

เอกสารอ้างอิง

- [1] สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. 2555. **ผลผลิตข้าว**.
[<http://www.thairiceexporters.or.th/production.htm>]. 4 กุมภาพันธ์ 2555.
- [2] หอการค้าจังหวัดอุบลราชธานี. 2555. **ฤดูกาลผลิตข้าวปี 2554-2555**.
[<http://www.ubonchamber.org>]. 4 กุมภาพันธ์ 2555.
- [3] ชุตติมา ทองแก้ว, จิตรา สิงห์ทอง และเอกสิทธิ์ อ่อนสอาด. 2551. **การสกัดและศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว**. รายงานการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2551.
- [4] Trinidad, T.P., Mallilin, A.C., Valdez, D.H., Loyola, A.S., Askali-Mercado, F., Castillo, J.C., Encabo, R.R., Masa, D.B., Maglaya, A.S. and Chua, M.T. 2006. Dietary fiber from coconut flour: A functional food. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. 7:309-317.
- [5] Rodriguez, R., Jimenez, A., Bolanos, J.F., Guillen, R., & Heredia, A. 2006. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trend in Food Science & Technology**. 17:3-15.
- [6] Larrauri, J.A. 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-product. **Trends in Food Science & Technology**. 10:3-8.
- [7] อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. **ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [8] กมลวรรณ พรหมศักดิ์. 2542. **การใช้เอนไซม์ไลเปสจากกากรำข้าวในการเพิ่มความเข้มข้นของ EPA และ/หรือ DHA ในน้ำมันปลาทูน่า**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [9] นิรนาม. ม.ป.ป. **โครงสร้างเมล็ดข้าว**.
[http://www.rakbankerd.com /kaset/Center /280_1.jpg] 31 กรกฎาคม 2553.
- [10] นิรนาม. ม.ป.ป. **รำ**.
[<http://www.google.co.th/imglanding?q=รำ>] 31 กรกฎาคม 2553.
- [11] สถาบันโรคตับและทางเดินอาหาร โรงพยาบาลสมิติเวช สุขุมวิท. 2553. **ใยอาหารคุณประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อสุขภาพที่ดี**.
[http://www.kbeautifulife.com/health_wellness/แนะนำสุขภาพน่ารู้/313/ใยอาหาร_คุณประโยชน์จากธรรมชาติ_เพื่อสุขภาพที่ดี] 31 กรกฎาคม 2553.
- [12] มาลี ชัมศรีสกุล. 2540. **รายงานการวิจัย การสกัดเส้นใยอาหารจากกากถั่วเหลืองเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [13] วรณมา ตูลยธัญ. 2551. **เคมีอาหารของคาร์โบไฮเดรต**. ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [14] นิรนาม. ม.ป.ป. **โครงสร้างเซลลูโลส**.
[\[http://www.greenspirit.org.uk/Resources/cellulose.gif\]](http://www.greenspirit.org.uk/Resources/cellulose.gif) 31 กรกฎาคม 2553.
- [15] ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์ และเบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. 2538. เส้นใยอาหารกับคุณภาพชีวิต. **อุตสาหกรรมเกษตร**. ฉบับที่ 2. ปีที่ 7. 26 – 29.
- [16] วิษริศา จันทราพรชัย และเพ็ญขวัญ ชมปริดา. 2538. อาหารที่มีเยื่อใยสูง. **อุตสาหกรรมเกษตร**. ฉบับที่ 1. ปีที่ 6. 28 – 33.
- [17] อรอนงค์ กังสดาลอำไพ. 2538. กากใยอาหาร: บทบาทต่อออร์โมน. **ไทยเกษตรสาร**. ฉบับที่ 2. ปีที่ 12. 147 - 149.
- [18] Tsuji, H., Kimoto, M. and Natori, Y. 2001. Allergens in major crops. **Nutrition Research**. 21: 925-934.
- [19] Burks, A.W. and Helm, R.M. 1994. Hypoallergenicity of rice protein. In: **Presented at the annual meeting of the American Association of Cereal Chemists**, Nashville, TN.
- [20] Wang, M., Hettiarachchy, N.S., Qi, M., Burks, W. and Seibenmogen, T. 1999. Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 50: 2125-2129.
- [21] Parrado, J., Miramontes, E., Jover, M., Gutierrez, J.F., de Teran, L.C. and Juan, B. 2006. Preparation of rice bran enzymatic extract with potential use as functional food. **Food Chemistry**. 98: 742-748.
- [22] Kennedy, G. and Burlingame, B. 2003. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**. 80: 589-596.
- [23] Nicolosi, R.J., Rogers, E.J., Ausmann, L.M. and Orthoefer, F.T. 1993. Rice bran oil and its health benefits. In W.E. Marshall and J. I. Wadsworth (Eds.). **Rice Science and Technology**. 421-431. New York: Marcel Dekker.
- [24] Abdul – Hamid, A. and Siew Luan, Y. 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. **Food Chemistry**. 68: 15–19.
- [25] Huang, S.C., Shiau, C.Y., Liu, T.E., Chu, C.L. and Hwang, D.F. 2005. Effects of rice bran on sensory and physico-chemical properties of emulsified pork meatballs. **Meat Science**. 70: 613-619.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [26] Delahaye, E.P., Jimenez, P. and Perez, E. 2005. Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas. **Journal of Food Engineering**. 68: 1-7.
- [27] Sowbhagya, H.B., Suma, P., Mahadevamma, S. and Tharanathan, R.N. 2007. Spent residue from cumin – a potential source of dietary fiber. **Food Chemistry**. 104: 1220–1225.
- [28] Lario, Y., Sendra, E., Garcia-Perez, J., Fuentes, C., Sayas-Barbera, E., Fernandez-Lopez, J. and Perez-Alvarez, J.A. 2004. Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. 5: 113-117.
- [29] Raghavendra, S.N., Rastogi, N.K., Raghavarao, K.S.M.S. and Tharanathan, R.N. 2004. Dietary fiber from coconut residue: Effect of different treatments and particle size on the hydration properties. **European Food Research Technology**. 218: 563–567.
- [30] Raghavendra, S.N., Ramachandra Swamy, S.R., Rastogi, N.K., Raghavarao, K.S.M.S., Kumar, S. and Tharanathan, R.N. 2006. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. **Journal of Food Engineering**. 72:281-286.
- [31] Staffalo Dello, M., Bertola, N., Martino, M., and Bervilalacqua, A., 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. **International Dairy Journal**. 14(3): 263–268.
- [32] Choi, Y., Choi, J., Han, D., Kim, H., Lee, M., Kim, H., Jeong, J. and Kim, C. 2009. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**. 82: 266-271.
- [33] A.O.A.C. 1995. **Official Methods of Association of Analytical Chemists 16th ed.** Association of Analytical Chemists, Washington D.C.
- [34] Robertson, J., Monredon, F., Dysseler, P., Guillon, F., Amado, R. and Thibault, J. 2000. Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. **Trends in Food Science & Technology**. 33: 72–79.
- [35] Shittu, A., Aminu, T., Abulude, E. R., O. 2009. Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. **Food Hydrocolloids**. 23: 2254-2260.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [36] Sangnark, A. and Noomhorn, A. 2003. Effect of particle size on functional properties of dietary fibre prepared from sugarcane bagasse. **Food Chemistry**. 80: 221–229.
- [37] Sadeghi, A., Shahidi, F., Mortazavi, S., Koocheki, A. and Mohebbi, M. 2007. Evaluation of sourdough effect on Iranian Barbari bread staling. **World Applied Sciences Journal**. 5: 490–498.
- [38] Pacheco de Delahaye, E., Jimenez, P. and Perez, E. 2005. Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas. **Journal of Food Engineering**. 68: 1–7.
- [39] Hu, G., Huang, S., Cao, S. and Ma., Z. 2009. Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. **Food Chemistry**. 115: 839 – 842.
- [40] Sabanis, D., D. and Tzia, C. 2009. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. **LWT-Food Science and Technology**. 42: 1380-1389.
- [41] Chandi, G.K. and Sogi, D.S. 2007. Funtionnal properties of rice bran protein concentrates. **Journal of Food Engineering**. 79 (2): 592-597.
- [42] ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี-กายภาพของอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ฟอรัมพริ้นติ้ง จำกัด. กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

ภาคผนวก ก1: การวิเคราะห์ค่าความชื้น

วิเคราะห์ตามวิธีการของ AOAC (1995) โดยมีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์

1. ตู้อบ (Hot Air Oven)
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. ถ้วยอะลูมิเนียม (Moisture Can)
5. ช้อนตักสาร
6. ที่คีบ (Tong)

วิธีการ

1. อบถ้วยอะลูมิเนียมสำหรับใส่ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียม
3. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วประมาณ 3-5 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียมแล้วบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
4. นำตัวอย่างจากข้อ 3 ไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-8 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่

คำนวณร้อยละของความชื้นได้จาก

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้นก่อนการอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังการอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้นก่อนการอบ (กรัม)}} \times 100$$

ภาคผนวก ก2: การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ดัดแปลงมาจากวิธีการของ A.O.A.C. (1995))

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ชุดสกัด Sox them (Soxhlet Apparatus)
2. Thimble ขนาด 33x88 mm (ตามขนาดที่ใช้กับเครื่อง)
3. กระจอกแก้วกันกลมสำหรับรองรับไขมันที่สกัดได้ ที่ใช้กับ Sox them Apparatus
4. กระจดาขกรองและสำลีปราศจากไขมัน
5. ตู้อบ (Hot Air Oven) และโถดูดความชื้น
6. โกร่งบดสาร
7. บีกเกอร์ขนาด 50 มล.

8. Petroleum ether ที่มีจุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส

วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่างโดยบดให้ละเอียดประมาณ 3-5 กรัม
2. ชั่งน้ำหนัก Thimble ที่อบแห้งแล้ว
3. ตักตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วใส่ใน Thimble ประมาณ 3-5 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
4. ใช้สำลีปิด Thimble เพื่อป้องกันตัวอย่างลอย
5. ชั่งและบันทึกน้ำหนักกระบอกแก้วที่อบแห้ง (ในโถดูดความชื้น)
6. เท Petroleum ether ลงในกระบอกแก้ว 60 มิลลิลิตร
7. นำ Thimble และกระบอกแก้วไปประกอบใส่เครื่องสกัดไขมัน Sox them ที่เปิดน้ำเข้าระบบ Condenser แล้ว
8. เดินเครื่องเพื่อสกัดไขมัน เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อให้ไขมันถูกสกัดออกหมด
9. หยุดสกัดโดยการกดปุ่ม recovery เพื่อให้ฮีเทอร์ระเหยออกจากกระบอกแก้วควบแน่นและหยดลงถึงเก็บ จนเหลือในกระบอกแก้วประมาณ 2-3 มิลลิลิตร (อย่าให้แห้ง เพราะจะไหม้)
9. นำกระบอกแก้วพร้อมไขมันเข้าอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อให้ฮีเทอร์ระเหยออกหมด
10. นำกระบอกแก้วพร้อมไขมัน มาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็น ชั่งและบันทึกน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ไขมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักกระบอกแก้วและไขมันหลังอบ} - \text{น้ำหนักกระบอกแก้ว}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาคผนวก ก3: การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Crude Protein Analysis) ตามวิธี Kjeldahl method

(AOAC., 1995) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ชุดวิเคราะห์โปรตีน (Kjeldahl Apparatus) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องสำหรับย่อยโปรตีน เครื่องสำหรับกลั่นโปรตีน และ Kjeldahl digestion flask ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 หรือ 500 มิลลิลิตร
3. ชุดอุปกรณ์สำหรับไตเตรท ได้แก่ Burette ขาดัง และแม่เหล็กช่วยกวาน
4. ขวดฉีดยาบรรจุน้ำกลั่น

5. กระจกแก้วซึ่งสารที่ไม่มีไนโตรเจนปน สำหรับชั่งและห่อตัวอย่าง
6. สารเร่งปฏิกิริยา จำนวน 2 กรัม ต่อ Flask ประกอบด้วย Anhydrous CuSO_4 1 ส่วน และ Anhydrous Na_2SO_4 20 ส่วน โดยน้ำหนัก
7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 % : ละลาย NaOH 500 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร
8. Screen Methyl Red indicator
9. กรด H_2SO_4 เข้มข้น 25 มิลลิลิตร
10. ลูกแก้ว
11. สารละลายกรดบอริก 4 % w/v

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนใส่กระจกที่ปราศจากไนโตรเจน ประมาณ 2-3 กรัม พับกระจกเพื่อห่อตัวอย่างใส่ลงใน Kjeldahl Digestion flask เตรียม Blank ควบคู่ไปด้วย โดยใส่เฉพาะกระจกซึ่งสาร ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง
2. เติม Catalyst Mixture (anh. CuSO_4 1 ส่วน และ anh. Na_2SO_4 20 ส่วนโดยน้ำหนัก) จำนวน 2 กรัม และลูกแก้ว 2 เม็ด
3. เทกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร โดยค่อยๆเทลงตัวอย่างที่ติดข้างฟลาสกลงไปด้วยเขย่าอย่างระมัดระวังให้ผสมเข้ากัน
4. นำไปย่อยบนเครื่องสำหรับย่อย โดยวาง Kjeldahl Flask ให้เอียงเล็กน้อย พร้อมทั้งเปิดระบบดูดไอน้ำให้เรียบร้อยก่อนจึงเปิดสวิตซ์ให้ความร้อนต้มให้เดือดเบาๆจนกระทั่งไม่มีฟองจึงเพิ่มความร้อนให้สูงขึ้น เขย่าเป็นครั้งคราว ย่อยจนส่วนผสมใส (ประมาณ 2 ชั่วโมง) จากนั้นหยุดให้ความร้อนและปล่อยให้เย็นเพื่อรอการกลั่นอีกต่อไป
5. เตรียมขวดบรรจุกรดบอริก โดยเปิดสารละลายกรดบอริก 4 % w/v ประมาณ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Screen Methyl Red Indicator 4 หยด นำไปต่อเข้ากับชุดเครื่องกลั่นโปรตีน โดยให้ด้านปลาย Condenser จุ่มลงในขวดรูปชมพู่และอยู่ใต้ระดับสารละลายกรดบอริก
6. เปิดน้ำไหลผ่าน Condenser ในชุดเครื่องกลั่นโปรตีนให้เย็น
7. เติมน้ำกลั่นลงในฟลาสก์ ข้อ 4 จำนวน 300 มิลลิลิตร อย่างระมัดระวังพยายามชะล้างสารที่ติดอยู่ข้างหลอดให้หมด
8. เติม 50 % w/v NaOH 50 มิลลิลิตร แล้วต่อฟลาสก์เข้ากับ Condenser ทันที เปิดสวิตซ์ให้ความร้อน ทำการกลั่นให้ได้ Distillate ประมาณ 150 มิลลิลิตร จึงหยุดให้ความร้อนเลื่อนฟลาสก์ออกมาเล็กน้อย ปล่อยให้เย็นสักครู่เพื่อให้ตัวอย่างที่ตกค้างในปลายท่อไหลออกมาให้หมด ฉีดน้ำกลั่นล้างปลายท่อนำฟลาสก์ออกมา
9. นำไปไตเตรตหาปริมาณไนโตรเจนกับกรดซัลฟูริก 0.1 N จะได้จุดยุติสีชมพู (ใช้ Blank เป็นตัวเทียบสี)
10. คำนวณหาร้อยละไนโตรเจนและร้อยละโปรตีน



การคำนวณ

$$\% \text{ ไนโตรเจน} = \frac{(S-B) \times 0.014 \times N \times 100}{W}$$

S = ปริมาตรกรดที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาตรกรดที่ใช้ไตเตรทBlank (ml)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดมาตรฐาน (Normal)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

% โปรตีน = % ไนโตรเจน x ค่าคงที่ (Factor)

ภาคผนวก ก4: การวิเคราะห์เยื่อใย (Crude fiber Analysis)

ตามวิธีของ AOAC. (1995) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย (Fibramatic)
2. ถ้วยกระเบื้องหรือ Gooch Crucible ที่อบไว้แล้ว
3. น้ำกลั่นร้อน และขวดฉีदन้ำกลั่น
4. ตู้อบ (Hot Air Oven)
5. เตาเผา (Muffle Furnace)
6. สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.25%
7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25%
8. แอลกอฮอล์ 95%

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่สกัดไขมันออกแล้วประมาณ 2-3 กรัม ใส่ตัวอย่างลงในกระบอกแก้วสำหรับต้มย่อย
2. เติมสารละลายกรดซัลฟูริก 1.25 % w/v ที่ต้มจนเดือด 200 มิลลิลิตร ลงในกระบอกแก้ว
3. นำตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วไปต้มในเครื่องย่อยหาเยื่อใยที่เปิดน้ำผ่านระบบควบแน่น เพื่อช่วยควบคุมความเข้มข้นของกรดให้คงที่ ต้มเดือดประมาณ 30 นาที แล้วหยุดให้ความร้อนทันที
4. รินน้ำตัวอย่างออกจากเครื่องย่อย แล้วกรองทันทีด้วยเครื่องกรองผ้าลินิน โดยใช้ชุดกรอง Buchner Funnel ที่ต่อกับ filtering flask โดยอาศัย Suction Pump ช่วยดูด ล้างเยื่อใยด้วยน้ำกลั่นร้อนหลายๆ ครั้งให้หมดกรด
5. ถ่ายกากลงในกระบอกแก้วเดิม โดยใช้ Spatula ช่วยตัก เติมสารละลายโซเดียม

- ไฮดรอกไซด์ 1.25 % ที่ต้มเดือด จำนวน 200 มิลลิลิตร แล้วรีบนำกลับคืนเข้าต้มในเครื่องย่อยให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที แล้วหยุดให้ความร้อนทันที
6. นำตัวอย่างออกจากเครื่องย่อย แล้วกรองแยกสารละลายต่างออกเช่นเดียวกับข้อ 4 ล้างกากด้วยน้ำร้อนจนหมดต่าง ล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก 1% w/v แล้วนำไปล้างกากด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้ง และล้างด้วยแอลกอฮอล์ 95 % v/v จำนวน 2 ครั้ง ชูดถ่ายกากใส่ลงในถ้วยกระเบื้องที่อบและชั่งน้ำหนักไว้แล้ว
 7. นำถ้วยกระเบื้องพร้อมกากที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก (A)
 8. นำไปเผาในเตาอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก (B)
 9. คำนวณหำร้อยละของ Total Crude Fiber ได้ดังนี้

$$\text{Total Crude Fiber (\%)} = \frac{(A-B) \times 100}{W}$$

A = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + น้ำหนักกากหลังอบแห้งแล้ว

B = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + น้ำหนักถ้ำหลังจากเผาแล้ว

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

ภาคผนวก ก5: การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash Analysis)

ตามวิธีของ AOAC. (1995) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

อุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)
2. โถดูดความชื้น (Desiccator)
3. เตาเผา อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส
4. ช้อนตักสาร
5. ที่คีบ (Tong)
6. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. นำถ้วยกระเบื้องไปเผาในเตาอุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างประมาณ 2-5 กรัม ใส่ถ้วยที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
3. นำตัวอย่างไปเผาบน Hot plate จนหมดควันดำ แล้วจึงนำไปเผาในตู้อบที่อุณหภูมิ 550°C จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว (ใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง)

4. ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปเผาต่ออีก 30 นาที ทิ้งให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง หากน้ำหนักลดลงให้เผาซ้ำจนน้ำหนักคงที่
5. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์เถ้า

การคำนวณ

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{(A-B) \times 100}{W}$$

A = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + เถ้า

B = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง

W = น้ำหนักตัวอย่าง

ภาคผนวก ก6: การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตตามวิธีของ A.O.A.C. (1995) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

$$\text{คาร์โบไฮเดรต (\%)} = 100 - \% (\text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เยื่อใย} + \text{เถ้า} + \text{ความชื้น})$$

ภาคผนวก ก7: การสกัดเส้นใยอาหารจากรำข้าว ดัดแปลงตามวิธีของ AOAC enzymatic-gravimetric method (1995)

มีขั้นตอนในการเตรียมเส้นใยอาหารจากรำข้าว ดังนี้

อุปกรณ์และสารเคมี

1. บีกเกอร์ทรงสูงขนาด 800 มิลลิลิตร
2. ตู้อบ (Hot Air Oven)
3. Water bath
4. เครื่องชั่ง (Sensitive 0.1 มิลลิกรัม)
5. เตาเผา (muffle furnace)
6. Fritted (sintered) glass crucibles
7. โถดูดความชื้น
8. ชุดวิเคราะห์โปรตีน (Kjeldahl Apparatus)
9. Glass wool
10. Sodium hydroxide 0.275 N
11. Hydrochloric acid 0.325 N

12. Phosphate buffer 0.1M pH 7.0 \pm 0.1
13. acetate buffer 2.0M pH 4.5 \pm 0.2
14. Ethanol solution 95%
15. Ethanol solution 70%
16. acetone
17. เอนไซม์ termamyl (alpha-amylase)
18. เอนไซม์ protease
19. เอนไซม์ amyloglucosidase

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 ± 0.1 มิลลิกรัม ใส่ตัวอย่างในบีกเกอร์ทรงสูง ขนาด 800 มิลลิลิตร เตรียม blank เช่นเดียวกัน
2. เติมน้ำละลาย phosphate buffer pH 6.0 \pm 0.1 ปริมาณ 50 มิลลิลิตร
3. เติมเอนไซม์ heat-stable alpha amylase 50 ไมโครลิตร ปิดด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์แล้วนำไปต้มใน shaking water bath โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 95-100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
4. ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
5. ปรับ pH 7.5 \pm 0.1 โดยเติมน้ำละลาย sodium hydroxide 0.275 N ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ใช้เครื่องวัดพีเอชในการตรวจสอบพีเอชของตัวอย่างผสมให้เข้ากัน และเติมเอนไซม์ protease 100 ไมโครลิตร ปิดด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์แล้วนำไปต้มใน shaking water bath โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
6. ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
7. ปรับ pH 4.5 \pm 0.2 โดยเติมน้ำละลาย hydrochloric acid 0.325 N ปริมาณ 9.5 มิลลิลิตร ใช้เครื่องวัดพีเอชในการตรวจสอบพีเอชของตัวอย่างผสมให้เข้ากัน และเติมเอนไซม์ amyloglucosidase 200 ไมโครลิตร ปิดด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์แล้วนำไปต้มใน shaking water bath โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
8. เติม ethanol 95 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 280 มิลลิลิตร ปล่อยให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้อง นาน 60 นาที จากนั้นทำการกรองด้วย Gooch crucible
9. ทำการล้างกากด้วย 78% ethanol 20 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย 95% ethanol 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง และ acetone 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง จากนั้นนำกากไปอบประมาณ 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ที่อุณหภูมิห้อง และชั่งน้ำหนัก
10. นำตัวอย่างไปเผาที่ 525 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณถ่าน

11. วิเคราะห์หาโปรตีนในกากที่ได้ด้วยวิธี Kjeldahl method
12. คำนวณหา Total dietary fiber
13. การวิเคราะห์เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ จากข้อที่ 7 เมื่อทำการย่อยตัวอย่างด้วยเอนไซม์ amyloglucosidase ครบตามเวลาที่กำหนด จากนั้นทำการล้างกากด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 2 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิลิตร
14. จากนั้นทำการล้างกากด้วย 78% ethanol 20 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย 95% ethanol 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง และ acetone 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง จากนั้นนำกากไปอบประมาณ 1 คืน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ที่อุณหภูมิห้อง และชั่งน้ำหนัก
15. นำตัวอย่างไปเผาที่ 525 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณแฉะ
16. วิเคราะห์หาโปรตีนในกากที่ได้ด้วยวิธี Kjeldahl method
17. คำนวณหา Insoluble dietary fiber
18. การวิเคราะห์เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ โดยนำน้ำที่ได้จากการกรองและล้างกากตัวอย่างในข้อที่ 13 มาทำการตกตะกอนโดยเติม ethanol 95 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ปริมาตร 4 เท่าของน้ำหนักน้ำที่ได้จากการกรอง ปล่อยให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้อง นาน 60 นาที จากนั้นทำการกรองด้วย Gooch crucible
19. ทำการล้างกากด้วย 78% ethanol 20 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ตามด้วย 95% ethanol 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง และ acetone 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง จากนั้นนำกากไปอบประมาณ 1 คืน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ที่อุณหภูมิห้อง และชั่งน้ำหนัก
20. นำตัวอย่างไปเผาที่ 525 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณแฉะ
21. วิเคราะห์หาโปรตีนในกากที่ได้ด้วยวิธี Kjeldahl method
22. คำนวณหา Soluble dietary fiber

Total dietary fiber, Insoluble dietary fiber และ Soluble dietary fiber (%)

$$= 100 \times \text{CSR/g sample}$$

Corrected sample residue (CSR) = USAR-SPR-SAR-CB

Uncorrd av sample residue (USAR) = น้ำหนักกากตัวอย่างหลังอบแห้ง

Sample protein residue (SPR) = USAR x %protein ของกากตัวอย่างขั้นตอนที่ 11/100

Sample ash residue (SAR) = USAR x %ash ของกากตัวอย่างขั้นตอนที่ 10

Corrected blank (CB) = UABR-BPR-BAR

Uncorr av blank residue (UABR) = น้ำหนักกากของ blank หลังจากอบแห้ง

Blank protein residue (BPR) = UABR x %protein ของกากตัวอย่างชั้นตอนที่
11/100

Blank ash residue (BAR) = UABR x %ash ของกากตัวอย่างชั้นตอนที่ 10

ภาคผนวก ก8: การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของเนื้อขนมปัง (Crumb Moisture)

ทำการวิเคราะห์โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Shittu *et al.* (2009)

อุปกรณ์

1. ตู้อบ (Hot Air Oven)
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. ถ้วยอะลูมิเนียม (Moisture Can)
5. ช้อนตักสาร
6. ที่คีบ (Tong)

วิธีการ

1. อบถ้วยอะลูมิเนียมสำหรับใส่ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียม
3. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง Crumb โดยตัด Crumb ของขนมปังทุกตัวอย่าง มาตัวอย่างละ 5 กรัม โดยตัด Crumb ที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางของชิ้นขนมปังมา 1 กรัม และตัดที่ขอบทั้ง 4 ขอบของตัวอย่างชิ้นขนมปังมาขอบละ 1 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียมแล้วบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
4. นำตัวอย่างจากข้อ 3 ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่

คำนวณร้อยละของความชื้นได้จาก

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้นก่อนการอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังการอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้นก่อนการอบ (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข
วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพ



ภาคผนวก ข1: Water retention capacity (WRC)

โดยทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Robertson *et al.* (2000)

อุปกรณ์

1. เครื่อง centrifuge
2. ตู้อบ (Hot Air Oven)
3. เครื่องชั่งทศนิยม
4. บีกเกอร์
5. น้ำกลั่น (เติม 0.02 % azid)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างเส้นใยอาหารจากรำข้าวที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
2. ใส่ตัวอย่างในบีกเกอร์
3. จากนั้นเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร (ซึ่งเติม 0.02 % azid ด้วย)
4. ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการดูดน้ำอย่างสมบูรณ์
5. จากนั้นทำการ centrifuge 3000 x g เป็นเวลา 20 นาที
6. บักทีกน้ำหนักกากที่ได้จากการ centrifuge
7. นำกากที่ได้ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
8. บันทึกน้ำหนักแห้งหลังอบ
9. ทำการคำนวณ

คำนวณ Water retention capacity (WRC) ได้จาก

$$WRC (g/g) = \frac{\text{น้ำหนักกากที่ได้หลังจากการปั่นเหวี่ยง(กรัม)} - \text{น้ำหนักกากหลังอบแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักกากหลังอบแห้ง (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข2: Water holding capacity (WHC)

โดยทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Sowbhagya *et al.* (2007)

อุปกรณ์

1. ตู้อบ (Hot Air Oven)
2. เครื่องชั่งทศนิยม
3. Graduated test tube
4. Sintered glass cucible (G4)

5. น้ำกลั่น

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างเส้นใยอาหารจากกากรำข้าวที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
2. ใส่ตัวอย่างใน Graduated test tube
3. เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร
4. ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 ชั่วโมง
5. แยกกากออกจากน้ำโดยใช้ Sintered glass crucible (G4) ภายใต้ระบบสุญญากาศ
6. บันทึกน้ำหนักกากที่ได้
7. นำกากที่ได้ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
8. บันทึกน้ำหนักกากหลังอบ
9. ทำการคำนวณ

คำนวณ Water holding capacity (WHC) ได้จาก

$$\text{WHC (g/g)} = \frac{\text{น้ำหนักกากก่อนผ่านการทำแห้ง (กรัม)} - \text{น้ำหนักกากหลังอบแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักกากหลังอบแห้ง (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข3: Swelling capacity (SC)

โดยทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Robertson *et al.* (2000)

อุปกรณ์

1. ปีกเกอร์ขนาด 25 มิลลิลิตร
2. เครื่องชั่งทศนิยม
3. น้ำกลั่น (เติม 0.02 % azid)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างเส้นใยอาหารจากรำข้าวที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (100-200 mg)
2. ใส่ตัวอย่างในปีกเกอร์ขนาด 25 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร (ประกอบด้วย 0.02 % azid)
4. กวนตัวอย่างช้าๆ เพื่อให้ตัวอย่างกระจายในสารละลาย
5. หยุดการกวนและปิดฝาภาชนะ
6. จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการดูดน้ำอย่างสมบูรณ์

7. จากนั้นทำการ drain น้ำทิ้ง เพื่อแยกส่วนกากและน้ำออกจากกัน
8. บันทึกน้ำหนักกากที่ได้
9. ทำการคำนวณ

คำนวณ Swelling capacity (SC) ได้จาก

$$SC \text{ (g/g)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ผ่านการแช่ในน้ำจนถึงจุดที่อิ่มตัว (กรัม)}}{\text{น้ำหนักกากตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข4: Fat binding capacity (FBC)

โดยทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Abdul-Hamid *et al.* (2000)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่อง centrifuge
2. เครื่องชั่งทศนิยม
3. น้ำมันข้าวโพด
4. centrifuged tube

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 4 กรัม และใส่ตัวอย่างลงในหลอดทดลองที่ใช้สำหรับการปั่นเหวี่ยงขนาด 50 ml (centrifuged tube)
2. เติมน้ำมันข้าวโพด 20 ml ในหลอดทดลอง จากนั้นคนสารละลายตัวอย่าง 30 วินาที ในทุกๆ 5 นาที จนครบ 30 นาที
3. นำหลอดทดลองที่มีสารละลายไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuged ที่ 1600×g 25 นาที
4. ค่อยๆรินน้ำมันออกมา (ส่วนที่ตัวอย่างไม่ได้ดูดซับไว้)
5. คำนวณ%ของไขมันที่ตัวอย่างดูดซับไว้

$$\text{Fat binding (mL/g)} = \frac{(\text{ปริมาณน้ำมันเริ่มต้นที่เติม} - \text{ปริมาณน้ำมันหลังการปั่นเหวี่ยง})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข5: Emulsifying capacity (EC)

โดยทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Abdul-Hamid *et al.* (2000)

อุปกรณ์

1. เครื่อง centrifuge
2. เครื่อง blender
3. หลอดทดลอง

วิธีการ

1. ผสมตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร (20 มิลลิลิตรของ 7 % aqueous dispersion ของเส้นใยอาหารที่ผสม) ร่วมกับ corn oil 20 มิลลิลิตร โดยทำการผสมตัวอย่างด้วยเครื่อง Waring blender ที่ความเร็วสูงเป็นเวลา 5 นาที
2. จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ไป centrifuge ที่ 3000 x g เป็นเวลา 5 นาที
3. คำนวณเปอร์เซ็นต์ emulsifying

$$\text{Emulsifying capacity (\% EC)} = \frac{(\text{ml of water in emulsion} - \text{ml of water separated}) \times 100}{\text{ml of water in emulsion}}$$

% ที่คำนวณได้ > 94% เป็น emulsion ที่ดีมาก

< 50% เป็น emulsion ที่ไม่ดี

ภาคผนวก ข6: วัดลักษณะการกักเก็บแก๊ส (Gas retention characteristic)

ทำการวิเคราะห์โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Shittu *et al.* (2009)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า
2. กระจกบอกลงพลาสติกขนาด 1000 มิลลิลิตร
3. ตูบมโด
4. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการ

1. ผลิต batter ตามระดับของเส้นใยอาหารที่เติมในสูตรขนมปังที่ระดับ 0, 1, 3 และ 5% ตามลำดับ โดยที่ส่วนผสมอื่นคงที่ (วิธีการผลิตตามภาคผนวก ง)

2. หลังจากตีผสม batter เสร็จแล้ว ชั่งน้ำหนัก batter มา 50 กรัม และนำไปใส่ในกระบอกลงพลาสติกขนาด 1000 มิลลิลิตร
3. จากนั้นนำไปวางในตู้อบที่อุณหภูมิ 37 ± 0.5 องศาเซลเซียส
4. บันทึกปริมาตรของ batter ที่เวลาเริ่มต้น (0 นาที) และบันทึกทุกๆ 20 นาที จนกระทั่งความสามารถในการสร้างก๊าซสูงสุด

ภาคผนวก ข7: วัดปริมาตรของก้อนขนมปัง (Measurement of loaf volume bread)

ทำการวัดปริมาตรของก้อนขนมปังด้วยวิธี sesame seed displacement method ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Sangnark and Noomhorm (2003)

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์พลาสติกขนาด 1000 มิลลิลิตร
2. เมล็ดงา

วิธีการ

1. นำเมล็ดงาเทใส่บีกเกอร์พลาสติกขนาด 1000 มิลลิลิตร บันทึกปริมาตรเมล็ดงาที่เดิมเริ่มต้น
2. นำก้อนขนมปังที่อบเสร็จวางบนเมล็ดงาที่เทไว้ในบีกเกอร์พลาสติก
3. จากนั้นเทเมล็ดงาทับก้อนขนมปังอีกครั้ง โดยให้เมล็ดงามีปริมาตรความสูงเท่ากับความสูงของตัวอย่างก้อนขนมปัง
4. บันทึกปริมาตรเมล็ดงาสุดท้าย
5. คำนวณหาปริมาตรก้อนขนมปัง

ปริมาตรก้อนขนมปัง = ปริมาตรเมล็ดงาเริ่มต้น - ปริมาตรเมล็ดงาสุดท้าย

ภาคผนวก ข8: การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analysis)

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง (Texture Profile Analysis: TPA) โดยทำการวิเคราะห์โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Shittu *et al.* (2009) และ Sadeghi *et al.* (2007) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์

1. เครื่อง Texture Analyzer Universal Teasting
2. หัวทดสอบแบบ Compression plate (ขนาด 50x50 mm)
3. Load cell 500 นิวตัน

วิธีการ

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
2. เปิดโปรแกรมสำหรับวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ไปที่ Food คลิกที่ TPA
3. ใช้ Load cell 500 นิวตัน
4. หัวทดสอบแบบ Compression plate (ขนาด 50x50 mm)
5. ตั้งค่า Test Speed 60 mm/min และ Trigger 0.01 N
6. นำตัวอย่างขนมปังโดยตัดแผ่นขนมปังให้มีความหนา 10 ± 2 มิลลิเมตร 2 ชิ้น ต่อการวัด 1 ครั้ง และตัวอย่างขนมปังที่ใช้ต้องเป็นตัวอย่างขนมปังหลังจากอบเสร็จเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง
7. วางตัวอย่าง และเลื่อนหัววัดลงมาให้สัมผัสกับตัวอย่าง
8. กดปุ่มเดินเครื่องเพื่อให้ Test cell กดลงไปบนตัวอย่างจนยุบลงไป 75% ของความสูงเดิม เป็นจำนวน 2 ครั้ง ซึ่งจะรายงานผลเป็นกราฟที่มี 2 ยอด
9. อ่านค่าจากกราฟ ดังนี้ ค่า Hardness, Chewiness, Springiness และ Cohesiveness ตามลำดับ
10. นำข้อมูลที่โปรแกรมวัดค่าได้มาวิเคราะห์ผล

ภาคผนวก ข9: การวิเคราะห์ค่าสีของเนื้อ (Crumb) และเปลือก (Crust) ของขนมปัง

อุปกรณ์

1. เครื่อง Hunter Lab

วิธีการ

เป็นการวัดสีด้วยเครื่อง Hunter Lab โดยค่าสี L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a^* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greenness) และ b^* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness) เมื่อ L^* คือค่าความสว่างมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a^* คือ ค่าสีแดง เมื่อ a^* มีค่าบวก เป็นสีแดง

เมื่อ a^* มีค่าลบ เป็นสีเขียว

b^* คือ ค่าสีเหลือง เมื่อ b^* มีค่าบวก เป็นสีเหลือง

เมื่อ b^* มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนทำการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) ก่อนทำการวัดทุกครั้งจึงทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

ภาคผนวก ค
วิธีการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส



การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory evaluations)

ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปัง จะใช้วิธี 9-point hedonic scale โดยมีรายละเอียดดังนี้

แบบฟอร์มการทดสอบแบบ Hedonic scale

แบบสอบถามชุดที่.....

วันที่ทดสอบ/...../.....

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วแสดงความคิดเห็นของท่านที่ตัวอย่าง โดยระบุความชอบที่ท่านรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมใยอาหารจากรำข้าว โดยให้คะแนนดังต่อไปนี้

- | | | |
|---------------------|---------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 = เฉยๆ | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 7 = ชอบมากปานกลาง | 8 = ชอบมาก | 9 = ชอบมากที่สุด |

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง			

ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....
.....

