

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ

1. แป้งมันสำปะหลัง ตรารปلامังกร ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลตงจัน กรุงเทพฯ
2. แป้งสาคุ แหล่งผลิตจากตำบลตะลุโบะ 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 ตรายหยก บริษัทล้ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด

สารเคมี

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

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบ
 - 1) หม้อนึ่ง
 - 2) ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อกล้วยน้ำไทเตาอบ 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) เวย์เนอร์ ยี่ห้อ Mitntoyo ประเทศญี่ปุ่น
 - 16) เครื่องบดละเอียด (Cyclotech miller) ยี่ห้อ Foss รุ่น Cyclotec TM1093 ประเทศสวีเดน
 - 17) ตะแกรงร่อนขนาด 250 ไมครอน ยี่ห้อ Fritsch ประเทศเยอรมัน

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

โดยนำแป้งดิบทั้ง 2 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคู มาตรวจวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีดังนี้

- 1.1 ความชื้น (A.O.A.C., 2000)
- 1.2 โปรตีน (A.O.A.C., 2000)
- 1.3 ไขมัน (A.O.A.C., 2000)
- 1.4 เถ้า (A.O.A.C., 2000)
- 1.5 ปริมาณอะมิโลส (International standard organization, 1987)

2. ศึกษาสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของแป้ง

นำแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูผสมกันในที่อัตราส่วนต่างๆ (ปริมาณแป้งสาคูเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24) แล้ววิเคราะห์สมบัติของแป้งผสมเปรียบเทียบกับแป้งดิบทั้ง 2 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูดังนี้

- 2.1 ลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งโดยใช้เครื่อง Scanning electron microscopy (SEM) (Sriroth *et al.*, 1999)
- 2.2 การกระจายขนาดอนุภาคของเม็ดแป้งโดยใช้เครื่อง Laser particle size analyzer (ดัดแปลงจาก Li and Yeh, 2001)
- 2.3 รูปแบบโครงสร้างผลึกโดยใช้เครื่อง X-ray diffractometer (XRD) (Ahmad *et al.*, 1999)
- 2.4 ลักษณะมอลติสโครอสโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ระนาบแสงโพลาไรซ์ (ดัดแปลงจาก Sahai *et al.*, 1996)
- 2.5 กำลังการพองตัวของแป้ง ณ อุณหภูมิ 55, 65, 75, 85 และ 95^oซ (ดัดแปลงจาก Schoch, 1964)
- 2.6 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกโดยใช้เครื่อง Rapid visco analyzer (RVA) (Newport Scientific, 1995)

2.7 อุณหภูมิการเกิดเจลตาในเซชัน โดยใช้เครื่อง Differential scanning calorimeter (DSC) (Gunaratne and Hoover, 2002)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของข้าวเกรียบแป้งผสมก่อนและหลังการทอด

ผลิตข้าวเกรียบจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาชู ตามสัดส่วนที่กำหนด (ปริมาณแป้งสาชูร้อยละ 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^oซ เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้เครื่องหั่นเป็นแผ่นบางขนาดประมาณ 1.50 มิลลิเมตร และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 55-60^oซ เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง โดยมีความชื้นสุดท้ายช่วงร้อยละ 8-9 แล้วทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิประมาณ 190-200^oซ (โดยใช้น้ำมันปาล์ม 8 กิโลกรัมต่อข้าวเกรียบ 1,000 กรัม) เป็นระยะเวลา 25 วินาที ตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดมันที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที ซึ่งการทดลองนี้จะศึกษาสมบัติของข้าวเกรียบแป้งผสมก่อนและหลังการทอดดังนี้

3.1 ศึกษาสมบัติของข้าวเกรียบแป้งผสมก่อนการทอด

บดแผ่นข้าวเกรียบแห้ง (ก่อนทอด) ทุกชุดการทดลองด้วยเครื่องบดละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250 ไมครอน จากนั้นตรวจวิเคราะห์ของสมบัติต่างๆ ดังนี้

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

3.1.2 ลักษณะมอลทีสโครสโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ระนาบแสงโพลาไรซ์ (ดัดแปลงจาก Sahai *et al.*, 1996)

3.1.3 ระดับของการเกิดเจลลาติโนเซชันโดยใช้เครื่อง Differential scanning calorimeter (DSC) (Gunaratne and Hoover, 2002)

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

3.2 ศึกษาสมบัติของข้าวเกรียบแป้งผสมหลังการทอด

นำข้าวเกรียบแป้งผสมหลังทอดโดยวิธีการที่กล่าวแล้วข้างต้น มาตรวจวิเคราะห์สมบัติของข้าวเกรียบต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1 ลักษณะและจำนวนโพรงอากาศของข้าวเกรียบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

3.2.2 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบ (Yu, 1981)

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 (DMRT) (Steel and Torrie, 1980) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for window version 11.5 จากนั้นพิจารณาคัดเลือกข้าวเกรียบแป้งผสมที่เกิดการสุกมากที่สุด โดยพิจารณาจากการระดับเกิดเจลลาติโนเซชัน ค่าอัตราการพองตัว ค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบ โดยคัดเลือกชุดการทดลองที่มีระดับของการเกิดเจลลาติโนเซชันและอัตราการพองตัวสูงสุด และมีค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสน้อย ซึ่งแสดงถึงความกรอบที่ดี เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาผลในข้อ 4 ต่อไป

4. ศึกษาผลการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวเกรียบแป้งผสมหลังการทอด

นำชุดการทดลองที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว (กำหนดให้เป็นชุดควบคุม) และชุดการทดลองแป้งผสมที่มีปริมาณแป้งสาชูสูงสุดเท่ากับร้อยละ 24 (เนื่องจากต้องการศึกษาผลของแป้งสาชู จึงเลือกใช้ปริมาณแป้งสาชูผสมสูงสุด) โดยผสมแป้งในแต่ละชุดการทดลอง 100 กรัม กับน้ำเดือดร้อยละ 60 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด นวดให้เข้ากันจนแป้งไม่ติดมือได้เป็นโด จากนั้นปั้นก้อนโดให้เป็นท่อนกลมทรงกระบอกยาว 12 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร นำโดที่ได้ไปให้ความร้อนโดยการนึ่งด้วยไอน้ำ เป็นระยะเวลา 60 นาที (ซึ่งจากการทดลองในข้อ 3 พบว่าเป็นระยะเวลานึ่งที่สั้นที่สุดที่ให้คุณลักษณะข้าวเกรียบไม่แตกต่างจากข้าวเกรียบที่ใช้ระยะเวลานึ่งสูงกว่า) 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 จากนั้นเก็บรักษาข้าวเกรียบทอดในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุงอะลูมิเนียมลามิเนตและถุงโพลีโพรพิลีน โดยมีขนาดบรรจุถุงละ 20 ชิ้น (น้ำหนักรวมประมาณ 25 กรัมต่อถุง) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ วิเคราะห์คุณภาพของข้าวเกรียบในแต่ละสัปดาห์ ดังนี้

4.1 ความชื้น (A.O.A.C., 2000)

4.2 ค่า TBARS (Thiobarbituric acid-reaction substances) (Buege and Aust, 1978)

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

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล (2x2x6) ในการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for window version 11.5