน

ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ซอง (30 กรัม) จำนวนหน่วยบริโภคต่อซอง : 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 100 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 0 กิโลแคลอรี)			
	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*		
ไขมันทั้งหมด 0.7 ก.	1 %		
ไขมันอิ่มตัว 0 ก.	0 %		
โคเลสเตอรอล 0 มก.	0 %		
โปรตีน 5 ก.	10 %		
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 19 ก.	6 %		
ใยอาหาร 2.5 ก.	10 %		
น้ำตาล 5 ก.			
	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*		
วิตามิน เอ	35 %	วิตามิน บี 1	35 %
วิตามิน บี 2	35 %	แคลเซียม	20 %
เหล็ก	0%	วิตามิน ซี	35 %
วิตามิน อี	35 %	กรดโฟลิก	0 %
วิตามิน ดี	0 %	ฟอสฟอรัส	10 %
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป(Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี			
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้			
ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65 ก.	
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20 ก.	
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300 มก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300 ก.	
ใยอาหาร		25 ก.	
โซเดียม	น้อยกว่า	2,400 มก.	
พลังงาน (กิโลแคลอรี)ต่อกรัม : ไขมัน =9 : โปรตีน =4 : คาร์โบไฮเดรต =4			

9. หลังจากที่ท่านได้รับข้อมูลที่อธิบายข้างต้นแล้ว ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

( ) ยอมรับ เพราะ.....

( ) ไม่ยอมรับ เพราะ .....

10. ถ้าผลิตภัณฑ์นี้มีการผลิตออกมาในระดับอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่าย โดยบรรจุในซอง อะลูมิเนียมลามิเนท มีขนาดบรรจุต่อซอง 30 กรัม และมีความปลอดภัยโดยได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยา ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

( ) ซื้อ ในราคา**<u>เท่ากับ</u>**ราคาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด (5-7 บาท/ซอง)

( ) ซื้อ ในราคา**<u>ต่ำกว่า</u>**ราคาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด

( ) ซื้อ ในราคา**<u>สูงกว่า</u>**ราคาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปในท้องตลาด

( ) ไม่ซื้อ

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบพระคุณสำหรับความคิดเห็นของท่าน

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามความชอบของผู้บริโภค

แบบสอบถามความชอบ

ชื่อผู้ทดสอบ……..……. วันที่……..…….

ผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วแดงพันธุ์อะซูกิ

คำแนะนำ กรุณาทดสอบและให้คะแนนความชอบและระดับความพอดีในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ตามคำอธิบายระดับคะแนนความชอบข้างล่างนี้

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

ระดับความพอดี : 1=น้อยเกินไป 2=พอดี 3=มากเกินไป **รหัสตัวอย่าง .....**

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	ระดับความพอดี
กลิ่นรสวานิลลา		
กลิ่นรสธัญพืช		
รสหวาน		
ชิ้นธัญพืช		
ความมัน		
ความชอบรวม		

ข้อเสอนแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวฉัตรแก้ว วิรบุตร์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	19 พฤศจิกายน 2524
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (พัฒนาผลิตภัณฑ์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์