รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. กรุงเทพมหานคร.

กุลสตรีข้างครัว. 2533. นิตยสารกุลสตรี. ปักษ์หลัง.ประจำเดือน มิถุนายน. หน้า 102.

กิติยา กิจควรดี. 2547. การเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ข้าวคุณภาพดี. ใน คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 1-16.

จรัสพร ตันหยง. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องผสมกึ่งสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยยงค์ เตชะไพโรช สมเกียรติ ปรัชญาวรากร และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2546. ลักษณะเฉพาะของข้าวที่ผ่านการอบแห้งโดยเทคนิคฟลูอิไดซ์เบดด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวด. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4. วันที่ 13-14 มีนาคม 2546. ณ เค ยู โฮม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาดา เรืองลักษ์ลิขิต อัจฉราพรรณ จงวัฒนศิริ และอัญชลี อุษณาสุวรรณกุล. 2542.การพัฒนาผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้กล้วยผงเพื่อเพิ่มความหนืด. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐพล ภูมิสะอาด. 2540. การจัดการข้าวเปลือกโดยการอบแห้งแบบฟลูอิไดเซชัน การเก็บในที่อับอากาศ และการเป่าด้วยอากาศแวดล้อม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประชา บุญญสิริกูล กมลวรรณ แจ้งชัด และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2546. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากข้าวผสมผลไม้แห้ง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ปีที่ 1 ชุดโครงการวิจัย . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรวีนัส ปั้นหยา. 2544. การพัฒนาขนมปังจากแป้งข้าวสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัทรานี เลิศพัฒนคม เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสง และปลากะตัก. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 538-543.

มัทนียา เชี่ยวเวช สมเกียรติ ปรัชญาวรากร พัชรี ตั้งตระกูล และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2549. การเร่งความเก่าของข้าวเปลือกโดยเทคนิคการอบแบบฟลูอิไดซ์เบดร่วมกับเทมเปอร์. การ

ประชุมวิชาการวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 7. 23-24 มกราคม 2549. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม. 482-490.

มาตรฐานข้าวไทย. 2540. กรมการค้าภายใน. กระทรวงพาณิชย์.

รริศรา อิ่มภาประเสริฐ. 2549. ผลของการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชันร่วมกับเทมเปอริงและอุณหภูมิในการเก็บต่อปริมาณ 2AP และคุณภาพการสีของข้าวขาวดอกมะลิพันธุ์ 105 *Oryza sativa* L. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. 2541. การพัฒนาเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยวและขนมจีนโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 14-51.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยเทคโนลีพระจอมเกล้าธนบุรี. 338 หน้า.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ สมเกียรติ ปรัชญาวรากร และชัยยงค์ เตชะไพโรจน์. 2550. การจัดการข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อปรับปรุงคุณภาพและพัฒนาผลิตภัณฑ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38:5 (พิเศษ). 291-300.

สุทธินี วานิชสำราญ. 2545. การเพิ่มปริมาณข้าวต้นของข้าวคุณภาพต่ำโดยการแช่รวมกับการอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานอุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า. กรุงเทพมหานคร. สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม.

สำนักมาตรฐานสินค้านำเข้าส่งออก. 2551. การส่งออกข้าวหอมมะลิ (Online). Available from: http://www.dft.moc.go.th/the_files/$$10/level4/00003003_รายปี.pdf (2008 , September 1)

ศันสนีย์ อุดมระติ กีรตินาฏ พูลเกษร สุพัตรา โพธิเศษ และสงวนศรี เจริญเหรียญ. 2546. ผลของปริมาณน้ำต่อการเกิดเจลาติไนเซชันของแป้งข้าวชนิดต่างๆ. การประชุมทางวิชาการเกษตรของมหาวิทยาลัยเกษตร ครั้งที่ 41. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพฯ: บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด . 416 หน้า.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว:วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 366 หน้า.

อนุชา ใจล้า สมเกียรติ ปรัชญาวรากร วารุณี วารัญญานนท์ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2549. เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการรักษาคุณภาพข้าวเปลือกที่อบแห้งโดยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน.

การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 2. 27-29 กรกฎาคม 2549. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.

เอกรินทร์ โบษกรนัฏ. 2545. การอบแห้งข้าวนึ่งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เอกสารเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 50. 2538. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตข้าวหอมมะลิ 105 ปี 2536/37. กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ภาษาอังกฤษ

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland.

Buleon, A. and Colonna, P. 2004. The Chemical Physical of Food. Chapter 2. 20-67.

Cagampane, E.T. 1996. Rice starch: composition and characteristics. Cereal Food World 41(1): 833-838.

Chakkaravarthi, A., Lakshmi, S., Subramanian,R. and Hegde, V.M. 2008. Kinetics of cooking unsoaked and presoaked rice. Journal of Food Engineer. 84:181-186.

Cnossen, JJ., Lu, S. and Siebenmorgen, T.J. 2000. The glass transtion temperature concept in rice drying and tempering:Effect on milling quality. Transactions of the ASAE. 43(6):1661-1667.

Henderson, S.M., and Perry, R. L. 1976. Agricultural process engineering. Westpoort, Conticut :AVI Publishing Corporation Inc.353 pp.

Jaisuit, D., Prachayawarakorn, S., Tungtrakul, P. and Varanyanond, W. 2008. Effects of drying temperature and tempering time on starch digestibility of brown fragrant rice. Journal of Food Engineering . 86. 251-258.

Jinsong, B., 2008. Accurate Measurement of Pasting Temperature by the Rapia Visco-Analyser: a Case Study Using Rice Flour. Rice Science. 15(1): 69-72.

JU, Z.Y., Hettiarachchy, N.S. and Rath, N. 2008. Extraction, denaturation and hydrophobic Properties of Rice Flour Proteins . Journal of Food Science .6(2):322-337.

Kent, N. L. 1983. Technology of Cereals. 3rd ed. Oxford: Pergamon Press.

Leach, H.W. 1959. Structure of the starch granule I. Swelling and solubility patterns of various starches. Cereal Chem. 36. 534-544.

Ponglarp company. 2008. Product Images (Online). Available from:http://www.ponglarp.com/images/pic_product05.jpg (2008, September 28)

Poomsa-ad, N., Soponronarit, S., Prachayawarakorn, S. and Therdyotin, A. 2002. Effect of tempering on subsequent drying of paddy using fluidization technique. Drying Technology. 20(1):195-210.

Poomsa-ad, N., Therdyotin, A., Prachayawarakorn, S. and Soponronarit, S. 2005. Investigation on head-rice yield and operating time in the fluised-bed drying process: Experiment and simulation. Journal of Stored Products Research. 41. 387-400.

Taechapairoj, C., Prachayawarakorn, S., and Soponronnarit , S. 2004. Characteristics of rice dried in fluidised bed. Drying Technology. 22(4). 719-743.

Taweerattanapanish, A., Soponronarit, Wetchacama, S., Kongseri, N. and Wongpiyachon, S., 1999. Effect of drying on rice yield using fluidization technique. Drying Technology-*An International Journal*. 17(1&2). 345-353.

Taechapairoj, C., Prachayawarakorn, S. and Soponronnarit, S. 2004. Characteristics of rice dried in fluidised bed. Drying Technology. 22(4). 719-743.

Trirawannichakul, S., Prachayawarakorn. S., Varanyanond, W., Tungtrakul, P. And Soponronarit, S. 2004. Effect of fluidized bed drying temperature on various quality attributes of paddy. Drying Technology. 22(7). 1731-1754.

Radley, J. A. 1976. Starch Production Technology. Applied Science Publishers, Ltd , London. 587 pp.

Rani, M.R. and Bhattacharya, K. R. 1995. Microscopy of Rice Starch Granules During Cooking. Starch/Starke. 46 (9): 334-33.

Rordprapat, W., Nathakaranakule,A., Tai, W., and Soponronnarit, S. 2005. Comparative study of fluidized bed paddy drying using hot air and superheated steam. Journal of Food Engineering . 71. 28-36.

Sanders, J.P.M. 1996. Starch manufacturing in world. *In* Advanced Post Acadamic Course on Tapioca Starch Technology. Jan. 22-26& Feb. 19-23. AIT Center. Bangkok.

Scoch, T. J. 1967. Swelling power and Solubility of Granular Starch . In R. L. Wihisler, R. J. Smith and J. N. BeMiller (eds). Method in Carbohydrate Chemistry Vol. IV. Academic Press, New York. pp. 106-109.

Shibata, S. 2000. Advanced Drying Technology. 789 pp.

Steffe, J.F. and R.P. and Bakshi, A.s. 1979. Influence of tempering time and cooling on rice milling yields and moisture removal. Trans. of the ASAE. 22. 1214-1218.

Soponronnarit, S., Wetchacama, S., Swasdisevi, T. and Poomsa-ad, N. 1999. Managing moist paddy by drying, tempering and ambient air ventilation. Drying Technology-An Internationnal Journal. 17(1&2): 335-344.

Webb, B.D. 1972. An automated system of amylose analysis in whole-kernel rice. Cereal Science Today 30:284.

Winton, A.L.and Winton, K.B. 1986. The Structure and Composition of Foods. John Wiley& Sons, Inc. New York. 673 pp.

Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., and Blanchard, C. 2002. Ageing of stored rice:Changes in chemical and physical attributes. Journal of Cereal Science. 35: 65-68.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
วิธีการวิเคราะห์

ก1 การหาปริมาณความชื้นของข้าวเปลือก

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC (2000) โดยเปลี่ยนอุณหภูมิที่ใช้อบจาก 130±3°C เป็น 103±2°C โดยเปลี่ยนเมล็ดข้าวบดเป็นข้าวเปลือกทั้งเมล็ด และเปลี่ยนการอบแห้งนาน 1 ชั่วโมง เป็น 72 ชั่วโมง เนื่องจากข้าวเปลือกมีความชื้นมากจึงต้องใช้เวลาอบแห้งนานขึ้น

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตู้อบลมของ Memmert รุ่น model 600, Germany
2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งของ Sartorius รุ่น CP3202s,Germany
3. ถ้วยอลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร
4. เดสิกเคเตอร์ (desiccator)

วิธีการทดลอง

1. อบถ้วยอลูมิเนียมในตู้อบที่อุณหภูมิ 103±2°C นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ จากนั้นชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมเปล่าที่แน่นอนเก็บไว้
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือก ประมาณ 30 กรัม ลงในถ้วยอลูมิเนียม
3. บันทึกค่าที่แน่นอนเก็บไว้
4. นำถ้วยอลูมิเนียมที่มีข้าวเปลือกเข้าตู้อบ และตั้งอุณหภูมิไว้ที่103±2°C เปิดฝาถ้วยอลูมิเนียมไว้
5. เมื่อครบ 72 ชั่วโมง นำตัวอย่างออกจากตู้อบปิดฝาถ้วยอลูมิเนียม ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น จนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับุณหภูมิห้อง เพื่อให้ข้าวเปลือกมีลักษณะเหมือนกับข้าวเปลือกที่ได้หลังการเก็บเกี่ยว
6. ชั่งน้ำหนัก บันทึกค่า และคำนวณหาปริมาณความชื้นตามสมการดังนี้

$$\text{ความชื้น \%(w.b)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างข้าวก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างข้าวหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างข้าวก่อนอบ}} \times 100$$

ก2 การหาอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือก

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เทอร์โมมิเตอร์ชนิดแอลกอฮอล์ ที่มีสเกลตั้งแต่ 0 - 100°C
2. ภาชนะพร้อมฝาปิดที่มีฉนวนหุ้มป้องกันการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอก

วิธีการทดลอง

1. นำข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชันบันจุลงในภาชนะ (โหลแก้วขนาดบรรจุ 2 กิโลกรัม) ที่มีชวนหุ้มทันที
2. เสียบเทอร์โมมิเตอร์ลงในช่องที่เจาะไว้ที่ฝาภาชนะ
3. ใช้ผ้าห่อภาชนะไว้อีกชั้นหนึ่ง พร้อมกับอ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้
4. จดบันทึกอุณหภูมิค่าที่วัดได้ อุณหภูมิของเมล็ดเลือกจากค่าอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของเมล็ดมากที่สุด

ก3 วิธีการปรับความชื้นของข้าวเปลือก (rewetting)

1. หาความชื้นของข้าวเปลือกเริ่มต้น
2. คำนวณปริมาณน้ำที่ต้องเติมลงไปในข้าวตามสูตร

$$W_w = W_f - W_i$$

$$W_f = W_i \frac{[1 - MC_i]}{[1 - MC_f]}$$

เมื่อ W_w = ปริมาณน้ำที่ต้องเติมลงไป (กรัม)

W_f = น้ำหนักเมล็ดข้าว + น้ำหนักน้ำ (กรัม)

W_i = น้ำหนักเมล็ดข้าวเริ่มต้น (กรัม)

MC_i = ความชื้นของข้าวเปลือกเริ่มต้น %(w.b)

MCf = ความชื้นของข้าวเปลือกที่ต้องการ %(w.b)

3. เติมน้ำลงในข้าวเปลือกตามปริมาณที่คำนวณได้จากข้อ 2
4. คลุกเคล้าให้น้ำกระจายไปอย่างทั่วถึง
5. เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C และนำข้าวเปลือกออกมาคลุกเคล้าทุกวันเป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้ข้าวเปลือกทั้งหมดมีความชื้นเท่ากัน

ก4 การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

ตามวิธีอ้างอิงจากเอกสารของสุทธินี วานิชสำราญ (2545)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยางชนิด Statake Thu 35A
2. เครื่อง Mc. Gill Miller
3. เครื่องคัดขนาดของเมล็ดข้าว (Sizing device)
4. เครื่องชั่ง Sartorius ที่ทีความละเอียด ±0.01 ชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 3,200 กรัม

วิธีการทดลอง

1. ทำความสะอาดข้าวเปลือกโดยผ่านเครื่องคัดแยก (Aspirator) เพื่อดูดเอาเมล็ดลีบและสิ่งเจือปนต่างๆ ออก ส่วนหิน กรวด ทราย หรือเหล็ก คัดแยกออกด้วยมือ
2. ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกที่ทำความสะอาดแล้วตัวอย่างละ 250 กรัม
3. นำไปกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือก (Satake) จนเปลือกหลุดออกหมด
4. ชั่งน้ำหนักข้าวกล้องที่ได้จากการกะเทาะเปลือกออกแล้วบันทึกค่าไว้
5. ขัดข้าวด้วยเครื่อง Mc. Gill Miller เป็นเวลา 45 วินาที ทิ้งข้าวสารไว้ให้เย็น
6. ชั่งน้ำหนักข้าวสารที่ได้จากการขัดขาวแล้วบันทึกค่าไว้
7. นำข้าวสารไปแยกข้าวต้นกับข้าวหักด้วยเครื่องคัดขนาดเมล็ดข้าว (Sizing device)
8. ชั่งน้ำหนักข้าวต้นแล้วบันทึกค่าไว้
9. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก เปอร์เซ็นต์รำ และเปอร์เซ็นต์แกลบ จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$\%\ \text{ข้าวต้น} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวต้น} \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}$$

ก5 วิธีการโม่เปียกเพื่อผลิตแป้งข้าวเจ้า (ตามวิธีของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร , 2541)

เครื่องมือ

1.เครื่องโม่แบบ vertical stone mill (Lita Hathuyuki รุ่น NSD-6, Thailand)

2.ตู้อบลมร้อน (Yeu Heng รุ่น HA-100S, Thailand)

3.เครื่องปั่นไฟฟ้า (Moulinex รุ่น DAB1, France)

4.ตะแกรงขนาด 100 mesh

วิธีทำ

1.แช่ข้าวเป็นเวลา 1 คืน

2.นำข้าวที่แช่ไปโม่เปียกด้วยเครื่องโม่แบบ vertical stone mill (Lita Hathuyuki รุ่น NSD-6, Thailand) จะได้น้ำแป้ง ตั้งน้ำแป้งทิ้งไว้จนตกตะกอน

3.นำแป้งที่ตกตะกอนไปอบโดยใช้ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 1 วัน

4.นำแป้งไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าแล้วร่อนผ่านตะแกรง 100 mesh

ก6 เครื่อง Rapid Visco Analyzer

เครื่องมือ

1. เครื่อง RVA (Rapid Visco Analyzer) พร้อมกระป๋องอลูมิเนียม (can) และพาย
2. เครื่องแฮมเมอร์มิลล์
3. ตะแกรงละเอียดขนาด 100 mesh

วิธีวิเคราะห์

1. ร่อนตัวอย่างผ่านตะแกรงละเอียดขนาด 100 mesh ชั่งตัวอย่าง 3 กรัม โดยจำนวนของตัวอย่างขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่างและความชื้น
2. กรณีที่ตัวอย่างมีความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ให้ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 25.00±0.05 มิลลิลิตร ใส่ลงในกระป๋องอลูมิเนียมของเครื่อง RVA ปริมาณของตัวอย่างและน้ำที่ใช้ควรคำนึงถึงค่าความชื้นของตัวอย่างด้วย โดยสามารถคำนวณได้จากสูตรสำหรับความชื้นที่ 14 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$M_2 = \frac{(100 - 14) \times M_1}{(100 - M_1)}$$

$$W2 = 25.0 + M_1 - M_2$$

เมื่อ M_1 = น้ำหนักตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับแป้งแต่ละชนิด

M_2 = น้ำหนักที่ถูกต้อง

W_2 = ปริมาณน้ำที่ถูกต้อง

3. ใส่ตัวอย่างแป้งลงในกระป๋องอลูมิเนียมที่มีน้ำอยู่ ใส่พาย (paddle) ลงในกระป๋องอลูมิเนียม หมุนพายไปมาแรงๆ และดึงขึ้นลงเพื่อกวนตัวอย่างไม่ให้จับเป็นก้อนที่ผิวน้ำหรือติดอยู่ที่พาย
4. นำกระป๋องอลูมิเนียมที่ใส่พายเข้าเครื่อง RVA กดมอเตอร์ลงเพื่อให้ RVA ทำงาน จากกราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดต่อเวลาที่ได้ อ่านและบันทึกค่าต่างๆ ดังนี้ อุณหภูมิ (°C) ที่ทำให้แป้งพองตัว (pasting temperature), ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งพองตัวสูงสุด (peak viscosity), ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity), ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งยุบตัว (breakdown), ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งคืนตัว (setback) และความหนืด (RVU) เมื่อแป้งคงตัว (trough)

ก7 วิธีวิเคราะห์หาสมบัติความร้อนของแป้งด้วยเครื่อง DSC

(Kim, 1995) มีรายละเอียดดังนี้

1. เตรียมตัวอย่างแป้งที่ทราบค่าความชื้นแน่นอน ทำเป็นสารละลายให้มีความเข้มข้น 30% (w/w โดยน้ำหนักแห้ง) ด้วยน้ำกลั่น

2. ดูดสารละลายแป้งโดยคำนวณให้มีปริมาณแป้ง 3.5-4.0 มิลลิกรัม (โดยน้ำหนักแห้ง) ใส่ในภาชนะ (pan) ของเครื่อง DSC (0219-0062) บ่มไว้นานกว่า 1 ชั่วโมง

3. ใส่ (pan) ในช่อง sample ของเครื่อง DSC-7 (Perkin-Elmer) และวาง reference pan โดยใช้ profile อุณหภูมิ 25-90 องศาเซลเซียส ที่อัตรา 10 °C/นาที โดยใช้ indium (ธาตุโลหะอ่อนสีเงิน) calibrate

4. คำนวณค่าทางเทอร์โมไดนามิคส์ โดยใช้ระบบ autocalculation และบันทึกค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเจลาทิไนซ์ ได้แก่

อุณหภูมิเริ่มต้นในการเกิดเจลาติไนซ์ (onset temperature, To, °C)

อุณหภูมิสูงสุดในการเกิดเจลาติไนซ์ (peak temperature, Tp, °C)

อุณหภูมิท้ายสุดในการเกิดเจลาติไนซ์ (conclusion temperature, Tc, °C)

พลังงานเปลี่ยนแปลงระหว่างการเกิดเจลาติไนซ์ (enthalpy, ΔH, J/g)

ก8 กำลังการพองตัว(ตามวิธีของ Schoch, 1964)

เครื่องมือ

1. หลอดเหวี่ยงพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
2. อ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิได้
3. เครื่องเหวี่ยง (centrifuge) (Centrifugal Thermo IEC รุ่น IEC MultiRF, USA.)
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. เครื่องชั่งละเอียด

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างแป้ง 0.5000 กรัม ใส่หลอดเหวี่ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
2. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 15 มิลลิลิตร
3. แช่ในอ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส กวนตลอดเป็นเวลานาน 30 นาที
4. เหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยง(centrifuge) ที่ความเร็ว 2,200 รอบต่อนาที นาน 15 นาที

5. ดูดน้ำตอนบนใส่ภาชนะที่ทราบน้ำหนักให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และนำไปอบให้แห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
6. ชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ ส่วนแป้งเปียกในหลอดนำมาชั่งเป็นน้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้วเพื่อนำมาคำนวณกำลังการพองตัว

$$\text{ร้อยละการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งส่วนที่ละลายน้ำ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$$

$$\text{กำลังการพองตัว} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง} \times (100 - \text{ร้อยละการละลาย})}$$

ก9 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของแป้ง

ตามวิธี AOAC(2000)

อุปกรณ์

1. ตู้อบไฟฟ้าชนิดควบคุมอุณหภูมิได้
2. จานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด
3. เดสิกเคเตอร์ (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นโดยวิธีอบแห้ง

1. อบจานหาความชื้นชนิดอลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±5 $^{\circ}C$ ประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่นิ่งนอน

2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ในจากอลูมิเนียม ประมาณ 2 กรัม นำไปอบในตู้ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±5 $^{\circ}C$ นานประมาณ 5 ชั่วโมง โดยเปิดฝาอลูมิเนียมไว้เล็กน้อย จากนั้นปิดฝาอลูมิเนียม แล้วนำมาใส่ในเดสิกเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นชั่งน้ำหนักให้แน่นอน ทำการอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักแตกต่างกันไม่ควรเกิน 2 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณร้อยละของความชื้นของตัวอย่างอาหาร

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{100\,(W_1 - W_2)}{W_1 - W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

ก10 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

ตามวิธี AOAC(2000)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Soxhlet
2. ทิมเบิล (Thimble)
3. กระดาษกรอง
4. ขวดแก้วก้นกลม
5. เดสิกเคเตอร์ (Desiccator)
6. เครื่องชั่งไฟฟ้า (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้วให้ได้น้ำหนักแน่นอน โดยใช้กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักรองรับ ชั่งตัวอย่างประมาณ 2-3 กรัม ห่อตัวอย่างให้มิดชิดด้วยกระดาษกรองแล้วใส่ลงในทิมเบิล จากนั้นใส่ทิมเบิล ในช่องกลั่นของเครื่อง Soxhlet

2. ชั่งน้ำหนักฟลาส์กชนิดกลมก้นแบบ ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่อบให้แห้งสนิทแล้ว ใส่ปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในฟลาส์กประมาณ 150 มิลลิลิตร ประกอบเครื่อง Soxhlet เข้าด้วยกัน เมื่อสกัดได้ตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำฟลาส์กก้นกลมซึ่งมีไขมันหรือน้ำมันที่สกัดได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกเกือบหมด แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก อบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที และชั่งจนได้น้ำหนักคงที่หลังจากทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ คำนวณปริมาณร้อยละของไขมันในตัวอย่างอาหารจากการคำนวณน้ำหนักจากขวดแก้วก้นกลมที่เพิ่มขึ้น

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{100\,(W_1 - W_2)}{W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของตัวอย่างอบแห้ง เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของขวดแก้วก้นกลมและไขมันหลังอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของขวดแก้วก้นกลมที่นำไปอบจนได้น้ำหนักคงที่ เป็นกรัม

ก11 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ตามวิธี AOAC(2000)

อุปกรณ์

1. หลอดสำหรับย่อย (digestion tube)
2. เครื่องย่อยและเครื่องกลั่นหาไนโตรเจน
3. บิวเรตต์ขนาด 50 มิลลิลิตร
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
5. อุปกรณ์เครื่องแก้ว

สารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
2. กรดบอริค (H_3BO_3)
3. Anhydrous Sodium Carbonate (Na_2CO_3)
4. Bromocresol green
5. Methyl red
6. 95% Ethanol (C_2H_5OH)
7. Concentraed Sulfuric acid (H_2SO_4)
8. Concentraed Hydrochloric acid (HCl, เข้มข้น 37% หรือ 12 mol/L)
9. Catalysts ($CuSO_4$ และ K_2SO_4)
10. น้ำกลั่น

<u>สารละลายที่ใช้และวิธีเตรียม</u>

1. สารละลาย NaOH เข้มข้น 40% เตรียมโดยละลาย NaOH 4,000 กรัม ในน้ำกลั่น 10 ลิตร เก็บในภาชนะพลาสติก
2. สารละลาย Bromocresol green เตรียมโดยละลาย Bromocresol green 0.1 กรัม ในเอทานอล 100 มิลลิลิตร
3. สารละลาย Methyl red เตรียมโดยละลาย Methyl red 0.1 กรัม ในเอทานอล 100 มิลลิลิตร
4. สารละลาย อินดิเคเตอร์ผสม เตรียมโดยนำสารละลาย จากข้อ 2 และ 3 มาผสมกัน

5. สารละลายกรดบอริคเข้มข้น 4% เตรียมโดยละลาย กรดบอริค 40 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 500 มิลลิลิตร แล้วให้ความร้อน ต้มและคนจนละลายหมด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ร้อนจนได้ปริมาตรประมาณ 800 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หยดสารละลายอินดิเคเตอร์ผสมจนสารละลายมีสีชมพูม่วง แล้วจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร
6. สารละลายกรดมาตรฐาน 0.1 M HCl เตรียมโดยตวงสารละลาย HCl เข้มข้น มา 8.2 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร

Standardize : - ชั่ง Na_2CO_3 ประมาณ 5 กรัม บดให้ละเอียดอบไว้ที่อุณหภูมิ 265 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือที่ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นใน desiccator เท ใส่ในขวดที่มีฝาปิดแล้วเก็บไว้ในเดสิกเคเตอร์

- ชั่ง Na_2CO_3 ที่อบแล้วจากข้างต้นมาประมาณ 0.13 กรัม ใส่ใน flask เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร และหยดอินดิเคเตอร์ผสมลงไป 5 หยด แล้วไทเทรตด้วยสารละลาย HCl จนสารละลายใน flask เปลี่ยนเป็นสีชมพู จดปริมาตรของ HCl ที่ใช้ไว้ (A1) นำสารละลายในฟลาส์กไปต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (ขณะนี้สารละลายจะมีสีเขียว) แล้วไทเทรตด้วยสารละลาย HCl ต่อจนได้สีชมพูอีกครั้ง จดปริมาตร (A2) คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย HCl ได้ดังนี้

$$\text{HCl (mol/L)} = \frac{2000 \times \text{น้ำหนักที่แน่นอนของ } Na_2CO_3}{\text{น้ำหนักโมเลกุลของ } Na_2CO_3 \times (A1+A2)}$$

วิธีการวิเคราะห์

<u>การย่อย</u> :

1. ชั่งตัวอย่างมาประมาณ 0.5 – 1.0 กรัม อย่างละเอียดใส่ลงในหลอดหยด
2. ใส่ Catalysts ที่ผสมระหว่าง $CuSO_4$ กับ K_2SO_4 ในอัตราส่วน 0.5 ต่อ 10 ตามลำดับ ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร
3. เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น ลงไปประมาณ 10-15 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเบาๆ
4. ตั้งหลอดย่อยใน stand สวม exhaust manifold ลงบนส่วนของขวดย่อย และเปิด power เครื่องดักจับไอกรด โดยทำการย่อยในตู้ควันหรือที่มีการดูดอากาศ
5. ตั้ง Stand, digestion tube และ exhaust ลงบนเครื่องย่อย (digestor) ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 420 องศาเซลเซียส มาแล้ว
6. ย่อยต่อไปประมาณ 30-45 นาที จนได้สารละลายที่ใส ที่มีสีสม่ำเสมอกันทุกหลอด

7. ยก stand พร้อมหลอดย่อย และ exhaust มาตั้งไว้ข้างๆ และทิ้งไว้ให้เย็น
8. ปิด power เครื่องย่อยแต่ยังคงเปิดเครื่องดักจับไอกรดอยู่ เพื่อดักจับไอกรดที่ยังมีอยู่ในหลอดย่อย

<u>การกลั่นและวิเคราะห์ปริมาณ</u>

9. เปิด power เครื่องหล่อเย็นก่อนทำการกลั่นอย่างน้อย 30 นาที และเปิด power ของเครื่องย่อย
10. กดปุ่มด่าง (ALKALI) ประมาณ 2-3 ครั้ง จนแน่ใจว่าในท่อด่างไม่มีฟองอากาศหลงเหลืออยู่
11. อุ่นเครื่องโดยใช้ฟลาส์กเปล่าและหลอดย่อยที่บรรจุน้ำกลั่นประมาณ ¼ ของหลอด ใส่เข้าประจำที่ในเครื่องย่อย แล้วกดปุ่ม (STEAM) เพื่อกลั่นเป็นเวลาประมาณ 5 นาที (ขณะนี้ไฟที่ STEAM จะสว่าง)
12. ปิด STEAM โดยกดปุ่ม (STEAM) อีกครั้งหนึ่ง (ไฟที่ STEAM จะดับ) แสดงถึงสิ้นสุดการอุ่นเครื่อง จากนั้นนำหลอดย่อย และฟลาส์กออกจากเครื่องย่อยโดยสวมถุงมือกันกรดด่างและกันร้อนด้วยทุกครั้ง
13. กดปุ่มเพื่อตั้งปริมาณ ALKALI, DELAY และเวลาที่ใช้ในการกลั่น (STEAM) ตามต้องการ

    ค่าที่สามารถตั้งได้ คือ ALKALI 0 หรือ 1 หรือ 2 หรือ 3 strokes

    DELAY 0.0 ถึง 9.9 นาที STEAM 0.0 ถึง 9.9 นาที

หมายเหตุ : เครื่องจะตั้งไว้แล้วที่ ALKALI = 3 strokes DELAY = 0.6 นาที

STEAM = 3.6 นาที

14. นำฟลาส์ก ซึ่งบรรจุกรดบอริค 4% จำนวน 25 มิลลิลิตร ไปตั้งไว้บน platform ของเครื่อง และยก platform ขึ้นให้ปลายแท่งแก้วจุ่มอยู่ใต้กรดบอริค
15. ใส่หลอดย่อยที่ผ่านการย่อยแล้วในเครื่องกลั่น ควรเริ่มต้นจากหลอดที่เป็น blank ก่อน แล้วจึงตามด้วยหลอดที่ใส่สารตัวอย่าง
16. กดปุ่ม (AUTO) เพื่อเลือกการทำงานแบบอัตโนมัติ (ไฟที่ AUTO จะสว่าง)
17. ปิด safety door
18. เมื่อกลั่นเสร็จแล้ว platform จะเลื่อนลงมาเอง เอาฟลาส์ก ละหลอดย่อยออกจากเครื่องย่อย หยด Bromocresol green 1-2 หยด
19. นำฟลาส์กไปไทเทรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน จนได้สารละลายเป็นสีชมพูอ่อน

20. คำนวณผลการวิเคราะห์ดังนี้

$$\%N = \frac{14 \times (V1 - V2) \times \text{normality of HCl (mol/L)} \times 100}{\text{Weight of sample (mg)}}$$

เมื่อ V1 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

V2 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต blank

%Protein = %N × 5.95 (เป็น factor สำหรับตัวอย่างที่เป็นแป้งข้าว)

ก12 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

อุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (crucible)
2. เตาเผา (muffle)
3. เดสิกเคเตอร์ (desiccator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า(ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible) ที่เผาและชั่งน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำตัวอย่างไปเผาบน hot plate หรือเปลวไฟจนหมดควัน (เพื่อเผาส่วนที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ออกไป) หลังจากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือสีเทาอ่อน นำออกจากเตาใส่ในเดสิกเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักเผาตัวอย่างซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งชั่งได้น้ำหนักคงที่ (ต่างกันไม่เกิน 0.001 กรัม)

การคำนวณปริมาณร้อยละของเถ้าในตัวอย่างดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้าร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{100 \times (W_2 - W)}{W_1 - W}$$

W คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ เป็นกรัม

W_1 คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา เป็นกรัม

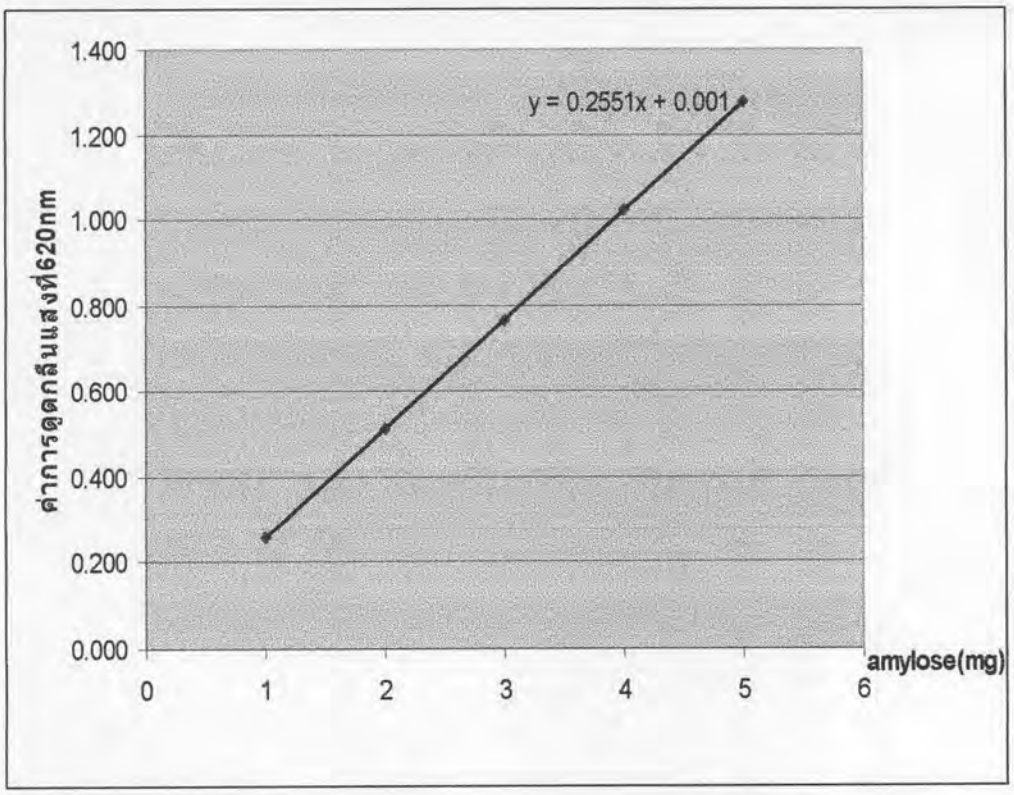
W_2 คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผา เป็นกรัม

ก13 ปริมาณแอมิโลส

วิธีการทดลอง

การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งแอมิโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่ง น้ำหนักแน่นอน 0.0400กรัม ใส่ในฟลาสก์ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 N ปริมาตร 9 มิลิตร และเอทิลแอลกอฮอล์ 95 %ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
2. เตรียม blank โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 N ปริมาตร 9 มิลลิลิตร และ เอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 1 มิลิลิตร ลงในฟลาสก์ขนาด 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
3. ให้ความร้อนกับสารในข้อ 1 และ 2 ในอ่างน้ำเดือด 5 – 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. ชะสารละลายแอมิโลสใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร (ใช้น้ำกลั่นชะสารละลายแอมิโลสออกมาให้ได้มากที่สุด) ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
5. ปิเปตสารละลายจากข้อ 4 ปริมาตร 1,2,3,4 และ 5 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร 5 ขวด
6. ปิเปตสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 N ปริมาตร 0.2,0.4,0.6,0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรทั้ง 5 ใบ ตามลำดับ
7. เติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เป็นเวลา 20 นาที
8. ชะ blank ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นปิเปตสารละลายมา 5 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรด อะซิติกความเข้มข้น 1 N ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที
9. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับ blank
10. สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณแอมิโลส ดังรูปที่ ก. 1



รูปที่ ก.1 กราฟมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส

<u>การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสในตัวอย่าง</u>

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง (ผ่านตะแกรง ขนาด 100 mesh) ประมาณ 100 มิลลิกรัม (0.1กรัม) ใส่ในฟลาสก์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 N ปริมาตร 9 มิลลิลิตร และเอทิลแอลกอฮอล์ 95 % ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
3. ต้มในอ่างน้ำเดือดนาน 5 – 10 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. ชะน้ำแป้งใส่ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร (ใช้น้ำกลั่นชะน้ำแป้งออกมาให้ได้มากที่สุด) ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
5. ปิเปตสารละลายจากข้อ 4 มา 5 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 Nมา 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที
6. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับ blank
7. จากค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ นำไปอ่านค่าจากกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณหาปริมาณแอมิโลส

$$\text{ปริมาณแอมิโลส(\%)} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน(กรัม)} \times 100 \times 200}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (d.b)(กรัม)}}$$

ก14 วิธีการอบข้าวเปลือกด้วยเครื่องฟลูอิไดซ์เบด

(ตามวิธีอ้างอิงจากเอกสารของสุทธินี วานิชสำราญ, 2545)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องวัดความเร็วลม (Air-max รุ่น SK-26A, Japan)
2. เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด (คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)

เครื่องอบแห้งที่ใช้เป็นเครื่องอบแห้งแบบเป็นงวด ลักษณะอุปกรณ์เป็นห้องอบแห้งเป็นรูปทรงกระบอกทำด้วยสเตนเลส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ซ.ม. สูง 100 ซ.ม. พื้นที่ผิวของห้องอบแห้งและท่อลมทั้งหมดหุ้มด้วยฉนวนใยแก้วหนา 2.5 cm ให้ความร้อนโดยใช้ขดลวดความร้อนขนาด 12 kW พัดลมที่ใช้พัดลมแรงเหวี่ยง ใบพัดโค้งหลัง มีมอเตอร์ขนาด 1.5 kW เป็นตัวขับเคลื่อนพัดลม และมีอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของพัดลมทางกล เพื่อปรับอัตราการไหลของอากาศให้ได้ตามที่ต้องการ มีลิ้นปีกผีเสื้อที่ทางออกของเครื่องอบแห้ง และที่ท่ออากาศเวียนกลับสำหรับใช้ปรับปริมาณอากาศเวียนกลับ วัดอุณหภูมิที่ทางเข้าห้องอบแห้ง โดยใช้ Thermocouple Type K ต่อเข้ากับเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการ และแสดงอุณหภูมิที่วัดได้ มีท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ต่อเข้าทางด้านบนของห้องอบแห้ง เพื่อใช้กรอกข้าวเปลือกที่จะทำการทดลอง ด้านล่างของห้องอบแห้งมีท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ท่อทั้งสองปิดด้วยฝาเกลียวทำจากเหล็กสำหรับใช้ปล่อยข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งลงในขวดแก้วเพื่อนำไปเก็บในที่อับอากาศต่อไป

Soponronnarit และ Prachayawarakorn (1994) พบว่า ในกรณีที่ของแข็งเป็นเมล็ดข้าวเปลือกและของไหลเป็นอากาศ ความเร็วของอากาศต่ำสุดที่ทำให้เกิดฟลูอิไดซ์เบดในข้าวเปลือกได้มีค่าประมาณ 1.65 เมตร/วินาที แต่ในทางปฏิบัติพบว่าที่จุดความเร็วของอากาศต่ำสุด อนุภาคยังไม่เกิดการหมุนเวียนดีพอที่จะทำให้เกิดการถ่ายเทมวลสารและความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นถ้าจะให้เกิดผลดีจะต้องใช้ความเร็วต่ำกว่า 1.5 เท่าของความเร็วต่ำสุดที่ทำให้เกิดฟลูอิไดซ์เบด แต่จะต้องไม่เกินค่าความเร็วสุดท้ายของอนุภาค เพราะถ้าใช้ความเร็วสูงเกินไปจะทำให้อนุภาคไหลออกไปจากห้องอบแห้งพร้อมกับของไหล ดังนั้นความเร็วของอากาศที่ใช้มีค่าประมาณ 2.5 เมตร/วินาที นอกจากนั้นการใช้ความเร็วที่สูงเกินไปเป็นสาเหตุให้เครื่องสึกหรอ ทำให้สูญเสียอนุภาคที่มีขนาดเล็ก และทำให้อนุภาคแตก

ในการทดลองจะใช้ความสูงเบด 9.5 เซนติเมตร ความเร็วของอากาศในห้องอบแห้งประมาณ 2.5 เมตร/วินาที ปริมาณอากาศเวียนกลับประมาณ 80% ก่อนการทดลองทุกครั้งจะต้องเดินเครื่องที่อุณหภูมิที่จะทดลองทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้เครื่องมีอุณหภูมิสม่ำเสมอ และ

ภายหลังการอบแห้งแต่ละงวดต้องเปิดฝาท่อทางเข้าและทางออกไว้เพื่อให้ข้าวเปลือกที่เหลือค้างอยู่ภายในเครื่องให้ออกไปให้หมดแล้วจึงปิดเพื่อทดลองต่อไป

อุปกรณ์สำหรับการเก็บในที่อับอากาศ (ตามวิธีอ้างอิงจากเอกสารของ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และคณะ, 2541)

ใช้ขวดแก้วทรงสูงขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซ.ม. สูง 30 ซ.ม. มีแผ่นยางคั่นระหว่างฝาและปากขวด มีลวดสำหรับเกี่ยวเพื่อปิดฝา ทำให้เกิดแรงกดเพื่อป้องกันการรั่ว การป้องกันการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกจะใช้วิธีการเก็บไว้ในตู้อบ ที่ควบคุมอุณหภูมิให้เท่ากับอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกที่ออกจากเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด ซึ่งอุณหภูมินี้จะต้องวัดทุกครั้งที่เปลี่ยนเงื่อนไขการอบแห้ง และขวดแก้วนี้ต้องนำเข้าตู้อบที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของเมล็ดเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนให้กับขวดแก้ว ก่อนจะนำข้าวเปลือกที่ผ่านกรองอบแห้งแล้วมาใส่ (สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และคณะ, 2541) เวลาที่ใช้ในการเก็บในที่อับอากาศ คือ 30 นาที

วิธีการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องฟลูอิไดซ์เบด

1. เป็นเครื่องฟลูอิไดซ์เบด ตั้งอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งที่ 150 °C และความเร็วของอากาศเท่ากับ 2.5 เมตร/วินาที เปิดทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้สภาวะการทำงานคงที่

2. เริ่มดำเนินการอบแห้ง โดยป้อนข้าวเปลือกให้ได้ความสูงเบด 9.5 ซ.ม. (ประมาณ 1,900 กรัมสำหรับข้าวเปลือกที่มีความชื้น 25 % (w.b) ลงไปในห้องอบแห้ง

3. ทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่ต้องการ (เพื่อให้ได้ความชื้นที่ต้องการ ประมาณ 13-14% (w.b)

4. เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด ปล่อยข้าวเปลือกลงในภาชนะที่มีฉนวนหุ้มเพื่อเก็บความร้อน เสียบเทอร์โมมิเตอรลงไปวัดอุณหภูมิภายในกองเมล็ดข้าวเปลือก บันทึกอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้

5. ปล่อยข้าวเปลือกที่เหลือในห้องอบแห้งออก ทิ้งเครื่องไว้ประมาณ 15 นาที เพื่อให้สภาวะการทำงานคงที่

6. ทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 2-4 หาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่วัดได้ตามข้อ 4 นำค่าที่ได้ไปตั้งอุณหภูมิของตู้อบที่ใช้สำหรับการเก็บในที่อับอากาศ

7. ปล่อยข้าวเปลือกที่เหลือในห้องอบแห้งออก ทิ้งเครื่องไว้ประมาณ 15 นาที เพื่อให้สภาวะการทำงานคงที่

8. ป้อนข้าวเปลือกที่จะทำการอบแห้งลงไปในห้องอบแห้ง

9. ทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่ต้องการ (เพื่อให้ได้ความชื้นที่ต้องการ ประมาณ 13-14% (w.b))

10. เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนด ปล่อยข้าวเปลือกลงในขวดแก้วที่ใช้สำหรับการเก็บ ในที่อับอากาศ ปิดฝาให้สนิท

11. นำขวดแก้วที่บรรจุข้าวเปลือกมาเก็บไว้ในตู้อบที่ตั้งอุณหภูมิตามข้อ 6 ไว้แล้ว เป็นเวลา 30 นาที

ก15 วิธีการอบแห้งด้วยเครื่องฟลูอิไดซ์เบดแบบไอน้ำร้อนยิ่งยวด(ตามวิธีของ Taweerattanapanish และคณะ , 1999)

1.เปิดเครื่องฟลูอิไดซ์เบดและเปิด ตั้งอุณหภูมิ heater ไว้ที่ 175°C ปรับความดันเป็น 100 kPa

2 ตั้งความเร็วของไอน้ำที่ 3.1 m/s

3.ใส่ข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้น 25%(w.b)ในเบด(ห้องอบแห้ง) จับเวลา 2 นาที 30 วินาที

4.นำข้าวเปลือกออกจากเครื่องแล้วนำไปตากในที่ร่ม

ปริมาณข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลองอบแห้ง 1 ครั้ง

Soponronarit และคณะ (1996) ได้เสนอความสูงเบดที่เหมาะสมในการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องฟลูอิไดซ์เบด คือ 9.5 เซนติเมตร สำหรับเครื่องฟลูอิไดซ์เบดที่ใช้ในการทดลอง มีห้องอบแห้งรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ดังนั้นประมาตรข้าวเปลือกที่ต้องใช้ต่อ 1 ครั้ง สามารถคำนวณได้ดังนี้

ปริมาตรข้าวเปลือกที่ใช้อบแห้งต่อ 1 ครั้ง $= \pi \times$ รัศมีห้องอบแห้ง$^2 \times$ ความสูงเบด

$= \pi \times 10^2 \times 9.5$

$= 2984.5$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ในการทดลองหาความหนาแน่นปรากฏของข้าวเปลือกที่มีความชื้น 35%db ใช้วิธีเทข้าวลงในกระบอกตวงให้มีปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำข้าวเปลือกมาชั่งน้ำหนักและทดลองตวงตัวอย่างข้าวเปลือก 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย พบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ย 636.65 กรัม ดังนั้นน้ำหนักข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลองอบแห้งต่อ 1 ครั้ง คำนวณได้โดย

น้ำหนักข้าวเปลือกที่ใช้ในการอบแห้งต่อ 1 ครั้ง = ความหนาแน่นปรากฏ × ปริมาตรข้าวเปลือก

$= 2.9845 \times 636.65$

$= 1900$ กรัม

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข1. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: HRY

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	424.761(a)	2	212.380	537.460	.000
Intercept	24920.832	1	24920.832	63065.878	.000
Drying method	424.761	2	212.380	537.460	.000
Error	2.371	6	.395		
Total	25347.963	9			
Corrected Total	427.131	8			

a R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .993)

ข2. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสมบัติด้านความหนืดจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ข2.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่า Peak Viscosity (cP)จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข2.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่า Peak Viscosity (cP)จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: peakviscosity

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4074255.556(a)	3	1358085.185	2011.032	.000
Intercept	76261250.000	1	76261250.000	112926.519	.000
method	4074028.000	2	2037014.000	3016.380	.000
headbroken	227.556	1	227.556	.337	.571
Error	9454.444	14	675.317		
Total	80344960.000	18			
Corrected Total	4083710.000	17			

a R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

ข2.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่า Breakdown จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข2.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่า Breakdown (cP)จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4074255.556(a)	3	1358085.185	2011.032	.000
Intercept	76261250.000	1	76261250.000	112926.519	.000
method	4074028.000	2	2037014.000	3016.380	.000
headbroken	227.556	1	227.556	.337	.571
Error	9454.444	14	675.317		
Total	80344960.000	18			
Corrected Total	4083710.000	17			

ข2.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่า Final Viscosityจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข2.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่า Final Viscosity (cP)จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: setback

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	49284.611(a)	3	16428.204	37.493	.000
Intercept	6095868.056	1	6095868.056	13912.213	.000
Method	49244.111	2	24622.056	56.193	.000
headbroken	40.500	1	40.500	.092	.766
Error	6134.333	14	438.167		
Total	6151287.000	18			
Corrected Total	55418.944	17			

a R Squared = .889 (Adjusted R Squared = .866)

ข2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่า Setback จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่า Setback จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: setback

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	49284.611(a)	3	16428.204	37.493	.000
Intercept	6095868.056	1	6095868.056	13912.213	.000
Method	49244.111	2	24622.056	56.193	.000
headbroken	40.500	1	40.500	.092	.766
Error	6134.333	14	438.167		
Total	6151287.000	18			
Corrected Total	55418.944	17			

a R Squared = .889 (Adjusted R Squared = .866)

ข2.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของ Pasting Temperature จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข2.5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของ Pasting Temperature จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: pastingtemp

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	170.359(a)	3	56.786	120.707	.000
Intercept	143941.163	1	143941.163	305965.880	.000
Method	170.028	2	85.014	180.709	.000
Headbroken	.331	1	.331	.703	.416
Error	6.586	14	.470		
Total	144118.108	18			
Corrected Total	176.945	17			

a R Squared = .963 (Adjusted R Squared = .955)

ข3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของสมบัติความร้อนจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ข3.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของ T_{onset} จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข3.1. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของ T_{onset} จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: Tonset

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17398.594(a)	3	5799.531	73675.283	.000
Intercept	34710.855	1	34710.855	440954.968	.000
Method	17398.444	2	8699.222	110511.976	.000
headbroken	.149	1	.149	1.898	.190
Error	1.102	14	.079		
Total	52110.551	18			
Corrected Total	17399.696	17			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

ข3.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของ T_{peak} จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข3.2. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของ T_{peak} จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: Tpeak

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	20285.201(a)	3	6761.734	85190.176	.000
Intercept	40533.688	1	40533.688	510678.511	.000
Method	20285.122	2	10142.561	127784.769	.000
headbroken	.079	1	.079	.991	.336
Error	1.111	14	.079		
Total	60820.000	18			
Corrected Total	20286.312	17			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

ข3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของ $T_{conclusion}$ จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของ $T_{conclusion}$ จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: Tconclusion

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	23199.250(a)	3	7733.083	64069.892	.000
Intercept	46379.412	1	46379.412	384261.201	.000
Method	23199.158	2	11599.579	96104.455	.000
headbroken	.092	1	.092	.766	.396
Error	1.690	14	.121		
Total	69580.352	18			
Corrected Total	23200.940	17			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

ข3.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าการดูดกลืนพลังงานความร้อนจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข3.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าการดูดกลืนพลังงานความร้อนจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: DetaH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	397.170(a)	3	132.390	3484.310	.000
Intercept	764.144	1	764.144	20111.162	.000
Method	397.170	2	198.585	5226.464	.000
headbroken	8.89E-005	1	8.89E-005	.002	.962
Error	.532	14	.038		
Total	1161.846	18			
Corrected Total	397.702	17			

a R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .998)

ข4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของกำลังการพองตัวจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของกำลังการพองตัวจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: swelling

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.729(a)	3	.576	6.587	.005
Intercept	1190.232	1	1190.232	13605.120	.000
method	1.726	2	.863	9.863	.002
headbroken	.003	1	.003	.034	.857
Error	1.225	14	.087		
Total	1193.185	18			
Corrected Total	2.953	17			

a R Squared = .585 (Adjusted R Squared = .496)

ข5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของดัชนีความขาวจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของดัชนีความขาวจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: whiteindex

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	134.358(a)	3	44.786	207.005	.000
Intercept	132868.407	1	132868.407	614129.625	.000
method	131.208	2	65.604	303.228	.000
headbroken	3.150	1	3.150	14.560	.002
Error	3.029	14	.216		
Total	133005.794	18			
Corrected Total	137.387	17			

a R Squared = .978 (Adjusted R Squared = .973)
b Alpha = .05.

ข6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณแอมิโลสจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณแอมิโลสจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: amylose

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.712(a)	3	.904	22.924	.000
Intercept	6954.922	1	6954.922	176346.799	.000
method	2.704	2	1.352	34.284	.000
headbroken	.008	1	.008	.203	.659
Error	.552	14	.039		
Total	6958.186	18			
Corrected Total	3.264	17			

a R Squared = .831 (Adjusted R Squared = .795)

ข7. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของความชื้นจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของความชื้นจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: moisture

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8.422(a)	3	2.807	13.520	.000
Intercept	2581.451	1	2581.451	12431.926	.000
method	8.367	2	4.183	20.146	.000
headbroken	.056	1	.056	.268	.613
Error	2.907	14	.208		
Total	2592.780	18			
Corrected Total	11.329	17			

a R Squared = .743 (Adjusted R Squared = .688)

ข8. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณไขมันจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณไขมันจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: fat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6.40E-007(a)	3	2.13E-007	219.608	.000
Intercept	.000	1	.000	218420.588	.000
method	6.40E-007	2	3.20E-007	329.412	.000
headbroken	.000	1	.000	.000	1.000
Error	1.36E-008	14	9.71E-010		
Total	.000	18			
Corrected Total	6.54E-007	17			

a R Squared = .979 (Adjusted R Squared = .975)

ข9. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณโปรตีนจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณโปรตีนจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: protein

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.017(a)	3	.006	9.878	.001
Intercept	394.286	1	394.286	697916.092	.000
method	.017	2	.008	14.816	.000
headbroken	1.14E-006	1	1.14E-006	.002	.965
Error	.008	14	.001		
Total	394.310	18			
Corrected Total	.025	17			

a R Squared = .679 (Adjusted R Squared = .610)

ข10. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณเถ้าจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข10 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณเถ้าจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: ash

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.010(a)	3	.003	3.200	.056
Intercept	7.227	1	7.227	7186.887	.000
method	.004	2	.002	2.102	.159
headbroken	.005	1	.005	5.396	.036
Error	.014	14	.001		
Total	7.251	18			
Corrected Total	.024	17			

a R Squared = .407 (Adjusted R Squared = .280)

ข11. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของขนาดอนุภาคของแป้งที่ร่อนผ่านตะแกรง100 mesh จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข11 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของขนาดอนุภาคของแป้งที่ร่อนผ่านตะแกรง100 mesh จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: diameter

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	63806.568(a)	3	21268.856	700.291	.000
Intercept	55335.131	1	55335.131	1821.947	.000
Method	63798.275	2	31899.137	1050.301	.000
headbroken	8.293	1	8.293	.273	.603
Error	1700.800	56	30.371		
Total	120842.499	60			
Corrected Total	65507.368	59			

a R Squared = .974 (Adjusted R Squared = .973)

ข12. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ข12.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบสีของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข12.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบสีของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: colour

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	339.533(a)	51	6.658	5.929	.000
Intercept	7238.427	1	7238.427	6446.436	.000
Method	1.293	2	.647	.576	.564
Panelist	338.240	49	6.903	6.148	.000
Error	110.040	98	1.123		
Total	7688.000	150			
Corrected Total	449.573	149			

a R Squared = .755 (Adjusted R Squared = .628)

ข12.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข12.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: oder

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	216.953(a)	51	4.254	5.564	.000
Intercept	6841.127	1	6841.127	8948.617	.000
Method	.413	2	.207	.270	.764
Panelist	216.540	49	4.419	5.781	.000
Error	74.920	98	.764		
Total	7133.000	150			
Corrected Total	291.873	149			

a R Squared = .743 (Adjusted R Squared = .610)

ข12.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบด้านความหนืดของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข12.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบด้านความหนืดของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: viscosity

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	342.920(a)	51	6.724	5.502	.000
Intercept	6195.307	1	6195.307	5069.075	.000
Method	.893	2	.447	.365	.695
Panelist	342.027	49	6.980	5.711	.000
Error	119.773	98	1.222		
Total	6658.000	150			
Corrected Total	462.693	149			

a R Squared = .741 (Adjusted R Squared = .606)

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 1.222.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.
b Alpha = .05.

ข12.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ ข12.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: texture

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	427.433(a)	51	8.381	5.832	.000
Intercept	6054.727	1	6054.727	4213.030	.000
Method	4.493	2	2.247	1.563	.215
Panelist	422.940	49	8.631	6.006	.000
Error	140.840	98	1.437		
Total	6623.000	150			
Corrected Total	568.273	149			

a R Squared = .752 (Adjusted R Squared = .623)

ข12.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข12.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: like

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	312.693(a)	51	6.131	6.700	.000
Intercept	6169.627	1	6169.627	6742.010	.000
Method	1.653	2	.827	.903	.409
Panelist	311.040	49	6.348	6.937	.000
Error	89.680	98	.915		
Total	6572.000	150			
Corrected Total	402.373	149			

a R Squared = .777 (Adjusted R Squared = .661)

ข12.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของความหนืดของโจ๊กที่อัตราผงโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป:น้ำเป็น 1:9 จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข12.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของโจ๊กที่อัตราผงโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป:น้ำเป็น 1:9 จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: onenine

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	85107.167(a)	2	42553.583	14.114	.002
Intercept	538787205.333	1	538787205.333	178698.931	.000
Methods	85107.167	2	42553.583	14.114	.002
Error	27135.500	9	3015.056		
Total	538899448.000	12			
Corrected Total	112242.667	11			

a R Squared = .758 (Adjusted R Squared = .705)

ข12.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของความหนืดของโจ๊กที่อัตราผงโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป:น้ำเป็น 1:10จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข12.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของโจ๊กที่อัตราผงโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป:น้ำเป็น 1:10 จากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: oneten

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	165714.667(a)	2	82857.333	83.826	.000
Intercept	179846661.333	1	179846661.333	181949.185	.000
Methods	165714.667	2	82857.333	83.826	.000
Error	8896.000	9	988.444		
Total	180021272.000	12			
Corrected Total	174610.667	11			

a R Squared = .949 (Adjusted R Squared = .938)

ข13. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ข13.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบสีของผลิตภัณฑ์ข้าวอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข13.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบสีของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: colour2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	135.327(a)	51	2.653	2.649	.000
Intercept	6311.527	1	6311.527	6302.095	.000
Method	11.853	2	5.927	5.918	.004
Panelist	123.473	49	2.520	2.516	.000
Error	98.147	98	1.001		
Total	6545.000	150			
Corrected Total	233.473	149			

a R Squared = .580 (Adjusted R Squared = .361)

ข13.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข13.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: oder2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	264.313(a)	51	5.183	4.779	.000
Intercept	5778.407	1	5778.407	5328.226	.000
Method	23.053	2	11.527	10.629	.000
Panelist	241.260	49	4.924	4.540	.000
Error	106.280	98	1.084		
Total	6149.000	150			
Corrected Total	370.593	149			

a R Squared = .713 (Adjusted R Squared = .564)

ข13.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข13.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: texture2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	138.180(a)	51	2.709	2.573	.000
Intercept	6389.607	1	6389.607	6066.866	.000
Method	21.453	2	10.727	10.185	.000
Panelist	116.727	49	2.382	2.262	.000
Error	103.213	98	1.053		
Total	6631.000	150			
Corrected Total	241.393	149			

a R Squared = .572 (Adjusted R Squared = .350)

ข13.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข13.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบด้านความกรอบจากขนมเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: crispy

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	130.373(a)	51	2.556	3.237	.000
Intercept	7266.240	1	7266.240	9201.734	.000
Method	17.280	2	8.640	10.941	.000
Panelist	113.093	49	2.308	2.923	.000
Error	77.387	98	.790		
Total	7474.000	150			
Corrected Total	207.760	149			

a R Squared = .628 (Adjusted R Squared = .434)

ข13.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข13.5 วิเคราะห์ผลทางสถิติของคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: like2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	142.140(a)	51	2.787	4.220	.000
Intercept	6814.140	1	6814.140	10318.074	.000
Method	21.280	2	10.640	16.111	.000
Panelist	120.860	49	2.467	3.735	.000
Error	64.720	98	.660		
Total	7021.000	150			
Corrected Total	206.860	149			

a R Squared = .687 (Adjusted R Squared = .524)

ข13.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าแรงการเจาะทะลุผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ตารางที่ ข13.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าแรงการเจาะทะลุผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวเปลือกที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

Dependent Variable: force

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2525.607(a)	2	1262.803	20.930	.002
Intercept	167690.250	1	167690.250	2779.294	.000
Typeflour	2525.607	2	1262.803	20.930	.002
Error	362.013	6	60.336		
Total	170577.870	9			
Corrected Total	2887.620	8			

a R Squared = .875 (Adjusted R Squared = .833)

ภาคผนวก ค.

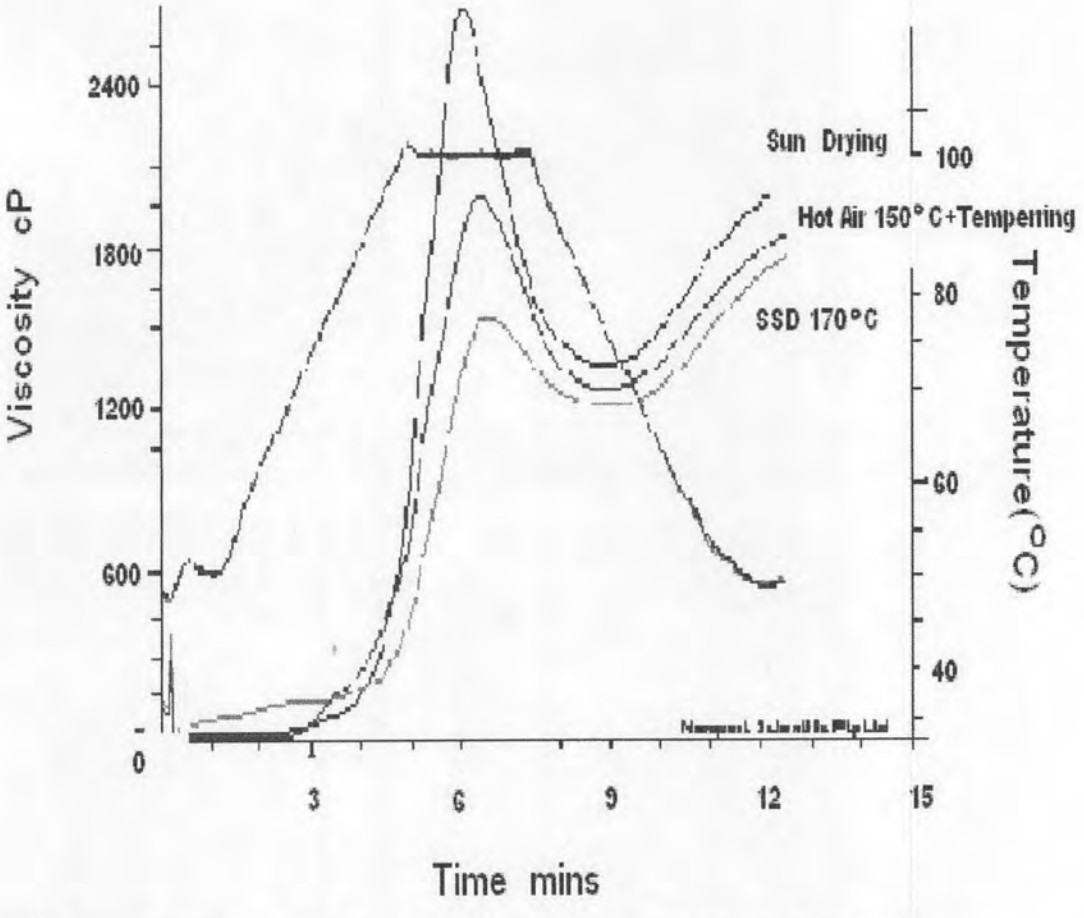
ค1 ความชื้นข้าวเปลือกภายหลังการทำแห้งโดยวิธีต่างdyo

ตารางที่ ค1 ความชื้นข้าวเปลือกภายหลังการทำแห้ง

วิธีการทำแห้ง	ความชื้น %(w.b)
ตากแห้งเป็นเวลา 7 วันในช่วงฤดูร้อน	13.95±0.0022
เทคนิคฟลูอิไดเซชันด้วยลมร้อนที่ 150°C (3 นาที)	
ตามด้วยเทมเปอริง (30 นาที)	14.10±0.0010
เทคนิคฟลูอิไดเซชันด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวดที่ 170°C	
(2นาที 30 วินาที)	14.02±0.0014

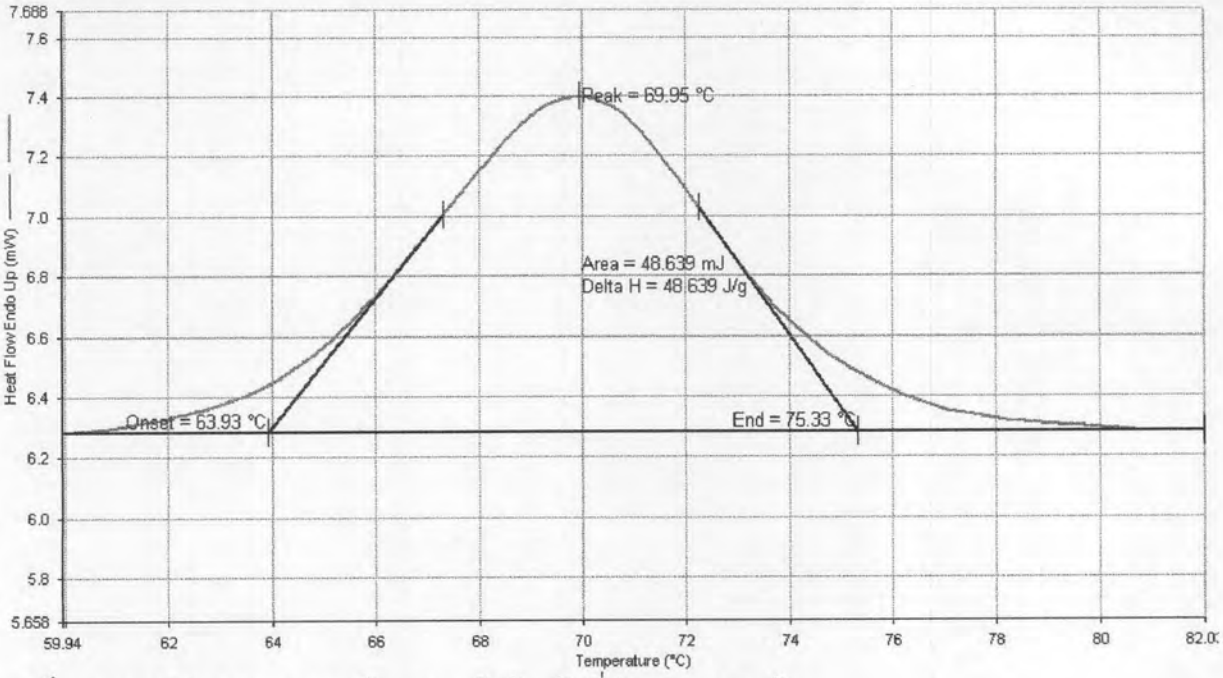
ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ

ค2 กราฟของค่าความหนืด(cP) ของแป้งข้าวเจ้าจากเครื่อง Rapid Viscosity Analyzer

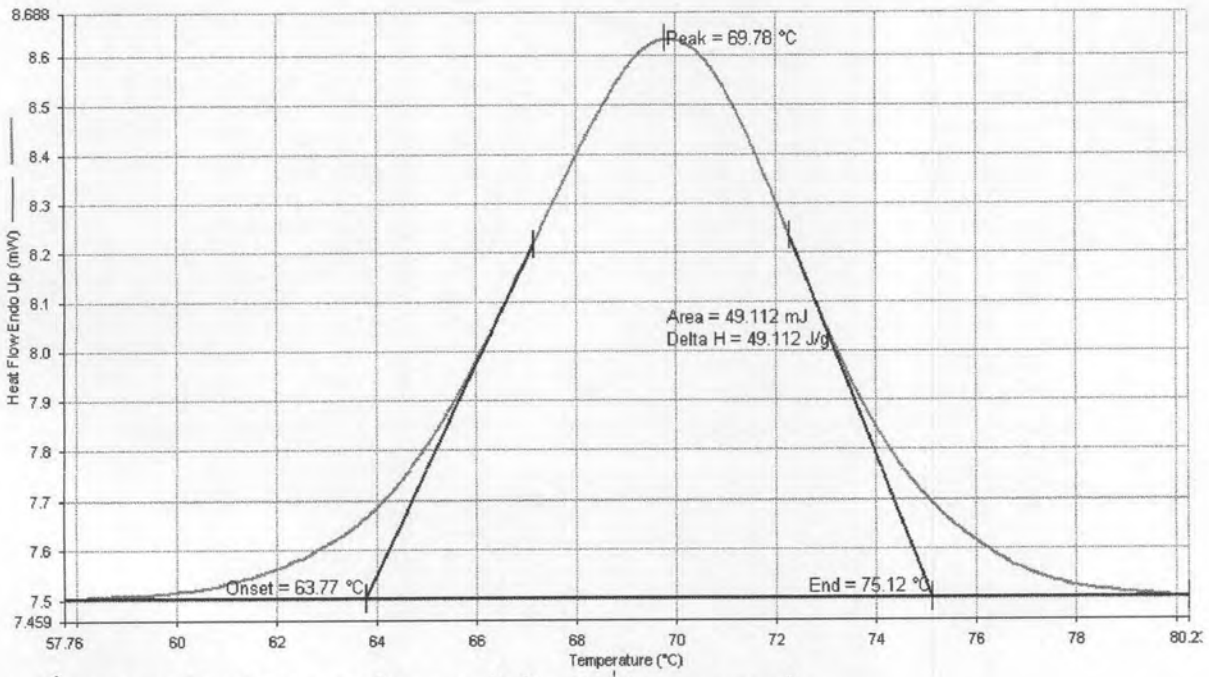


รูปที่ ค2 ค่าความหนืด(cP)ของแป้งข้าวเจ้าจากเครื่อง Rapid Viscosity Analyzer

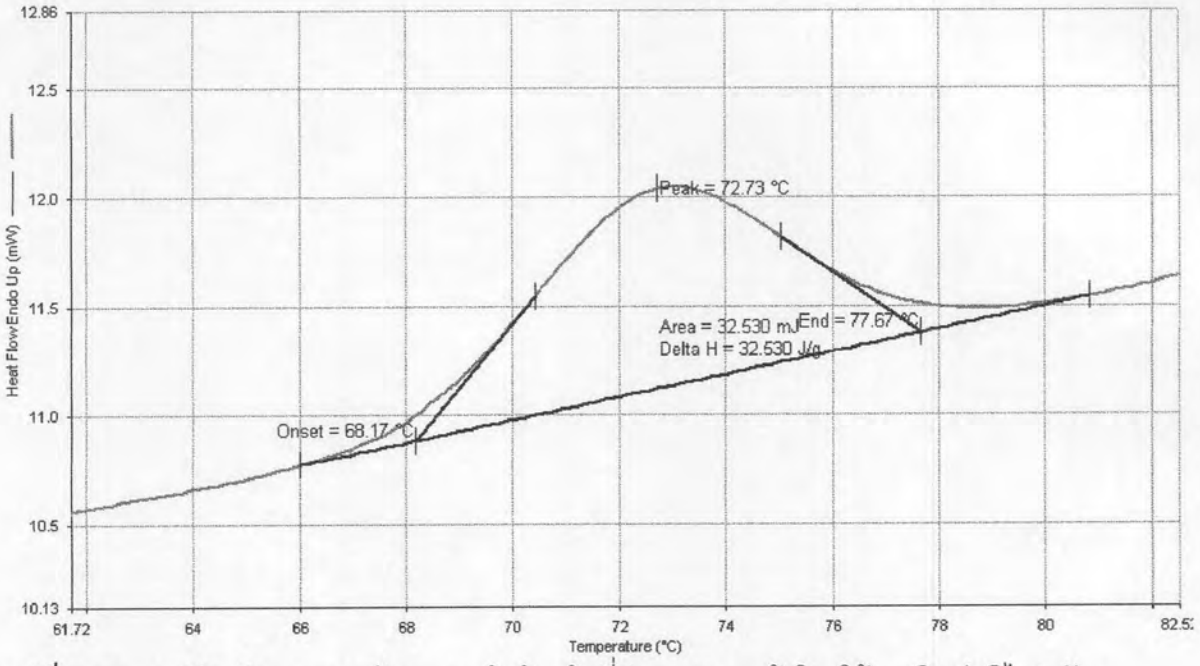
ค3 สมบัติพลังงานความร้อนของแป้งข้าวเจ้าที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน



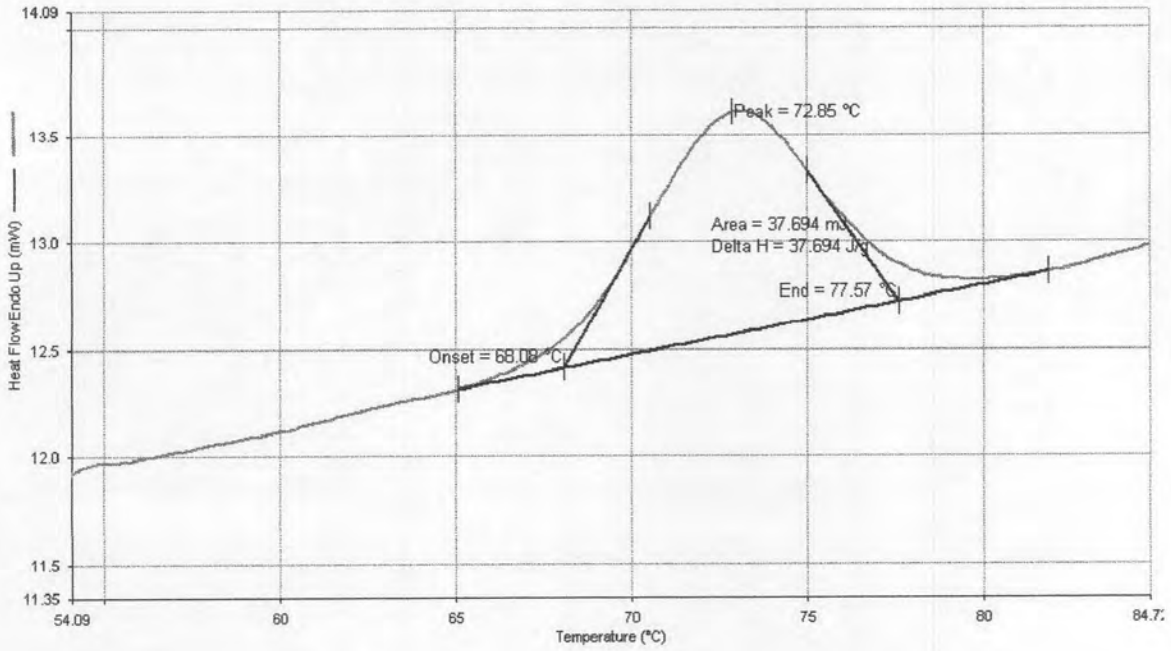
รูปที่ ค3.1สมบัติพลังงานความร้อนของแป้งข้าวต้นที่ผ่านการตากแห้ง



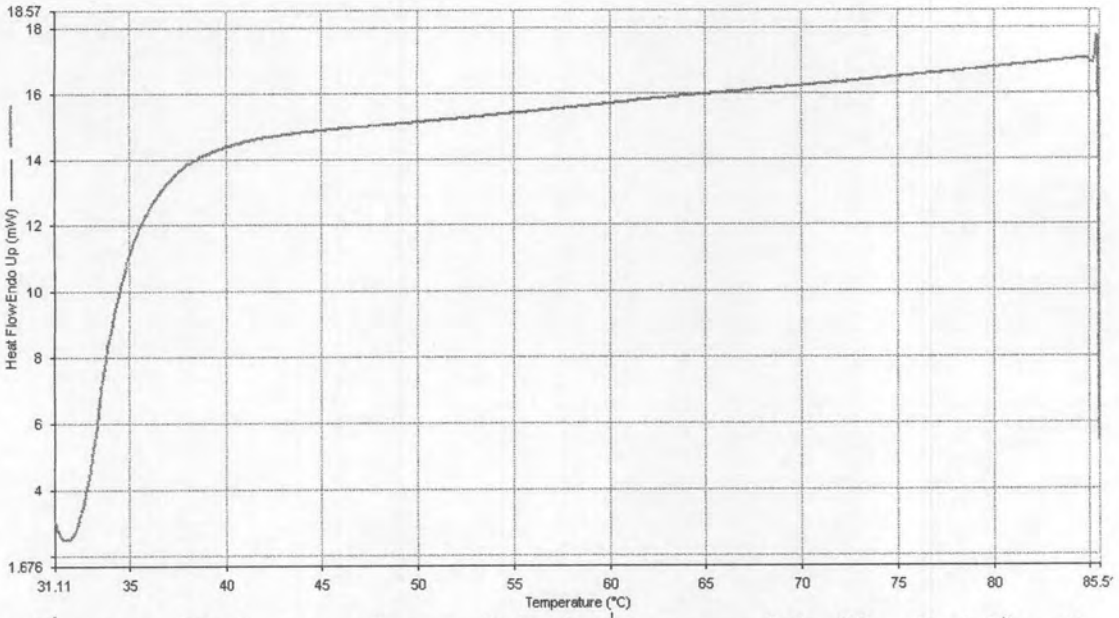
รูปที่ ค3.2 สมบัติพลังงานความร้อนของแป้งข้าวหักที่ผ่านการตากแห้ง



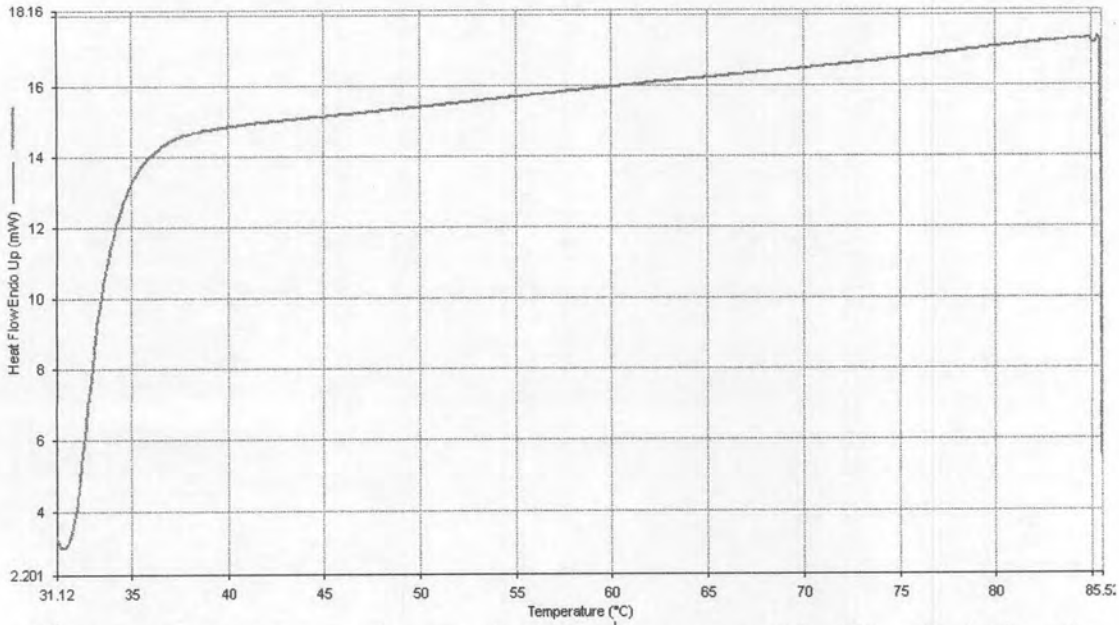
รูปที่ ค3.3 สมบัติพลังงานความร้อนของแป้งข้าวต้นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชันด้วยลมร้อนที่ 150°C ตามด้วยเทมเปอริง



รูปที่ ค3.4 สมบัติพลังงานความร้อนของแป้งข้าวหักที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชันด้วยลมร้อนที่ 150°C ตามด้วยเทมเปอริง



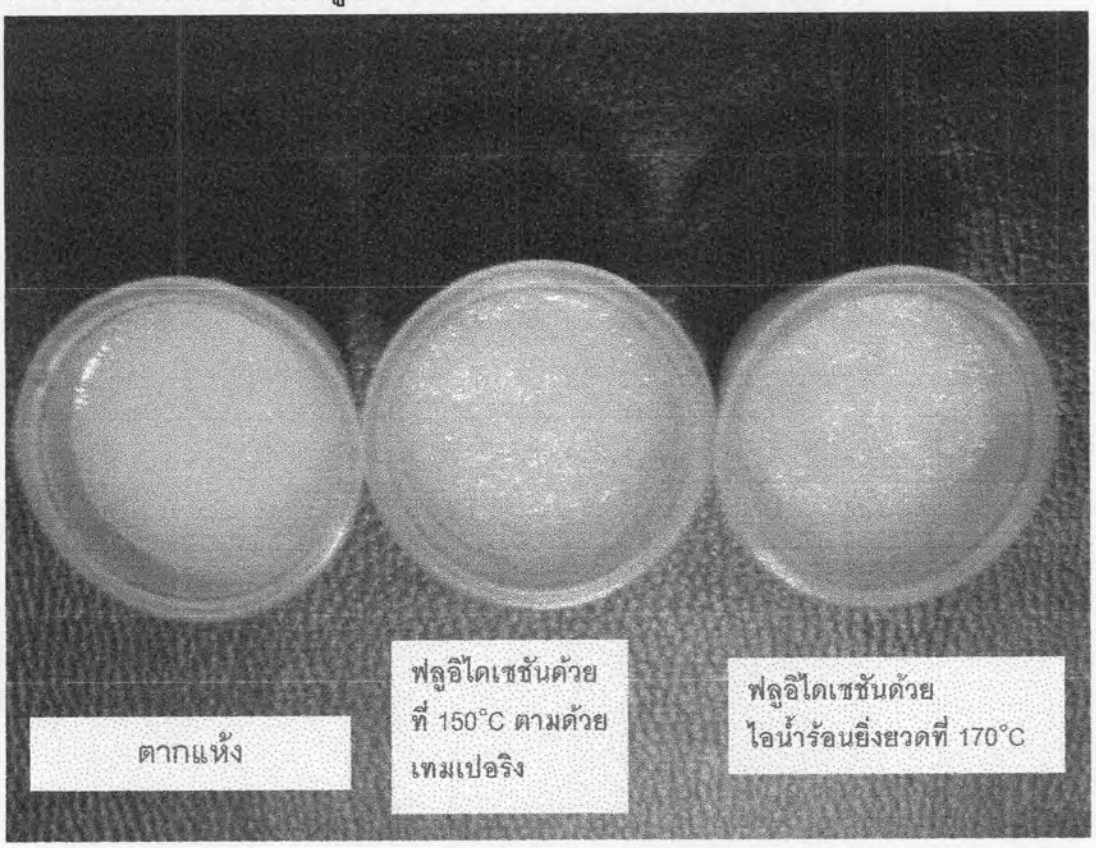
รูปที่ ค3.5 สมบัติพลังงานความร้อนของแป้งข้าวต้นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชันด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวดที่ 170°C



รูปที่ ค3.6 สมบัติพลังงานความร้อนของแป้งข้าวหักที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชันด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวดที่ 170°C

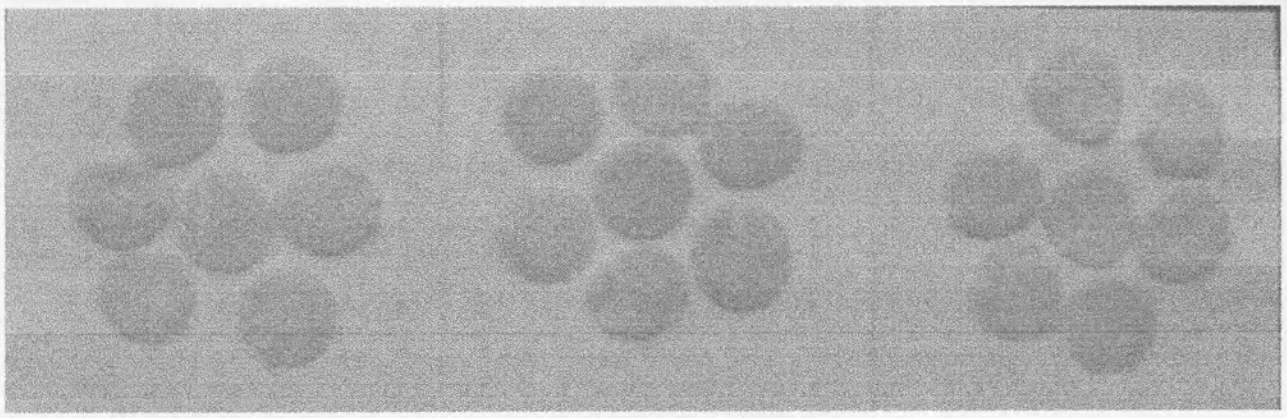
ภาคผนวก ง.
ภาพประกอบ

ง1 ผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวหักที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน



รูปที่ ง1 ผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวหักที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

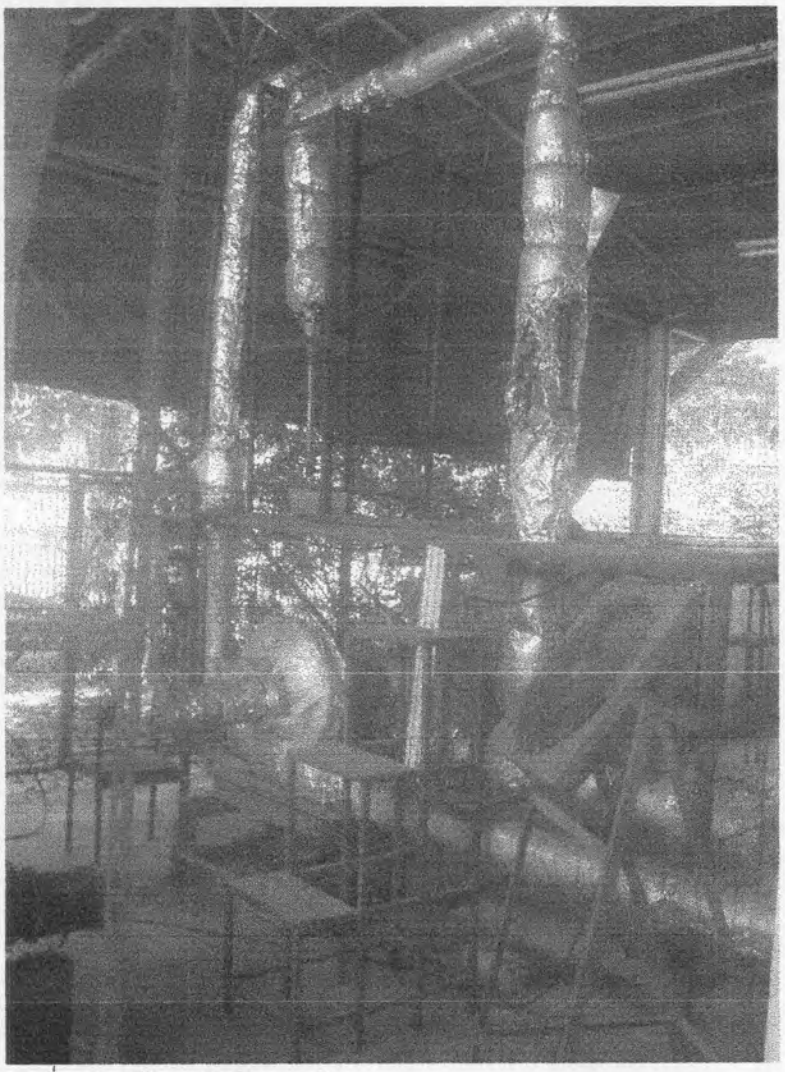
ง2 ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบโดยแป้งจากข้าวที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน



ตากแห้ง | ฟลูอิไดเซชันด้วยที่ 150°C ตามด้วยเทมเปอริง | ฟลูอิไดเซชันด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวดที่ 170°C

รูปที่ ง2 ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบโดยแป้งจากข้าวที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีต่างกัน

ง3 เครื่องฟลูอิไดเซชันด้วยลมร้อน



รูป ง3 เครื่องฟลูอิไดเซชันด้วยลมร้อน

ง4 เครื่องฟลูอิไดเซชันด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวด

รูปที่ ง4 เครื่องฟลูอิไดเซชันด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวด

ภาคผนวก จ.
การนำเสนอผลงาน

ณัฐโสภิณ ทองประไพ ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล และ ละมุล วิเศษ. 2551. สมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวเจ้าจากข้าวต้นและข้าวหักที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิสูง. ในการประชุมและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 2. วันที่ 21-22 สิงหาคม 2551. โรงแรมเดอะทวิน ทาวเวอร์. กรุงเทพฯ.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวณัฐโสภิณ ทองประไพ เกิดวันที่ 1 กันยายน 2526 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตจาก ภาควิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2547

สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย