บทที่ 3

การทดลอง

ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กวัย 3 เดือน ถึง 1 ขวบ ในระดับหมู่บ้าน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่มีอยู่เดิมซึ่งผลิตโดยสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล โรงพยาบาลรามาธิบดี อันประกอบด้วยข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว ในอัตราส่วน 60 : 20 : 15 ในการศึกษานี้ได้เริ่มดำเนินการสำรวจการใช้ผลิตภัณฑ์เดิมและสภาพความเป็นอยู่ในหมู่บ้านหนองไฮ จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ จากนั้นได้ปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อให้เวลาในการหุงต้มสั้นลงและให้ความสะดวกในการประกอบอาหารมากขึ้น โดยศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตเดิมที่เกี่ยวข้องกับเวลาในการหุงต้ม และใช้กระบวนการต้มสุกและทำแห้งแบบ Pan drying กับ Vacuum drying ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นยังได้พิจารณาปรับปรุงคุณค่าทางอาหารโดยเพิ่มวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เดิม และใช้ Linear programme ในการคิดสูตรอาหาร

3.1 สำรวจการใช้ผลิตภัณฑ์เดิมและสภาพความเป็นอยู่ในหมู่บ้านหนองไฮ

สัมภาษณ์การใช้ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมซึ่งผลิตโดยสถาบันวิจัยโภชนาการกับแม่ในหมู่บ้านหนองไฮ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยถามความเห็นเกี่ยวกับปัญหาการใช้อาหารเสริมและรูปแบบอาหารเสริมที่ต้องการ นอกจากนั้นสำรวจสภาพความเป็นอยู่ในชนบท โดยถามข้อมูลเกี่ยวกับอาชีพ วัตถุดิบพื้นบ้านทางการเกษตร และสภาพการหุงต้มอาหาร ดังแสดงในแบบสอบถาม ก.1 (ภาคผนวก ก.)

3.2 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโดยกระบวนการผลิตเดิม

กระบวนการผลิตเดิมประกอบด้วยการคั่ว วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด คือ ข้าวเหนียว ถั่วเขียว และงาขาว ผสมวัตถุดิบในอัตราส่วน ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว =

60 : 20 : 15 แล้วนำมาบดให้ละเอียด ได้ผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ซึ่งพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการหุงต้มของผลิตภัณฑ์คือ ขนาดของอาหาร กับการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต ดังนั้นเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ระยะเวลาในการหุงต้มสั้นลง จึงเลือกศึกษาตัวแปรที่สำคัญคือ เวลาที่ใช้ในการคั่ววัตถุดิบและขนาดของอาหารที่บดได้

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องคั่ว (Roaster)

ประกอบด้วยถังรูปทรงกระบอกทำด้วยเหล็กปลอดสนิม 2 อันซ้อนกันในแนวนอน ถังทรงกระบอกอันในหมุนด้วยมอเตอร์กำลัง $\frac{1}{4}$ แรงม้า และได้รับความร้อนจากหัวเตาเผาแก๊สซึ่งอยู่ทางด้านล่างของถัง ปรับปริมาณแก๊สที่ใช้ในการคั่วด้วยเครื่อง Rotameter และขนาดของเครื่องคั่วมีความจุ 1 - 20 ก.ก./ครั้ง

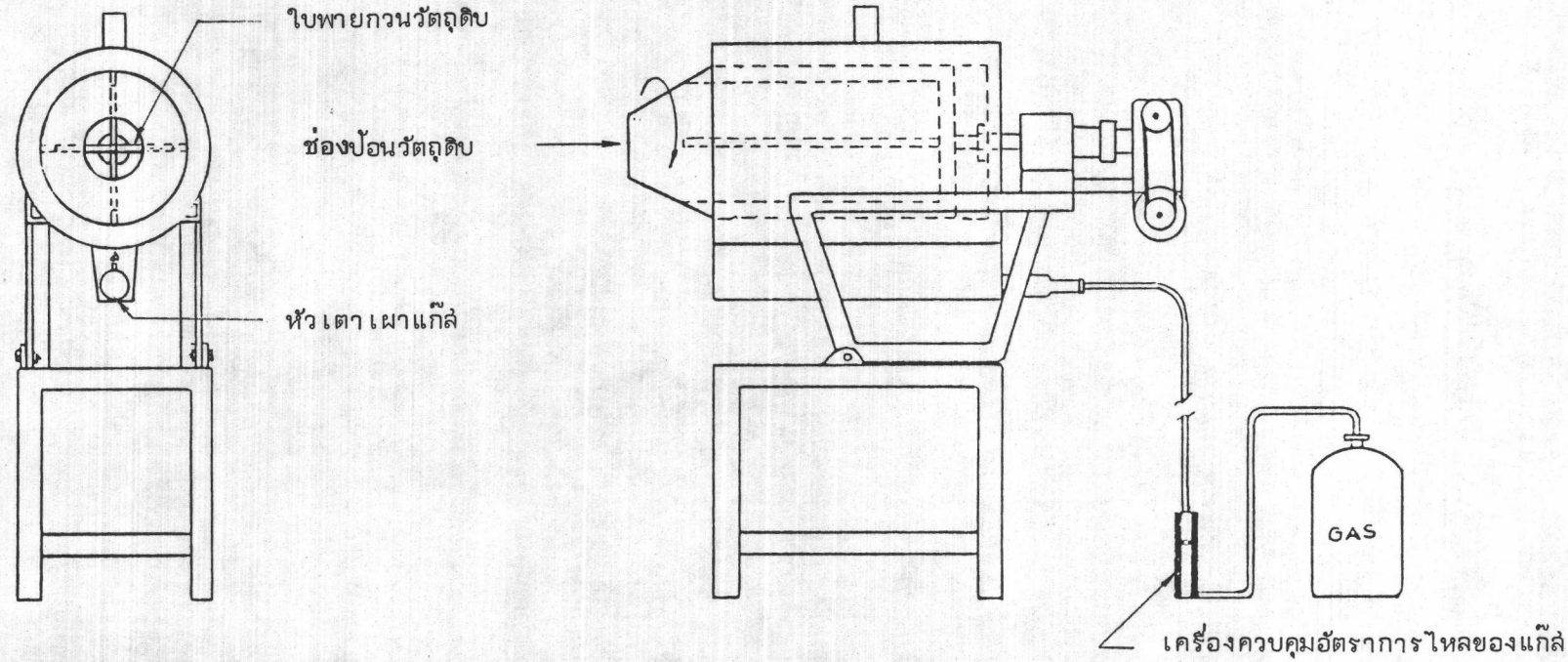
2. เครื่องบด (Pin mill)

ประกอบด้วยแผ่นเหล็กกลม 2 อันประกบกัน อันหนึ่งตรึงอยู่กับที่และอีกอันเคลื่อนที่โดยมีแท่งเหล็กกลมยื่นจากผิวหน้าของแผ่นเหล็กโดยรอบ เพื่อทำหน้าที่ตีป่นตัวอย่างให้ละเอียด ตัวอย่างที่ถูกบดแล้วจะรอดผ่านตะแกรงออกทางด้านล่างของเครื่องบด ซึ่งขนาดของตะแกรงที่ใช้ในเครื่องบด แบ่งตามขนาดของตัวอย่างที่ผ่านการบดได้ 3 ระดับ คือ

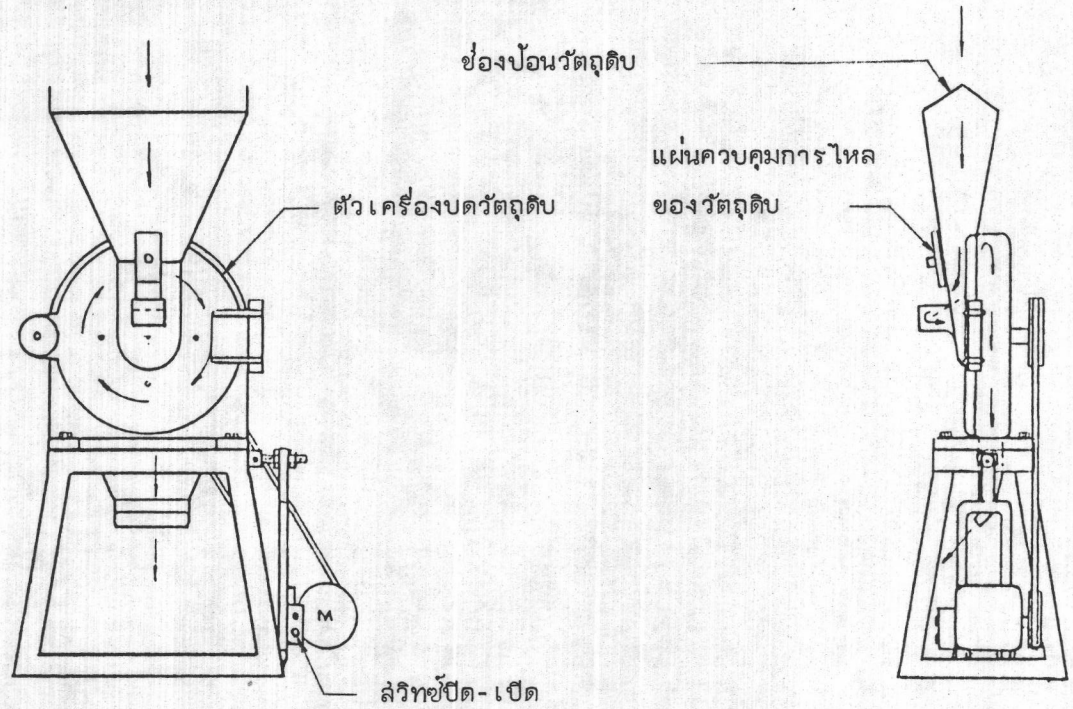
ขนาดหยาบ ตะแกรงที่ใช้บดมีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรง = 2.2 ม.ม.
ขนาดปานกลาง ตะแกรงที่ใช้บดมีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรง = 1.7 ม.ม.
ขนาดละเอียด ตะแกรงที่ใช้บดมีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรง = 1.2 ม.ม.

3.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการคั่วกับระยะเวลาในการหุงต้ม

แปรค่าเวลาที่ใช้ในการคั่ววัตถุดิบ โดยให้ความชื้นของวัตถุดิบหลังการคั่วต่ำกว่า 8% เพื่อให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมถูกต้องตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 54 (2523) และเวลาที่ใช้ในการคั่วแตกต่างกัน 3 ระดับ ซึ่งทำให้วัตถุดิบหลังการคั่วมีสีอ่อน สีปานกลางและสีแก่ตามลำดับ โดยใช้สภาวะการคั่วดังนี้



รูปที่ 3.1 เครื่องคั่ว (Roaster)



รูปที่ 3.2 เครื่องบด (Pin mill)

1. ข้าวเหนียว 2.5 ก.ก. ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.27 ก.ก./ช.ม. อุณหภูมิเริ่มต้นของเครื่องคั่ว 50 °ซ. เวลาในการคั่ว 20, 30, 40 นาที

2. ถั่วเขียว 1.0 ก.ก. ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.27 ก.ก./ช.ม. อุณหภูมิเริ่มต้นของเครื่องคั่ว 50 °ซ. เวลาในการคั่ว 20, 30, 40 นาที

3. งาขาว 1.0 ก.ก. ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.24 ก.ก./ช.ม. อุณหภูมิเริ่มต้นของเครื่องคั่ว 50 °ซ. เวลาในการคั่ว 15, 20, 25 นาที

สำหรับการคั่วในการทดลองนี้ใช้วัตถุดิบปริมาณน้อย และปริมาณที่ใช้แตกต่างกัน เพราะต้องการวัตถุดิบหลังการคั่ว เพื่อผสมเป็นอาหารเสริมในสัดส่วนข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว = 60 : 20 : 15

ตัวแปรอื่นกำหนดให้คงที่คือ

เส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรงของเครื่องบด Pin mill = 1.7 ม.ม. เพราะให้ขนาดอาหารปานกลางไม่หยาบเกินไป และสามารถบดวัตถุดิบพร้อมกันทั้ง 3 ชนิด คือ ข้าวเหนียว ถั่วเขียว และงาขาว ได้โดยไม่เกิดการอุดตัน ในขณะที่เส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรง 1.2 ม.ม. ไม่สามารถบดวัตถุดิบพร้อมกันทั้ง 3 ชนิด เพราะเกิดการอุดตัน

<u>วิธีปฏิบัติ</u> คั่ววัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ตามสภาวะการคั่วดังกล่าวแล้ว ได้วัตถุดิบที่มีสีต่างกัน 3 ระดับ คือ สีอ่อน สีปานกลาง และสีแก่ นำวัตถุดิบที่มีสีแต่ละระดับผสมกันในอัตราส่วนข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว = 60 : 20 : 15 แล้วบดด้วยเครื่องบด Pin mill โดยใช้ตะแกรงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรง = 1.7 ม.ม. ได้ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่มีสีอ่อน สีปานกลาง และสีแก่ ตามลำดับ

3.2.3 <u>ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของอาหารที่บดได้กับระยะเวลาในการหุงต้ม</u>

แปรค่าขนาดตะแกรงของเครื่องบด Pin mill ให้เส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรงเป็น 2.2, 1.7 และ 1.2 ม.ม. ทั้งนี้เพราะขนาดตะแกรงดังกล่าวทำให้ตัวอย่างที่ผ่านการบดมีขนาดหยาบ ปานกลาง และละเอียด ตามลำดับ

ตัวแปรอื่นกำหนดให้คงที่คือ

เวลาที่ใช้ในการคั่วรัตถุดิบ-ข้าวเหนียว 2.5 ก.ก./30 นาที ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.27 ก.ก./ช.ม. อุณหภูมิเริ่มต้นของเครื่องคั่ว 50 °ซ.

-ถั่วเขียว 1.0 ก.ก./30 นาที ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.27 ก.ก./ช.ม. อุณหภูมิเริ่มต้นของเครื่องคั่ว 50 °ซ.

-งาขาว 1.0 ก.ก./20 นาที ปริมาณแก๊สที่ใช้ 0.24 ก.ก./ช.ม. อุณหภูมิเริ่มต้นของเครื่องคั่ว 50 °ซ.

ทั้งนี้เพราะสภาวะการคั่วดังกล่าวทำให้วัตถุดิบหลังการคั่วมีสีปานกลาง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีสีเหมาะสม ไม่ซีดหรือเข้มจนเกือบไหม้

<u>วิธีปฏิบัติ</u> คั่วรัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด โดยใช้สภาวะการคั่วคงที่ดังกล่าวแล้ว ผสมวัตถุดิบที่ผ่านการคั่วในอัตราส่วนข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว = 60 : 20 : 15 แล้วบดด้วยเครื่องบด Pin mill โดยใช้ตะแกรงที่มีขนาดต่างกัน 3 ระดับ คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรง 2.2, 1.7 และ 1.2 ม.ม. ได้ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่มีขนาดหยาบปานกลาง และละเอียด ตามลำดับ

สำหรับการใช้เส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรงขนาด 1.2 ม.ม. นั้น ต้องบดวัตถุดิบแต่ละชนิดแยกกัน โดยบดข้าวเหนียวและถั่วเขียวด้วยเครื่องบด Pin mill เส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรง 1.2 ม.ม. สำหรับงาขาวนั้นถ้าบดด้วยเครื่องบด Pin mill จะเกิดการอุดตัน จึงบดด้วยเครื่องปั่น (Blender) แทน แล้วจึงผสมวัตถุดิบที่ผ่านการคั่วและบดแล้วในอัตราส่วนที่ต้องการ

นำผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดอาหารต่างกันแต่ละผลิตภัณฑ์ ผสมน้ำในอัตราส่วนอาหาร : น้ำ = 1 : 6 แล้วต้มให้สุก หาเวลาที่ใช้ในการหุงต้มเช่นเดียวกับการทดลองในหัวข้อ 3.2.2

3.2.4 <u>ตรวจสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์</u>

จากผลสรุปในหัวข้อ 3.2.2 และ 3.2.3 จะนำมาปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงได้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เดิม

โดยใช้ผู้ชิมที่เป็นแม่ของเด็กในหมู่บ้านหนองไฮ ให้ผู้ชิมเปรียบเทียบความชอบระหว่างผลิตภัณฑ์เดิมกับผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงได้ และให้เหตุผล นอกจากนั้นให้ผู้ชิมให้ความเห็นเกี่ยวกับเวลาในการต้ม ปัญหาในการต้ม และการป้อนเด็กของผลิตภัณฑ์ทั้งสอง ดังแสดงในแบบสอบถาม ก.2 (ภาคผนวก ก.)

3.3 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมโดยกระบวนการผลิตอื่น

ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อให้เวลาในการหุงต้มสั้นลง และให้ความสะดวกในการประกอบอาหารมากขึ้น ได้เพิ่มกระบวนการต้มสุกและทำแห้งต่อจากการคั่วและบดในกระบวนการผลิตเดิม เพราะกระบวนการดังกล่าวทำให้ผลิตภัณฑ์ดูดซึมน้ำกลับได้ดี สำหรับกระบวนการทำแห้งนั้น พิจารณาจากความเหมาะสมของตัวอย่างในการทำแห้งซึ่งอยู่ในรูปของเหลวข้นและไหลได้ ข้อจำกัดของเครื่องมือ ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่อง และความเหมาะสมสำหรับการใช้งานในชนบท ดังได้กล่าวในหัวข้อ 2.2.2 พบว่ากระบวนการทำแห้งที่ควรเลือกศึกษาคือ Pan drying กับ Vacuum drying

3.3.1 กระบวนการต้มสุกก่อนทำแห้ง

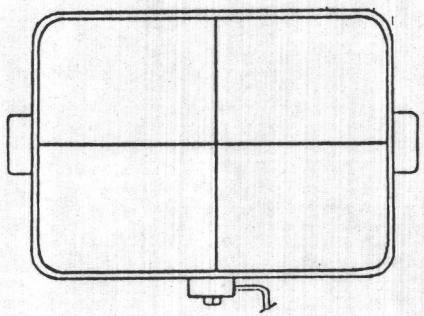
ก่อนการทำแห้งโดยกระบวนการของ Pan drying กับ Vacuum drying ต้องนำตัวอย่างอาหารเสริมซึ่งผ่านการคั่ว บด และผสมแล้ว ต้มให้สุกเพื่อให้เกิดเจล ซึ่งเมื่อนำมาทำแห้งต่อ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำกลับได้ดี ตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกแล้วจะอยู่ในรูปของเหลวข้นซึ่งไหลได้

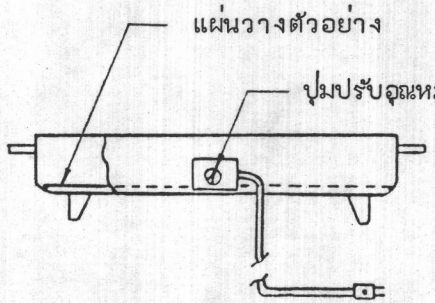
วิธีปฏิบัติ เตรียมตัวอย่างอาหารเสริมโดยคั่ว บด และผสมวัตถุดิบในอัตราส่วน ข้าวเหนียว : ถั่วเขียว : งาขาว = 60 : 20 : 15 นำตัวอย่างผสมน้ำในอัตราส่วนอาหาร : น้ำ = 1 : 5 เพราะให้ความหนืดพอดีต่อการเกลี่ยตัวอย่างบนแผ่นหรือถาดที่ทำแห้ง แล้วต้มให้สุก

3.3.2 เครื่องมือในการทำแห้ง

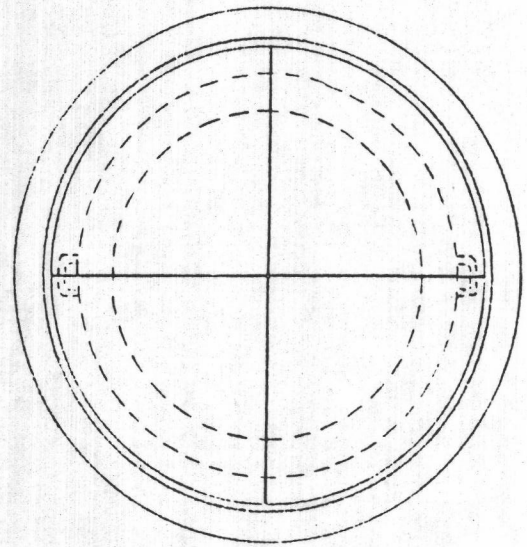
1. Pan drying

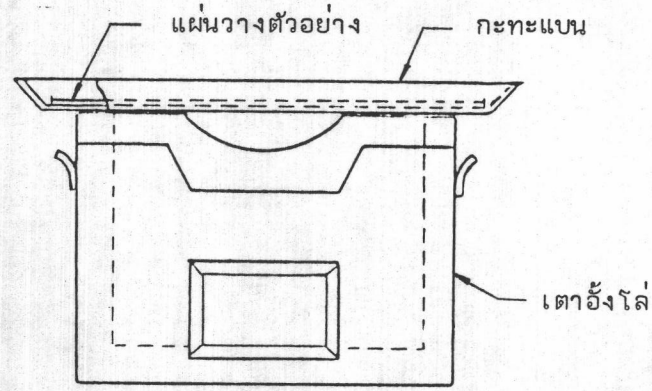
ประกอบด้วยกะทะไฟฟ้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 24 x 24 ซ.ม.^{2}





กะทะไฟฟ้า





เตาถ่าน

รูปที่ 3.3 Pan drying

ปรับอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 80 ถึง 210 °ซ. บนผิวหน้าของกะทะวางแผ่นอลูมิเนียมขนาด 21 x 21 ซ.ม.^{2} ความหนา 1.05 ม.ม. สำหรับเกลี่ยตัวอย่างซึ่งต้องการทำแห้ง

2. Vacuum drying

ประกอบ Vacuum chamber ภายในบรรจุด้วยชั้นสำหรับวางถาดตัวอย่างที่ต้องการทำแห้งจำนวน 3 ชั้น ชั้นมีขนาด 37.5 x 34.5 ซ.ม.^{2} และขนาดของถาด 24 x 34 ซ.ม.^{2} ใช้น้ำมัน Essotherm 500 เป็นตัวกลางให้ความร้อนหมุนเวียนอยู่รอบ Vacuum chamber ปรับอุณหภูมิของน้ำมันได้ตั้งแต่ 0 ถึง 400 °ซ. ด้านบนของ Vacuum chamber มีท่อต่อเข้ากับกับดักไอน้ำ (Moisture trap) เพื่อทำหน้าที่จับไอน้ำที่ระเหยออกจากตัวอย่างใน Vacuum chamber ป้องกันไอน้ำเข้าสู่ Vacuum pump จากนั้นจึงต่อท่อเข้ากับ Vacuum pump เพื่อให้การทำแห้งใน Vacuum chamber อยู่ในสภาวะสุญญากาศ มีลิ้นสำหรับปรับสุญญากาศ และอ่านค่าสุญญากาศได้จากเครื่องวัดสุญญากาศ (Vacuum gauge)

3.3.3 กระบวนการทำแห้งแบบ Pan drying

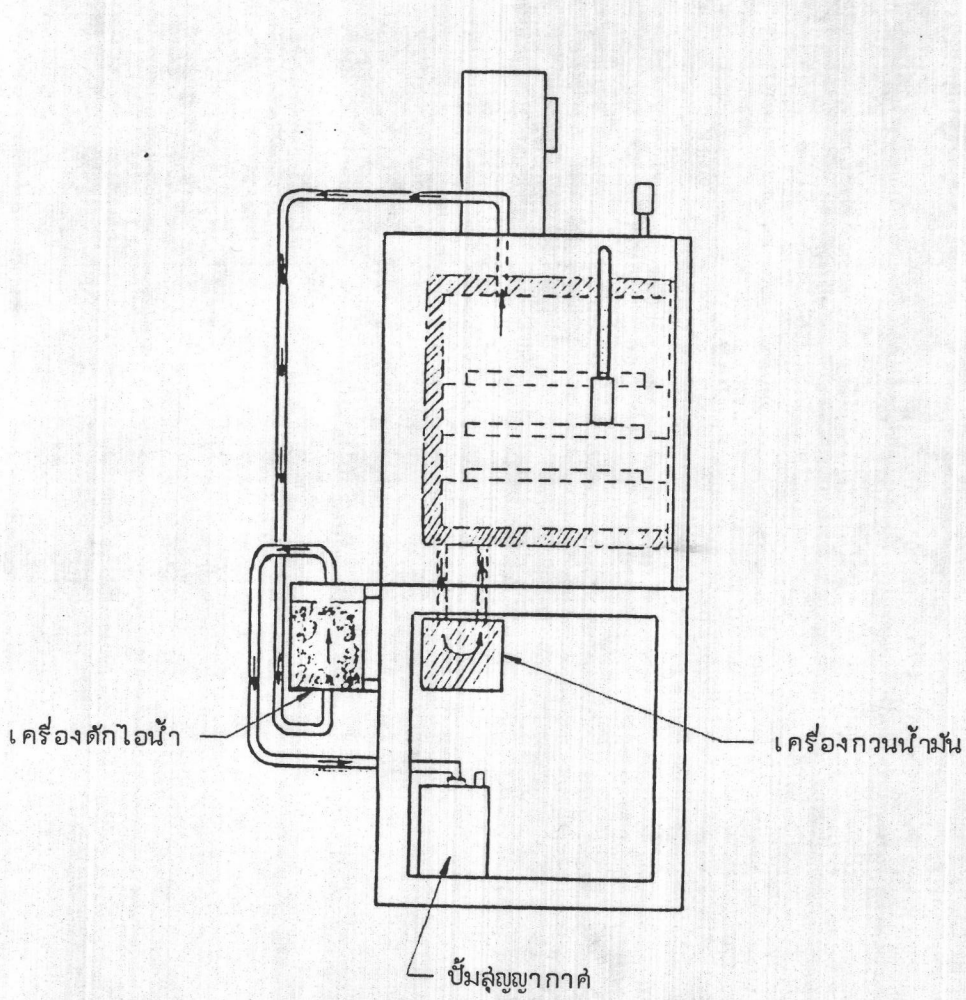
ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบ Pan drying เลือกศึกษาตัวแปรที่สำคัญดังกล่าวแล้วในหัวข้อ 2.2.2.3

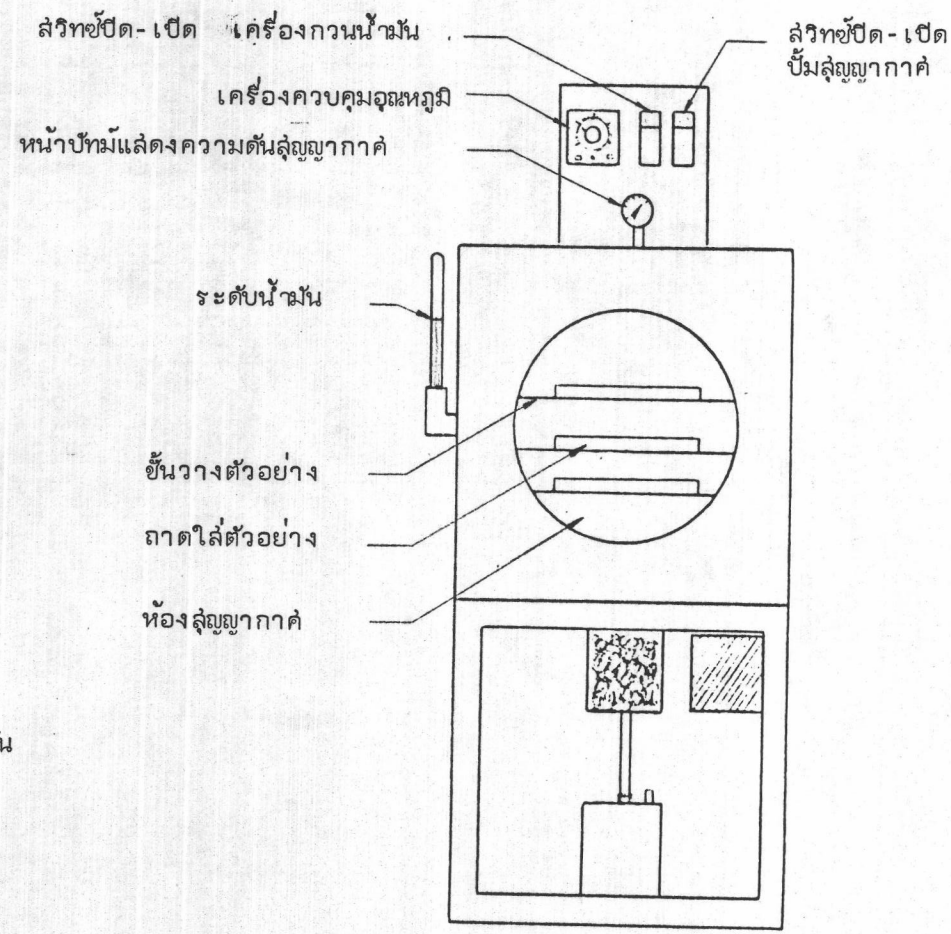
3.3.3.1 ความหนาของตัวอย่าง

เนื่องจากวัดความหนาของตัวอย่างได้ยาก ดังนั้นจะแปรค่าความหนาเป็นน้ำหนักตัวอย่าง/พื้นที่ผิวของแผ่นที่ทำแห้ง โดยศึกษาตั้งแต่ 0.68, 1.13 ถึง 2.04 ก.ก./ม^2 ทั้งนี้เพราะความหนา 0.68 ก.ก./ม^2 เป็นปริมาณต่ำสุดที่ทำให้เกลี่ยได้ทั่วแผ่นที่ทำแห้ง และถ้าความหนามากกว่า 2.04 ก.ก./ม^2 ทำให้อัตราการทำแห้งช้าเกินไป

สำหรับตัวแปรอื่นกำหนดให้คงที่คือ

- ปริมาณของแข็งในตัวอย่างก่อนทำแห้ง 17% เพราะให้ความหนืดพอดีต่อการเกลี่ยตัวอย่างบนแผ่นที่ทำแห้ง





รูปที่ 3.4 Vacuum drying

- อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง 30 °ซ. พิจารณาจากผลงานที่มีผู้ศึกษาไว้ (10)

- อุณหภูมิของกะทะเลือกอุณหภูมิสูงคือ 210 °ซ. เพราะให้อัตราการทำแห้งเร็วโดยไม่เกิดการไหม้

ติดตามอัตราการทำแห้งโดยหาความชื้นที่ช่วงเวลาต่างกัน โดยใช้ Collax moisture meter (ภาคผนวก ข.)

<u>วิธีปฏิบัติ</u> นำตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (30 °ซ.) เกลี่ยบนแผ่นที่ทำแห้ง ให้ได้ความหนาที่ต้องการ ปรับอุณหภูมิของกะทะให้ได้ 210 °ซ. วางตัวอย่างบนกะทะ และนำมาหาความชื้นที่ช่วงเวลาของการทำแห้งต่างกัน

3.3.3.2 <u>อุณหภูมิของกะทะ</u>

แปรค่าอุณหภูมิของกะทะเป็น 120, 150, 180 และ 210 °ซ. เพราะต้องการใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิที่น้ำระเหยได้ในสภาพปกติคือ 100 °ซ. ส่วนอุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 210 °ซ. เพราะอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไหม้ได้

สำหรับตัวแปรอื่นกำหนดให้คงที่คือ

- ปริมาณของแข็งในตัวอย่างก่อนทำแห้ง 17%
- อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง 30 °ซ.

} เหตุผลเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.3.3.1

- ความหนาของตัวอย่างบนแผ่นที่ทำแห้ง 1.13 ก.ก./ม^2 ใช้ค่าที่สรุปผลได้จากหัวข้อ 3.3.3.1

ติดตามอัตราการทำแห้ง โดยหาความชื้นที่ ช่วงเวลาของการทำแห้งต่างกัน

<u>วิธีปฏิบัติ</u> นำตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เกลี่ยบนแผ่นที่ทำแห้งด้วยความหนา 1.13 ก.ก./ม^2 ปรับอุณหภูมิของกะทะให้ได้ตามต้องการ วางตัวอย่างบนกะทะและนำมาหาความชื้นที่ช่วงเวลาของการทำแห้งต่างกัน

3.3.3.3 ตรวจสภาวะในการทำแห้งแบบ Pan drying โดยใช้เตาถ่านแทนกะทะไฟฟ้า

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารเสริม โดยเน้นการนำไปใช้งานในชนบท ดังนั้นจึงนำสภาวะในการทำแห้งที่สรุปได้จากหัวข้อ 3.3.3.1 และ 3.3.3.2 ทดลองทำแห้งโดยใช้เตาถ่าน ซึ่งเป็นเครื่องมือในการทำแห้งที่ชาวบ้านคุ้นเคย มีราคาถูกโดยหาปริมาณถ่าน/1 เตา ที่ให้อุณหภูมิเหมาะสมต่อการทำแห้งก่อน แล้วทดลองหาเวลาที่ใช้ในการทำแห้งและความชื้นของผลิตภัณฑ์แห้ง

เครื่องมือในการทำแห้ง

- เตาอั้งโล่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 24 ซ.ม.
  เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 34 ซ.ม.
- กะทะแบนรูปกลมทำด้วยเหล็กหล่อ เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 36 ซ.ม.
- แผ่นอลูมิเนียมสำหรับเกลี่ยอาหาร รูปกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 34 ซ.ม. ความหนา 1.05 ม.ม.

วิธีปฏิบัติ แปรค่าปริมาณถ่าน/1 เตา เป็น 1.4, 0.8 และ 0.5 ก.ก. ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะปริมาณถ่าน 1.4 ก.ก. เป็นปริมาณถ่านสูงสุดสำหรับขนาดเตาที่ใช้ วัดอุณหภูมิที่ผิวหน้าของกะทะซึ่งตั้งอยู่บนเตาโดยใช้ Potentiometer เลือกปริมาณถ่าน/1 เตา ที่ให้อุณหภูมิในช่วงที่คงที่เหมาะสมต่อการทำแห้ง ซึ่งอยู่ในช่วง 180 - 210 °ซ. จากผลสรุปที่ได้จากหัวข้อ 3.3.3.2 แล้วทดลองทำแห้งโดยนำตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เกลี่ยบนแผ่นอลูมิเนียมด้วยความหนา 1.13 ก.ก./ม^2 ดังผลสรุปที่ได้จากหัวข้อ 3.3.3.1 เมื่อผิวหน้าของกะทะเริ่มมีอุณหภูมิคงที่ วางตัวอย่างบนกะทะ เริ่มจับเวลาเมื่อตัวอย่างแห้งทั่วกันหมด บันทึกเวลาที่ใช้ในการทำแห้งและหาความชื้นของผลิตภัณฑ์แห้ง

3.3.4 กระบวนการทำแห้งแบบ Vacuum drying

ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบ Vacuum drying เลือกศึกษาตัวแปรที่สำคัญที่ได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 2.2.2.3

3.3.4.1 ความหนาของตัวอย่าง

โดยทั่วไป Vacuum dryer ที่มีขนาดของชั้น = 1.5 x 2.0 $ม^2$ ความหนาของตัวอย่างบนถาดของการทำแห้งจะอยู่ในช่วง 10 - 35 $ก.ก./ม^2$ ของถาดที่ทำแห้ง (31) ซึ่งเมื่อเทียบกับ Vacuum dryer ที่ใช้ในงานวิจัยนี้โดยมีขนาดของชั้น = 0.375 x 0.345 $ม^2$ ความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้งควรอยู่ในช่วง 0.43 - 1.51 $ก.ก./ม^2$ ของถาด ดังนั้นเพื่อหาความหนาที่เหมาะสมในการทำแห้งจะแปรค่าความหนาของตัวอย่างบนถาดที่ทำแห้งเป็น 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 และ 2.4 $ก.ก./ม^2$

สำหรับตัวแปรอื่นกำหนดให้คงที่คือ

- ปริมาณของแข็งในตัวอย่างก่อนทำแห้ง 17% เหตุผลเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.3.3.1

- อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง 30 °ซ. เพราะเป็นอุณหภูมิห้องให้ความสะดวกในการเตรียมตัวอย่าง

- ค่าสุญญากาศของเครื่อง 27 - 28 นิ้วปรอท เพราะเป็นปริมาณสูงสุดของเครื่อง

- อุณหภูมิของ Vacuum chamber 80 °ซ. เนื่องจากต้องการใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิที่น้ำระเหยได้ในสภาพปกติคือ 100 °ซ. และอุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้น้ำระเหยในสภาพสุญญากาศดังกล่าวคือ 40 - 50 °ซ. ดังนั้นอุณหภูมิที่เลือกใช้ควรอยู่ระหว่าง 50 - 100 °ซ.

ติดตามอัตราการทำแห้ง โดยหาความชื้นที่ช่วงเวลาต่างกัน

วิธีปฏิบัติ นำตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เกลี่ยบนถาดที่ทำแห้งให้ได้ความหนาที่ต้องการ ปรับอุณหภูมิน้ำมันและอุณหภูมิภายใน Vacuum

chamber ให้ได้ 80 °ซ. แล้วใส่ตัวอย่างใน Vacuum chamber ปิดฝาให้สนิท เปิด Vacuum pump หลังจากสุญญากาศสูงถึง 27 นิ้วปรอท เริ่มบันทึกเวลาในการทำแห้งและหาความชื้นที่ช่วงเวลาต่างกัน

3.3.4.2 <u>อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง</u>

แปรค่าอุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง 2 ระดับ คือ อุณหภูมิหลังต้มสุกแล้วเกลี่ยบนถาดทันที (~ 60 °ซ.) กับหลังต้มสุกแล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (~30 °ซ.)

สำหรับตัวแปรอื่นกำหนดให้คงที่คือ

- ปริมาณของแข็งในตัวอย่างก่อนทำแห้ง 17%
- ค่าสุญญากาศของเครื่อง 27 - 28 นิ้วปรอท
- อุณหภูมิของ Vacuum chamber 80 °ซ.

} เหตุผลเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.3.4.1

- ความหนาของตัวอย่าง 1.6 ก.ก./ม^2 ใช้ค่าที่สรุปผลจากหัวข้อ 3.3.4.1

ติดตามอัตราการทำแห้ง โดยหาความชื้นที่ช่วงเวลาต่างกัน

<u>วิธีปฏิบัติ</u> นำตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่องให้ได้ตามต้องการ เกลี่ยบนถาดที่ทำแห้งให้ได้ความหนา 1.6 ก.ก./ม^2 ปรับอุณหภูมิน้ำมันและอุณหภูมิภายใน Vacuum chamber ให้ได้ 80 °ซ. แล้วใส่ตัวอย่างใน Vacuum chamber ปิดฝาให้สนิท เปิด Vacuum pump หลังจากสุญญากาศสูงถึง 27 นิ้วปรอท เริ่มบันทึกเวลาในการทำแห้งและหาความชื้นที่ช่วงเวลาต่างกัน

3.3.4.3 <u>ค่าสุญญากาศของเครื่อง</u>

แปรค่าสุญญากาศของเครื่องให้อยู่ในช่วง 27 - 28, 25 - 26 และ 20 - 21 นิ้วปรอท ทั้งนี้เพราะสุญญากาศ 27 - 28 นิ้วปรอท เป็นปริมาณสูงสุดของเครื่อง ส่วนสุญญากาศที่ต่ำกว่า 20 - 21 นิ้วปรอท อัตราการทำแห้งช้ามาก

สำหรับตัวแปรอื่นกำหนดให้คงที่คือ

- ปริมาณของแข็งในตัวอย่างก่อนทำแห้ง 17% } เหตุผลเช่นเดียวกับ
- อุณหภูมิของ Vacuum chamber 80 °ซ. } หัวข้อ 3.3.4.1
- ความหนาของตัวอย่าง 1.6 ก.ก./ม^2 ได้จากหัวข้อ 3.3.4.1
- อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง 30 °ซ. ได้จากหัวข้อ 3.3.4.2

ติดตามอัตราการทำแห้งโดยหาความชื้นที่ช่วงเวลาต่างกัน และหาปริมาณร้อยละของผลิตภัณฑ์แห้ง (% Yield)

<u>วิธีปฏิบัติ</u> นำตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เกลี่ยบนถาดที่ทำแห้งให้ได้ความหนา 1.6 ก.ก./ม^2 ปรับอุณหภูมิน้ำมันและอุณหภูมิภายใน Vacuum chamber ให้ได้ 80 °ซ. นำตัวอย่างใส่ใน Vacuum chamber ปิดฝาให้สนิท เปิด Vacuum pump เมื่อสุญญากาศได้ตามต้องการ (27 - 28, 25 - 26 หรือ 20 - 21 นิ้วปรอท ในการทดลองแต่ละครั้ง) เริ่มบันทึกเวลาแล้วหาความชื้นที่ช่วงเวลาต่างกัน และบันทึกปริมาณผลิตภัณฑ์แห้งที่มีความชื้นต่ำกว่า 8%

3.3.4.4 <u>อุณหภูมิของ Vacuum chamber</u>

แปรค่าอุณหภูมิของ Vacuum chamber เป็น 60, 70, 80, 90 และ 100 °ซ. ดังเหตุผลที่ได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 3.3.4.1

สำหรับตัวแปรอื่นกำหนดให้คงที่คือ

- ปริมาณของแข็งในตัวอย่างก่อนทำแห้ง 17% เหตุผลเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.3.4.1
- ความหนาของตัวอย่าง 1.6 ก.ก./ม^2 ได้จากหัวข้อ 3.3.4.1
- อุณหภูมิของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง 30 °ซ. ได้จากหัวข้อ 3.3.4.2
- ค่าสุญญากาศของเครื่อง 27 - 28 นิ้วปรอท ได้จากหัวข้อ 3.3.4.3

ติดตามอัตราการทำแห้งโดยหาความชื้นที่ช่วงเวลาต่างกัน และประเมินการสูญเสียคุณค่าทางอาหารโดยติดตามปริมาณไทอะมิน (วิตามินบี 1) ของผลิตภัณฑ์หลังการทำแห้ง

วิธีปฏิบัติ นำตัวอย่างที่ผ่านการต้มสุกและปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เกลี่ยบนถาดให้ได้ความหนา 1.6 ก.ก./ม^2 ปรับอุณหภูมิน้ำมันและอุณหภูมิภายใน Vacuum chamber ให้ได้ตามต้องการ แล้วใส่ตัวอย่างใน Vacuum chamber ปิดฝาให้สนิท เปิด Vacuum pump หลังจากสุญญากาศสูงถึง 27 นิ้วปรอท เริ่มบันทึกเวลา และหาความชื้นที่ช่วงเวลาต่างกัน จากนั้นเตรียมผลิตภัณฑ์แห้งความชื้น 5% เพราะเป็นความชื้นที่เหมาะสมของอาหารเสริม วิเคราะห์หาปริมาณไทอะมิน (วิตามินบี 1) โดยใช้ Thiochrome method ดังวิธีการทดสอบในภาคผนวก ค.

3.3.5 ประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

เนื่องจากลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของอาหารเสริมในการป้อนเด็กวัย 3 เดือน ถึง 1 ขวบ จึงประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการต้มสุกและทำแห้งทั้งโดยวิธี Pan drying และ Vacuum drying เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เดิม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกหัด และให้ผู้ทดสอบสังเกตลักษณะลำกลืนและการพองตัวของเม็ดแป้ง ซึ่งมีผลต่อการระคายคอ ดังแสดงในแบบสอบถาม ก.3 (ภาคผนวก ก.)

3.3.6 ตรวจสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์

ด้วยผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงได้จากงานวิจัยนี้ต้องการนำไปใช้ในระดับหมู่บ้าน จึงทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์กับแม่ที่มีลูกอยู่ในช่วงอายุ 3 เดือน ถึง 1 ขวบ ในหมู่บ้านหนองไฮ โดยถามความเห็นเกี่ยวกับลักษณะการใช้ และความชอบเปรียบเทียบกับอาหารเสริมแบบเดิม ดังแสดงในแบบสอบถาม ก.4 (ภาคผนวก ก.)

3.3.7 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ คำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ในชนบทเป็นสำคัญ ดังนั้นสภาวะการเก็บจึงเน้นให้คล้ายคลึงกับสภาพความเป็นอยู่ในชนบทให้มากที่สุด คือเก็บในตู้กับข้าวและในกล่องพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง สำหรับภาชนะบรรจุเลือกใช้ถุงพลาสติก เพราะมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย โดยชนิดของถุงพลาสติกที่เลือกศึกษาคือ Polypropylene ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่าถุงร้อน ทั้งนี้เพราะ Polypropylene มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมเข้าออกของน้ำและก๊าซออกซิเจน การซึมของไขมันได้ดี

สำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารในระหว่างการเก็บ จะตรวจสอบผลิตภัณฑ์เมื่อเริ่มเก็บและทุก ๆ ระยะเวลา 1 เดือน โดยตรวจสอบดังนี้

1. การสูญเสียคุณค่าทางอาหาร ติดตามปริมาณวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) โดยใช้ Thiochrome method (45,46) โดยวัดปริมาณ Fluorescence ของสาร Thiochrome ซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของ Thiamine กับ Alkali ferricyanide ดังวิธีการทดสอบในภาคผนวก ค.

2. การเปลี่ยนแปลงสี ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสี โดยใช้เอทธิลอัลกอฮอล์ 50% สกัดสีจากตัวอย่างตามวิธีการของ Nip (47) แล้ววัดสภาพการดูดกลืนแสง ดังวิธีการทดสอบในภาคผนวก ค.

3. ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ตรวจสอบกลิ่นหืน โดยกลั่นมาโลนัลดีไฮด์ออกจากตัวอย่างและทำปฏิกิริยากับ 2-thiobarbituric acid เพื่อหาค่า TBA ตามวิธีการของ Tarladgis (48) ดังวิธีการทดสอบในภาคผนวก ค.

4. ประเมินลักษณะสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ เพื่อพิจารณาการยอมรับในด้านสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้บริโภค เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจสอบปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลและปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในข้อ 2 และ 3 โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกหัด 7 คน และพิจารณาสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เมื่อเริ่มต้นเก็บดังแสดงในแบบสอบถาม ก.5 (ภาคผนวก ก.)

5. ปริมาณความชื้น โดยใช้ Collax moisture meter

6. ปริมาณแบคทีเรีย โดยใช้ Total plate count เพื่อพิจารณาปริมาณแบคทีเรียต่อตัวอย่างอาหารจำนวน 1 กรัม ดังวิธีการทดสอบในภาคผนวก ค.

3.4 <u>การปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยเพิ่มชนิดของวัตถุดิบ</u>

โดยอาศัยหลักการที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.2.3 ปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ให้ครบทั้งพลังงาน โปรตีน กรดอะมิโนที่จำเป็น ไขมัน กรดไลโนลีอิค เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และฟอสฟอรัส โดยเพิ่ม

ชนิดของวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งกลุ่มของวัตถุดิบที่นำมาเพิ่มพิจารณาจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่นเป็นหลัก ได้แก่ ผักสด ผลไม้สุก เนื้อสัตว์ และไข่ ยกเว้นธัญพืชกับไขมันเพราะมีอยู่ในวัตถุดิบเดิม สำหรับผักและผลไม้มีจำนวนมาก ดังนั้นเลือกศึกษาเฉพาะที่มีวิตามินเอ ให้รสชาติเหมาะสมแก่อาหารเสริม เช่น ไม่เผ็ด ไม่เปรี้ยว และไม่ขม ผลิตได้ตลอดทั้งปีและปริมาณผลผลิตสูง โดยใช้ข้อมูลในตารางที่ 2.6 ประกอบการพิจารณา ส่วนเนื้อสัตว์เลือกศึกษาเฉพาะเนื้อไก่ เนื้อหมู และเนื้อปลา เพราะชาวบ้านนิยมเลี้ยงไว้เป็นอาหาร และเลือกศึกษาไข่ไก่กับไข่เป็ดเพราะเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น

ในการหาสูตรอาหารที่มีการเพิ่มชนิดของวัตถุดิบ พิจารณาวัตถุดิบทีละ 1 ชนิด ร่วมกับวัตถุดิบเดิม ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่แม่บ้านในการเตรียมอาหารเสริมเหล่านี้ เตรียมส่วนผสมของวัตถุดิบเดิมได้ล่วงหน้า แล้วนำผสมกับวัตถุดิบที่เลือกได้ต่อไป

3.4.1 <u>การศึกษาสูตรอาหารโดยใช้ Linear programme</u>

ได้ใช้ Package programme กับเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM ชนิด 370/138 ที่สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเตรียมข้อมูลดังนี้คือ

1. ราคาและส่วนประกอบสารอาหารของวัตถุดิบที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ ง. 1 (ภาคผนวก ง.)

2. มาตรฐานอาหารเสริมสำหรับเด็ก ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 54 (2523) เฉพาะสารอาหารที่ต้องการพิจารณา ดังแสดงในตารางที่ 2.1

3. สมการของสารอาหารแต่ละชนิดที่ใช้ (Nutritional constraints) ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ ง.2, ง.3 และ ง.4 (ภาคผนวก ง.) เปลี่ยนสมการของสารอาหารให้อยู่ในรูปที่จะใช้กับ Linear programme โดยเติม Slack, Surplus และ Artificial variables โดยมีหลักดังนี้

- ถ้า constraint ใดมีเครื่องหมาย "มากกว่าหรือเท่ากับ ($\geq$)" ให้เติม -S (Surplus) และ R (Artificial variables)

- ถ้า Constraint ใด มีเครื่องหมาย "เท่ากับ" ให้เติม R (Artificial variables)

- ถ้า Constraint ใดมีเครื่องหมาย "น้อยกว่าหรือเท่ากับ ($\leq$)" ให้เติม S (Slack)

- ใน Objective function ให้เติม MR เท่ากับจำนวน R ที่เติมเข้าไปใน Constraint ทั้งหมด โดย M มีค่าเท่ากับ 10^6

4. เขียนสมการที่ได้จากข้อ 3 ให้อยู่ในรูปของ Matrix ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ ง.5 (ภาคผนวก ง.)

5. เตรียม Data cards ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ ง.6 (ภาคผนวก ง.) โดยค่าต่าง ๆ ใน Input data card มีดังนี้

Data ชุดที่ 1 มีตัวแปร 4 ตัว

- MAXMIN คือระหัสซึ่งจะบอกให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทราบว่า ปัญหาที่จะแก้นี้เป็น Maxmization หรือ Minimization

- M คือ จำนวน Constraint ทั้งหมดหรือจำนวนแถวของ Matrix

- N คือ จำนวน Variables, Slacks, Artificials และ Constants ทางด้านขวามือของ Constraints หรือคือ จำนวน Column ของ Matrix

- NARTFL คือจำนวน Artificials ทั้งหมดซึ่งใช้ในการแก้ปัญหานี้

ค่าทั้ง 4 นี้ อยู่ในบัตรใบเดียวกัน และเรียงตามลำดับข้างต้น และเป็นเลขจำนวนเต็มไม่มีจุดทศนิยมและเครื่องหมาย แต่ละค่ามีความยาว 5 หลัก ต้องเจาะ Data ชิดทางขวาของ Field เสมอ มิฉะนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะรับ Blank ส่วนที่เหลือเป็นศูนย์ ทำให้ค่า Data ผิดพลาด

Data ชุดที่ 2 คือค่า Elements แต่ละตัวของ Matrix เรียงจากซ้ายไปขวา และจากแถวที่ 1 จนถึงแถวสุดท้าย โดยแต่ละบัตรมีได้ไม่เกิน 8 ค่า ๆ ละ 10 หลัก เป็นตัวเลขมีทศนิยม 2 หลัก แต่อาจจะเจาะหรือไม่เจาะจุดทศนิยมก็ได้ เช่น ค่า 125.00 อาจเจาะเป็น | | | | | | | | | | 12500 หรือเจาะเป็น | | | | | | | | 125.00 โดยอยู่ในช่วงใดก็ได้ใน 10 Column

Data ชุดที่ 3 คือค่า Subscripts ของ Column ที่เป็น Basic solution (Column ที่เป็น Basic solution คือ Column ที่นำมาเรียงกันเป็น Identity matrix คือมีเลข 1 อยู่ตามเส้นทแยงมุม ส่วนตัวอื่นเป็น 0) โดยในแต่ละบัตรมีได้ไม่เกิน 16 ค่า ๆ ละ 5 หลัก เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม ไม่มีทศนิยม เจาะ data เช่นเดียวกับชุดที่ 1

Data ชุดที่ 4 คือค่าสัมประสิทธิ์ใน Objective equation โดยแต่ละบัตรมีได้ไม่เกิน 8 ค่า ๆ ละ 10 Column เป็นตัวเลขมีทศนิยม 2 หลัก เจาะ Data เช่นเดียวกับชุดที่ 2

จำนวน Data card ในชุดที่ 2, 3, 4 ขึ้นอยู่กับจำนวน Variables และ Constraints ของแต่ละปัญหา

เนื่องจาก Programme ของเรื่องนี้ได้มี Package ไว้แล้วในเครื่องคอมพิวเตอร์ ของสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ ในระบบ DOS/OS ดังนั้นการใช้งานจึงเพียงแต่เจาะ Data card และจัด JCL ดังต่อไปนี้ ก็จะสามารถสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ Execute งานได้ตามต้องการ

ลำดับที่	รายการใน JCL
1	* $$ JOB JNM=XXXXXXXX,CLASS=N
2	// JOB XXXXXXXX
3	// EXEC CHUSIMP
4	Data card
5	/*
6	/S
7	* $$ EOJ

แต่ในปัจจุบัน สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ฯ ได้เปลี่ยนระบบการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ จากระบบ DOS/OS เป็น OS/VS1 ดังนั้นการใช้งานจะต้องจัด JCL ใหม่ดังนี้

ลำดับที่	รายการใน JCL	
1	/ID LP-PROG	$000,000,999,999
2	/INCLUDE LP.PROG	
3	/DATA	
4	Data card	
5	/END	

พิจารณา Optimal solution ได้จากส่วนท้ายสุดของ Output listing ส่วน Iteration No.1 ให้เห็นถึงค่าต่าง ๆ ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ Package programme รับมาจาก Input data cards เป็นการตรวจสอบว่าเจาะ Data ถูกต้องหรือไม่

3.4.2 การพิจารณาเลือกสูตรอาหาร

ในการเลือกสูตรอาหารมีหลักในการพิจารณาคือ ราคาถูก คุณค่าทางอาหารที่ต้องการต้องได้ครบตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 54 (2523) ปริมาณแคลอรีสูงพอต่อการบริโภคใน 1 วัน และคุณภาพของอาหารในด้านสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับ ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรอาหารที่ให้ปริมาณโปรตีน กรดอะมิโนที่จำเป็น ไขมัน กรดไลโนลีอิก เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และฟอสฟอรัส ต่อจำนวนอาหารที่ให้แรงงาน 100 กิโลแคลอรี่ ครบตามมาตรฐานที่ระบุไว้ในตารางที่ 2.1 และให้ปริมาณแคลอรี่ต่อจำนวนอาหาร 100 กรัม มากกว่า 200 กิโลแคลอรี่ แล้วนำสูตรอาหารที่ผ่านการคัดเลือก ประเมินลักษณะ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสกับแม่ของเด็กในหมู่บ้านหนองไฮ จังหวัดอุบลราชธานี โดยถามความชอบในด้านสี กลิ่น รส และความเหมาะสมของเนื้ออาหารในการป้อนเด็กวัย 3 เดือน ถึง 1 ขวบ ดังรายละเอียดที่แสดงในแบบสอบถาม ก.6 (ภาคผนวก ก.)