

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

3.1.1 วัตถุดิบ

ไข่ขาวผง ของบริษัทผลิตภัณฑ์ไข่แปดรีว จำกัด เป็นผงละเอียดสีครีม
ไม่ติดความชื้น

โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ (Hyfoama DSN)
ของบริษัท Quest International จำกัด เป็นผงละเอียด
สีเหลืองอ่อน

โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์
(Vegafoom D) ของบริษัท Lucas Meyer จำกัด เป็น
ผงละเอียดสีน้ำตาลอ่อน

น้ำตาลไอซิ่ง เตรียมโดยบดจากน้ำตาลทรายขาว

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

กลูโคสไซรัป ของบริษัทประเสริฐชัย จำกัด มีค่า DE = 42

มอลโทเด็กซ์ทริน ของบริษัท Goodman Fielder Industries จำกัด
มีค่า DE = 17

ซอร์บิทอล มี purity 70% ของบริษัท Cerestar จำกัด

น้ำกรอง

ไขมันปาล์มจากเมล็ดปาล์มผ่านกรรมวิธี (Refined hydrogenated
palm kernel fat) ของบริษัท Croklaan จำกัด

จุดหลอมเหลว = 37°C

เลซิทินชนิดเหลว (Fluid soy lecithin)

ของบริษัท Central Soya จำกัด

ถั่วลิสงคั่ว เตรียมโดยคั่วถั่วลิสง 30 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 160°C
เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และมี % ความชื้น เท่ากับ 2.77

3.1.2 สารเคมี

Petroleum ether (A.R.)

Chloroform (A.R.)

Acetic acid (A.R.)

Potassium iodide (A.R.)

Starch (A.R.)

Sodium thiosulfate-5-hydrate (A.R.)

Barium chloride (A.R.)

Liquid paraffin (B.P.)

3.1.3 ภาชนะบรรจุ

กระดาษไข ตัดขนาด 5x8 ตารางเซนติเมตร

Aluminum foil/paper ตัดขนาด 5x8 ตารางเซนติเมตร ได้รับ

ความอนุเคราะห์จากบริษัทเอเชียจัมโบ้อินดัสตรี จำกัด

กล่องกระดาษ ขนาด 7x15.5 ตารางเซนติเมตร ความสูง 2
เซนติเมตร

ฟิล์มชนิด Polyvinyl chloride (PVC) ขนาด 11x20 ตาราง
เซนติเมตร

3.2 อุปกรณ์

เครื่องผสมและหัวตีรูปตะกร้อ (Kitchen Aid Model K5SS)

เครื่องชั่งหยาบ (Mettler PJ3000)

Water bath (Memmert Model W350T)

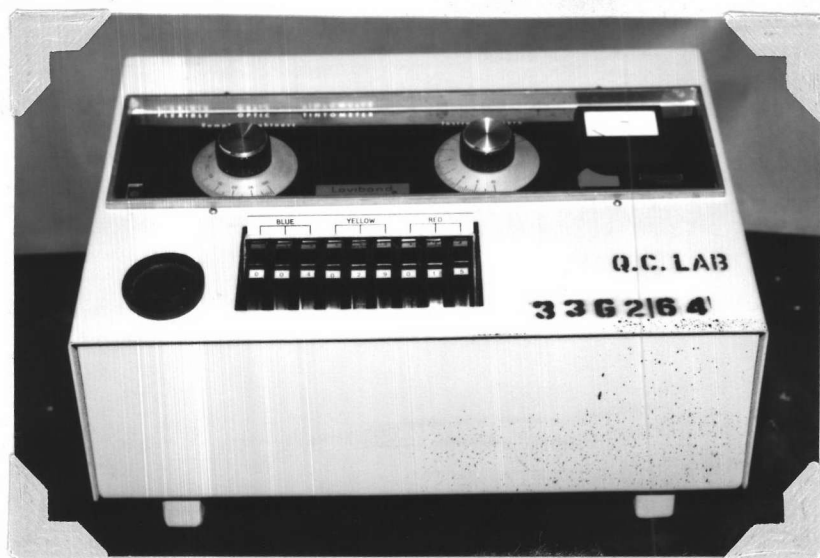
หม้อเคียวสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร

Hot plate (Thermolyne Cimarec3)

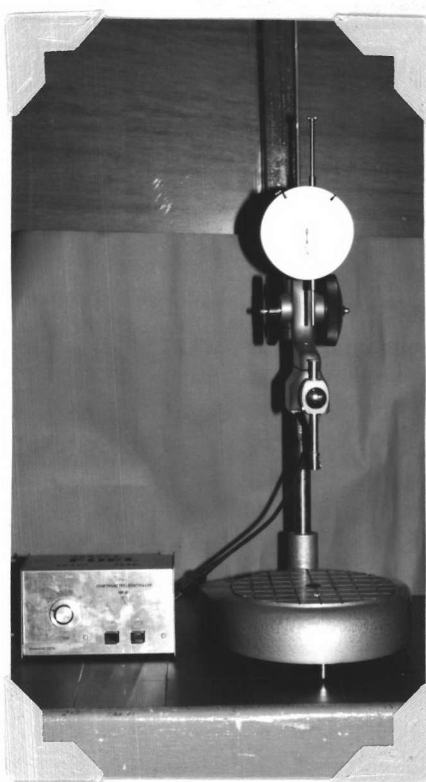
Stirrer และเครื่องปรับความเร็วรอบอินตักซ์นอเตอร์ (Novem Inverter
NSX-SERIES)



รูปที่ 3.1 เครื่อง Texturometer (Mainframe Model T2001)



รูปที่ 3.2 เครื่องมือวัดสี (Lovibond AF751)



รูปที่ 3.3 เครื่อง Universal penetrometer with
setametric penetrometer controller
(Seta 17190-0)

ภาตสเลนเลส ขนาด 25x25 ตารางเซนติเมตร ความหนา 1.5 เซนติเมตร

เครื่องคั่วถั่ว แบบ Rotary ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท

เอเชียจัมโบ้อินดัสตรี จำกัด

Cooling tunnel ที่อุณหภูมิ 20 °C ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท

เอเชียจัมโบ้อินดัสตรี จำกัด

เครื่องบดผงนิกฤงพลาสติคด้วยความร้อน (Sea Master Model No.18)

ตู้อบ (Memmert) ที่อุณหภูมิ 100 °C

Texturometer (Mainframe Model T2001 พร้อมหัวตัด)

เครื่องมือวัดสี (Lovibond AF751)

Universal penetrometer with setametric penetrometer
controller (Seta 17190-0)

ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet Apparatus)

เครื่องชั่งละเอียด (Mettler AE200)

a_w Meter ของ Wert-Messer (a_w -Value Analyzer Model 5803)

3.3 วิธีทดลอง

3.3.1 ศึกษาชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู เวลาที่ใช้ในการตีให้ขึ้นฟู อุณหภูมิในการให้ความร้อนกับสารที่ตีให้ขึ้นฟู ปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนที่ได้ต่อไขมัน

ศึกษาโดยใช้เครื่องผสม Kitchen Aid Model K55S พร้อมหัวตีรูปตะกร้อ ใช้น้ำ 3 ส่วน ต่อ สารที่ตีให้ขึ้นฟู (โปรตีนจากไข่ขาว, โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ หรือ โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์) 1 ส่วน โดยน้ำหนัก (Stock, n.d.; Lees และ Jackson, 1973) โดยทำการทดลองดังนี้

3.3.1.1 แปรชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟู 3 ชนิด คือ โปรตีนจากไข่ขาว, โปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนนมด้วยเอนไซม์ และโปรตีนที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนถั่วเหลืองด้วยเอนไซม์ และเวลาในการตีสารที่ตีให้ขึ้นฟูที่อุณหภูมิห้องมี 3 ระดับ คือ 5, 10 และ

15 นาที วัดปริมาตรของโฟมโปรตีนชนิดต่างๆที่เวลา 5, 10 และ 15 นาที โดยวัดเป็น % overrun (Phillips, Haque และ Kinsella, 1987 ตั้งรายละเอียดในภาคผนวก ก) และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนชนิดต่างๆที่เวลา 5, 10 และ 15 นาที โดยจับเวลาที่ใช้ในการทำให้ น้ำหนักโฟมลดลง 50 % (Kuehler และ Stine, 1974 ตั้งรายละเอียดในภาคผนวก ก) วางแผนการทดลองแบบ Factorial Completely Randomized ขนาด 3x3 และทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป STATGRAPHICS Version 5.0 (Graphic Software System, Inc.) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1957) เลือกเวลาในการตีให้ขึ้นฟูที่ให้โฟมที่มี % overrun และเสถียรภาพสูงสุดของโปรตีนแต่ละชนิด

3.3.1.2 แปรอุณหภูมิในการให้ความร้อนกับสารที่ตีให้ขึ้นฟูชนิดต่างๆ 4 ระดับ คือ 90, 100, 110 และ 120°C โดยให้ความร้อนใน water bath เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปตีให้ขึ้นฟูโดยใช้เวลาในการตีให้ขึ้นฟูที่เลือกจากข้อ 3.3.1.1 วัดปริมาตรของโฟมโปรตีนชนิดต่างๆโดยวัดเป็น % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนชนิดต่างๆโดยจับเวลาที่ใช้ในการทำให้ น้ำหนักโฟมลดลง 50 % วางแผนการทดลองแบบ Factorial Completely Randomized ขนาด 3x4 และทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป STATGRAPHICS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เลือกชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูที่อุณหภูมิในการให้ความร้อนกับสารที่ตีให้ขึ้นฟูไม่มีผลต่อ % overrun และเสถียรภาพของโฟมโปรตีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3.1.3 แปรปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง 3 ระดับ คือ 5, 5.5 และ 6 เท่า โดยน้ำหนักของปริมาณสารที่ตีให้ขึ้นฟู ใช้เวลาในการตีให้ขึ้นฟูที่เลือกจากข้อ 3.3.1.1 และชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูที่เลือกจากข้อ 3.3.1.2 วัดปริมาตรของโฟมโปรตีนชนิดต่างๆ โดยวัดเป็น % overrun วางแผนการทดลองแบบ Factorial Completely Randomized ขนาด 3x2 และทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป STATGRAPHICS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เลือกปริมาณน้ำตาลไอซิ่งที่ให้โฟมที่มี % overrun สูงสุด

3.3.1.4 ศึกษาผลของไขมันที่มีต่อความถ่วงจำเพาะและสีของนุกัต เมื่อใช้ชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูต่างกัน โดยนำชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูที่เลือกได้จากข้อ 3.3.1.2 และ ปริมาณน้ำตาลไอซิ่งในข้อ 3.3.1.3 มาตีให้ขึ้นฟูโดยใช้เวลาที่เลือกได้จากข้อ 3.3.1.1 จากนั้น เคี้ยวน้ำเชื่อมที่มีอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป = 1:1.2 จนอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี้ยวน้ำเชื่อม = 128 °C แล้วค่อยๆ เทน้ำเชื่อมที่ได้ลงในโพลีโปรตีน โดยมีสัดส่วนของ ส่วนที่ตีให้ขึ้นฟูกับส่วนของน้ำเชื่อมเคี้ยว เท่ากับ 13.5 : 72.56 (% ของน้ำหนักทั้งหมด) ผสม ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมที่ความเร็วต่ำเบอร์ 3 เติมไขมันปาล์มจากเมล็ดปาล์มผ่านกรรมวิธีใน ปริมาณ 5 % ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด และเลซิตินชนิดเหลว 1 % ของน้ำหนักไขมันปาล์มจาก เมล็ดปาล์มผ่านกรรมวิธีที่ใช้ ผสมที่ความเร็วต่ำ แบ่งตัวอย่างส่วนหนึ่งมาวัดความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ของเนื้อนุกัต (ภาคผนวก ก) และเทส่วนผสมที่ได้ลงในภาตสแตนเลส ให้มีความหนา 1.5 cm แล้วนำเข้า cooling tunnel ที่อุณหภูมิ 20 °C เมื่อนุกัตแข็งนำมาตัด ให้มีขนาดกว้าง 2 cm ยาว 5 cm แบ่งตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งไปวัดค่าสีด้วยเครื่อง Lovibond และหา % ความชื้นตามวิธี A.O.A.C. (1990) ข้อ 925.45D (ภาคผนวก ก) วางแผนการ ทดลองแบบ Completely Randomized และทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Processing System (SPS) (Buhyoff และ Kirk, 1983) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ทดสอบทาง ประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9-Hedonic Scale Test นิจารณาสีของนุกัต การทดสอบ แต่ละครั้งใช้ผู้ทดสอบ 15 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เลือกชนิดของสารที่ตีให้ขึ้นฟูให้โพลีโปรตีนที่มี เสถียรภาพต่อไขมันโดยนิจารณาจากค่าความถ่วงจำเพาะให้อยู่ในช่วง 0.8-0.9

3.3.2 ศึกษาอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป และอุณหภูมิ สุดท้ายของการเคี้ยวน้ำเชื่อมที่เหมาะสม

3.3.2.1 ศึกษาอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป โดยแปรอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทราย ต่อกลูโคสไซรัป 5 ระดับ คือ น้ำตาลทราย : กลูโคสไซรัป = 1:1.2, 1:1.1, 1:1, 1.1:1 และ 1.2:1 (Stock, n.d.; Lees และ Jackson, 1973) โดยเคี้ยวน้ำเชื่อมที่อุณหภูมิ 128 °C เทน้ำเชื่อมที่ได้ลงในโพลีโปรตีนที่

ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.3.1 ทดลอง และวัดความถ่วงจำเพาะเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.4 แล้วแบ่งตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ, สมบัติทางเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนี้

- ค่าแรงตัดด้วยเครื่อง Texturometer
- ค่าสีด้วยเครื่อง Lovibond
- ค่า Firmness ด้วยเครื่อง Universal penetrometer
- % ความชื้นตามวิธี A.O.A.C. (1990) ข้อ 925.45D
- ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9-Hedonic Scale

Test พิจารณาสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของนักต การทดสอบแต่ละครั้งใช้ผู้ทดสอบ 15 คน

สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized และทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เลือกอัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัปที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

3.3.2.2 ศึกษาอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี้ยวน้ำเชื่อม โดยแปรอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี้ยวน้ำเชื่อม 3 ระดับ คือ 128°C , 133°C และ 138°C ซึ่งอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี้ยวน้ำเชื่อม 128°C จะให้เนื้อสัมผัสที่นุ่ม แต่อุณหภูมิสุดท้ายของการเคี้ยวน้ำเชื่อม 138°C จะให้เนื้อสัมผัสที่แข็ง (Stock, n.d.) โดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทราย ต่อกลูโคสไซรัป ที่ได้เลือกไว้จากข้อ 3.3.2.1 เท้าน้ำเชื่อมที่ใส่ลงในโพนโปรตีนที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.3.1 ทดลอง และวัดความถ่วงจำเพาะเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.4 แล้วแบ่งตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ, สมบัติทางเคมี, ทดสอบทางประสาทสัมผัส, วางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูล ตามข้อ 3.3.2.1

3.3.3 ศึกษาปริมาณซอร์บิทอล, ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมกับการผลิต นุกัต และระยะเวลาในการเก็บ

3.3.3.1 ศึกษาปริมาณซอร์บิทอล, ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน และ ระยะเวลาในการเก็บ โดยแปรปริมาณซอร์บิทอล 3 ระดับ คือ 0, 5 และ 10 % ของน้ำหนัก ทั้งหมด, ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 3 ระดับ คือ 0, 3 และ 5 % ของน้ำหนักทั้งหมด นำน้ำหนัก ของซอร์บิทอล และมอลโทเด็กซ์ทรินที่ใช้ในแต่ละระดับ ไปแทนน้ำหนักกลูโคสไซรัปบางส่วน และ ระยะเวลาในการเก็บ 2 ระดับ คือ 0 และ 1 เดือน ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลทราย ต่อกลูโคสไซรัป และอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี้ยวน้ำเชื่อมที่ได้เลือกไว้จากข้อ 3.3.2 เทน้าเชื่อม ที่ได้ลงในโพลีโปรตีนที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.3.1 ทดลอง และวัดความถ่วงจำเพาะ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.4 แล้วแบ่งตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งไปวิเคราะห์ ค่าแรงตัด และ ค่า Firmness ตัวอย่างที่เหลือให้ห่อด้วยกระดาษไข และ Aluminum foil/paper บรรจุลงในกล่องกระดาษ และใช้ฟิล์ม PVC หดแนบกับกล่องกระดาษ เก็บในห้องปรับอากาศ (อุณหภูมิ 20°C และ % ความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 55) เป็นเวลา 1 เดือน แล้วลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ ค่าแรงตัด และ ค่า Firmness วางแผนการทดลองแบบ Factorial Completely Randomized ขนาด 3x3x2 และทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูป STATGRAPHICS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3.3.3.2 ศึกษาปริมาณซอร์บิทอล และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน โดยแปร ปริมาณซอร์บิทอล 3 ระดับ คือ 0, 5 และ 10 % ของน้ำหนักทั้งหมดและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 3 ระดับ คือ 0, 3 และ 5 % ของน้ำหนักทั้งหมด ใช้แทนกลูโคสไซรัปบางส่วน โดยใช้อัตราส่วน โดยน้ำหนักของน้ำตาลทรายต่อกลูโคสไซรัป และอุณหภูมิสุดท้ายของการเคี้ยวน้ำเชื่อมที่ได้เลือกไว้ จากข้อ 3.3.2 เทน้าเชื่อมที่ได้ลงในโพลีโปรตีนที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.3.1 ทดลองและนำ ตัวอย่างนุกัตไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ตามข้อ 3.3.1.4 และทดสอบทาง ประสาทสัมผัส ตามข้อ 3.3.2.1

สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมี วางแผนการทดลองแบบ Factorial Completely Randomized ขนาด 3x3 และทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป STATGRAPHICS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Factorial Randomized Complete Block ขนาด 3x3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป STATGRAPHICS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เลือกปริมาณซอร์บิทอลและปริมาณแอลกอฮอล์ที่เด็กทารกที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

3.3.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บกัก

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บกัก โดยเตรียมตามสูตรและวิธีที่คัดเลือกจากข้อ 3.3.3 แล้วใส่ถั่วลิสงด้วย ห่อด้วยกระดาษไข และ Aluminum foil/paper บรรจุลงในกล่องกระดาษ และใช้ฟิล์ม PVC หดแนบกับกล่องกระดาษ เก็บในห้องปรับอากาศ (อุณหภูมิ 20°C และ % ความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 55) และที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 30°C และ % ความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 65) เป็นเวลา 4 เดือน สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุกสัปดาห์ ติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ โดยนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ, สมบัติทางเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนี้

- ค่าแรงตัด
- ค่าสี
- ค่า Firmness
- % ความชื้น
- Water activity (a_w) ด้วยเครื่อง a_w Meter ของ Wert-Messer
- Peroxide value (meq/kg) ตามวิธี A.O.A.C. (1990)

ข้อ 965.33

- ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9-Hedonic Scale Test พิจารณาสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม

สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมี วางแผนการทดลองแบบ Factorial Completely Randomized ขนาด 2×17 และทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป STATGRAPHICS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Factorial Randomized Complete Block ขนาด 2×17 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป STATGRAPHICS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test