



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาคผนวก ก
ภาพประกอบการวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ ก.1 เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์สกรูเดี่ยว



ภาพที่ ก.2 ลักษณะของลำไยที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำงานวิจัย



ภาพที่ ก.3 ลักษณะของขนมขบเคี้ยวผสมรำใยรูปแบบต่างๆ ในระดับร้อยละ 5

หมายเลข 1 ขนมขบเคี้ยวผสมรำใย FDL

หมายเลข 2 ขนมขบเคี้ยวผสมรำใย HADL

หมายเลข 3 ขนมขบเคี้ยวผสมรำใย FL



ภาพที่ ก.4 ขนมขบเคี้ยวผสมรำใยที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้า (ร้อยละ) : น้ำตาลทราย (ร้อยละ) : รำใย HADL (ร้อยละ)



ภาพที่ ก.5 ขนมอบเคี้ยวผสมลำไยที่มีปริมาณกัวกัม และปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน

สิ่งการทดลองที่ 1 คือ กัวกัม ร้อยละ 9.83 และความชื้นส่วนผสมร้อยละ 13

สิ่งการทดลองที่ 2 คือ กัวกัม ร้อยละ 4.17 และความชื้นส่วนผสม ร้อยละ 13

สิ่งการทดลองที่ 3 คือ กัวกัม ร้อยละ 9 และความชื้นส่วนผสมร้อยละ 15

สิ่งการทดลองที่ 4 คือ กัวกัม ร้อยละ 5 และความชื้นส่วนผสม ร้อยละ 11

สิ่งการทดลองที่ 5 คือ กัวกัม ร้อยละ 7 และความชื้นส่วนผสมร้อยละ 13

สิ่งการทดลองที่ 6 คือ กัวกัม ร้อยละ 7 และความชื้นส่วนผสม ร้อยละ 10.17

สิ่งการทดลองที่ 7 คือ กัวกัม ร้อยละ 7 และความชื้นส่วนผสมร้อยละ 13

สิ่งการทดลองที่ 8 คือ กัวกัม ร้อยละ 7 และความชื้นส่วนผสม ร้อยละ 13

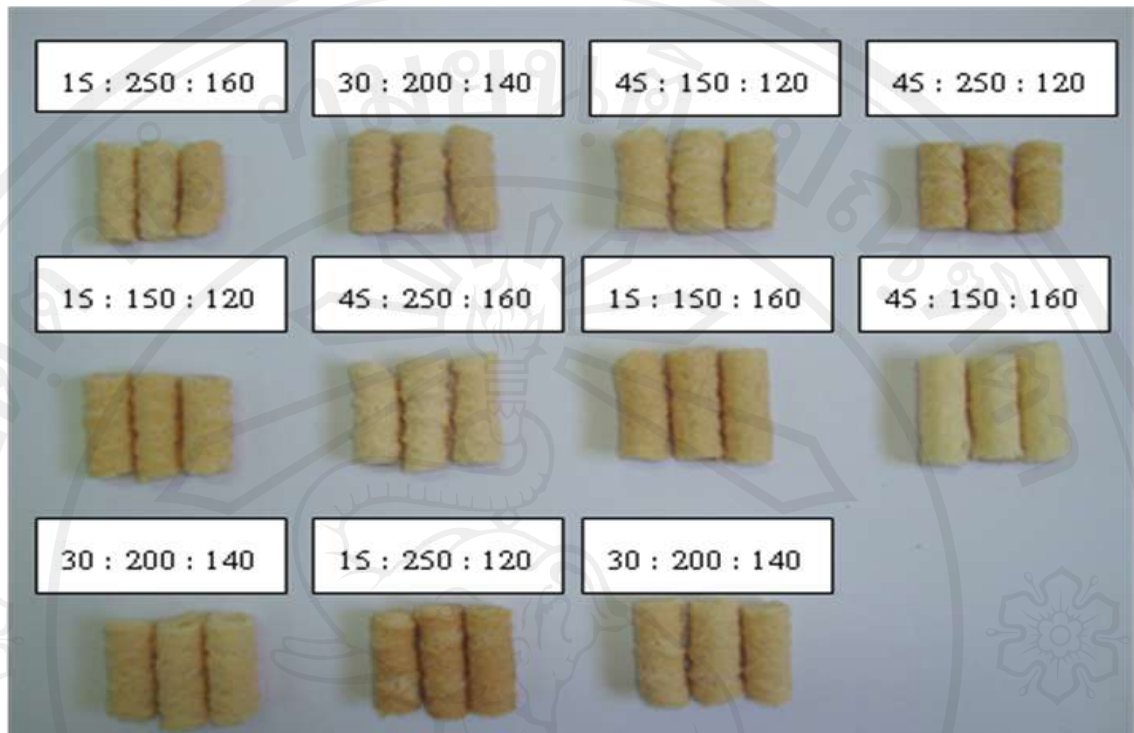
สิ่งการทดลองที่ 9 คือ กัวกัม ร้อยละ 9 และความชื้นส่วนผสม ร้อยละ 11

สิ่งการทดลองที่ 10 คือ กัวกัม ร้อยละ 5 และความชื้นส่วนผสม ร้อยละ 15

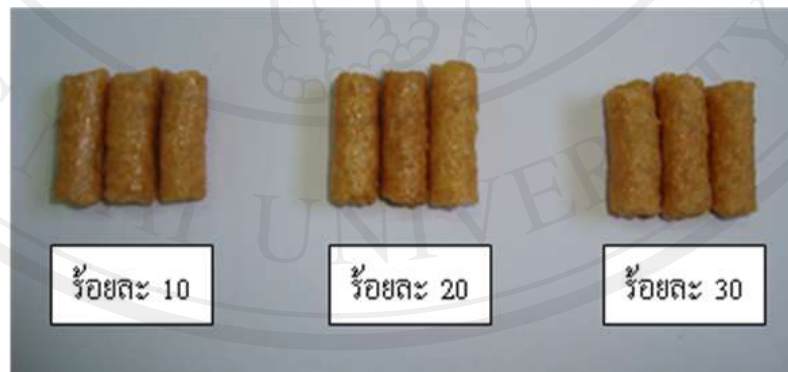
สิ่งการทดลองที่ 11 คือ กัวกัม ร้อยละ 7 และความชื้นส่วนผสม ร้อยละ 13

สิ่งการทดลองที่ 12 คือ กัวกัม ร้อยละ 7 และความชื้นส่วนผสม ร้อยละ 15.83

สิ่งการทดลองที่ 13 คือ กัวกัม ร้อยละ 7 และความชื้นส่วนผสม ร้อยละ 13



ภาพที่ ก.6 ขนมอบเคี้ยวผสมลำไยที่ผ่านสถานะการเอกซ์ทรูชัน (อัตราการป้อน (รอบต่อนาที) : ความเร็วรอบสกรู (รอบต่อนาที) : อุณหภูมิบาร์เรลโซน 3 (องศาเซลเซียส)) ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ ก.7 ลักษณะขนมอบเคี้ยวผสมลำไยที่เคลือบคาราเมลที่ผสมลำไย HADL ในระดับ ร้อยละ 10, 20 และ 30



ภาพที่ ก.8 ลักษณะของขนมขบเคี้ยวผสมลำไยโดยใช้สูตรและกรรมวิธีการผลิตที่ดีที่สุด



ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ข.1.1 การวัดค่าสีระบบ Hunter Lab

การวัดสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) ทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta colorimeter (CR-410) (Minolta co.,Ltd, Osaka, Japan) วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ โดยวัดสี L* เป็นค่าความสว่าง (lightness) a* เป็นค่าสีแดงและเขียว (redness/greenness) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness)

เมื่อ L* คือค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100
a* คือค่าสีแดงและเขียว	เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก เป็นสีแดง เมื่อ a* มีค่าเป็นลบ เป็นสีเขียว
b* คือค่าสีเหลืองและน้ำเงิน	เมื่อ a* มีค่าเป็นศูนย์ เป็นสีเทา เมื่อ b* มีค่าเป็นบวก เป็นสีเหลือง เมื่อ b* มีค่าเป็นลบ เป็นสีน้ำเงิน เมื่อ b* มีค่าเป็นศูนย์ เป็นสีเทา

ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration Plate ตั้งค่า illuminant เท่ากับ C ทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารเข้ารัฐชาติ โดยนำตัวอย่างมาบดละเอียดใส่ลงในภาชนะให้มีความสูง 1 เซนติเมตร ใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวตั้งฉาก และอ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L*, a*, b*) ทำการวัด 10 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ข.1.2 การวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส (วัดค่าแรงกดแตก : compression force) (จตุพร, 2550)

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมขบเคี้ยว เป็นการวัดค่าแรงกดแตก (compression force) ทำได้โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ใช้หัววัดในลักษณะกดเป็น P50 (50 mm. Dia. Cylinder Aluminum) เพื่อวัดแรงที่กดลงบนขนมขบเคี้ยว แล้วทำให้ขนมขบเคี้ยวนี้แตก ค่าแรงกดแตกจะสัมพันธ์กับค่าความแข็ง (hardness) ของขนมขบเคี้ยวที่วัด

สถานะที่กำหนดในการวัด มีดังนี้

ความเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่ลงก่อนสัมผัส ขนมขบเคี้ยวมีอัตราความเร็ว (pre-test speed) 5.0 มิลลิเมตร/วินาที
ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ลงในเนื้อขนมขบเคี้ยว (test speed) 5.0 มิลลิเมตร/วินาที
ความเร็วของหัววัดและเคลื่อนที่ออกจากขนมขบเคี้ยว (post-test speed) 10.0 มิลลิเมตร/วินาที

ระยะทางที่หัววัดเคลื่อนที่ลงในเนื้อขนมขบเคี้ยว 50% stain
 ทำการวัด 20 ครั้ง (ในการวัดแต่ละครั้งใช้ขนมขบเคี้ยว จำนวน 1 ชิ้น) หาค่าเฉลี่ย
 พิจารณาค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดที่ตกลงบนขนมขบเคี้ยวแล้วทำให้แตกของแต่ละตัวอย่าง (average
 maximum peak force) หน่วยเป็นกิโลกรัม

ข.1.3 การหาความหนาแน่น (bulk density) (จตุพร, 2550)

การหาค่าความหนาแน่นของขนมขบเคี้ยวทำได้โดยการนำขนมขบเคี้ยวจัดเรียงลงใน
 ภาชนะที่รู้ปริมาตรแน่นอน ในระหว่างที่จัดเรียงขนมขบเคี้ยวลงไปในภาชนะนั้น ต้องเกาะภาชนะ
 เป็นระยะเพื่อให้ขนมขบเคี้ยวเรียงตัวอย่างสม่ำเสมอทั่วกัน เมื่อจัดเรียงขนมขบเคี้ยวจนเต็มภาชนะ
 แล้วใช้ไม้บรรทัดสแตนเลสปาดขนมขบเคี้ยวส่วนเกินออกให้เรียบเสมอบนของภาชนะแล้ว
 นำไปชั่งน้ำหนัก ทำการบันทึกปริมาตร และน้ำหนักของขนมขบเคี้ยว ค่าความหนาแน่นคำนวณ
 ได้ดังนี้ และการหาค่าทำ 3 ซ้ำ (1 ซ้ำ คำนวณมาจากการวัด 8 ครั้งและนำมาหาค่าเฉลี่ย)

$$\text{ค่าความหนาแน่น (กรัม/ลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} + \text{น้ำหนักภาชนะ} - (\text{น้ำหนักภาชนะ})}{\text{ปริมาตรภาชนะ (ลิตร)}}$$

ข.1.4 การหาอัตราส่วนการพองตัว (expansion ratio) (จตุพร, 2550)

การหาอัตราส่วนการพองตัว ทำได้โดยการคำนวณจากเส้นผ่าศูนย์กลางหน้าตัดของ
 ขนมขบเคี้ยวหารด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางรูเปิดของหน้าแปลน แต่ละค่าได้จากค่าเฉลี่ยของการวัด
 ตัวอย่าง 10 ตัวอย่าง (1 ตัวอย่าง วัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 จุด และนำมาหาค่าเฉลี่ย)

ข.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ข.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC,2000)

การหาปริมาณความชื้นโดยใช้เตาอบลมร้อน โดยอบ Moisture Can และ ฝา ด้วยตู้อบลม
 ร้อนที่อุณหภูมิ 105 + 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30
 นาที ชั่งน้ำหนัก Moisture Can และ ฝา โดยชั่งน้ำหนักเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง ชั่งตัวอย่างประมาณ
 5 กรัม ใส่ลงใน moisture can จดน้ำหนักที่แน่นอนเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วนำไปอบในเตาอบ
 ลมร้อนที่อุณหภูมิ 105+ 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง โดยไม่ปิดฝา Moisture Can เมื่อครบเวลา
 ปิดฝา Moisture Can แล้วนำไปใส่ไว้ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นเป็นเวลา 30 นาที นำไปอบต่อ
 และนำมาชั่งน้ำหนักทุกชั่วโมงจนน้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นหน่วยเป็นร้อยละ โดยนำ
 น้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้คูณด้วย 100

ข.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (วอเตอร์แอกติวิตี)

การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ โดยใช้เครื่อง AQUA LAB model series 3 (Decagon Device Inc., Pullman, USA.) เปิดเครื่องไว้เป็นเวลา 30 นาที ก่อนการวิเคราะห์ให้ใส่ขนมขบเคี้ยวที่บดละเอียดลงในตลับสำหรับวัดตัวอย่างประมาณ 1 ใน 3 ของตลับ จากนั้นนำไปวางในเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ รอจนกระทั่งเครื่องอ่านค่าปริมาณน้ำอิสระ จดบันทึกค่าปริมาณน้ำอิสระที่วัดได้ วัดค่า 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปริมาณน้ำอิสระที่ได้

ข.2.3 การวิเคราะห์ดัชนีการละลายน้ำ (water Solubility Index, WSI) และดัชนีการดูดซับน้ำ (water Absorption Index, WAI) (ดัดแปลงจากวิธีของ Anderson *et al.*, 1969)

การวิเคราะห์ดัชนีการละลายน้ำ และดัชนีการดูดซับน้ำทำได้โดยชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด และผ่านตะแกรงร่อนขนาด 70 เมช 0.8 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่นลงไป 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำตัวอย่างที่ได้ไปใส่หลอดทดลอง แล้วนำไปเหวี่ยงที่ความเร็ว $3,000 \times g$ เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายใส (supernatant) ที่ได้ทั้งหมดใส่ลงใน moisture can ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบ และปล่อยให้เย็นลงในโถแก้วดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักหาปริมาณ dry solid ส่วนที่เหลือข้างล่างหลอดทดลองคือตะกอน (sediment) นำไปชั่งน้ำหนัก คำนวณค่า WSI และ WAI ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่า WSI} &= \frac{\text{น้ำหนักของ dry solid} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \\ \text{ค่า WAI} &= \frac{\text{น้ำหนักตะกอน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \end{aligned}$$

ข.2.4 การสกัดตัวอย่างเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และ Ferric reducing antioxidant power (ดัดแปลงวิธีจาก Mahattanatawee *et al.*, 2006; Wu *et al.*, 2006)

ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม เติมน้ำซิติโคนความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 80 มิลลิลิตร มาตรฐานใน blender เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำมากรองสุญญากาศ โดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำสารที่สกัดได้ใส่ขวดสีชาเก็บอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ข.2.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu's reagent
(Lim *et al.*, 2007)

ปีเปตสารสกัด 0.3 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent (เจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น ร้อยละ 7.5 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร แล้ว vortex ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยคำนวณหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วรายงานผลอยู่ในหน่วยของมิลลิกรัม เมื่อเทียบกับกรดแกลลิกคือน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง 100 กรัม

ข.2.6 การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) (ดัดแปลงวิธีจาก Wu *et al.*, 2006)

ปีเปตสารสกัด 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) ในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 80 ที่มีความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 4 มิลลิลิตร แล้วทำการ vortex เป็นเวลา 15 วินาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยคำนวณหาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วรายงานผลอยู่ในหน่วยมิลลิกรัม เมื่อเทียบกับกรดแกลลิกคือน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง 100 กรัม

ข.2.7 การวิเคราะห์ Ferric reducing antioxidant power (FRAP) (Lim *et al.*, 2007)

ปีเปตสารสกัด 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 M pH 6.6 ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย potassium ferricyanide ความเข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสใน water bath เป็นเวลา 20 นาที เติมสารละลาย trichloroacetic acid ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วปีเปตสารละลายที่ได้ 2.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองอีกอันหนึ่ง เติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร และสารละลาย FeCl_3 ความเข้มข้น ร้อยละ 1 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เป็น blank solution รายงานผลอยู่ในค่าของการดูดกลืนแสง

ข.2.8 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเส้นใยอาหารต้องเตรียม fritted crucible ก่อน โดยนำ fritted crucible porosity no.2 ไปเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมาล้างด้วยน้ำ ทิ้งให้แห้ง บรรจุซีไลท์ 0.5 กรัม และกระจายซีไลท์ให้ทั่วโดยการเขย่าเบาๆ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทำให้เย็น เก็บในโถสุญญากาศความชื้นจนกระทั่งนำไปใช้ ในการวิเคราะห์ ต้องทำ blank ทดสอบกับการวิเคราะห์ตัวอย่างเสมอ การวิเคราะห์ทำได้โดยชั่งตัวอย่างบดที่มีขนาด 0.3-0.5 มิลลิเมตรจำนวน 1 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ 2 บีกเกอร์ ในแต่ละบีกเกอร์ เติมน้ำตาลละลาย ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 50 มิลลิลิตร เติมน้ำโซเดียมอะซิเตต 1 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปแช่น้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที โดยเขย่าบีกเกอร์เบาๆ ทุก 5 นาที จากนั้นทำให้ สารละลายเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้ววัด และปรับพีเอชให้ได้ 7.5 โดยเติมน้ำตาลละลายโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.275 โมลาร์ 10 มิลลิลิตร เติมน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น ร้อยละ 0.325 โมลาร์ 10 มิลลิลิตร เติมน้ำโซเดียมอะซิเตต 0.3 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วย อะลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปใช้ในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที คนตลอดเวลา ทำสารละลายให้เย็น แล้ววัด และปรับพีเอชให้ได้ 4.0-6.0 โดยเติมน้ำตาลละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น ร้อยละ 0.325 โมลาร์ 10 มิลลิลิตร เติมน้ำโซเดียมอะซิเตต 0.3 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วย อะลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปใช้ในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที คนตลอดเวลา ทำ fritted crucible ที่เตรียมไว้ให้เปียก และกระจายซีไลท์ด้วยน้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อย แล้วจึงนำ สารละลายในบีกเกอร์มากรอง จากนั้นล้าง residue ด้วยน้ำกลั่น 2 รอบ รอบละ 10 มิลลิลิตร ล้างด้วย สารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 2 รอบ รอบละ 10 มิลลิลิตร (เก็บของเหลวที่กรองได้ ทั้งหมดไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ต่อไป) นำ fritted crucible ที่มี residue ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในโถสุญญากาศความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของ residue ชูต residue จาก fritted crucible อันแรกเพื่อนำไป หาปริมาณโปรตีน และชูต residue จาก fritted crucible อันที่สองเพื่อนำไปหาปริมาณเส้นใย (เผาใน เตาเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง) คำนวณหาปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ได้จากสมการ

$$\text{เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนัก residue} - P - A - B}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

เมื่อ น้ำหนัก residue = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก residue ที่ใช้ (มิลลิกรัม)

P = น้ำหนักโปรตีนของ residue จาก fritted crucible อันแรก (มิลลิกรัม)

A = น้ำหนักเถ้าของ residue จาก fritted crucible อันที่สอง (มิลลิกรัม)

B = blank (มิลลิลิตร) ซึ่งคำนวณได้จาก

blank = น้ำหนัก residue ของ blank – ปริมาณโปรตีนของ blank – ปริมาณเถ้าของ blank
 น้ำหนักตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

ข.2.9 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber) (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเส้นใยอาหารต้องเตรียม fritted crucible ก่อน โดยนำ fritted crucible porosity no.2 ไปเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วนำมาล้างด้วยน้ำทิ้งให้แห้ง บรรจุซีไลท์ 0.5 กรัม และกระจายซีไลท์ให้ทั่วโดยการเขย่าเบาๆ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทำให้เย็น เก็บในโถสุญญากาศขึ้นจนกระทั่งนำไปใช้ในการวิเคราะห์ ต้องทำ blankควบคู่กับการวิเคราะห์ตัวอย่างเสมอ การวิเคราะห์ทำได้โดยนำของเหลวที่กรองได้ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมาปรับน้ำหนักด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 กรัม เติมสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 400 มิลลิลิตร ทิ้งให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง ทำ fritted crucible ที่เตรียมไว้ให้เปียก และกระจายซีไลท์ด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 78 แล้วนำของเหลวที่กรองได้หลังปรับน้ำหนักมากรอง ล้าง residue ด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 78 3 รอบ รอบละ 20 มิลลิลิตร ล้างด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 2 รอบ รอบละ 10 มิลลิลิตร ล้างด้วยอะซิโตน 2 รอบ รอบละ 10 มิลลิลิตร นำ fritted crucible ที่มี residue ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในโถสุญญากาศ แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของ residue ชุด residue จาก fritted crucible อันแรกเพื่อนำไปหาปริมาณโปรตีน และชุด residue จาก fritted crucible อันที่สองเพื่อนำไปหาปริมาณเถ้า (เผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง) คำนวณหาปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้จากสมการ

$$\text{เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนัก residue} - P - A - B}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

เมื่อ น้ำหนัก residue = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก residue ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

P = น้ำหนักโปรตีนของ residue จาก fritted crucible อันแรก (มิลลิลิตร)

A = น้ำหนักเถ้าของ residue จาก fritted crucible อันที่สอง (มิลลิลิตร)

B = blank (มิลลิลิตร) ซึ่งคำนวณได้จาก

blank = น้ำหนัก residue ของ blank – ปริมาณโปรตีนของ blank – ปริมาณเถ้าของ blank
 น้ำหนักตัวอย่าง = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

ข.2.10 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (total dietary fiber) (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด หาได้จาก ผลรวมระหว่างปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำและปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ

ข. 2.11 การวัดค่าพลังงานของอาหาร

วัดค่าพลังงานอาหารโดยใช้ Bomb calorimeter (PARR model 1356 Iso-peribol calorimeter, USA.) Bomb calorimeter เป็นการศึกษากลไกการเผาไหม้ในภาชนะปิดสนิทที่มีปริมาตรคงที่ ความดันเกิดการเปลี่ยนแปลง และแตกต่างจากบรรยากาศภายนอก ดังนั้น การวัดพลังงานโดยใช้ bomb calorimeter เป็นการวัดผลจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานในกระบวนการ ซึ่งจะลดลงไปอยู่ในสถานะมาตรฐาน และ standard enthalpy

ข.2.12 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl (AOAC, 2000)

การหาปริมาณโปรตีนโดยซึ่งตัวอย่างประมาณ 0.5-2 กรัม ลงในหลอดเคลดดาห์ล เติมตะลิตส์ 8 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร นำเข้าชุดย่อยโปรตีนจนกระทั่งสารละลายใสและปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปต่อกับชุดกลั่นโปรตีน โดยนำขวดแก้วรูปชมพู่ที่มีกรดบอริก 50 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ลงไป 3-5 หยด ทำการกลั่นตัวอย่าง นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนสังเกตเป็นสีชมพูปรากฏขึ้น และคำนวณหาปริมาณโปรตีนดังนี้

$$\text{โปรตีน(ร้อยละ)} = \frac{(V1 - V2) \times 0.1 \times 1.4007}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ $V1$ = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

$V2$ = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

ข. 2.13 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Soxhlet (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Soxhlet เป็นการสกัดไขมันในตัวอย่างที่สกัดได้โดยตรงด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ตามระยะเวลาที่กำหนด ภายหลังจากสกัด จะระเหยตัวทำละลายอินทรีย์และทำการชั่งน้ำหนักไขมันที่ได้

ข.2.14 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเส้นใยโดยวิธีการย่อยด้วยสารละลายกรดและด่าง นำส่วนที่เหลือจากการย่อยไปอบและเผา เพื่อหาส่วนที่หายไปหลังจากการเผา ซึ่งก็คือ ปริมาณเส้นใย หรือสิ่งที่หายไปหลังจากการเผาส่วนอบแห้งที่เหลือจากการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลายกรดและด่าง

ข. 2.15 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าทั้งหมด (AOAC, 2000)

การหาปริมาณเถ้าโดยการเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใสลงด้วยกระเบื้องเคลือบที่ผ่านการอบแห้ง จดน้ำหนักที่แน่นอนเป็นทศนิยม 4 ตำแหน่ง นำไปเผาในตะเกียงให้หมดควัน จากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากเตาอบและปล่อยให้เย็นลงในโถแก้วดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก และอบซ้ำหลายๆ ครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณเถ้า หน่วยเป็นร้อยละ โดยนำน้ำหนักที่หายไปหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้คูณด้วย 100

ข. 2.16 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ (AOAC, 2000)

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต หาได้จาก 100 ลบด้วยผลผลรวมระหว่างปริมาณความชื้นปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณเส้นใยและปริมาณเถ้า



ภาคผนวก ค
แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก.1

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวผสมลำไย

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

คำชี้แจงในการทดสอบทางประสาทสัมผัส : ให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างขนมขบเคี้ยวผสมลำไย (Longan Snack) และทดสอบคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาเป็นระดับคะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับความชอบ
9	ชอบมากที่สุด
8	ชอบมาก
7	ชอบปานกลาง
6	ชอบเล็กน้อย
5	เฉยๆ
4	ไม่ชอบเล็กน้อย
3	ไม่ชอบปานกลาง
2	ไม่ชอบมาก
1	ไม่ชอบมากที่สุด

โดยให้ผู้ทดสอบกรอกระดับคะแนน 1 - 9 ตามระดับความชอบลงในตาราง

ลักษณะคุณภาพ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์		
	รหัส 862	รหัส 458	รหัส 245
1. ลักษณะปรากฏ
2. สี
3. กลิ่น
4. รสชาติ
5. ความเนียนเนื้อ
6. ความกรอบ
7. ความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวปวีลี เหลียวตระกูล

วัน เดือน ปีเกิด

24 สิงหาคม 2530

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม
ปีการศึกษา 2547

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
แขนงวิชาเครื่องจักรกลแปรรูปอาหาร

สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร
คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2551