

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

1. แป้งมันสำปะหลัง คราปลามังกร ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลตงจัน กรุงเทพฯ
2. แป้งสาคุ แหล่งผลิตจากตำบลตะกูโบะ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี โดยใช้แป้งสาคุที่ผลิตขึ้นใหม่ นำมาอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 45°C นาน 12 ชั่วโมง และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250 ไมครอน แล้วบรรจุใส่ถุงโพลีเอทิลีนขนาดถุงละ 1 กิโลกรัม เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง
3. ถุงโพลีโพรพิลีน ขนาด 6x9 นิ้ว ความหนา 0.08 มิลลิเมตร มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซออกซิเจนเท่ากับ 0.7 กรัม/ตรม./วัน และ 240 ลบ.ซม./ตรม./วัน
4. ถุงอะลูมิเนียมลามิเนต (OPP/PE/ALU/DL/LLDPE) ขนาด 6x9 นิ้ว ความหนา 0.102 มิลลิเมตร มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ และก๊าซออกซิเจนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 กรัม/ตรม./วัน และ 0.2 ลบ.ซม./ตรม./วัน
5. น้ำมันปาล์มโอเลอิน ตราหยก บริษัทท่าสูง (ประเทศไทย) จำกัด

3.2 สารเคมี

1. เคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี เช่น องค์กรประกอบทางเคมีของแป้ง และค่า TBARS ของข้าวเกรียบ
2. เคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ทางกายภาพ เช่น ลักษณะมอลตีสโครส

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบ
 - 1) หม้อนึ่ง
 - 2) ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อกล้วยน้ำไทเดอบ รุ่น Varispeed 606PC3 ประเทศไทย
 - 3) เครื่องทอดไฟฟ้า ยี่ห้อ Elframo รุ่น E391Z0 ประเทศอิตาลี
 - 4) เครื่องปิดผนึกถุง ประเทศจีน
 - 5) เครื่องหั่นเป็นชิ้น (Slicer) ยี่ห้อ Beckers ประเทศอิตาลี

- 6) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP310S ประเทศเยอรมัน
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์แป้งและข้าวเกรียบ
 - 1) เครื่อง Differential scanning calorimeter (DSC) ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น DSC7 ประเทศสหรัฐอเมริกา
 - 2) เครื่อง X-ray diffractometer (XRD) ยี่ห้อ Philips รุ่น X 'pert MPD ประเทศเนเธอร์แลนด์
 - 3) เครื่อง Scanning electron microscope (SEM) ยี่ห้อ Leo รุ่น 1455 VP ประเทศอังกฤษ
 - 4) เครื่อง Rapid visco analyzer (RVA) ยี่ห้อ Scientific Newport รุ่น RVA 4D ประเทศออสเตรเลีย
 - 5) เครื่อง Laser particle size analyzer ยี่ห้อ Coulter รุ่น LS 230 ประเทศสหรัฐอเมริกา
 - 6) เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6405 UV/VIS ประเทศอังกฤษ
 - 7) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP310S ประเทศเยอรมัน
 - 8) เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic stirrer) ยี่ห้อ Bibby รุ่น SB162-3 ประเทศอังกฤษ
 - 9) เครื่องหมุนเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Sanyo รุ่น Harrier 18/80 ประเทศอังกฤษ
 - 10) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Memmert รุ่น WB 22 ประเทศเยอรมัน
 - 11) เครื่อง Texture analyzer ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA-XT2i ประเทศอังกฤษ
 - 12) ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น UM 500 ประเทศเยอรมัน
 - 13) กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ยี่ห้อ Zeiss รุ่น SEMI 2000C ประเทศเยอรมัน
 - 14) กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา ยี่ห้อ Olympus รุ่น CH 30 ประเทศญี่ปุ่น
 - 15) เวอร์เนียร์ ยี่ห้อ Mitutoyo ประเทศญี่ปุ่น
 - 16) เครื่องบดละเอียด (Cyclotech miller) ยี่ห้อ Foss รุ่น Cyclotec TM1093 ประเทศสวีเดน
 - 17) ตะแกรงร่อนขนาด 250 ไมครอน ยี่ห้อ Fritsch ประเทศเยอรมัน

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งดิบทั้ง 2 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคู ดังนี้

3.4.1.1 ความชื้น (A.O.A.C., 2000)

3.4.1.2 โปรตีน (A.O.A.C., 2000)

3.4.1.3 ไขมัน (A.O.A.C., 2000)

3.4.1.4 เถ้า (A.O.A.C., 2000)

3.4.1.5 ปริมาณอะมิโลส (International standard organization, 1987)

3.4.2 ศึกษาสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของแป้ง

ผสมแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูในอัตราส่วนต่างๆ (ให้มีปริมาณแป้งสาคูเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24) แล้ววิเคราะห์สมบัติของแป้งผสมเปรียบเทียบกับแป้งดิบทั้ง 2 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูดังนี้

3.4.2.1 ลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งโดยใช้เครื่อง Scanning electron microscopy (Sriroth *et al.*, 1999)

3.4.2.2 การกระจายขนาดอนุภาคของเม็ดแป้งโดยใช้เครื่อง Laser particle size analyzer (ดัดแปลงจาก Li and Yeh, 2001)

3.4.2.3 รูปแบบโครงสร้างผลึกโดยใช้เครื่อง X-ray diffractometer (Ahmad *et al.*, 1999)

3.4.2.4 ลักษณะมอลติสโครตโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ระนาบแสงโพลาไรซ์ (ดัดแปลงจาก Sahai *et al.*, 1996)

3.4.2.5 กำลังการพองตัวของแป้ง ณ อุณหภูมิ 55, 65, 75, 85 และ 95^oซ (ดัดแปลงจาก Schoch, 1964)

3.4.2.6 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกโดยใช้เครื่อง Rapid visco analyzer (Newport Scientific, 1995)

3.4.2.7 อุณหภูมิการเกิดเจลลาตินในเซชันโดยใช้เครื่อง Differential scanning calorimeter (Gunaratne and Hoover, 2002)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

แผนการทดลองเป็นแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan' new multiple range test (Steel and Torrie, 1980) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for window version 11.5

3.4.3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของข้าวเกรียบแป้งผสมก่อนและหลังการทอด

ผลิตข้าวเกรียบจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาธู ตามสัดส่วนที่กำหนด (ปริมาณแป้งสาธูร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24) โดยผสมแป้งผสม 100 กรัม กับน้ำเดือดร้อยละ 60 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด เพื่อให้เกิดเจลที่เป็นตัวเชื่อม (binder) ในการนวดผสม แล้วนวดให้เข้ากันจนแป้งไม่ติดมือได้เป็นโด จากนั้นปั้นก้อนโดให้เป็นท่อนกลมทรงกระบอกยาว 12 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร นำโดที่ได้ไปให้ความร้อนโดยการนึ่งด้วยไอน้ำเป็นระยะเวลา 25, 35, 45, 60, 75, 90, 105 และ 120 นาที วางให้สะเด็ดน้ำและเก็บในตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิที่ 4-7°C เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้เครื่องหั่นเป็นแผ่นบางขนาดประมาณ 1.50 มิลลิเมตร และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 55-60°C เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง โดยมีความชื้นสุดท้ายช่วงร้อยละ 8-9 แล้วทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิประมาณ 190-200°C (โดยใช้น้ำมันปาล์ม 8 กิโลกรัมต่อข้าวเกรียบ 1,000 กรัม) เป็นระยะเวลา 25 วินาที ตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดมันที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที ซึ่งการทดลองนี้จะศึกษาสมบัติของข้าวเกรียบแป้งผสมก่อนและหลังการทอดดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาสมบัติของข้าวเกรียบแป้งผสมก่อนการทอด

บดแผ่นข้าวเกรียบแห้ง (ก่อนทอด) ทุกชุดการทดลองด้วยเครื่องบดละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250 ไมครอน จากนั้นตรวจวิเคราะห์ของสมบัติต่างๆ ดังนี้

3.4.3.1.1 รูปแบบโครงสร้างผลึกโดยใช้เครื่อง XRD (Ahmad *et al.*, 1999)

3.4.3.1.2 ลักษณะมอดติสครอสโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ระนาบแสงโพลาไรซ์ (ดัดแปลงจาก Sahai *et al.*, 1996)

3.4.3.1.3 ระดับของการเกิดเจลลิตินในเซชันโดยใช้เครื่อง DSC (Gunaratne and Hoover, 2002)

3.4.3.1.4 ความสามารถในการดูดซับและการละลายน้ำ (Water absorption index, WAI และ Water soluble index, WSI) โดยวิธีของ Anderson *et al.* (1969)

3.4.3.2 ศึกษาสมบัติของข้าวเกรียบแป้งผสมหลังการทอด

นำข้าวเกรียบแป้งผสมหลังทอดโดยวิธีการที่กล่าวแล้วข้างต้น มาตรวจวิเคราะห์สมบัติของข้าวเกรียบต่าง ๆ ดังนี้

3.4.3.2.1 ลักษณะและจำนวนโพรงอากาศของข้าวเกรียบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

3.4.3.2.2 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบ (Yu, 1981)

3.4.3.2.3 ค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบ (Compression force) โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (Anon, 1996)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (5x8) ในการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1980) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for window version 11.5 จากนั้นพิจารณาคัดเลือกข้าวเกรียบแป้งผสมที่เกิดการสุกมากที่สุด โดยพิจารณาจากการระดับเกิดเจลลิตินในเซชัน ค่าอัตราการพองตัว ค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบ โดยคัดเลือกชุดการทดลองที่มีระดับของการเกิดเจลลิตินในเซชันและอัตราการพองตัวสูงสุด และมีค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสน้อย ซึ่งแสดงถึงค่าความกรอบที่ดี เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาผลในข้อ 3.4.4 ต่อไป

3.4.4. ศึกษาผลการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวเกรียบแป้งผสมหลังการทอด

นำชุดการทดลองที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว (กำหนดให้เป็นชุดควบคุม) และชุดการทดลองแป้งผสมที่มีปริมาณแป้งสาตุสูงสุดเท่ากับร้อยละ 24 (เนื่องจากต้องการศึกษาผลของแป้งสาตุ จึงเลือกใช้ปริมาณแป้งสาตุผสมสูงสุด) โดยผสมแป้งในแต่ละชุดการทดลอง 100 กรัม กับน้ำเดือดร้อยละ 60 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด นวดให้เข้ากันจนแป้งไม่ติดมือได้เป็นโด จากนั้นปั้นก้อนโดให้เป็นท่อนกลมทรงกระบอกยาว 12 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร นำโดที่ได้ไปให้ความร้อนโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ เป็นระยะเวลา 60 นาที (ซึ่งจากการทดลองในข้อ 3.4.3 พบว่าเป็นระยะเวลาหนึ่งที่สั้นที่สุดที่ให้คุณลักษณะข้าวเกรียบไม่แตกต่างจากข้าวเกรียบที่ใช้ระยะเวลาที่สูงกว่า) วางให้สะเด็ดน้ำและเก็บในตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิที่ $4-7^{\circ}\text{C}$ เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้เครื่องหั่นเป็นแผ่นบางขนาดประมาณ 1.50 มิลลิเมตร และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ $55-60^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง โดยมีความชื้นสุดท้ายช่วงร้อยละ 8-9 แล้วทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิประมาณ $190-200^{\circ}\text{C}$ (โดยใช้น้ำมันปาล์ม 8 กิโลกรัมต่อข้าวเกรียบ 1,000 กรัม) เป็นระยะเวลา 25 วินาที ตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดมันที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเก็บรักษาข้าวเกรียบทอดในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุงอะลูมิเนียมลามิเนต (Aluminium laminate, AL) และถุงโพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP) โดยมีขนาดบรรจุถุงละ 20 ชิ้น (น้ำหนักรวมประมาณ 25 กรัมต่อถุง) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ วิเคราะห์คุณภาพของข้าวเกรียบในแต่ละสัปดาห์ ดังนี้

3.4.4.1 ความชื้น (A.O.A.C., 2000)

3.4.4.2 ค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบ (Compression force) โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (Anon, 1996)

3.4.4.3 ค่า Thiobarbituric acid-reaction substances (TBARS) โดยวิธีของ Buege and Aust (1978)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล ($2 \times 2 \times 6$) ในการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และทดสอบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1980) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for window version 11.5