

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

- 1) ข้าวเหนียวดำพันธุ์ดำคอดยสะเก็ด ซึ่งมาจากหน่วยวิจัยข้าวดำ (Purple Rice Research Unit, PRRU) สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
- 2) ข้าวเหนียวดำพันธุ์ดำพะเยา ซึ่งมาจากกลุ่มบ้านชานาข้าวดำพะเยา จังหวัดพะเยา
- 3) น้ำกลั่น ตราโพลสตาร์ ของบริษัท เชียงใหม่โพลสตาร์ (1992) จำกัด จังหวัดเชียงใหม่
- 4) เมล็ดข้าวโพดแห้ง ซึ่งมาจากบริษัท หยกอินเตอร์เทรด (เชียงใหม่) จำกัด
- 5) ปลายข้าวหอมมะลิบด ซึ่งมาจากร้านค้าปลีก ตลาดแม่เหิยะ ตำบล แม่เหิยะ จังหวัดเชียงใหม่
- 6) น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล ของบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด
- 7) น้ำมันพืช ตรารุ่งน ของบริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน)
- 8) นมผงพร่องมันเนย ซึ่งมาจากบริษัท หยกอินเตอร์เทรด (เชียงใหม่) จำกัด
- 9) ครีมเทียม ซึ่งมาจากบริษัท หยกอินเตอร์เทรด (เชียงใหม่) จำกัด

3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือ

- 1) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Ohaus; Model TS2KS, USA)
- 2) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (AND; Model HR-200, Japan)
- 3) เครื่องวัดสี (Minolta chroma meter; Model CR-300, Japan)
- 4) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-Vis Spectrophotometer; Rotina 46R, Germany)
- 5) เครื่องวัดความหนืด (Brookfield-Programmable Viscometer; Model LV DV-II+, Germany)
- 6) เต้าห้ความร้อน (Favorit; Model 65A-68A, Malaysia)
- 7) ตู้อบลมร้อน (Mettler; Germany)
- 8) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Mettler; Model WB14, Germany)
- 9) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
- 10) โถดูดความชื้น (Desiccators)

- 11) ครอบงอบความชื้น (Moisture can)
- 12) ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และ 45 องศาเซลเซียส (Stuart; model, USA)
- 13) ชุดวิเคราะห์ไขมัน (Soxtec aventi 2050, USA)
- 14) เครื่องกลั่นไนโตรเจน (211 Kjeltac Distillation Unit; Foss Tecator, Sweden)
- 15) เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle Furnace) (Gallenkamp; Model FSE520, England)
- 16) เครื่องโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC; Hewlett Packard, USA)
- 17) เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge; Model Rotina 46R, Germany)
- 18) เครื่องผสม (Vortex mixture; Model Genie 2, USA)
- 19) เครื่องวัดความชื้น (Infrared moisture determination balance; Model FD-620-1, Japan)
- 20) เครื่องวัดคอเตอร □ แอควาแลบ (Aqua Lab; Model TE3, USA)
- 21) เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบสกรูเดี่ยว (Single screw extruder; Brabender, model 19/20 DN, Germany)
- 22) เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ (Vernier caliper)
- 23) เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer; Instron, model 5565, USA)
- 24) เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน (Hot sealer; Model TI-450/10, Thailand)
- 25) เครื่องบดแบบค้อน (Hammer mill; Crompton, model 2000 Series, England)
- 26) ไมโครปิเปต (Micropipette; Nichiryo, Japan)
- 27) เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Buchi Rotavapor R-200, Germany)
- 28) อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ซ้อนดักสาร บีกเกอร์ ขวดความถ่วงจำเพาะ ขวดรูปชมพู่ กระจบกดวง ปีเปต บิวเรต กรวยแก้ว ขวดวัดปริมาตร หลอดทดลอง แท่งแก้วคน ถังพลาสติก กะละมัง ไม้พาย เตาแก๊ส ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม เป็นต้น

3.3 สารเคมี

- 1) Acetic acid (Merck, Germany)
- 2) Acetonitrile HPLC grade (Labscan, Ireland)
- 3) Ammonium dihydrogen orthophosphate (Ajax, Australia)
- 4) Copper sulfate (Merck, Germany)
- 5) Diethyl ether (Merck, Germany)
- 6) Dichlorometane (Labscan, Ireland)
- 7) 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•) (Fluka, USA)

- 8) Ethanol (Merck, Germany)
- 9) Fmoc-Cl (Sigma, USA)
- 10) Gamma-aminobutyric acid standard (Fluka, China)
- 11) Gamma-oryzanol standard (Wakayama, Japan)
- 12) Hydroxylamine hydrochloride (Fluka, Sigma-Aldrich, China)
- 13) Hydrochloric acid (Merck, Germany)
- 14) Iodine (APS finechem, Australia)
- 15) Methanol HPLC grade (Fisher Science, UK)
- 16) Methylene blue (Fisher Science, UK)
- 17) 2-Methylthio ethanol (Sigma-Aldrich, Germany)
- 18) Petroleum ether (Labscan, Ireland)
- 19) Potassium chloride (Ajex, Australia)
- 20) Potassium ferrocyanide (Fisher Science, UK)
- 21) Potassium metabisulfite (Union Science, Thailand)
- 22) Potato amylase (Fluka, Seitzeland)
- 23) Sodium acetate (Ajex, Australia)
- 24) Sodium hydroxide (Merck, Germany)
- 25) Sodium potassium tartrat (Ajax Finechem, Australia)
- 26) Sulfuric acid (Merck, Germany)
- 27) Zinc acetate dehydrate (Ajax, Australia)

3.4 วิธีการวิจัย

การศึกษาการผลิตเครื่องดื่มผงชงจากข้าวเหนียวกำลังงอก แบ่งการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมี ของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ

3.4.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ วัตถุดิบหลักที่ใช้ 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวเหนียวกำลังงอก คั่ว สะเด็ด ข้าวเหนียวกำลังงอกคั่ว ข้าวโพดคั่วคั่ว และปลายข้าวหอมมะลิบดคั่ว ซึ่งมีการเตรียมแตกต่างกันดังนี้

1) ข้าวเหนียวก่ำพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด นำข้าวเปลือกไปเข้าเครื่องกะเทาะเปลือกเพื่อให้ได้ข้าวเหนียวก่ำกล้อง บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อค เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัยต่อไป

2) ข้าวเหนียวก่ำพันธุ์ก่ำพะเยา นำข้าวเปลือกไปเข้าเครื่องกะเทาะเปลือกเพื่อให้ได้ข้าวเหนียวก่ำกล้อง บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อค เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัยต่อไป

3) เมล็ดข้าวโพดบดหยาบ นำเมล็ดข้าวโพดแห้งไปคัดเลือกสิ่งเจือปนออก แล้วบดด้วยเครื่องบดแบบค้อน บดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 2.5 มิลลิเมตร บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อค เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัยต่อไป

4) ปลายข้าวหอมมะลิบดหยาบ นำปลายข้าวหอมมะลิไปคัดเลือกสิ่งเจือปนออกแล้วบดด้วยเครื่องบดแบบค้อน บดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 2.5 มิลลิเมตร บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อค เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัยต่อไป

3.4.1.2 วิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ นำข้าวเหนียวก่ำกล้องทั้ง 2 พันธุ์ ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมีทั้งหมด ส่วนวัตถุดิบอีก 2 ชนิดได้แก่ ข้าวโพดบดหยาบ และปลายข้าวหอมมะลิบดหยาบ ทำการวิเคราะห์เฉพาะ องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐาน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณแอมิโลส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) คุณภาพต่างๆ ที่วิเคราะห์ได้แก่

คุณภาพทางกายภาพ

- อัตราการงอก วิเคราะห์โดยการเพาะเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด ตามวิธีการของ ISTA (1988) (ภาคผนวก ง)

คุณภาพทางเคมี

- องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐาน (proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการของ AOAC (2000) (ภาคผนวก จ)
- น้ำตาลรีดิวซ์ วิเคราะห์แบบ Lane and Eynon ตามวิธีการ AOAC (2000) (ภาคผนวก จ)
- แอมิโลส วิเคราะห์โดยวิธี Iodine blue value ตามวิธีการ Knutson (1986) (ภาคผนวก จ)
- แกมมา-โอริซานอล วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC ตามวิธีการ Xu *et al.* (2001) (ภาคผนวก จ)
- แอนโทไซยานิน วิเคราะห์โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร ตามวิธีการ Hosseinian *et al.* (2008) (ภาคผนวก จ)

- GABA วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC ตามวิธีการ Timothy *et al.* (2010) (ภาคผนวก จ)
- กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์โดยวิธี DPPH radical scavenging ตามวิธีการ Murakami *et al.* (2004) (ภาคผนวก จ)

จากข้อมูลคุณภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะข้าวเหนียวก่ำกลิ้งงอก

นำข้าวเหนียวก่ำกลิ้งงอกแต่ละพันธุ์ไปแช่น้ำนาน 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปเพาะในไหงอกที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (อุทุมพร, 2554) หลังการเพาะ 24 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างทุก 8 ชั่วโมง ไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อบจนกระทั่งความชื้นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ 13 จากนั้นนำไปคั้นผงด้วยเครื่องบดแบบค้อน บดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 2.5 มิลลิเมตร ได้เป็นแป้งข้าวเหนียวก่ำกลิ้งงอก แล้วนำไปวิเคราะห์ GABA ตามวิธีการ ข้อ 3.4.1.2 เลือกเวลาในการเพาะข้าวที่เหมาะสม ซึ่งเป็นเวลาเพาะข้าวที่มีปริมาณ GABA สูงที่สุดของข้าวแต่ละพันธุ์

จากนั้นนำข้าวเหนียวก่ำกลิ้งงอกแต่ละพันธุ์ไปเพาะด้วยระยะเวลาที่เหมาะสม หลังการเพาะ นำไปอบและบดเป็นแป้งข้าวเหนียวก่ำกลิ้งงอก แล้วนำไปวิเคราะห์แกมมา-โอโรซานอล แอนโทไซยานิน และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ตามวิธีในขั้นตอนที่ 3.4.1 นำข้อมูลคุณภาพของทั้ง 2 พันธุ์ไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Pair-sample T-Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเลือกพันธุ์ข้าวที่มีค่าคุณภาพสูงไปศึกษาขั้นตอนต่อไป

3.4.3 ศึกษาสภาวะการผลิตที่เหมาะสมของข้าวเหนียวก่ำกลิ้งงอกฟองกรอบโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

3.4.3.1 ศึกษาผลของสภาวะการผลิตต่อคุณภาพทางกายภาพของข้าวเหนียวก่ำกลิ้งงอกฟองกรอบ

ใช้สูตรพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย ข้าวโพดบดหยาบกับปลายข้าวหอมมะลิบดหยาบ (1:1) ร้อยละ 100 ส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ น้ำตาลทราย น้ำมันพืช และแคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 3 2 และ 1 ตามลำดับ (จตุพร, 2550) นำแป้งข้าวเหนียวก่ำกลิ้งงอกของพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.2 ไปทดแทนในสูตรพื้นฐาน ปรับความชื้นให้เป็นร้อยละ 14 ก่อนนำไปผลิตเป็นข้าวเหนียวก่ำกลิ้งงอกฟองกรอบโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ กำหนดให้สภาวะอื่นๆ เหมือนกันคือ ความเร็วในการป้อนวัตถุดิบ 40 รอบต่อนาที ความเร็วรอบสกรู 247 รอบต่อนาที อุณหภูมิส่วนที่ 1 และ 2 ของบาร์เรล

120 และ 150 องศาเซลเซียส ตามลำดับ รูเปิดหน้าแปลนเป็นรูปกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ความเร็วใบมีดหน้าแปลน 160 รอบต่อนาที มีการวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) ศึกษาสภาวะการผลิต 2 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณแป้งข้าวเหนียวกึ่งกลึงงอกที่ทดแทนในสูตร และอุณหภูมิส่วนผสมสุดท้ายของบาร์เรล (ส่วนที่ 3) โดยแต่ละปัจจัยกำหนดค่าสูงสุดและต่ำสุดดังนี้ ปริมาณแป้งข้าวเหนียวกึ่งกลึงงอกที่ทดแทนในสูตรร้อยละ 50-100 และอุณหภูมิส่วนผสมสุดท้ายส่วนผสมสุดท้ายของบาร์เรล 160-180 องศาเซลเซียส จากสภาวะต่างๆที่ได้จากการวางแผนการทดลอง ทำการผลิตตามสภาวะการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ได้ของแต่ละสภาวะไปอบในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที บรรจุผลิตภัณฑ์ลงในถุงอะลูมิเนียมพอลิไพลีนิกด้วยความร้อน นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพได้แก่

- อัตราส่วนการพองตัว วิเคราะห์โดยคำนวณจากอัตราส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางผลิตภัณฑ์ต่อรูเปิดหน้าแปลนวิเคราะห์ตัวอย่างละ 20 ชิ้น (ภาคผนวก ง)
- ความหนาแน่น วิเคราะห์โดยคำนวณจากอัตราส่วนน้ำหนักต่อปริมาตรของผลิตภัณฑ์ (ภาคผนวก ง)
- แรงกดแตก วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Texture analyzer หัววัด P50 (50 mm. Dia. Cylinder Aluminum) ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ลงในเนื้อผลิตภัณฑ์ 5.0 มิลลิเมตรต่อวินาที บันทึกค่าแรงกดสูงสุดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกวิเคราะห์ตัวอย่างละ 20 ชิ้น (ภาคผนวก ง)

จากข้อมูลคุณภาพที่ได้ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0 เพื่อหาสมการถดถอยถดถอยครั้งที่มามีค่า R^2 (coefficient of determination) เท่ากับหรือมากกว่า 0.8 นำไปสร้างกราฟพื้นที่ตอบสนอง (response surface graph)

3.4.3.2 ศึกษาสภาวะการผลิตที่เหมาะสมของข้าวเหนียวกึ่งกลึงงอกพองกรอบบดผง

ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวกึ่งกลึงงอกพองกรอบที่ผลิตได้ของแต่ละสภาวะนำไปบดเป็นผงด้วยเครื่องบดแบบค้อน บดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 2.0 มิลลิเมตรได้เป็นแป้งข้าวเหนียวกึ่งกลึงงอกพองกรอบบดผง แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพได้แก่

- สีระบบ L^* , a^* และ b^* วิเคราะห์โดยเครื่องวัดสี Chroma meter (ภาคผนวก ง)
- ดรรชนีการละลายน้ำ (water solubility index) ตามวิธีการ Anderson (1969) (ภาคผนวก ง)
- ดรรชนีการดูดซับน้ำ (water absorption index) ตามวิธีการ Anderson (1969) (ภาคผนวก ง)

- ความสามารถในการไหลของอนุภาคผงโดยใช้วิธีการหา Resposed Angle ตามวิธีการ Shittu and Lawal (2007) (ภาคผนวก ง)
- ความหนาแน่น (bulk density) ตามวิธีการ jinapong *et al.* (2008) (ภาคผนวก ง)
- ความชื้น ตามวิธีการ AOAC (2000) (ภาคผนวก จ)
- วอเตอร์แอกทิวิตี (water activity, aw) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Aqua Lab (ภาคผนวก จ)
- การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยบรรจุแต่ละผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวก๋ากี้ลงในกล่องงอกพองกรอบบดผงในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน แล้วนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทำการประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9 point Hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษาปริญญาตรี โท และเอก ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 50 คน

จากข้อมูลคุณภาพที่ได้ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0 เพื่อหาสมการถดถอยถดถอครั้งที่มีความ R^2 เท่ากับหรือมากกว่า 0.8 นำไปสร้างกราฟพื้นที่ตอบสนอง จากนั้นใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการหาสภาวะการผลิตที่เหมาะสมของข้าวเหนียวก๋ากี้ลงในกล่องงอกพองกรอบบดผง เลือกเพียงสภาวะเดียวไปทำการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ GABA แกมมา-โอโรซานอล แอนโทไซยานิน และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ตามวิธีในขั้นตอนที่ 3.4.1

3.4.4 ศึกษาสูตรเครื่องดื่มผงพร้อมดื่มจากข้าวเหนียวก๋ากี้ลงในกล่องงอก

3.4.4.1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มผง

จากข้าวเหนียวก๋ากี้ลงในกล่องงอกพองกรอบบดผง ที่ผลิตได้ในข้อ 3.4.3 นำไปผสมกับส่วนผสมอื่น เพื่อผลิตเป็นเครื่องดื่มผง โดยที่แบ่งส่วนผสมเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ส่วนผสมหลัก คือ ข้าวเหนียวก๋ากี้ลงในกล่องงอกพองกรอบบดผง นมผงพร้อมมันเนย และครีมเทียม ส่วนผสมรอง คือ น้ำตาล วางแผนการทดลองแบบ Mixture Design ซึ่งมีการกำหนดให้อัตราส่วนผสมรอง คือ น้ำตาลทราย มีค่าคงที่เป็นร้อยละ 33.4 โดยน้ำหนัก และส่วนผสมหลักอื่นๆที่เหลือรวมกันเป็นร้อยละ 66.6 โดยน้ำหนัก ในส่วนผสมหลักแต่ละชนิด มีการกำหนดช่วงของอัตราส่วนผสมดังนี้ ข้าวเหนียวก๋ากี้ลงในกล่องงอกพองกรอบบดผงมีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 30-50 นมผงพร้อมมันเนยมีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 15-25 และครีมเทียมมีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 5-15 นำช่วงของส่วนผสมที่ต้องการทดสอบ

ป้อนในโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0 เพื่อให้โปรแกรมคำนวณหาสูตรต่างๆที่ใช้ในการทดลอง

จากนั้นทำการผสมเครื่องดื่มผงชงในแต่ละสูตรที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป แล้วนำไปผสมน้ำร้อนในอัตราส่วนเครื่องดื่มผงชงต่อน้ำร้อน 27:150 โดยน้ำหนัก นำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทำการประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9 point Hedonic scale ซึ่งใช้ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษาปริญญาตรี โท และเอก ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 50 คน นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อหาสมการถดถอยลดครอสส์ที่มีค่า R^2 เท่ากับหรือมากกว่า 0.8 จากนั้นนำไปสร้างกราฟพื้นที่ตอบสนอง เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มผงชง

จากนั้นทำการผสมส่วนผสมตามสูตรที่ได้เป็นเครื่องดื่มผงชง นำไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพได้แก่

- องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐาน ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าเส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีในขั้นตอนที่ 3.4.1
- วอเตอร์แอคทิวิตี (water activity, aw) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Aqua Lab (ภาคผนวก จ)
- สีระบบ L^* a^* และ b^* วิเคราะห์โดยเครื่องวัดสี Chroma meter (ภาคผนวก ง)
- ดรรชนีการละลายน้ำ (water solubility index) ตามวิธีการ Anderson (1969) (ภาคผนวก ง)
- ดรรชนีการดูดซับน้ำ (water absorption index) ตามวิธีการ Anderson (1969) (ภาคผนวก ง)
- GABA วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC ตามวิธีการ Timothy *et al.* (2010) (ภาคผนวก จ) แกมมา-โอไรซานอล วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC ตามวิธีการ Xu *et al.* (2001) (ภาคผนวก จ)
- แอนโทไซยานิน วิเคราะห์โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร ตามวิธีการ Hosseimian *et al.* (2008) (ภาคผนวก จ)
- กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์โดยวิธี DPPH radical scavenging ตามวิธีการ Murakami *et al.* (2004) (ภาคผนวก จ)

นำเครื่องดื่มข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบบดผสมกับน้ำร้อนในอัตราส่วนเครื่องดื่มผงชงต่อน้ำร้อน 27:150 โดยน้ำหนักไปวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

- สีระบบ L* a* และ b* วิเคราะห์โดยเครื่องวัดสี Chroma meter (ภาคผนวก ง)
- ความหนืด วิเคราะห์โดยนำผลิตภัณฑ์วัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืด (ภาคผนวก ง)

3.4.4.2 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ได้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า

จากผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงชงที่ได้นำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทำการประเมินคุณภาพทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9 point Hedonic scale เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า 2 ตราสินค้า ใช้ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษาปริญญาตรี โท และเอก ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 50 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)