บทที่ 3
อุปกรณ์ สารเคมีและวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์

1. Spray dry (APV Anhydro As, Denmark)
2. Vacuum oven (Binder VD23, USA)
3. Differential Scanning Calorimeter (Perkin Elmer : Daimond DSC, USA)
4. Water activity meter (Aqua Lab : Series3, USA)
5. Hot air oven (Memmert : UE 400, Germany)
6. Color Quest II Colorimeter (Chroma Meter CR 300 Series, Minolta, Japan)
7. Centrifuge (Heraeus : Megafuge 1.0R, Germany)

3.2 สารเคมี

1. Maltodextrin DE 11 (Fluka, Germany)
2. Milk Powder (Anmum, Thailand)
3. Native Tapioca Starch (Siam modified starch, Thailand)
4. Modified Tapioca Starch (Siam modified starch, Thailand)
5. Lithium Chloride (LiCl) (Ajax Finechem, Australia)
6. Potassium Acetate (CH_3COOK) (Ajax Finechem, Australia)
7. Magnesium Chloride ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) (Ajax Finechem, Australia)
8. Potassium Carbonate (K_2CO_3) (Ajax Finechem, Australia)
9. Magnesium Nitrate ($Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) (Ajax Finechem, Australia)
10. Sodium Chloride (NaCl) (Ajax Finechem, Australia)
11. Potassium Chloride (KCl) (Ajax Finechem, Australia)
12. Potassium Iodide (KI) (Ajax Finechem, Australia)
13. Potassium Nitrate (KNO_3) (Ajax Finechem, Australia)
14. Petroleum Ether (Labscan, Thailand)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำผึ้งผงด้วยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย

ในการผลิตน้ำผึ้งผงด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยนี้ สารลดความเหนียวที่ใช้ทำการศึกษามี 4 ชนิด คือ มอลโทเดกซ์ทริน นมผง สตาร์ชมันสำปะหลัง และสตาร์ชมันสำปะหลังดัดแปร (Modified tapioca starch) เติมสารลดความเหนียวแต่ละชนิดในตัวอย่างน้ำผึ้งดอกลำไย ในอัตราส่วน 50, 55 และ 60% โดยน้ำหนัก ปรับระดับของแข็งให้เท่ากับ 40% ก่อนอบ จากนั้นนำไปอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยคงอุณหภูมิของสารละลายน้ำผึ้งไว้ที่ 50°C อุณหภูมิขาเข้าและขาออกเท่ากับ 150±2°C และ 80±2°C ตามลำดับ (Boonyai *et al*., 2006) วิเคราะห์ yield ของแต่ละการทดลอง เก็บผลิตภัณฑ์ที่ได้ใน desicator ที่อุณหภูมิห้องจนกว่าจะทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป ออกแบบการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomize Design (Factorial in CRD) ทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

3.3.2 ศึกษาผลของชนิดและปริมาณของสารลดความเหนียวที่มีต่อคุณภาพของน้ำผึ้งผง

3.3.2.1 ศึกษาสมบัติทางเคมี

(1) วิเคราะห์ค่า a_w

นำน้ำผึ้งผงมาวิเคราะห์ค่า a_w โดยใช้น้ำผึ้งผงใส่ในตลับให้มีปริมาณของน้ำผึ้งผง 3 ใน 4 ของตลับ จากนั้นนำตลับที่มีน้ำผึ้งผงเข้าไปวัดค่า a_w ในเครื่องวัดค่า a_w ที่อุณหภูมิห้อง (Chirife *et al*., 2006)

(2) วิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้น

นำน้ำผึ้งผงมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยดัดแปลงวิธีวิเคราะห์จากวิธีของ AOAC (1990) คือ ใช้น้ำผึ้งผงปริมาณประมาณ 2-5 g ใส่ใน aluminium can ที่อบและชั่งน้ำหนักก่อนอบ นำน้ำผึ้งเข้าไปอบใน vacuum oven ที่อุณหภูมิ 70°C จนน้ำหนักคงที่ นำออกมาทำให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักหลังอบ คำนวณหาปริมาณความชื้นโดยใช้มาตรฐานน้ำหนักเปียก ดังแสดงในภาคผนวก ก-1 (ภาคผนวก ก)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.2.2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

(1) วิเคราะห์ค่า T_g

นำน้ำผึ้งผงมาวิเคราะห์ค่า T_g ตามวิธีของ Silva *et al*. (2006) โดยใช้ปริมาณ 5-10 mg ใส่ใน aluminium pan นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC) โดยให้ความร้อน

จากอุณหภูมิ 0°C จนถึง 80°C ในอัตรา 10°C/นาที วิเคราะห์ค่า T_g จาก thermogram โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปของ DSC วิเคราะห์ตัวอย่าง 2 ซ้ำ

(2) วิเคราะห์ค่าสีโดยใช้ Color Quest II Colorimeter (Minolta, Japan)

นำน้ำผึ้งผงมาวิเคราะห์ค่า L*, C*, h°โดยนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดค่าสี Color Quest II Colorimeter เพื่อหาค่า chroma และ hue angle ดังแสดงในภาคผนวก ก-2 (ภาคผนวก ก)

(3) วิเคราะห์ความสามารถในการละลาย

นำน้ำผึ้งผงมาวิเคราะห์ค่าความสามารถในการละลายโดยดัดแปลงวิธีของ Shittu and Lawal (2007) ใช้ปริมาณประมาณ 1 g ใส่ใน centrifuge tube เติมน้ำ 10 ml ผสมให้ละลายที่อุณหภูมิ 30°C แล้วนำไปเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 rpm นาน 10 นาที เทของเหลวส่วนที่ใส (supernatant) ใส่ใน aluminium can อบที่อุณหภูมิ 105°C เวลานาน 24 ชั่วโมง คำนวณหาความสามารถในการละลาย (%) ดังแสดงในภาคผนวก ก-3 (ภาคผนวก ก)

(4) วิเคราะห์ค่าความสามารถในการไหล โดยใช้วิธีวัดมุมกอง

นำน้ำผึ้งผงมาวิเคราะห์ค่าความสามารถในการไหลด้วยวิธีวัดมุมกอง โดยดัดแปลงวิธีของ Shittu and Lawal (2007) ใช้ funnel ขนาด 250 ml นำไปแขวนไว้ที่ชุดขาตั้ง ที่กำหนดความสูงให้ส่วนปลาย funnel อยู่ห่างสูงจากพื้น 15 cm ใส่ตัวอย่างลงไปใน funnel โดยใช้ตัวอย่าง 30 g เทให้ตัวอย่างไหลตกตามแรงโน้มถ่วงจนหมด นำภาพมุมกองที่ได้จากการบันทึกไปวัดขนาดมุมกอง การหาค่ามุมกอง (θ) ดังแสดงในภาคผนวก ก-4 (ภาคผนวก ก)

(5) วิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของผง

นำน้ำผึ้งผงมาวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของผงโดยใช้วิธีของ Jinapong *et al.* (2008) นำตัวอย่างน้ำผึ้งใส่ลงไปใน cylinder ขนาด 25 ml โดยให้ตัวอย่างมีปริมาณ 10 ml ทำเครื่องหมายและชั่งน้ำหนัก ปริมาตรของตัวอย่างจะอ่านจาก cylinder จากนั้นนำมาคำนวณค่าความหนาแน่นของผง (ρ_{bulk}) โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมวล/ปริมาตร นำมาคำนวณหาค่าความหนาแน่นของผง ดังแสดงในภาคผนวก ก-5 (ภาคผนวก ก)

(6) วิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของอนุภาค

นำน้ำผึ้งผงมาวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของอนุภาค โดยใช้วิธีของ Barbosa-Cánovas and Joliano (2005) โดยชั่งน้ำหนักของ pygnometer, น้ำหนักของ pygnometer ที่เติม petroleum ether ลงไป จากนั้นเติมตัวอย่างลงใน pygnometer แล้วชั่งน้ำหนัก เติม petroleum ether ลงไปจนเต็ม pygnometer

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เขย่าจนอนุภาคแขวนลอย (suspended) แล้วชั่งน้ำหนัก คำนวณความหนาแน่นของอนุภาคดังแสดงในภาคผนวก ก-6 (ภาคผนวก ก)

3.3.3 ศึกษาสมบัติทางประสาทสัมผัส

ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี nine point hedonic scale โดยใช้ตัวอย่างน้ำผึ้งผงประมาณ 1 g ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทดสอบการยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียว และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนระดับความชอบจากตัวเลข 1 ถึง 9โดยระดับ 1 หมายถึง ไม่ชอบเลย จนถึงระดับ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงในภาคผนวก ค-1 (ภาคผนวก ค)

3.3.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการอบแห้งและปริมาณผลิตผล

ศึกษาประสิทธิภาพในการอบแห้งของน้ำผึ้งผง โดยการวัดอุณหภูมิลมร้อนขาออกจากเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย บันทึกอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในขณะทำการผลิตรวมทั้งบันทึกน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เพื่อนำมาคำนวณหา Thermal efficiency แสดงในภาคผนวก ก-7 (ภาคผนวก ก) และ %yield ดังแสดงในภาคผนวก ก-8 (ภาคผนวก ก)

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New multiple Range Test ที่ระดับมั่น 95% ($p \leq 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 10

3.3.6 การคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมต่อการอบแห้งแบบพ่นฝอยของน้ำผึ้งผสมสารลดความเหนียว

นำผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละการทดลองจากข้อ 3.3.2 มาคัดเลือกหาสภาวะที่มีสมบัติที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาค่าดังต่อไปนี้คือ ค่า a_w และความชื้นที่ต่ำ มีความหนาแน่นของผงสูง และความสามารถในการไหลที่ดีที่สุด สำหรับค่า T_g ความหนาแน่นของอนุภาค ความสามารถในการละลาย และการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.7 วิเคราะห์ลักษณะ Sorption isotherm

นำน้ำผึ้งผงมาวิเคราะห์ลักษณะ sorption isotherm โดยใช้วิธีของ Bell and Labuza (2000) โดยเก็บตัวอย่างน้ำผึ้งผงใน dessciator ที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะด้วยสารละลายเกลืออิ่มตัว ศึกษาที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ช่วง 10-70% โดยใช้สารละลายเกลือ คือ LiCl, CH_3COOK, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, K_2CO_3, $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $NaNO_2$, NaCl, KCl และ KNO_3 ตามลำดับ เมื่อน้ำผึ้งผงปรับเข้าสู่สภาวะสมดุล จึงนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ค่า a_w ที่อุณหภูมิ 25°C สร้าง sorption isotherm จากความสัมพันธ์ของความชื้น และ a_w เท่ากับ RH/100 ที่สภาวะสมดุล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved