

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัสดุ

3.1.1 วัสดุดิบ

น้ำนมแพะที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำนมแพะดิบพันธุ์ซาแนนผสมร้อยละ 75 สกุลคาปรา (*Capra spp.*) จากสลิมฟาร์ม จังหวัดยะลา ขนส่งภายในระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 4 ± 2 องศาเซลเซียส ในถังโฟมบรรจุน้ำแข็ง

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 สารเคมีในกลุ่มกรด

สารเคมีทุกชนิดเป็น Analytical grade จากบริษัท แล็บสแกน เอเชีย จำกัด (Labscan Asia Co. Ltd., ประเทศไทย) ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, HCl) กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid, H₂SO₄) กรดบอริก (Boric acid, H₃BO₃) กรดไนตริก (Nitric acid, HNO₃)

3.1.2.2 สารเคมีในกลุ่มด่าง

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) Analytical grade จากบริษัท แล็บสแกน เอเชีย จำกัด (Labscan Asia Co. Ltd., ประเทศไทย)

3.1.2.3 สารเคมีในกลุ่มอินดิเคเตอร์

เมทิลเรด (Methylred, C₁₅H₁₅N₃O₂) และ โบร โมคลีซอลกรีน (Bromocresol green, C₂₁H₁₄Br₄O₅S) จากบริษัท เมอร์ค (Merck, ประเทศเยอรมัน)

3.1.2.4 สารเคมีในกลุ่มตัวทำละลาย

เอทานอล (Ethanol, C₂H₅OH) คลอโรฟอร์ม (Chloroform) เมทานอล (Methanol, CH₃OH) Analytical grade และเมทานอล (Methanol, CH₃OH) HPLC grade จากบริษัท แล็บสแกนเอเชีย จำกัด (Labscan Asia Co. Ltd., ประเทศไทย)

3.1.2.5 สารเคมีกลุ่มอื่นๆ

แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride, CaCl₂) คอปเปอร์ ซัลเฟต (Copper sulfate, Cu₂SO₄) โพแทสเซียม ซัลเฟต (Potassium sulfate, K₂SO₄) จากบริษัท ซิกม่า เคมิคัล จำกัด (Sigma Chemical Co. Ltd., ประเทศไทย)

ไตรแคลเซียม ฟอสเฟต (Tricalcium phosphate, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) ซิลิกอนไดออกไซด์ (Silicondioxide, SiO_2) ไดโพแทสเซียม ไฮโดรเจนฟอสเฟต (Dipotassium hydrogenphosphate, K_2HPO_4) จากบริษัท บางกอก ไซน์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด (Bangkok science and service Co. Ltd., ประเทศไทย)

เลซิทินจากถั่วเหลือง (Soy lecithin) จากบริษัท รามา โปรดักชั่น จำกัด (Rama production Co. Ltd., ประเทศไทย)

มอลโตเด็คซ์ทริน (Maltodextrin) จากบริษัท ไทยฟู๊ด แอนด์ เคมีคอล จำกัด (Thai food and chemical Co. Ltd., ประเทศไทย)

3.1.2.6 สารเคมีสำหรับเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส

อะคริลามิด (Acrylamide/bis 30%T, 2.67%C) โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (Sodium Dodecyl Sulfate, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$) กลีเซอรอล (Glycerol, $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$) ทริสไฮโดรคลอไรด์ (Tris/HCl, $\text{NH}_2\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{HCl}$) โบรโมครีโซลบลู (Bromocresolblue) ทริส-เบส ((Tris/base, $\text{NH}_2\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3$) แอมโมเนียม เพอร์ซัลเฟต (Ammonium persulfate, $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$) เททราเมทิลเอทิลีนไดเอมีน (Tetramethylethylenediamine, $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$) คอมมิสซี บิลเลียเนบลู (Commissie brilliant blue) 2 เมอร์แคปโทเอทานอล (2 mercaptoethanol) จากบริษัท ทีเรเทรดดิ้ง จำกัด (Theera trading Co. Ltd., ประเทศไทย)

3.1.2.7 สารมาตรฐาน

สารมาตรฐาน เบตาเคซีน (Standard β -casein from bovine milk) จากบริษัท ซิกม่า เคมิคัล จำกัด (Sigma Chemical Co. Ltd., ประเทศไทย)

สารมาตรฐานแคลเซียม (Calcium standard solution) จากบริษัท เมอร์ค (Merck, ประเทศเยอรมัน)

3.2 เครื่องมือวิเคราะห์และอุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Model SevenEasy, Mettler Toledo, Switzerland)

- อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Model WB/22, Memert, German)

- เครื่องระเหยสุญญากาศ (Vacuum evaporator) (Model R/210, Buchi, Switzerland)

- เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) (Model HARRIER 15/80 Bench Top Refrigerated Centrifuge, Sanyo, Japan)
- เครื่องชั่งทศนิยมสองและสี่ตำแหน่ง (Model TE 313S/DS 310, Sartorius, USA)
- เครื่องย่อยและกลั่นโปรตีน (Model VAP20, Gerhardt, Germany)
- เครื่องปิดผนึกระบบสุญญากาศ ยี่ห้อ HAND WRAPPER รุ่น GW-460
- โถดูดความชื้น (Desiccator)
- เครื่องวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชัน (Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS) (Model 100 Analyzer, Perkin Elmer, Germany)
- เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography, GC) (Model 6890N Series, Agilent, USA)
- เครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิสแบบเจล (Gel Electrophoresis, Model Mini/Protean 3 cell, Bio/Rad, USA)
- เครื่องวิเคราะห์ความเข้มของสารพันธุกรรมบนแผ่นเจล (Densitometer, Model GS/800 Calibrated. Bio/Rad, USA)
- เครื่องหมุนเหวี่ยง (Refrigerated Centrifuge, Model 18/80, Harrier, Sanyo, USA)
- เครื่องวิเคราะห์น้ำนม (Milk analyzer / Lactoscan, Model 3510, Kliva, Germany)
- เครื่องโฮโมจิไนซ์ (Homogenizer, Model PHB 100, Thailand)

3.2.2 เครื่องมือแปรรูป

เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer Mobile minor™ “2000”, GEA Niro, China) หัวฉีดแบบ nozzle ตัวถัง stainless steel มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 800x620 มิลลิเมตร มีอัตราการทำแห้งสูงสุดที่ 6 ลิตรต่อชั่วโมง การสัมผัสของอากาศและของเหลวไหลทางเดียวกัน (Co-current flow) สามารถกำหนดอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าในช่วง 160-300 องศาเซลเซียส อุณหภูมิลมร้อนขาออกสูงสุดที่ 120 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดัน 0.5-2.0 บาร์ แยกอนุภาคนมผงออกจากลมร้อนด้วยระบบไซโคลน ให้อนุภาคนมผงขนาด 5-25 ไมโครเมตรและมีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมแพะดิบ

น้ำนมแพะดิบที่ใช้ในการทดลอง จะมีการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำนมดิบทุกครั้ง และมีการสุ่มวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี 1 ครั้ง จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อเป็นข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมดิบ

3.3.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมดิบเบื้องต้นก่อนการผลิตนมผง

น้ำนมแพะที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำนมแพะดิบพันธุ์ซาแนนผสมร้อยละ 75 สกุลคาปรา (*Capra spp.*) จากสลิมฟาร์ม จังหวัดยะลา ขนส่งภายในระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 4 ± 2 องศาเซลเซียส ก่อนการทดลองในทุกขั้นตอนจะมีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของน้ำนมแพะตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6006-2551) น้ำนมที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวจึงจะนำมาใช้ในการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ทดสอบการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ (Alcohol Test) ต้องไม่มีตะกอนเกิดขึ้น
- ทดสอบการตกตะกอนด้วยการต้ม (Clot on Boiling Test) ต้องไม่มีตะกอนเกิดขึ้น
- ตรวจสอบค่าความเป็นกรด-เบส ของน้ำนมโดยเครื่อง pH meter ต้องมีค่าความเป็นกรด-เบสระหว่าง 6.6-6.9
- ทดสอบหาปริมาณไขมันนมด้วยวิธีเกอเบอร์ (Gerber Butterfat Test) ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3.25
- ทดสอบคุณภาพของน้ำนมด้วยวิธีทดสอบด้วยเมธิลีนบลู (Methylene Blue Test) ต้องไม่มีการเปลี่ยนสีของเมธิลีนบลูในเวลา 4 ชั่วโมง
- วิเคราะห์หาค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมโดยใช้แลคโตมิเตอร์ (Specific Gravity Test) โดยต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมไม่ต่ำกว่า 1.028

3.3.1.2 การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีในน้ำนมแพะดิบ

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะ ซึ่งแสดงวิธีวิเคราะห์ตามภาคผนวก ก ดังนี้

- ก. วิเคราะห์ร้อยละของโปรตีน ไขมัน เนื่อนม ไม่รวมมันเนย แลคโทส แกลีแอโร ความหนาแน่นและจุดเยือกแข็งของน้ำนมแพะดิบด้วยเครื่องมือคัล อานาไลเซอร์

ข. วิเคราะห์รูปแบบของโปรตีนเคซีนด้วยวิธี Sodium dodecyl sulphate poly acrylamind gelelectrophoresis (SDS-PAGE) (Criscione *et al.*, 2009) โดยใช้ β -Casein เป็น standard แยกชนิดของเคซีนโดยใช้ 4% Stacking gel และ 15% Separate gel วิเคราะห์ปริมาณ เคซีนแต่ละชนิดด้วยเครื่อง Densitometer

ค. วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography) สกัดไขมันตามวิธีของ Lepage and Roy (1986) โดยชั่งตัวอย่างน้ำมันปริมาณ 2 กรัม สกัดไขมันด้วยคลอโรฟอร์ม/เมทานอล ในอัตราส่วน 2:1 (v/v) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง และเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้นร้อยละ 0.88 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำสารละลายชั้นล่างมาทำเอสเทอร์ฟิเคชัน (Esterification) ตามวิธีของ Yu *et al.* (2002) ดังนี้ ชั่งน้ำหนักสารละลายจากขั้นตอนการสกัดไขมัน 1 กรัม ใส่ในหลอดเซนตริฟิวส์ เติม 0.5 N NaOH-MeOH ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร แล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที เติม 4% HCl-MeOH ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยการ Vortex mixer แล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร และเฮกเซน 5 มิลลิลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เกิดการแยกชั้น ไปเปิดสาร Fatty acid methyl ester ใส่ในบีกเกอร์ขนาดเล็ก กำจัดน้ำด้วยการเติมโซเดียมซัลเฟต ถัดตัวอย่างปริมาณ 1 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง Gas chromatography (GC HP 6890N) โดยใช้ Flame ionization detector คำนวณร้อยละของกรดไขมันแต่ละชนิดต่อปริมาณกรดไขมันทั้งหมด

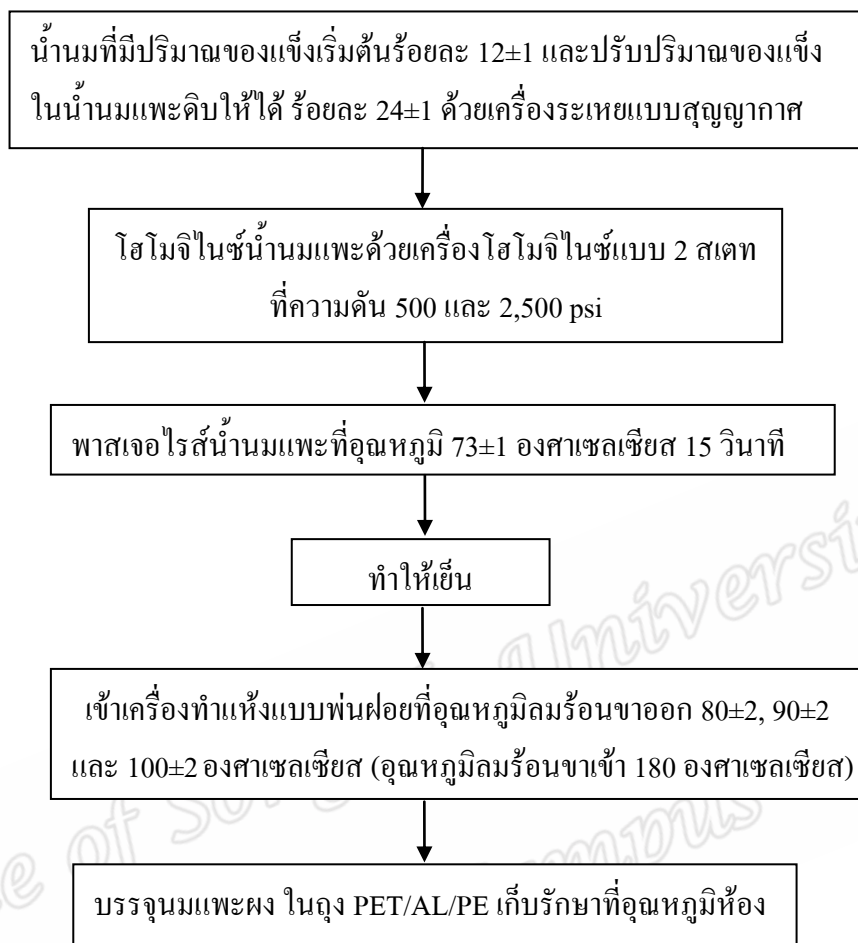
ง. วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมด้วยวิธี Atomic absorption spectroscopy (AAS; 100Analyzer, Perkin Elmer, Germany) (A.O.A.C., 2000) โดยชั่งตัวอย่างน้ำมัน 2.5 กรัม ใส่ในหลอดย่อย เติมกรด HNO_3/HCl ในอัตราส่วน 1:1 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และย่อยที่อุณหภูมิ 120–150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที เติมน้ำในขวดปรับปริมาตรจนครบ 50 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ไปเปิดสารละลายที่ได้ 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร เติมน้ำปราศจากไอออนเพื่อปรับปริมาตร และฉีดตัวอย่างเข้าเครื่อง AAS ทำกราฟมาตรฐานโดยใช้สารมาตรฐานแคลเซียมที่ความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 ppm

จ. วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส ด้วยเทคนิค Inductive coupled plasma/optical emission spectrometry (ICP-OES) (A.O.A.C., 2000) โดยส่งวิเคราะห์ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาจังหวัดสงขลา

3.3.2 การศึกษาผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนมและอุณหภูมิผลร้อนขาออกต่อคุณภาพของนมแพะผง

น้ำนมที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มกอช. 6006-2551 เช่นเดียวกับรายละเอียดในข้อ 3.3.1.1 จึงจะนำมาใช้ในการผลิตนมผง ศึกษาผลของปริมาณของแข็งในน้ำนม 2 ระดับโดยที่ระดับของแข็งเริ่มต้นร้อยละ 12 ± 1 และปรับปริมาณของแข็งเป็นร้อยละ 24 ± 1 ด้วยเครื่องระเหยน้ำสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โฮโมจิไนซ์ด้วยเครื่องโฮโมจิไนซ์แบบ 2 สเตท ที่ความดัน 2500 psi พาสเจอไรส์น้ำนมที่อุณหภูมิ 73 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วินาที และนำน้ำนมเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยควบคุมอุณหภูมิน้ำนมก่อนป้อนเข้าเครื่องที่ 50 องศาเซลเซียสด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ กำหนดอุณหภูมิผลร้อนขาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิผลร้อนขาออก 3 ระดับคือ 80 ± 2 , 90 ± 2 และ 100 ± 2 องศาเซลเซียส โดยกำหนดอัตราการป้อน (Feed rate) ที่ 2.43, 1.69 และ 1.05 ลิตรต่อชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งวิธีการหาอัตราการป้อน แสดงในภาคผนวก ก วางแผนการทดลองแบบ 2×3 แฟกทอเรียล โดยการสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Completely Randomized Design) และทำการทดลอง 3 ซ้ำ ขั้นตอนการเตรียมนมแพะผง แสดงดังรูปที่ 11

Prince of Songkhla University
Pattani Campus



รูปที่ 11 ขั้นตอนการเตรียมนมแพะผง

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพของตัวอย่างนมแพะผงได้แก่

3.3.2.1 ปริมาณความชื้น (Moisture content) ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000) โดยการอบไล่ความชื้นตัวอย่างนมผงที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

3.3.2.2 เวลาที่ทำให้นมผงเปียก (wetting time) ตามวิธีของ A/S Niro Atomizer (1978) โดยการเทนมผงในน้ำกลั่น แล้วจับเวลาจนกว่านมผงจะเปียกน้ำทั้งหมด

3.3.2.3 การกระจายตัว (Dispersibility) คัดแปลงจากวิธีของ A/S Niro Atomizer (1978) โดยการนำนมผง 1 กรัม ละลายน้ำกลั่นจำนวน 10 มิลลิลิตร กรองลงไปในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำถ้วยอะลูมิเนียมอบที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง แล้ว คำนวณร้อยละของความสามารถในการกระจายตัว

3.3.2.4 ปริมาณไขมันอิสระที่ผิวของอนุภาคผง (Surface free fat extraction) ตามวิธีของ Kim และคณะ (2000) โดยการนำนมผง 1 กรัม ล้างด้วยเฮกเซน นำสารละลายที่ได้ไประเหยภายใต้ภาวะสุญญากาศ อบ receiving flask จนน้ำหนักคงที่และคำนวณปริมาณไขมันที่ผิว

3.3.2.5 ความสามารถในการละลาย (solubility) ตามวิธีของ A/S Niro Atomizer (1978) โดยเตรียมสารละลายนมผงให้มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก เซนตริฟิวส์ที่ 700 xg นาน 5 นาที อ่านปริมาณตะกอนที่ได้

3.3.2.6 ลักษณะอนุภาคนมผง ศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) โดยใช้ตัวอย่างนมผงมาประกบบนฐานอลูมิเนียมและเคลือบด้วยทอง ถ่ายภาพด้วยเครื่อง electron microscope (Quanta 400; FEI, Czech Republic)

รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก และ ข ข้อมูลที่ต้องเปรียบเทียบนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เลือกชุดการทดลองที่เหมาะสมที่สุดในข้อ 3.3.2 โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของนมผงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมผง (มอก. 391-2524) คือ มีปริมาณตะกอนจากการละลายไม่เกิน 1.0 ml ความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 และพิจารณาคุณสมบัติ นมผงที่ใช้เวลาในการทำให้เปียกน้อยที่สุด มีค่าการกระจายตัวสูงสุด เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 12 เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย

3.3.3 ผลของวัตถุเจือปนอาหารต่อคุณภาพของนมแพะผง

น้ำนมที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มกอช. 6006-2551 เช่นเดียวกับรายละเอียดในข้อ 3.3.1.1 จึงจะนำมาใช้ในการทดลองโดยใช้วัตถุเจือปนในอาหาร 3 ประเภท ได้แก่ ศึกษาผลของปริมาณ เลซิทินร้อยละ 0-1 โดยน้ำหนักของของแข็งในน้ำนม ปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 0-5 โดย น้ำหนักน้ำนมและปริมาณซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ร้อยละ 0-1 โดยน้ำหนักของของแข็งในน้ำนม นำน้ำนมมาปรับปริมาณของแข็งเป็นร้อยละ 24 ± 1 ด้วยเครื่องระเหยน้ำสุญญากาศ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ผสมเลซิทินและมอลโตเด็กซ์ทริน ตามด้วยซิลิกอนไดออกไซด์ในน้ำนมแพะที่ผลิตจากวิธีที่ดีที่สุดที่สุดในข้อที่ 3.4.3 นำน้ำนมมาโฮโมจิไนซ์ที่ความดัน 2500 psi และการพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 73 ± 1 องศาเซลเซียส โดยวางแผนการทดลอง Central Composite Design (CCD) เก็บรักษานมแพะผงในถุง PET/AL/LLDPE ที่อุณหภูมิห้อง สัดส่วนของเลซิทิน มอลโตเด็กซ์ทริน และซิลิกอนไดออกไซด์ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รหัสและสัดส่วนของค่าจริงของปัจจัยที่ใช้ในการเตรียมนมแพะผง

| Design factors | -1.682 | -1 | 0 | 1 | 1.682 |
|---------------------|--------|-----|-----|-----|-------|
| X1: Lecithin * | 0 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1 |
| X2: Maltodextrin ** | 0 | 1.0 | 2.5 | 4 | 5 |
| X3: Silicodioxide * | 0 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1 |

* ปริมาณวัตถุเจือปนอาหารในหน่วยร้อยละของปริมาณของแข็งในน้ำนม

** ปริมาณวัตถุเจือปนอาหารในหน่วยร้อยละของน้ำหนักน้ำนม

ตารางที่ 7 รายละเอียดชุดการทดลอง

| Design point | X1: Lecithin * | X2: Maltodextrin ** | X3: SiO ₂ * |
|--------------|----------------|---------------------|------------------------|
| 1 | 0.8 | 4 | 0.8 |
| 2 | 0.8 | 4 | 0.2 |
| 3 | 0.8 | 1 | 0.8 |
| 4 | 0.8 | 1 | 0.2 |
| 5 | 0.2 | 4 | 0.8 |
| 6 | 0.2 | 4 | 0.2 |
| 7 | 0.2 | 1 | 0.8 |
| 8 | 0.2 | 1 | 0.2 |
| 9 | 1 | 2.5 | 0.5 |
| 10 | 0 | 2.5 | 0.5 |
| 11 | 0.5 | 5 | 0.5 |
| 12 | 0.5 | 0 | 0.5 |
| 13 | 0.5 | 2.5 | 1 |
| 14 | 0.5 | 2.5 | 0 |
| 15 | 0.5 | 2.5 | 0.5 |
| 16 | 0.5 | 2.5 | 0.5 |

* ปริมาณวัตถุเจือปนอาหารในหน่วยร้อยละของปริมาณของแข็งในน้ำนม

** ปริมาณวัตถุเจือปนอาหารในหน่วยร้อยละของน้ำหนักน้ำนม

นมแพะผงที่ผลิตได้จะถูกนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ คือ ค่าความชื้น เวลาในการทำให้เปียก ความสามารถในการละลาย ปริมาณไขมันที่ผิวและค่าการกระจายตัว เช่นเดียวกับรายละเอียดในข้อ 3.3.2.1-3.3.2.6 วิเคราะห์ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และลักษณะอนุภาคของนมแพะผง ดังนี้

3.3.3.1 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีด้วยเครื่อง Aw meter (A.O.A.C., 2000)

3.3.3.2 วิเคราะห์ลักษณะอนุภาคด้วยวิธี SEM (Scanning Electron Microscope) โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รายละเอียดการวิเคราะห์อยู่ในภาคผนวก ก และ ข

Prince of Songkla University
Pattani Campus