

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัสดุดิบ

- 1) ถั่วหรั่ง (*Voandzeia subterranea*) พันธุ์สงขลา 1 ซึ่งจากตลาดท้องถิ่นที่จังหวัดสงขลา โดยผ่านการรวบรวมจาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร จังหวัดสงขลา
- 2) แป้งสาลีเอนกประสงค์ ตราว่าว (UFM Food Centre Co., Ltd.)
- 3) แป้งข้าวเจ้า ตราช้างสามเศียร (บริษัท โรงเส้นหมี่ขอเฮง จำกัด)

3.1.2 สารเคมี

- 1) Folin reagent (Folin-Ciocalteu Reagent) (Carlo Erba, Germany)
- 2) Tannic acid (Carlo Erba, Germany)
- 3) Acetone (Carlo Erba, Germany)
- 4) Sodium carbonate (Carlo Erba, Germany)
- 5) Trypsin from bovine pancreas (Sigma-Aldrich, USA)
- 6) N α -Benzoyl-DL-arginine 4-nitroanilide hydrochloride (Sigma-Aldrich, USA)
- 7) Petroleum ether (Carlo Erba, Germany)
- 8) Conc.H₂SO₄ (Carlo Erba, Germany)
- 9) NaOH (Carlo Erba, Germany)
- 10)H₃BO₃ (Carlo Erba, Germany)
- 11)HCl (Carlo Erba, Germany)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Mettler, Germany)
- 2) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน Kjeldahl unit (Buchi 426, Buchi 316) (BüCHI Labortechnik AG, Switzerland)
- 3) เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Lloyd Texture Analyser รุ่น LRX (Lloyd instrument, Fareham, Hampshire, UK)
- 4) เครื่องวัดสี Hunterlab digital color difference meter รุ่น D25M (Hunter Associates Laboratory, Reston, VA)
- 5) เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Hettich centrifuge universal 16A, Germany)

- 6) Waring blender (Waring Products, Inc., USA)
- 7) ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) (BüCHI Labortechnik AG, Switzerland)
- 8) Visible spectrophotometer รุ่น 1100 (UNICO, United Products & Instruments, Inc., USA)
- 9) Barbender (TP 100, Germany) Programloader Version 4.7
- 10) เครื่องร่อน (Sieving machine) รุ่น Vibro (Retsch, Germany)
- 11) เครื่องผสมอาหาร รุ่น ECOS 25/30 (Sottoriva, Vittorio Veneto, Italy)
- 12) เครื่องรีดปะหมี (Marcato SpA, Italy)
- 13) เครื่องแก้วต่างๆ ได้แก่ บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ ปีเปต ขวดปรับปริมาตร กระจกตวง เป็นต้น

3.3 ระเบียบวิธีวิจัย

3.3.1 การเตรียมแป้งถั่วหรั่ง

นำถั่วหรั่ง (*Voandzeia subterranea*) พันธุ์สงขลา 1 มาผลิตเป็นแป้งถั่วหรั่งตามขั้นตอนในรูปแบบที่

3.1 ซึ่งปรับปรุงจากวิธีของ Mbata *et al.* (2009)



- Ash content ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Crude fat ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Crude protein ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Crude fiber ตามวิธีใน AOAC (1990)

2) การศึกษาปริมาณสารต่อต้านโภชนาการ (*Antinutritional factors*)

ทำการศึกษารายละเอียดต่อต้านโภชนาการ ได้แก่

- Trypsin inhibitors ตามวิธีของ Omoikhoje *et al.* (2009)
- Tannin ตามวิธีของ Omoikhoje *et al.* (2009)

3) การศึกษาสมบัติทางกายภาพ

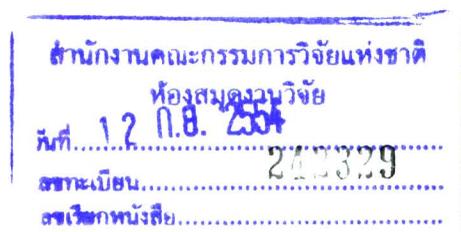
ทำการศึกษารายละเอียดทางกายภาพของแป้งถั่วเหลืองดังนี้

- ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคและการกระจายตัว (Particle size and distribution)
ตามวิธีของ Prakongpan *et al.* (2002)
- Bulk density ตามวิธีของ Prakongpan *et al.* (2002)
- Pack density ตามวิธีของ Prakongpan *et al.* (2002)
- Color โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น Colorflex

4) การศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่

ทำการศึกษารายละเอียดเชิงหน้าที่ของแป้งถั่วเหลืองในด้านต่างๆ ดังนี้

- Water & Oil absorption ตามวิธีของ Guerrero *et al.* (2002)
- Swelling power & Solubility ตามวิธีของ Guerrero *et al.* (2002)
- Fóaming capacity & stability ตามวิธีของ Guerrero *et al.* (2002)
- Emulsifying activity and stability ตามวิธีของ Guerrero *et al.* (2002)
- Gelation ตามวิธีของ Guerrero *et al.* (2002)
- Freez thaw stability ตามวิธีของ Guerrero *et al.* (2002)
- Brabender Viscoamylograph โดยใช้เครื่อง Brabender รุ่น TP 100 ทั้งนี้ทำการส่งวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



3.3.3 การประยุกต์ใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์อาหาร

นำแป้งถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนตามเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3.3.2 โดยดูจากการลดลงของสารต่อต้านโภชนาการมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนี้

1) การศึกษาสมบัติของแป้งผสมระหว่างแป้งสาลีกับแป้งถั่วเหลือง

ทำการศึกษาศสมบัติของแป้งผสมที่อัตราส่วนของแป้งสาลีต่อแป้งถั่วเหลืองเป็น 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 โดยน้ำหนัก และทำการศึกษาศสมบัติในด้านต่างๆ ดังนี้

- Color โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น Colorflex
- Water absorption ตามวิธีของ Guerrero *et al.* (2002)
- Swelling power ตามวิธีของ Guerrero *et al.* (2002)
- Brabender Viscoamylograph โดยใช้เครื่อง Brabender รุ่น TP 100 ทั้งนี้ทำการส่งวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) การศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในขนมปัง

ทำการศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในขนมปัง โดยแปรอัตราส่วนของแป้งสาลีต่อแป้งถั่วเหลืองเป็น 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 โดยน้ำหนัก ขนมปังมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.1 และมีขั้นตอนการทำดังรูปที่ 3.2 ทำการทดสอบคุณภาพของขนมปัง ดังนี้

2.1) การทดสอบทางกายภาพ

- Dough consistency ตามวิธีของ Lee and Brennan (2005)
- Specific volume ตามวิธีของ Ryan *et al.* (2002)
- Bulk density ตามวิธีของ Ryan *et al.* (2002)
- Texture Profile Analysis โดยใช้เครื่องโดยใช้เครื่อง Lloyd Texture Analyser รุ่น LRX (Lloyd instrument, Fareham, Hampshire, UK)
- Color โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น Color Flex

2.2) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน และใช้แบบสอบถามชนิด 9-point hedonic scale ทำการทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวม

2.3) การทดสอบทางเคมี

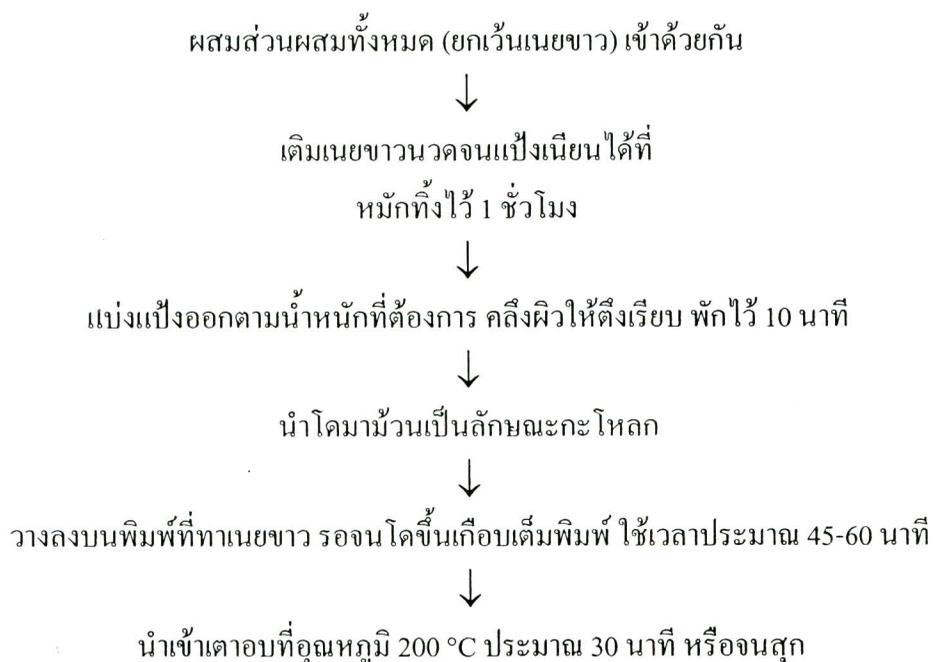
ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมปัง ดังนี้

- Moisture content ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Ash content ตามวิธีใน AOAC (1990)

- Crude fat ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Crude protein ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Total carbohydrate ตามวิธีใน AOAC (1990)

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของขนมปัง

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งสาลีเอนกประสงค์	1000
นมผง	30
ยีสต์	10
น้ำ	430
นมข้นจืด	100
น้ำตาล	80
เกลือ	10
เนยขาว	60
เอ็มเพลกซ์	5
ไข่ไก่	1(ฟอง)



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำขนมปัง

3) การศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วหรือทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในบะหมี่

ทำการศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วหรือทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในบะหมี่ โดยแปรอัตราส่วนของแป้งสาลีต่อแป้งถั่วหรือเป็น 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 โดยน้ำหนัก บะหมี่มีส่วนผสมดังตารางที่ 3.2 และขั้นตอนการทำดังรูปที่ 3.3 ทำการทดสอบคุณภาพของบะหมี่ ดังนี้

3.1) การทดสอบทางกายภาพ

- Color โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น Color Flex
- Cutting force โดยใช้เครื่อง โดยใช้เครื่อง Lloyd Texture Analyser รุ่น LRX (Lloyd instrument, Fareham, Hampshire, UK)
- Cooking weight ตามวิธีของ Baik and Lee (2003)
- Cooking loss ตามวิธีของ Baik and Lee (2003)

3.2) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยการนำบะหมี่มาผ่านการลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 1.30 นาที ล้างน้ำอุณหภูมิปกติ และเสิร์ฟพร้อมน้ำซุ้ปทันที ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน และใช้แบบสอบถามชนิด 9-point hedonic scale ทำการทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวม

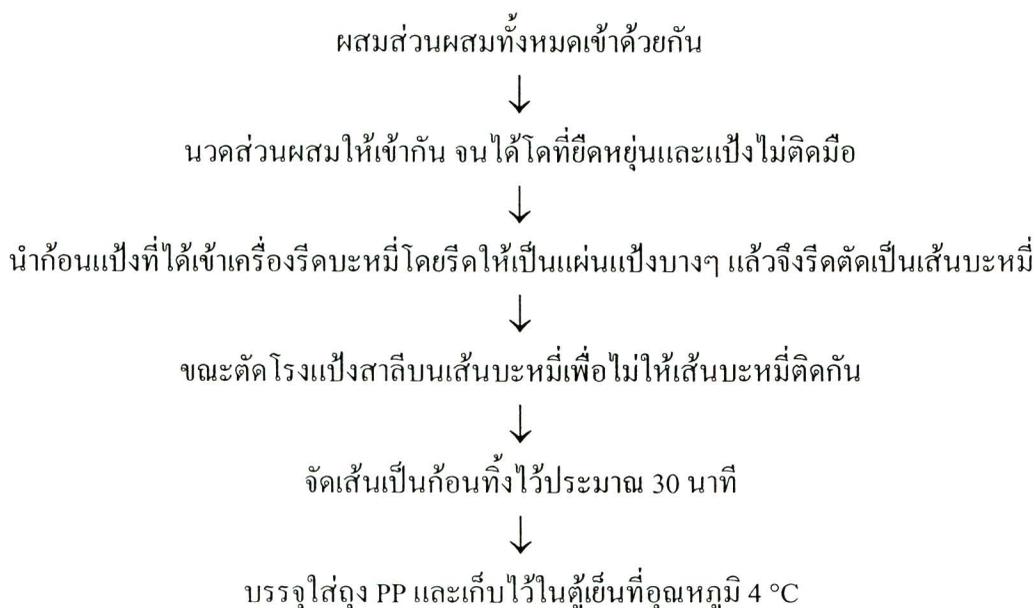
3.3) การทดสอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของขนมปัง ดังนี้

- Moisture content ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Ash content ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Crude fat ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Crude protein ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Total carbohydrate ตามวิธีใน AOAC (1990)

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของบะหมี่

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งสาลีเอนกประสงค์	1000
น้ำ	450
เกลือ	10
โซเดียมคาร์บอเนต	15



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำบะหมี่

3.3.4 การประยุกต์ใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในผลิตภัณฑ์อาหาร

นำแป้งถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนตามเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1 โดยดูจากการลดลงของสารต่อต้านโภชนาการมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนี้

1) การศึกษาสมบัติของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งถั่วเหลือง

ทำการศึกษาสมบัติของแป้งผสมที่อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งถั่วเหลืองเป็น 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 โดยน้ำหนัก และทำการศึกษาสมบัติในด้านต่างๆ เหมือนข้อ 2.1

2) การศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในเส้นก๋วยเตี๋ยว

ทำการศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยแปรอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งถั่วเหลืองเป็น 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 โดยน้ำหนัก เส้นก๋วยเตี๋ยวมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.3 และมีขั้นตอนการทำดังรูปที่ 3.4 ทำการทดสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว ดังนี้

2.1) การทดสอบทางกายภาพ

- | | |
|------------------|--|
| ■ Color | โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น Color Flex |
| ■ Cutting force | โดยใช้เครื่อง โดยใช้เครื่อง Lloyd Texture Analyser รุ่น LRX (Lloyd instrument, Fareham, Hampshire, UK) |
| ■ Cooking weight | ตามวิธีของ Baik and Lee (2003) |
| ■ Cooking loss | ตามวิธีของ Baik and Lee (2003) |

2.2) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยการนำเส้นก๋วยเตี๋ยวมาผ่านการลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 วินาที และเสิร์ฟพร้อมน้ำซุ๊ปทันที ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน และใช้แบบสอบถามชนิด 9-point hedonic scale ทำการทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวม

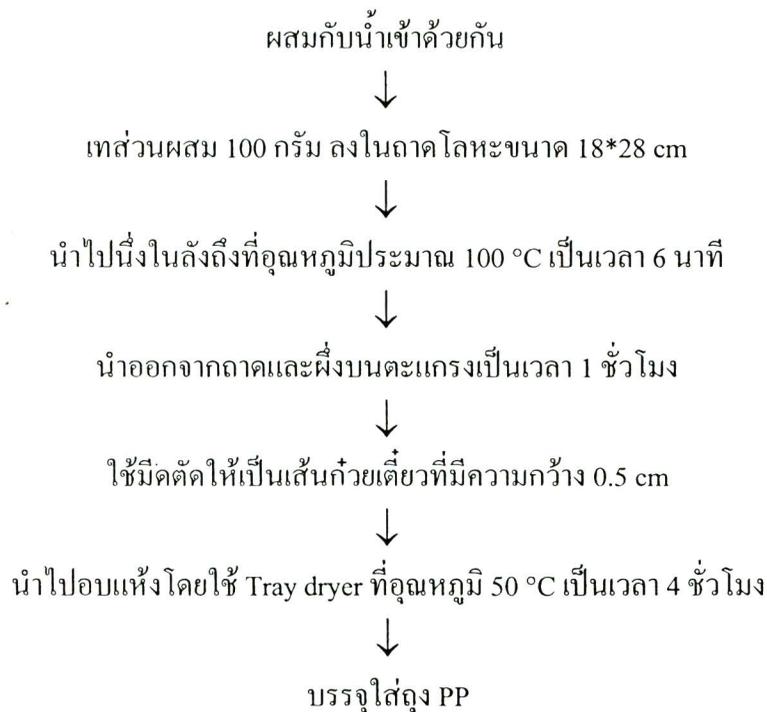
2.3) การทดสอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมปัง ดังนี้

- Moisture content ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Ash content ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Crude fat ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Crude protein ตามวิธีใน AOAC (1990)
- Total carbohydrate ตามวิธีใน AOAC (1990)

ตารางที่ 3.3 ส่วนผสมของเส้นก๋วยเตี๋ยว

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งข้าวเจ้า	350
น้ำ	1000



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการทำเส้นก๋วยเตี๋ยว

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองในแต่ละปัจจัยที่ศึกษาทำการทดลองอย่างต่ำ 2 ซ้ำ และวางแผนการทดลองแบบ CRD ยกเว้นการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่วางแผนการทดลองแบบ RCBD ผลการทดลองที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) โดยใช้คอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%