

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีวิจัย

3.1 วัสดุ

3.1.1 วัสดุดิบ

3.1.1.1 ผลละมุดสุก 2 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์มะกอก และไข่ห่านที่ปลูกจากอำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย นำไปปอกเปลือก แล้วปั่นให้ละเอียด นำไปแช่แข็งไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส

3.1.1.2 กลูโคสไซรัป (หจก. เจริญวรกิจ กรุงเทพฯ)

3.1.1.3 แป้งข้าวเจ้า (บ. โรงงานประสพผล เชียงใหม่)

3.1.1.4 แป้งถั่วเขียว (บ. สิทธิพันธ์ กรุงเทพฯ)

3.1.1.5 แป้งสาลี (บ. บางกอกฟลาวมิลล์ สมุทรปราการ)

3.1.1.6 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (บ. น้ำตาลมิตรผล สุพรรณบุรี)

3.1.1.7 มอลโทเด็กซ์ทริน (food grade, หจก. โอวีเคมิคอล เชียงใหม่)

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 Sodium hydroxide (NaOH)

3.1.2.2 Phenolphthalein indicator

3.1.2.3 Carrez I ($ZnOAC \cdot 2H_2O$)

3.1.2.4 Carrez II [$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$]

3.1.2.5 Fehling's solution A ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

3.1.2.6 Fehling's solution B ($Na.K.C_4O_6 \cdot 4H_2O$)

3.1.2.7 Methylene blue indicator

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ผลิตละมุดแผ่น

3.2.1.1 ตู้อบลมร้อนระดับปฏิบัติการ (tray dryer, Armfield, England)

3.2.1.2 ตู้อบลมร้อนแบบใช้ไฟฟ้า (tray dryer, Shinha, บ. ลิขิตชีวิต เชียงใหม่)

3.2.1.3 เครื่องปั่นอาหาร (blender, MX-T31 GN, national, Taiwan)

3.2.1.4 พิมพ์ละมุดแผ่น กว้าง 3 × ยาว 10 เซนติเมตร และหนา 2 มิลลิเมตร

- 3.2.1.5 แผ่นพลาสติกใส polypropylene (PP) (บ.มฉิมมงคล สมุทรปราการ)
- 3.2.1.6 ถุง laminated (nylon+polyethylene) (หจก.สยามแพ็ค เชียงใหม่)
- 3.2.1.7 เครื่องชั่งทศนิยม 1 ตำแหน่ง (digital balance, Tanita1144, Japan)
- 3.2.1.8 หม้อสแตนเลส ตราห้วม้ายาย
- 3.2.1.9 เตาแก๊ส ตรา Twin swallows

3.2.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพละมุดแผ่น

- 3.2.2.1 เครื่องวัดสี (Chroma meter, Minolta, CR-300, Japan)
- 3.2.2.2 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (Aqualab, CX3TE, USA)
- 3.2.2.3 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA-XTPlus, England)
- 3.2.2.4 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) (Mettler, Germany)
- 3.2.2.5 เตาให้ความร้อน (stirring hotplate) (Favorit, Malaysia)
- 3.2.2.6 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Hanna, HI9321, Portugal)
- 3.2.2.7 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (0-32 °Brix) (hand refractometer) (Atago, Model N1, Japan)
- 3.2.2.8 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (analytical balance, Satorious, B3100P, Germany)

3.3 วิธีวิจัย

3.3.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตละมุดแผ่น

3.3.1.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แป้งในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส

ใช้ละมุดสุกสายพันธุ์มะกอก นำมาผลิตเป็นละมุดแผ่น โดยคัดแปลงสูตร และกรรมวิธีการผลิตทุเรียนแผ่น (พรศักดิ์, 2545) และกล้วยแผ่น (เพ็ชรดา, 2547) เริ่มจากล้างทำความสะอาด แล้วปอกเปลือก จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น ใช้เนื้อละมุดปั่นร้อยละ 90 เติมน้ำตาลร้อยละ 5 และกลูโคสไซรัปร้อยละ 5 ของส่วนผสมทั้งหมด นำไปกวนผสมกันโดยใช้ความร้อนระดับปานกลาง นาน 3 นาที แล้วกลง จัดเตรียมพิมพ์ไม้รูปสี่เหลี่ยม ขนาด 3×10 เซนติเมตร วางลงบนแผ่นพลาสติกใส polypropylene (PP) เทส่วนผสมที่กวนแล้วลงในพิมพ์ มีความหนา 2 มิลลิเมตร นำไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนแบบใช้ไฟฟ้า (ภาพ ก.4) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ศึกษาลักษณะของละมุดแผ่นที่ได้ เปรียบเทียบกับการเติมแป้ง 2 ชนิด คือ แป้งถั่วเขียว และแป้งข้าวเจ้า โดยการเติมไปทดแทนเนื้อละมุดปั่นในปริมาณร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด ตรวจสอบผลที่ได้โดยการสังเกต เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการพัฒนาต่อไป

3.3.1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุรองรับในการอบแห้ง

ใช้สูตรที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.1 นำมาผลิต เทส่วนผสมที่มีวัสดุรองรับแตกต่างกัน 3 ชนิด คือ แผ่นพลาสติกใส ตะแกรงลวด และผ้าใยสังเคราะห์ นำไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนแบบใช้ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ตรวจสอบผลที่ได้โดยการสังเกต เพื่อให้ได้วัสดุรองรับที่มีความเหมาะสมเพื่อใช้ในการพัฒนาต่อไป

3.3.2 ศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งต่อคุณภาพของละมุดแผ่น

3.3.2.1 อัตราการอบแห้งของละมุดแผ่นที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

ใช้สูตรที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.1 หลังจากกวนผสมจนได้ที่ เทบนวัสดุรองรับจากข้อ 3.3.1.2 แล้วนำไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนระดับปฏิบัติการที่อุณหภูมิแตกต่างกัน คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที นำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟปริมาณความชื้นขณะอบแห้ง และอัตราการอบแห้งของละมุดแผ่นในแต่ละอุณหภูมิ

3.3.2.2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของแต่ละอุณหภูมิในการอบแห้ง

ใช้สูตรที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.1 หลังจากกวนผสมจนได้ที่ เทบนวัสดุรองรับจากข้อ 3.3.1.2 แล้วนำไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนแบบใช้ไฟฟ้า แยกศึกษาในแต่ละอุณหภูมิในการอบแห้ง คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยในแต่ละอุณหภูมิ หลังจากที่ละมุดเริ่มเป็นแผ่นพลิกกลับด้านได้แล้วจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆ 15 นาที อีกเป็นจำนวน 4 ครั้ง ทิ้งไว้ให้เย็น 15 นาที และเก็บตัวอย่างดังกล่าวในถุง laminated (nylon+polyethylene) ที่ปิดผนึกแบบสุญญากาศเป็นเวลา 1 คืน เพื่อทำให้ความชื้นสม่ำเสมอ และจะเก็บเก็บตัวอย่างในลักษณะดังกล่าวนี้กับทุกๆ การทดลอง ทำการวิเคราะห์คุณภาพในระหว่างการทำแห้ง และละมุดแผ่นในแต่ละอุณหภูมิดังนี้

การวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่

- ค่าสี (L^* a^* b^*) ด้วยเครื่อง Minolta

- ค่าแรงดึงขาด (tensile test) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer

การวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่

- ปริมาณความชื้น AOAC (2005)

- ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ ด้วยเครื่อง Aqualab

จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส แยกศึกษาในแต่ละอุณหภูมิ โดยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9-point) ในด้านเนื้อสัมผัส (ความเหนียว ความแข็ง และการไม่ติดฟัน) และด้านสี วางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

โดยวัดการแปรปรวนด้วยการวิเคราะห์ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3.3.2.3 เปรียบเทียบคุณภาพของละมุดแผ่นที่ผ่านการอบแห้งในสภาวะที่เหมาะสม
ใช้สูตรที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.1 หลังจากกวนผสมจนได้ที่ เทบนวัสดุรองรับจากข้อ 3.3.1.2 แล้วนำไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนแบบใช้ไฟฟ้าที่อุณหภูมิแตกต่างกัน คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในแต่ละอุณหภูมิจากข้อ 3.3.2.2 นำละมุดแผ่นที่ผ่านการอบแห้งในแต่ละอุณหภูมิมาเปรียบเทียบกัน วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.3.2.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวัดแปรปรวนด้วยการวิเคราะห์ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3.3.3 ศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลต่อคุณภาพของละมุดแผ่น

ใช้สูตรที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.1 แล้วเติมปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน ซึ่งใช้ส่วนผสมที่ไม่มีการเติมน้ำตาลเป็นตัวตั้งทำการเติมน้ำตาลเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 5 10 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด หลังจากกวนผสมจนได้ที่ เทบนวัสดุรองรับจากข้อ 3.3.1.2 แล้วนำไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนแบบใช้ไฟฟ้าในสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.2.3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้

การวิเคราะห์ทางกายภาพ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.3.2.2

การวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่

- ปริมาณความชื้น AOAC (2005)
- ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี ด้วยเครื่อง Aqualab
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Lane and Eynon (Pearson, 1976)

จากนั้นทำการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9-point) (ภาคผนวก จ) ในด้านการยอมรับโดยรวม สี ความหวาน และเนื้อสัมผัส (ความเหนียว ความแข็ง และการไม่ติดฟัน) วางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการแปรปรวนด้วยการวิเคราะห์ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3.3.4 ศึกษาผลของชนิด และปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสต่อคุณภาพของละมุดแผ่น

ใช้สูตรที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.1 เติมปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.3 แล้วเติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส 3 ชนิด โดยใช้ปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน คือ แป้งสาลี ร้อยละ 3 6 และ 9 แป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 5 10 และ 15 และมอลโทเด็กซ์ทริน ร้อยละ 2 4 และ 6 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด และเปรียบเทียบคุณภาพกับตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่มีการเติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) หลังจากกวนผสมจนได้ที่ เทบนวัสดุรองรับจากข้อ 3.3.1.2 แล้วนำไปทำแห้งที่ตู้อบลมร้อนแบบใช้ไฟฟ้าในสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.2.3 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี เช่นเดียวกับการทดลอง 3.3.2.2 จากนั้นทำการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยวิธี เช่นเดียวกับการทดลอง 3.3.3 วางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Balanced Incomplete Block (BIB) นำข้อมูลจากการวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวัดการแปรปรวนด้วยการวิเคราะห์ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3.3.5 ศึกษาผลของสายพันธุ์ต่อคุณภาพของละมุดแผ่น

ใช้ละมุด 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์มะกอก และไข่ห่าน นำละมุดแต่ละสายพันธุ์มาทำการวิเคราะห์คุณภาพดังนี้ การวิเคราะห์ทางกายภาพของผลละมุดสุก ได้แก่ ลักษณะผล น้ำหนักผล ขนาดผล และส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test และการวิเคราะห์ทางกายภาพ และเคมีของเนื้อละมุดที่ปั่นละเอียด ได้แก่ ค่าสี (L^* a^* b^*) ด้วยเครื่อง Minolta ปริมาณความชื้น (AOAC 2005) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (hand refractometer) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Lane and Eynon) ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC 2005) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ใช้สูตรที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1.1 โดยใช้ละมุดแต่ละสายพันธุ์ เติมปริมาณน้ำตาลจากข้อ 3.3.3 และสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.4 หลังจากกวนผสมจนได้ที่ เทบนวัสดุรองรับจากข้อ 3.3.1.2 แล้วนำไปอบแห้งที่ตู้อบลมร้อนแบบใช้ไฟฟ้าในสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.2.3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี เช่นเดียวกับการทดลอง 3.3.2.2 และทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับการทดลอง 3.3.3 นำข้อมูลจากการวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test