บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ม.ป.ป.). **ข้าวขาวดอกมะลิ105**. สืบค้นเมื่อ 7 กันยายน 2551, จาก http://www.brrd.in.th/rkb/data_002/a1/rice_xx2-03_ricebreed_Khao_Dawk_Mali_105.html

กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ม.ป.ป.). **ข้าวพิษณุโลก2**. สืบค้นเมื่อ 7 กันยายน 2551, จาก http://www.brrd.in.th/rkb/data_002/a2/rice_xx2-03_ricebreed_Phitsanulok_2.html

กรมการค้าภายใน. (ม.ป.ป.). **ราคาขายปลีกข้าวสารในตลาดกรุงเทพ ฯ ประจำวันที่ 14-17 กันยายน 2552**. สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม 2552, จาก http://www.dit.go.th/Rice_Product_Bag/Jan_Dec52.asp

กรมการค้าภายใน. (ม.ป.ป.). **ราคาขายปลีกข้าวสารในตลาดกรุงเทพ ฯ ประจำวันที่ 12-15 ตุลาคม 2552**. สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม 2552, จาก http://www.dit.go.th/Rice_Product_Bag/Jan_Dec52.asp

กรมการค้าภายใน. (ม.ป.ป.). **ราคาขายปลีกข้าวสารในตลาดกรุงเทพ ฯ ประจำวันที่ 19-22 ตุลาคม 2552**. สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม 2552, จาก http://www.dit.go.th/Rice_Product_Bag/Jan_Dec52.asp

กรมวิชาการเกษตร. (2545). **คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย**. กรุงเทพฯ: จิรวัฒน์เอ็กเพรส.

กรมวิชาการเกษตร. (2547). **คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย**. กรุงเทพฯ: จิรวัฒน์เอ็กเพรส.

กระทรวงพาณิชย์. (2547). **ประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง มาตรฐานข้าวหอมปทุมธานี พ.ศ. 2547**. สืบค้นเมื่อ 28 มกราคม 2555, จาก http://ocs.dft.go.th/LinkClick.aspx?fileticket=rXWJsqRb39Q%3d&tabid=402&mid=807

กล้าณรงค์ ศรีรอต, สุธิศา นิทธยุ และวันชัย โชคชัยไพศาล. (2539). การใช้ Rapid Visco Analyzer (RVA) ควบคุมคุณภาพในการผลิตก๋วยเตี๋ยว. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34** (หน้า 181-191). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2546). **เทคโนโลยีของแป้ง** (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2550). **เทคโนโลยีของแป้ง**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คุณากร ขัติศรี. (2553). **การปรับปรุงกลิ่นหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ105**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

งามชื่น คงเสรี. (2542). **ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว**. กรุงเทพฯ: จิรวัฒน์เอ็กเพรส.

งามชื่น คงเสรี. (2546a). **ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว**. กรุงเทพฯ: จิรวัฒน์เอ็กเพรส.

งามชื่น คงเสรี. (2546b). **การปรับปรุงพันธุ์ข้าว**. ศูนย์วิจัยข้าว สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

งามชื่น คงเสรี, สุนันทา วงศ์ปิยชน และพูลศรี สว่างจิต. (2542). คุณภาพข้าวหุงสุกจากการผสมข้าวกข23 และชัยนาท1 ในข้าวขาวดอกมะลิ105. **วารสารวิชาการเกษตร**, 17(3), 231-238.

งามชื่น คงเสรี, สุนันทา วงศ์ปิยชน, พูลศรี สว่างจิต, ประนอม มงคลบรรจง และกัปนาท มุขดี. (2536). **การคัดเลือกพันธุ์ข้าวไรให้มีคุณภาพการหุงต้มและรับทานดี**. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

จิรศักดิ์ คงเกียรติขจร, เพลงพิณ ศิวพรรัก และทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย. (2547). การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและเคมีกายภาพของข้าวขาวดอกมะลิสายพันธุ์105 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน. **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ**, (27), 285-297.

จีระศักดิ์ คำสุรีย์. (2549). ปริมาณและมูลค่าส่งออกข้าวของไทยปี 2547-2549. **วารสารสถาบันอาหาร**, 8(50), 27.

ดวงกมล เริ่ดตระกูล. (2552). **ราคาเฉลี่ยขายส่งข้าวในตลาดกรุงเทพฯ ประจำเดือนกันยายน 2552 (บาท/ตัน)**. สืบค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2552, จาก http://www.riceproduct.org/index.php?option=com_content&task=view&id=320&Itemid=1

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. (2550). การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**, 3(1), 6-3.

นฤมล ตันติเจริญ. (2546). **ผลของอุณหภูมิและความดันต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวสุก**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

รุ่งทิวา วันสุขศรี, บุญทิวา นิลจันทร์, เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, วิไล สันติโสภาศรี, ไชยรัตน์ เพ็ชรชลานุวัฒน์ และกล้าณรงค์ ศรีรอต. (2554). **ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และโครงสร้างระดับโมเลกุลของสตาร์ชข้าว**. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2555, จาก http://hdl.handle.net/10522/18299.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. (2546). **การศึกษาคุณสมบัติของแป้งข้าวพันธุ์ต่างๆ ในประเทศไทยเพื่อเป็นกลยุทธในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ละม้ายมาศ ยังสุข. (2530). คุณภาพการหุงต้มและรับประทาน. ใน **เอกสารประกอบการบรรยายเทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

ละมุล วิเศษ. (2541). **ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

มิสเตอร์พนมรุ้ง. (2550). **ข้าวเก่า ข้าวใหม่ ความต่างที่ต้องรู้**. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2555, จาก http://www.panomrungclub.com/issue_9/tip_1.html

ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี. (2546). **งานรวบรวมพืชพันธุ์กลายในประเทศไทย**. สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2552, จาก http://www.sci.ku.ac.th/Gamma/database/rice/rice6_story.htm

ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท. (2550). **ข้อมูล/สารสนเทศจากสมุดข้าวไทย ปี 2550**. สืบค้นเมื่อ 6 กันยายน 2551, จาก http://www.chainat.go.th/sub1/doa/#ข้าวพันธุ์ชัยนาท%201

สมาคมโรงสีข้าวไทย. (2552). **รายงานราคาข้าวขายส่งตลาดกรุงเทพฯ ประจำวันพุธที่ 28 ตุลาคม พ.ศ.2552**. สืบค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2552, จาก http://www.thairicemillers.com/index.php?option=com_content&task=view&id=2276&Itemid=53

สุชาดา เลาหศิลป์สมจิตร. (2546). **การศึกษาสูตรการผสมระหว่างข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ105 กับข้าวเจ้าขาวชัยนาท1 และสภาวะการหุงข้าวผสมให้ได้ข้าวสุกที่มีคุณภาพเหมาะสมในการบริโภค**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

หยาดฝน ทนงการกิจ. (2548). **การพัฒนาดัชนีการผสมข้าวพันธุ์ชัยนาท1 พันธุ์กข15 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 โดยใช้สมบัติทางเคมีและการประเมินประสาทสัมผัส**. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อมรทิพย์ ภิรมย์บูรณ์. (ม.ป.ป.) **กรมส่งเสริมการเกษตรเตรียมขยายเมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี** สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2552, จาก http://www.library.uru.ac.th/webdb/images/aa62.htm

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). **ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสงวน ชูวิสิฐกุล. (2544). **เทคโนโลยีข้าวพันธุ์ดี**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

AOAC. (1990). **Official methods of analysis**. Washington, D.C.: Association of Official of Analytical Chemists.

AOAC. (1995). **Official methods of analysis**. Washington, D.C.: Association of Official of Analytical Chemists.

Cagampang, G.B., Perez, C.M. and Juliano, B.O. (1973). A gel consistency test for eating quality of rice. **Journal of Sci Food Agric**, 24, 1954-1989.

Chrastil, J. (1994). Effect of storage on the physicochemical properties and quality factors on rice. **Rice Science and Technology**, 4, 49-81.

Dipti, S.S., Hossain, S.T., Bari, M.N. and Kabir, K.A. (2002). Physicochemical and cooking properties of some fine rice varieties. **Journal of Nutrition**, 4, 188-190.

Gujral, H. S. and Kumar, V. (2003). Effect of accelerated aging on the physicochemical and textural properties of brown and milled rice. **Journal of Food Engineering**, 59, 117-121.

Juliano, B.O. (1971). **A simplified assay for milled rice amylose**. Cereal Science Today. 16(10), 334-338.

Juliano, B.O. (1984). Rice starch: Production, properties, and uses. In Whistler, R.L., E.F. Paschall and J.N. Bemiller (Eds.), **Starch: Chemistry and Technology** (2^{nd} ed.,pp. 507-524). New York: Acadamic Press.

Juliano, B.O. (1985). **Rice: Chemistry and Technology** (2^{nd} ed.). USA: Minnesota.

Kaur, K. and Singh, N. (2000). Amylose-lipid complex formation during cooking of rice flour. **Food Chemistry**, 71, 511-517.

Leelayuthsoontorn, P. and Thipayarat, A. (2006). Textural and morphological changes of Jasmine rice under various elevated cooking conditions. **Food Chemistry**, 96, 606-613.

Mohapatra, D. and Bal, S. (2006). Cooking quality and instrumental textural attributes of cooked rice for different milling fractions. **Journal of Food Engineering**, 73, 253-259.

Mundo, A.M.D. and Juliano, B.O. (1981). Consumer preference and properties of raw and cooked milled rice. **Journal of Texture Studies**, 12, 109-120.

Pomeranz, Y. (1992). Biochemical, functional and nutrition changes during storage. In **Storage of Cereal Grains and their products, 4th ed.** (pp.55-141). **U.S.A.: St. Paul, MN.**

Qingyun, L., Yeming, C., Mikami, T., Kawano, M. and Zaigui, L. (2006). Adaptability of four-sample sensory tests prediction of visual and near-infared reflectance spectroscopy for Chinese indica rice. **Journal of Engineering**, 79(4), 1445-1451.

Rehman, Z.U. (2006). Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals. **Food Chemistry**, 95, 53-57.

Singh, N., Kaur, L., Sodhi, S.N. and Sekhon, S.K. (2005). Physicochemical, cooking and texture properties of milled rice from different Indian rice cultivars. **Food Chemistry**, 89, 253-259.

Yau, N.J.N. and Huang, J.J. (1996). Sensory analysis of cooked rice. **Food Quality and Preference**, 7, 263-370.

Zhou, Z., Robards, K. Helliwell, S. and Blanchard, C. (2007). Effect of storage temperture on cooking behaviour of rice. **Food Chemistry**, 105, 491-497.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. ขนาดและรูปร่าง (Size and shape)

การวัดขนาดและรูปร่างของเมล็ดข้าวก่อนการหุงสุก วัดโดยใช้เวอร์เนียร์ที่มีหน่วยวัดขนาด 0.01-150 มิลลิเมตร ตามวิธีการของ Dipti, et al. (2002) ประกอบด้วย

1.1 ความยาวของเมล็ด (Length) เป็นการวัดขนาดเมล็ดตามความยาว วัดจากปลายยอดสุดของเมล็ดถึงโคนเมล็ด โดยคัดเลือกเมล็ดจากการสุ่ม มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร วัดค่า 100 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

1.2 ความกว้างของเมล็ด (Breadth) วัดขนาดตามความกว้าง วัดจากบริเวณที่กว้างที่สุดของเมล็ด โดยคัดเลือกเมล็ดจากการสุ่ม มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร วัดค่า 100 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

1.3 อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง (Length/Breadth ratio, L/B ratio) ใช้ค่าที่ได้จากการวัดความยาวหารด้วยค่าความกว้าง จากข้อ 1.1 และ 1.2 แล้วหาค่าเฉลี่ย

2. การวัดสี

การวัดสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab ยี่ห้อ HUNTER LAB Model DP 9000 S/N 90905 ระบบ CIE L*, a*, b* วัดสีโดยนำส่วนผิวของข้าวจัดเรียงในกระบอกแก้วสำหรับใส่ตัวอย่างจนเต็มพอดี นำไปวัดค่าสี ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3. การยืดตัวด้านยาวของเมล็ด (%Elongation) การยืดตัวด้านกว้างของเมล็ด (%Width expansion) และระยะเวลาการหุงสุก (Cooking time)

การศึกษาการยืดตัวของข้าวสุกทั้งด้านยาวและด้านกว้าง และระยะการหุงสุก ดัดแปลงจากวิธีของ Gujral and Kumar (2003) มีวิธีการดังนี้

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 เวอเนียร์ที่อ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

3.1.2 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

3.1.3 บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.1.4 แผ่นกระจกใส 2 แผ่น

3.1.5 นาฬิกาจับเวลา

3.2 วิธีวิเคราะห์

3.2.1 สุ่มเมล็ดข้าวสารที่มีความสมบูรณ์ของเมล็ดเต็มที่จำนวน 50 เมล็ด วัดขนาดความกว้าง (Y_W) และความยาว (Y_L) ของเมล็ด หาค่าเฉลี่ยทั้งความกว้างและความยาว

3.2.2 นำข้าวสารที่ได้ใส่ลงในบีกเกอร์ ๆ ละ 10 เมล็ด ทำทั้งหมด 5 ซ้ำ

3.2.3 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร และนำไปต้มในน้ำเดือด

3.2.4 จับเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลานำเมล็ดข้าวออกทีละเมล็ด ทุก ๆ 30 วินาที วางเรียงกัน เพื่อสังเกตจุดสีขาวตรงกลางเมล็ด (Chalky core rice) โดยการกดบนแผ่นกระจกใส ถ้ามีอยู่แสดงว่าข้าวยังไม่สุก เมื่อจุดสีขาวหมดไป บันทึกเป็นเวลาข้าวสุก

3.2.5 เลือกเมล็ดข้าวสุกที่ตรง จำนวน 10 เมล็ด เพื่อวัดขนาดความกว้าง (X_W) และความยาว (X_L) นำไปแทนค่าในสมการ

$$\text{อัตราการยืดตัวด้านยาวของข้าวสุก} = \frac{X_L - Y_L}{Y_L} \times 100$$

$$\text{อัตราการยืดตัวด้านกว้างของข้าวสุก} = \frac{X_W - Y_W}{Y_L} \times 100$$

เมื่อ

X_L = ความยาวของเมล็ดข้าวสุก

Y_L = ความยาวของเมล็ดข้าวสาร

X_W = ขนาดความกว้างของเมล็ดข้าวสุก

Y_W = ขนาดความกว้างของเมล็ดข้าวสาร

หมายเหตุ การอ่านผลอัตราการยืดตัวที่ได้จากการคำนวณ

อัตราปกติ = < 1.9

อัตราปกติ = > 1.9

4. **ปริมาตรที่เพิ่มขึ้น** (%Volume expansion)

ใช้การวัดปริมาตรผลต่างของเมล็ดข้าวก่อนการหุงเปรียบเทียบกับปริมาตรของข้าวหลังการหุงสุก ดัดแปลงจากวิธีของ Gujral and Kumar (2003) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยทำการทดลอง 5 ซ้ำ มีวิธีการดังนี้ คือ

4.1 เครื่องมือ

4.1.1 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

4.1.2 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

4.1.3 กระบอกตวง (Cylinder)

4.1.4 บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร

4.2 วิธีวิเคราะห์

4.2.1 ชั่งตัวอย่างข้าวสารหนัก 100 กรัม นำไปวัดปริมาตรของข้าวสารโดยใช้กระบอกตวง บันทึกปริมาตรไว้ (V_{UC})

4.2.2 หุงข้าวโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:2 โดยตวงน้ำด้วยกระบอกตวงใส่ข้าวและน้ำในบีกเกอร์ ต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ ระหว่าง 90-95 องศาเซลเซียส จนกระทั่งข้าวสุก

4.2.3 เมื่อข้าวสุก รินน้ำออก และวัดปริมาตรโดยใช้กระบอกตวงอีกครั้ง บันทึกปริมาตรไว้ (V_C) นำมาคำนวณค่า % Volume expansion

$$\% \text{ Volume expansion} = \frac{V_C - V_{UC}}{V_{UC}} \times 100$$

เมื่อ V_C = ปริมาตรข้าวหุงสุก (มล.)

V_{UC} = ปริมาตรข้าวสาร (มล.)

5. เปอร์เซนต์การดูดน้ำ (%Water uptake)

การหาเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของข้าวโดยเปรียบเทียบน้ำหนักข้าวสารกับข้าวที่หุงสุก มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์ ทำการทดลอง 5 ซ้ำ ดัดแปลงจากวิธีของ Gujral and Kumar (2003) มีวิธีการดังนี้ คือ

5.1 เครื่องมือ

5.1.1 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

5.1.2 หลอดทดลอง

5.1.3 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

5.2 วิธีวิเคราะห์

5.2.1 คัดเลือกเมล็ดข้าวสารที่มีสภาพสมบูรณ์ จำนวน 10 เมล็ด ชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักไว้ (W_{UC})

5.2.2 หุงข้าวโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:2 โดยใส่เมล็ดข้าวและน้ำลงในหลอดทดลองนำไปต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 90-95 องศาเซลเซียส

5.2.3 เมื่อข้าวสุก รินน้ำออก ชั่งน้ำหนัก (W_C) นำมาคำนวณหา %Water uptake

$$\% \text{ Water uptake} = \frac{W_C - W_{UC}}{W_{UC}} \times 100$$

เมื่อ W_C = ปริมาตรข้าวหุงสุก (กรัม)

W_{UC} = ปริมาตรข้าวสาร (กรัม)

6. **ลักษณะเนื้อสัมผัส** (Texture profile analysis) **โดยใช้เครื่อง** Texture analyzer **ยี่ห้อ** Brookfield **รุ่น** QTS25

ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุกดัดแปลงจากวิธีการของ Leelayuthsoontorn and Thipayarat (2006), Mohapatra and Bal (2006), Singh, et al. (2005) และ Zhou, et al. (2007) มีวิธีการดังนี้ คือ

6.1 เครื่องมือ

6.1.1 หม้อหุงข้าว

6.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

6.1.3 ถ้วยพลาสติกมีฝาปิด

6.1.4 เครื่อง Texture analyzer ใช้หัว CYLINDER PROBES

6.2 ขั้นตอนการเตรียมข้าวหุงสุก

6.2.1 ชั่งข้าวสาร 100 กรัม และน้ำตามอัตราส่วนที่ใช้ในการทดลองแต่ละชุด คือ 1.7, 2.0 และ 2.3 เท่าของน้ำหนักข้าวสาร

6.2.2 ซาวข้าวด้วยน้ำสะอาด 1 ครั้ง และรินน้ำออก

6.2.3 นำข้าวสารและน้ำใส่ลงในหม้อหุงข้าว กดปุ่ม Cook รอจนข้าวสุก

6.2.4 เมื่อข้าวสุกแล้ว ปล่อยให้ข้าวระอุในหม้อต่ออีก 10 นาที

6.2.5 เมื่อครบเวลา 10 นาทีแล้ว เปิดฝาหม้อปล่อยให้ข้าวเย็นที่อุณหภูมิห้อง

6.2.6 ชั่งข้าวหุงสุกน้ำหนัก 15 กรัม ใส่ลงในถ้วยพลาสติกแล้วปิดฝา

6.2.7 นำตัวอย่างข้าวที่ได้ไปวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer

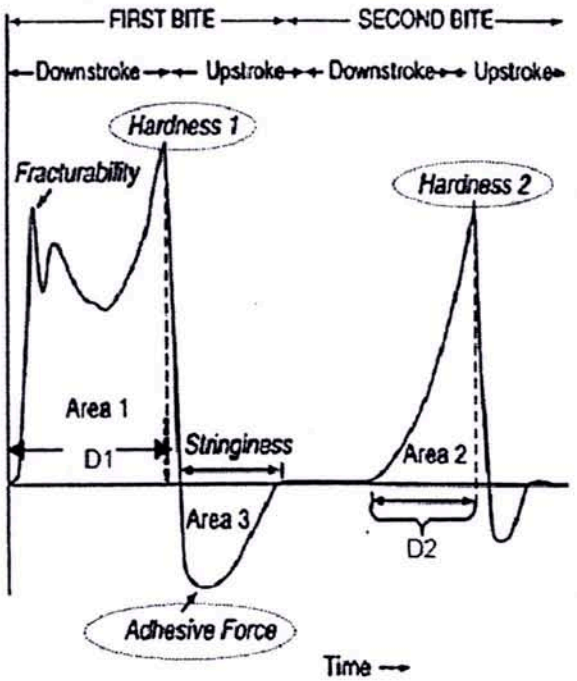
6.3 วิธีวิเคราะห์

6.3.1 เตรียมอุปกรณ์การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของ Stainless steel (SS) cylinder เท่ากับ 40 มิลลิเมตร และใช้ Stainless steel (SS) plunger ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 38 มิลลิเมตร

6.3.2 ตั้งระบบการวัดแบบ Two-cycle Compression โดยใช้ค่า Load cell ที่ 25 กิโลกรัม และความเร็วที่ใช้ในการ Load cell เท่ากับ 60 มิลลิเมตรต่อนาที

6.3.3 ใส่ตัวอย่างใน Stainless steel (SS) cylinder และวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหุงสุก โดยทำการทดลอง 5 ซ้ำ ในหนึ่งตัวอย่าง ซึ่งลักษณะของ Texture Profile ที่ได้จากการใช้เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัสแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำกับตัวอย่างต่อเวลาผ่านการกดของหัวกด 2 ครั้ง

6.3.4 ค่าที่ทำการวัดประกอบด้วย ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าความสามารถในการเกาะติดผิววัสดุ (Adhesiveness) ค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) และค่าความเหนียว (Gumminess) ความหมายของคุณลักษณะเนื้อสัมผัสในเชิงคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสที่ได้จากการทำ Texture Profile Analysis (TPA) (ธัญญภรณ์ ศิริเลิศ, 2550) แสดงดังภาพ 33 และตาราง 24



Cohesiveness = Area 2 / Area 1

Springiness = Distance 2 / Distance 1

Gumminess = Hardness1 x Cohesiveness

Chewiness = Gumminess x Springiness

ภาพ 33 กราฟที่ได้จากทำ Texture Profile Analysis

ที่มา: ธัญญภรณ์ ศิริเลิศ, 2550, หน้า 8

ตาราง 24 ความหมายของคุณลักษณะเนื้อสัมผัสต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพจากการทำ Texture Profile Analysis และในเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัส

คุณลักษณะ	คุณภาพทางกายภาพ	คุณภาพทางประสาทสัมผัส
Hardness (ความแข็ง)	แรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเสียรูป	แรงที่ใช้ในการกดตัวอย่างระหว่างกรามเพื่อเปลี่ยนรูปร่างตัวอย่าง
Cohesiveness (ความสามารถเกาะรวมตัวกัน)	ขอบเขตของวัสดุที่สามารถเสียรูปก่อนที่จะเกิดการแตกหัก	ความแข็งแกร่งของพันธะภายในที่เกิดในชิ้นตัวอย่างแล้วทำให้ตัวอย่างทนต่อแรงที่มากระทำก่อนที่ตัวอย่างจะขาดหรือแยกออกจากกัน
Springiness (ความยืดหยุ่น)	อัตราของการคืนรูปของวัสดุหลังจากการถูกกด	ระดับความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมเมื่อมีการถอนแรงกดออกไปจากตัวอย่าง
Adhesiveness (ความสามารถในการเกาะติดผิววัสดุ)	งานที่ใช้ในการเอาชนะแรงระหว่างพื้นที่ผิวของตัวอย่างกับพื้นผิวของวัสดุอื่นที่ตัวอย่างสัมผัสอยู่	แรงที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายตัวอย่างที่ติดอยู่ในปาก (โดยปกติคือเพดานปาก) ในระหว่างการเคี้ยว
Chewiness (การทนต่อการเคี้ยว)	แรงที่ใช้ในการเคี้ยวหรือบดตัวอย่างจนกระทั่งเสียรูป โดยเป็นตัวอย่างที่มีลักษณะผสมของ Hardness Cohesiveness และ Springiness	ระยะเวลาที่ใช้ในการเคี้ยวบดตัวอย่างที่เป็นของแข็งในอัตราการเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้
Gumminess (ความเหนียว)	แรงที่ต้องใช้ในการแยกตัวอย่างที่เป็นกึ่งของแข็งจนกระทั่งเสียรูปโดยเป็นตัวอย่างที่มี Hardness ต่ำและมี Cohesiveness สูง	พลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวตัวอย่างที่เป็นกึ่งของแข็งในอัตราการเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้

ที่มา: ธัญญภรณ์ ศิริเลิศ, 2550, หน้า 9

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางเคมี และเคมีกายภาพ

1. ปริมาณความชื้น (Moisture content)

ปริมาณความชื้น ตามวิธี A.O.A.C 1990: Gravimetric method 925.10, (1990) มีหลักการ คือ อบตัวอย่างในตู้อบความร้อน (Hot air oven) หรือในตู้อบสุญญากาศ (Vacuum oven) เพื่อระเหยน้ำในตัวอย่างที่อบ จนกระทั่งตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ น้ำหนักตัวอย่างที่หายไป (Weight loss on drying) หรือปริมาณความชื้น คำนวณได้จากค่าความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ

1.1 เครื่องมือ

1.1.1 ตู้อบลมร้อน

1.1.2 Aluminium dish

1.1.3 Desiccators

1.1.4 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

1.1.5 ทรายขาว (Sea sand หรือ Quartz sand)

1.1.6 แท่งแก้ว

1.2 วิธีวิเคราะห์

1.2.1 อบ Aluminium dish (แบบมีฝาปิด และก้นภาชนะแบนเรียบเพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสความร้อน) ในตู้อบลมร้อนซึ่งควบคุมอุณหภูมิคงที่ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desiccators แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม = W_1)

กรณีตัวอย่างเป็นของแข็งชั่งตัวอย่างประมาณ 1-3 กรัม (มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม = W_2) ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ลงใน Aluminium dish ที่มีทรายขาวประมาณ 1-2 ช้อนชา และแท่งแก้วที่อบหาน้ำหนักแน่นอนไว้แล้ว (W_1) บดตัวอย่างให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกับทรายขาวด้วยแท่งแก้ว

1.2.2 นำตัวอย่างในข้อ 1.2.1 ใส่ในตู้อบลมร้อนที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ในขณะอบให้เปิดฝา Aluminium dish เพื่อให้ตัวอย่างสัมผัสกับความร้อนโดยตรงและทั่วถึง นอกจากนี้ควรวางตัวอย่าง 3 ซ้ำ ไว้ในถาดหรือชั้นเดียวกันของตู้อบ

1.2.3 หลังอบเสร็จปิดฝา Aluminium dish เอาออกจากตู้อบใส่ใน Desiccators ทิ้งให้เย็นแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม = W_3)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักที่สูญเสียไป} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$= \frac{(W_1 + W_2) - W_3 \times 100}{W_2}$$

2. **การทดสอบการสลายตัวในด่าง (Alkali test)** ตามวิธี กรมวิชาการเกษตร (2545)

2.1 เครื่องมือ

2.1.1 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.1.2 ตู้อบ (Oven)

2.1.3 จานพลาสติกใสพร้อมฝา

2.2 สารเคมี

2.2.1 สารละลาย KOH ความเข้มข้นร้อยละ 1.7 (โดยชั่ง KOH จำนวน 19.54 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 2,000 มิลลิลิตร)

2.3 วิธีวิเคราะห์

2.3.1 สุ่มเมล็ดข้าวสารเต็มเมล็ด จำนวน 25 เมล็ด ใส่จานพลาสติกใส วางบนพื้นสีเข้ม

2.3.2 เติมสาระลาย KOH ความเข้มข้นร้อยละ 1.7 ปริมาตร 27 มิลลิลิตร (ให้ข้าวสารทุกเมล็ดจมอยู่ในสารละลาย) จัดเมล็ดข้าวสารให้เป็นระเบียบ ปิดฝาไว้นาน 23 ชั่วโมง

2.3.3 อ่านค่าการสลายตัวของเมล็ดข้าว โดยพิจารณาระดับการสลายของเมล็ดข้าวในด่างตามลักษณะการละลายดังตาราง 6 (หน้า 14) และตาราง 7 (หน้า 15)

3. **การวิเคราะห์หาปริมาณอมิโลส** ตามวิธีกรมวิชาการเกษตร (2545)

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

3.1.2 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.3 เครื่องบดเมล็ดข้าวที่บดให้ละเอียดถึง 80-100 เมช (mesh)

3.1.4 ขวดแก้วปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาดความจุ 100 และ 1,000 มิลลิลิตร

3.1.5 ปิเปต แบบ volumetric pipette ขนาดความจุ 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร

3.1.6 ปิเปต แบบ measuring pipette ขนาดความจุ 1- 10 มิลลิลิตร

3.1.7 เครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็ก (magnetic stirrer)

3.1.8 ตะแกรงร่อนแป้งขนาด 100 เมช (mesh)

3.1.9 ขวดน้ำกลั่น

3.2 สารเคมี

3.2.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 นอร์มัล (N): ชั่งโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ 40.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มประมาณ 800 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 1,000 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

3.2.2 สารละลายกรดเกลเซียลอะซิติก เข้มข้น 1 นอร์มัล (N): ละลายกรดเกลเซียลอะซิติกปริมาตร 60 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปริมาตรขนาด ความจุ 1,000 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

3.2.3 สารละลายไอโอดีน: ชั่งไอโอดีน 0.2000 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2.0000 กรัมละลายในน้ำกลั่นประมาณ 80 มิลลิลิตร ในขวดแก้วสีชาขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนหรือจนไอโอดีนละลายหมด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

3.3 วิธีวิเคราะห์

3.3.1 บดเมล็ดข้าวด้วยเครื่องบดให้เป็นแป้ง ร่อนด้วยตะแกรงร่อนแป้งขนาด 100 เมช ชั่งน้ำหนักแป้งมา 0.1000 กรัม ใส่ในขวดแก้วปรับปริมาตรขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท

3.3.2 เติมเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ เพื่อเกลี่ยแป้งให้กระจายออก อย่าเขย่าแรงเนื่องจากจะทำให้แป้งขึ้นไปเกาะตามผนังขวดแก้วปรับปริมาตร

3.3.3 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 นอร์มัล (N) ปริมาตร 9 มิลลิลิตร

3.3.4 ปั่นกวนตัวอย่างด้วยเครื่องกวนระบบแม่เหล็กนาน 10 นาที ให้เป็นน้ำแป้ง แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าขวดแก้ว ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน

3.3.5 วันรุ่งขึ้นเตรียมขวดแก้วปริมาตรขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ชุดใหม่ เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร สารละลายกรดเกลเซียลอะซิติก เข้มข้น 1 นอร์มัล (N) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

3.3.6 ดูดน้ำแป้ง ตามข้อ 3.3.4 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วปริมาตรที่เตรียมไว้ตามข้อ 3.3.5 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

3.3.7 วัดค่าความเข้มของสีของสารละลายตามข้อ 3.3.6 ด้วยเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ โดยอ่านค่าเป็น Absorbance ที่ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร (nm) หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้ได้ค่า absorbance เท่ากับ 0

3.3.8 ทำ Blank โดยการเติมสารละลายกรดเกลเซียลอะซิติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล (N) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร

3.3.9 นำค่า Absorbance ไปคำนวณหาปริมาณอมิโลส โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

3.4 การเขียนเส้นกราฟมาตรฐาน

3.4.1 ชั่งโปเตโตอมิโลส 0.0400 กรัม ใส่ขวดแก้วปริมาตรความจุ 100 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิทแล้วดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างเป็นสารละลายมาตรฐาน

3.4.2 วันรุ่งขึ้นเตรียมขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 5 ขวด เติมน้ำกลั่นขวดละ 70 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดเกลเซียลอะซิติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล (N) ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ในขวดที่ 1, ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ในขวดที่ 2, ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร ในขวดที่ 3, ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร ในขวดที่ 4 และปริมาตร 1.0 มิลลิลิตรในขวดที่ 5 แล้วเติมสารละลายไอโอดีน ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

3.4.3 ดูดสารละลายมาตรฐาน ปริมาตร 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ซึ่งเทียบเท่ากับปริมาณอมิโลสร้อยละ 8, 16, 24, 32 และ 40 ตามลำดับ ใส่ในขวดที่เตรียมไว้ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร และวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร หลังปรับเครื่องด้วย blank ให้ได้ค่า absorbance เท่ากับ 0

3.3.4 นำค่า Absorbance กับปริมาณอมิโลสในสารละลายมาตรฐานมาเขียนเป็นเส้นกราฟมาตรฐาน

3.3.5 นำเส้นกราฟมาตรฐานที่ได้มาแปลงค่า Absorbance ให้เป็นปริมาณอมิโลส

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

การเทียบค่าอมิโลส

ข้าวอมิโลสต่ำ (Low)	มีอมิโลส	< 20 %	ข้าวเหนียวนุ่ม
ข้าวอมิโลสปานกลาง (Medium)	"	20-25 %	ข้าวสุกนุ่ม
ข้าวอมิโลสสูง (High)	"	25-34 %	ข้าวร่วนแข็ง

4. **ปริมาณโปรตีน (Protein content)** Kjeldahl method จากวิธีการของ A.O.A.C (1995)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนมีหลักการดังนี้ ย่อยตัวอย่างด้วยกรดซัลฟูริคเข้มข้น โดยมีโพแทสเซียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จนกระทั่งไนโตรเจนถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต หลังจากนั้นให้เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น และให้ความร้อนเพื่อทำให้ไนโตรเจนระเหยออกมาในรูปของแอมโมเนีย และถูกดักในสารละลายกรดบอริค จากนั้นไตเตรตหาความเข้มข้นของไนโตรเจนด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริค คำนวณปริมาณของไนโตรเจนในตัวอย่างและแปลงเป็นปริมาณโปรตีนโดยคูณ Conversion factor = 5.95

4.1 วิธีวิเคราะห์

4.1.1 Digestion

$$\text{Organic nitrogen in food} \xrightarrow{\text{Conc. } H_2SO_4 + K_2SO_4 / \text{ T400 } ^\circ C} \text{Ammonium sulfate } [(NH_4)_2SO_4]$$

Conc. H_2SO_4 ใส่ลงไปเพื่อ Oxidize สารอินทรีย์ (Organic matter) ในตัวอย่าง จากนั้นรวมตัวกับ NH_3 ที่เกิดขึ้นจากขบวนการ Oxidation ตัวอย่างในขั้นตอนการย่อยเกิดเป็นสารประกอบ $(NH_4)_2SO_4$ ส่วน K_2SO_4 ใส่ลงไปเพื่อเพิ่มจุดเดือดของกรด H_2SO_4 ช่วยเร่งปฏิกิริยา Oxidation (1 กรัมของ H_2SO_4 จะช่วยเพิ่มอุณหภูมิของกรด H_2SO_4 ประมาณ 3 องศาเซลเซียส) โดยทำการชั่งตัวอย่าง 0.5-1.0 กรัม จำนวน 3 ซ้ำ ถ่ายใส่หลอดย่อยตัวอย่าง (Digestion tube) ขนาด 250 มิลลิลิตร (ควรทำ Blank ควบคู่ไปด้วยทุกครั้ง ใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง) จากนั้นเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจำนวน 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น 10 มิลลิลิตร เติมสาร Antifoam ป้องกันการเดือดอย่างรุนแรงของกรดเข้มข้น ทำการย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 400-420 องศาเซลเซียส

ในเตาย่อย (Digestion block) ซึ่งต่อกับระบบกำจัดควันจากไอกรด ย่อยจนกระทั่งได้สารละลายไม่มีสี เมื่อย่อยเสร็จแล้วทิ้งให้หลอดย่อยเย็นลง (อย่าปล่อยให้สารละลายในหลอดเย็นจนกลายเป็นผลึก) และเติมน้ำกลั่นประมาณ 50-70 มิลลิลิตร (เพื่อช่วยในการละลายของสารละลายผสมของ $(NH_4)_2SO_4$ และ K_2SO_4 และลดความรุนแรงของปฏิกิริยาในขั้นตอนการกลั่นต่อไป) เติม methyl red จำนวน 2 หยด ลงในสารละลาย เปลี่ยนเป็นสีชมพู เขย่าเบาๆ และทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง Catalyst tablets: โพแทสเซียมซัลเฟตอัดเม็ด (K_2SO_4 : Se = 3.5 g : 3.5 mg) หรือชนิดที่ใช้ Hg หรือ $CuSO_4$ แทน Se

4.1.2 Distillation

$$[(NH_4)_2SO_4] \xrightarrow{\text{Distill + Excess NaOH}} NH_3$$

(cooled and diluted) (collect distilled in excess boric acid solution)

โดยการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ลงในหลอดย่อยตัวอย่างในปริมาณที่ทำให้สารละลายที่ย่อยได้เปลี่ยนเป็นด่าง (ประมาณ 30 มิลลิลิตร) สังเกตจากสีของ Methyl red จะเปลี่ยนเป็นสีทอง จากนั้นกลั่นสารละลายในหลอดย่อย โดยใช้เครื่องกลั่น (Distillation unit) ที่มีระบบควบแน่นต่อเข้ากับเครื่องทำน้ำหล่อเย็นแบบหมุนเวียนและดักเก็บ Distillate ในสารละลายกรดบอริค 4% ประมาณ 25 มิลลิลิตร ซึ่งเติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม (ให้มีสีม่วงเมื่อเป็นกรด) (ขณะกลั่นปลายของท่อนำ Distillate ต้องจุ่มอยู่ในสารละลายกรดบอริคเสมอ) เมื่อกลั่นจนได้ปริมาตรของ Distillate ประมาณ 200 มิลลิลิตร ไนโตรเจนรูปของแอมโมเนียในตัวอย่างจะระเหยออกมา และเปลี่ยนสีกรดบอริคจากสีม่วงเป็นสีเขียว สารละลายอินดิเคเตอร์ที่ผสม : Methyl red 0.1% ใน 95% (v/v) เอธานอล และ Methylene blue 0.025% ใน 95% (v/v) เอธานอลผสมกันในอัตราส่วน 1 : 2 (3 หยด : 6 หยด) การเปลี่ยนสีของสารละลายอินดิเคเตอร์ผสมนี้เกิดขึ้นที่ pH 5.4

4.1.3 Titration

การไตเตรตสารละลาย Distilled ที่ได้ด้วยสารละลายกรดมาตรฐานไฮโดรคลอริคเข้มข้น 0.1 N (เตรียม Standardize หาความเข้มข้นที่แน่นอนตาม A.O.A.C. (1990) จนกระทั่งถึงจุดยุติที่สารละลายเริ่มเปลี่ยนกลับเป็นสีม่วง จดบันทึกปริมาตรกรดที่ใช้ในการไตเตรต (มีความละเอียด 0.01 มิลลิลิตร)

4.1.4 การคำนวณ

$$\% \text{ Nitrogen (N)} = \frac{14.01 \times [Vs - V_B]N}{10 \times W}$$

$$\% \text{ Protein} = \% N \times F$$

เมื่อ Vs = ปริมาตรกรด HCl ที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง

V_B = ปริมาตรกรด HCl ที่ใช้ไตเตรต blank

N = ความเข้มข้นสารละลายกรดมาตรฐาน HCl

F = Factor ที่ใช้แปลง % ไนโตรเจนเป็น % โปรตีน

**สำหรับข้าว F = 5.95 และข้าวสาลี F = 5.70

ปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl ไม่ใช่ส่วนของ Protein nitrogen เท่านั้นแต่รวมส่วนของ Non – protein nitrogen อย่างเช่น Nucleotides และ Creatinine ด้วย ในแง่ของคุณค่าทางโภชนาการ ส่วน Non – protein nitrogen นี้ถือเป็นส่วน Non – nutrient ควรนำไปหักออกจากค่าโปรตีนทั้งหมด อย่างไรก็ตามในอาหารทั่วไปสัดส่วนของปริมาณ Non – protein nitrogen เทียบกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าน้อยจนสามารถใช้รวมอยู่ในค่าปริมาณไนโตรเจนที่นำไปคำนวณหาค่าโปรตีนในอาหารได้

สิ่งที่มีผลต่อค่าปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl

1. ถ้าใช้ปริมาณตัวอย่างมากขึ้นควรเพิ่มปริมาณกรดซัลฟูริคเข้มข้นและตัวเร่งปฏิกิริยา และควรเพิ่มเวลาในการย่อย (Digestion) ให้มากขึ้น

2. อาหารแต่ละชนิดใช้เวลาในการย่อยต่างกัน ปกติจะอยู่ระหว่าง 1.8-2.25 ชั่วโมง ควรใช้เวลาในการย่อยให้เหมาะสมกับชนิดตัวอย่าง

3. ระยะเวลาในการย่อยที่นานเกินไปก่อให้เกิดการสูญหายไปของไนโตรเจนในตัวอย่างเนื่องจากเหลือปริมาณกรดซัลฟูริคหลังการย่อยไม่พียงพอที่จะจับกับไนโตรเจนในตัวอย่าง

5. **ความหนืดของแป้งข้าว** (Viscosity)

การวัดการเปลี่ยนแปลงความหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ดัดแปลงจากวิธีของ กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ (2550, หน้า 50-51) มีหลักการดังนี้ คือ

RVA เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะต้องพิจารณาความหนืดขณะที่ให้ความร้อน คุณสมบัติพิเศษ คือ มีความสามารถในการเปลี่ยนระดับอุณหภูมิ สามารถทำให้ร้อนและเย็นได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว สามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้ จึงทำให้สามารถหา pasting curve ได้ภายใน 13 $\pm$ 2 นาที เนื่องจากมีกลไกการส่งผ่านความร้อนที่ดีกว่า และใช้ปริมาณตัวอย่างน้อย ค่าที่เครื่องแสดงผลอ่านบนจอคอมพิวเตอร์ในหน่วย % หรือ RVU (1 RVU = 12 cP) ดังนี้

1. Peak viscosity: ความหนืดสูงสุดในระหว่าง หรือถึงหลังจากให้ความร้อนในการทดลอง
2. Peak time: เวลาที่เกิด peak ของความหนืด มีหน่วยเป็นนาที
3. Pasting temperature: อุณหภูมิที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืด หรือมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น 2 RVU ในเวลา 20 วินาที มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
4. Peak temperature: อุณหภูมิที่เกิด peak หน่วยเป็นองศาเซลเซียส
5. Holding strength: ความหนืดที่ต่ำสุดระหว่างทำความเย็น มีหน่วยเป็น RVU
6. Breakdown: ความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด มีหน่วยเป็น RVU
7. Final viscosity: ความหนืดสุดท้ายของการทดลอง มีหน่วยเป็น RVU
8. Setback from peak: ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุด peak มีหน่วยเป็น RVU
9. Setback from trough: ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด มีหน่วยเป็น RVU

5.1 วิธีวิเคราะห์

5.1.1 ชั่งตัวอย่างข้าวที่ผ่านการบดให้ละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช น้ำหนัก 3.50 กรัม

5.1.2 ในกรณีตัวอย่างมีความชื้น 14 % ใช้น้ำกลั่น 25.0 $\pm$ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในภาชนะใส่ตัวอย่างของเครื่อง RVA ปริมาณของตัวอย่างและน้ำที่ใช้ควรคำนึงถึงค่าความชื้นของตัวอย่างด้วย โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร สำหรับปริมาณความชื้นร้อยละ 14 ดังนี้

$$S = \frac{86 \times A}{100-M}$$

$$W = 25 + (A - S)$$

เมื่อ S = น้ำหนักที่ถูกต้อง

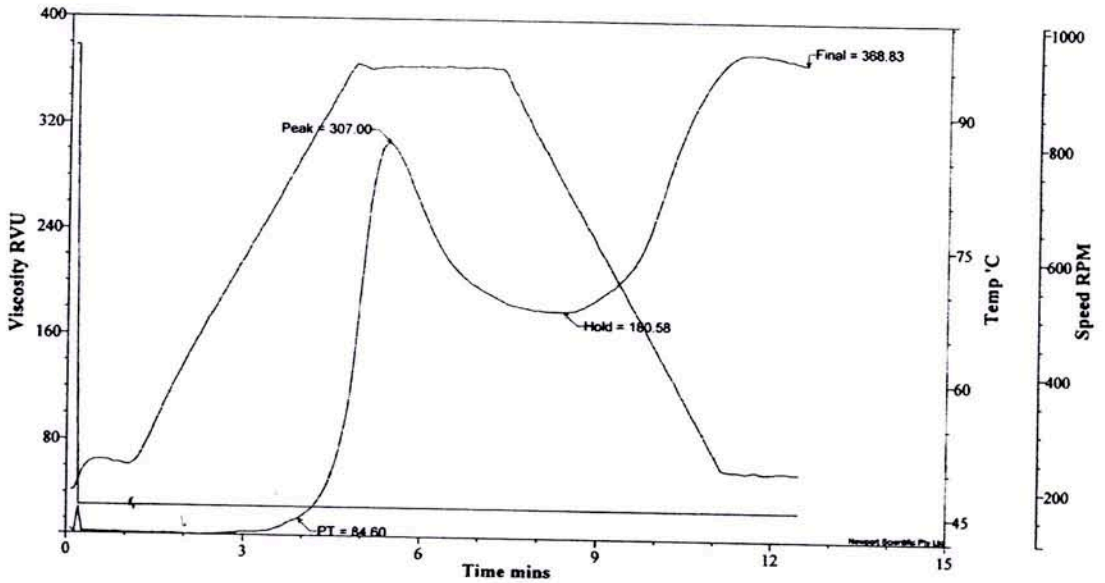
A = น้ำหนักตัวอย่างที่ความชื้น 14 %

M = ความชื้นที่แท้จริงของตัวอย่าง (%)

W = ปริมาณน้ำที่ใช้

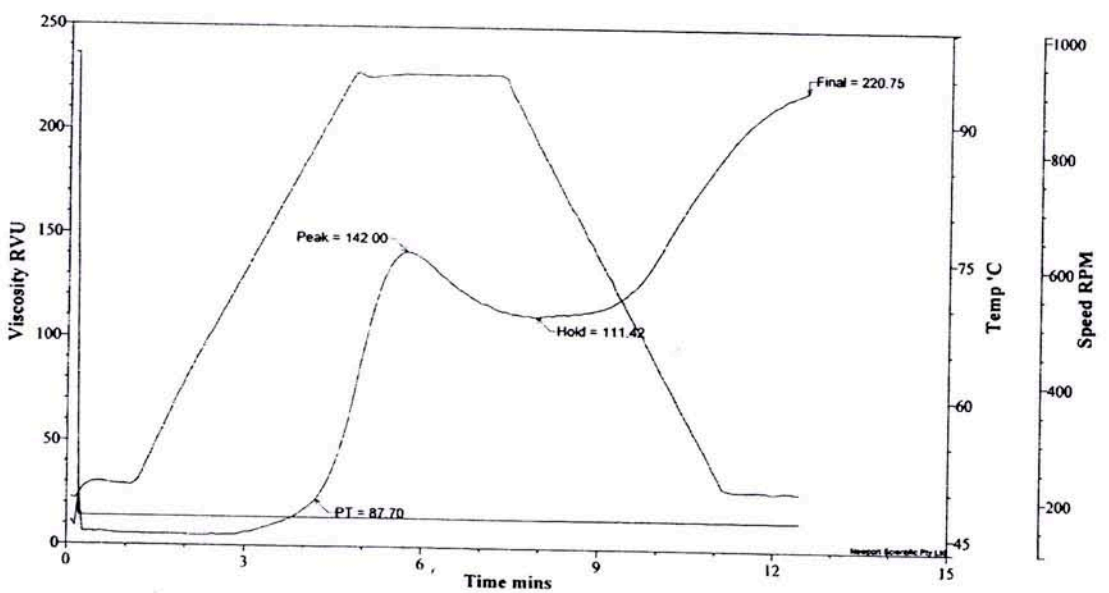
5.1.3 ใส่ตัวอย่างแป้งลงในภาชนะใส่ตัวอย่างที่มีน้ำอยู่ ใส่พาย (Paddle) ลงในแคน หมุนพายไปมาแรงๆ และดึงขึ้นลงเพื่อกวนตัวอย่างไม่ให้จับตัวกันเป็นก้อนที่ผิวน้ำ หรือติดอยู่ที่พาย ใช้ความเร็วรอบที่ 160 rpm

5.1.4 นำภาชนะใส่ตัวอย่างที่ใส่พายเข้าเครื่อง RVA กดปุ่ม เพื่อให้เครื่องทำงาน กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดต่อเวลาที่ได้ อ่านและบันทึกค่าต่างๆ ดังนี้ อุณหภูมิ (°C) ที่ทำให้แป้งพองตัว (Pasting temperature) ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งเย็นตัว (Final viscosity) ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งพองตัวสูงสุด (Peak viscosity) ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งยุบตัว (Breakdown) ความหนืด (RVU) เมื่อแป้งคืนตัว (Setback) และความหนืด (RVU) เมื่อแป้งคงตัว (Trough)



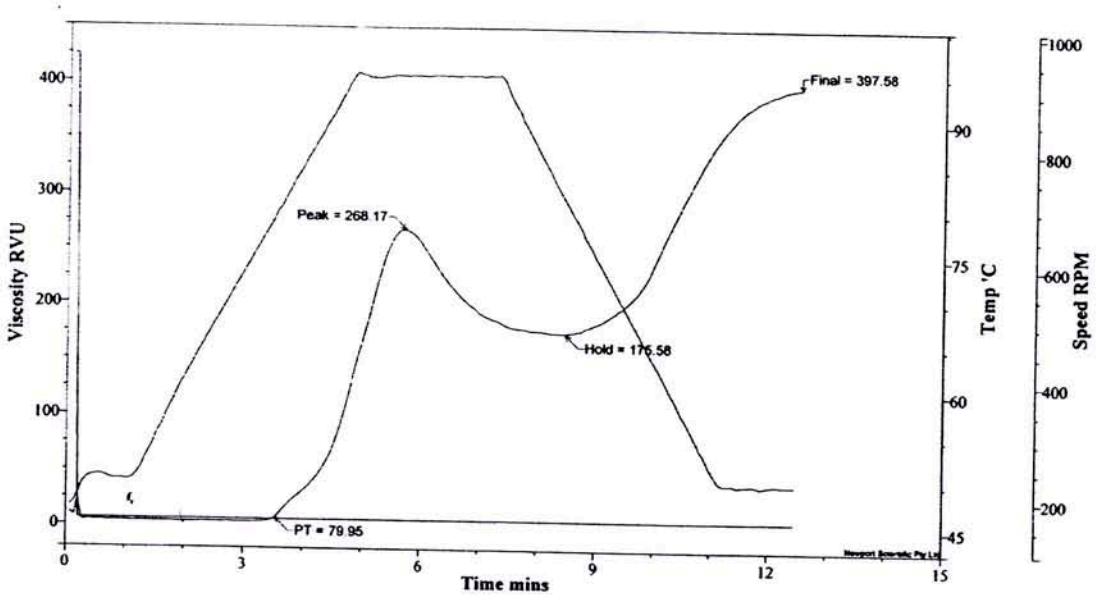
ภาพ 34 กราฟความหนืดของแป้งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105

หมายเหตุ: ภาพจากผลการทดลอง



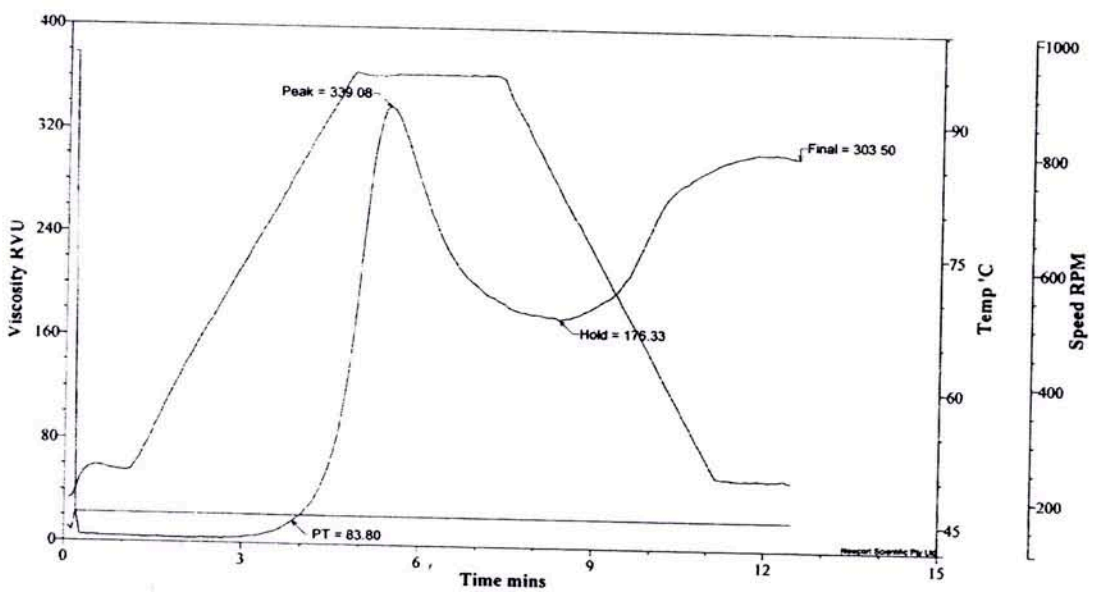
ภาพ 35 กราฟความหนืดของแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2

หมายเหตุ: ภาพจากผลการทดลอง



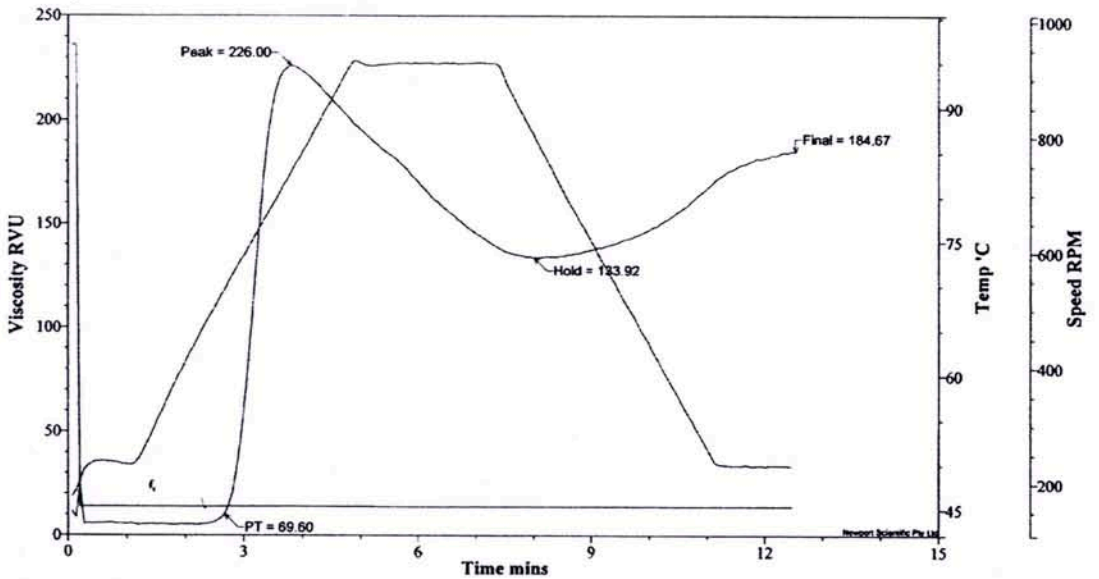
ภาพ 36 กราฟความหนืดของแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1

หมายเหตุ: ภาพจากผลการทดลอง



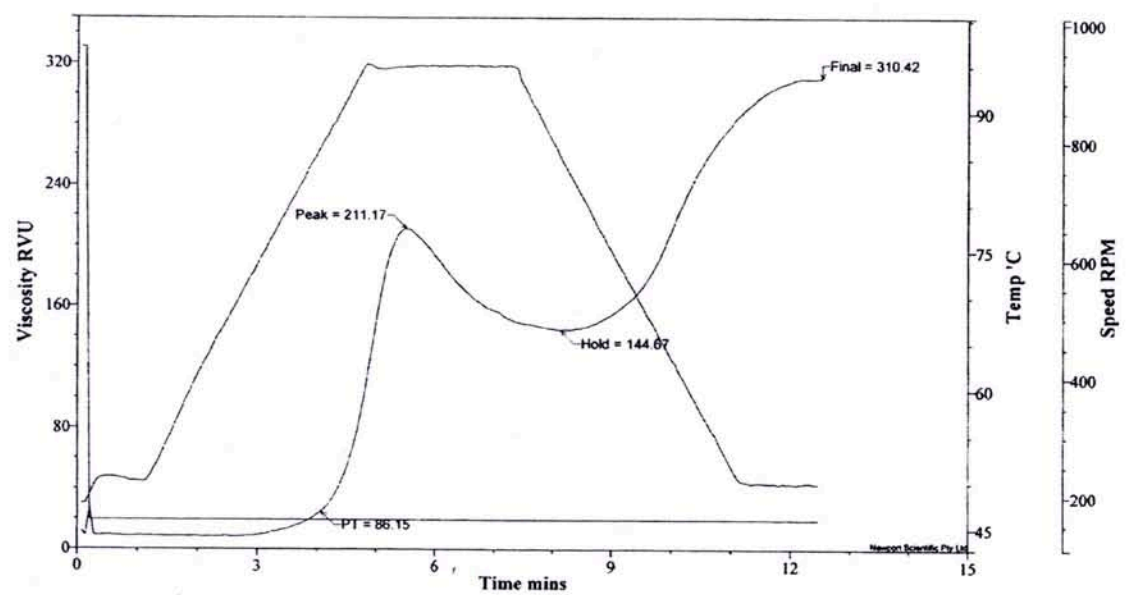
ภาพ 37 กราฟความหนืดของแป้งข้าวพันธุ์ปทุมธานี1

หมายเหตุ: ภาพจากผลการทดลอง



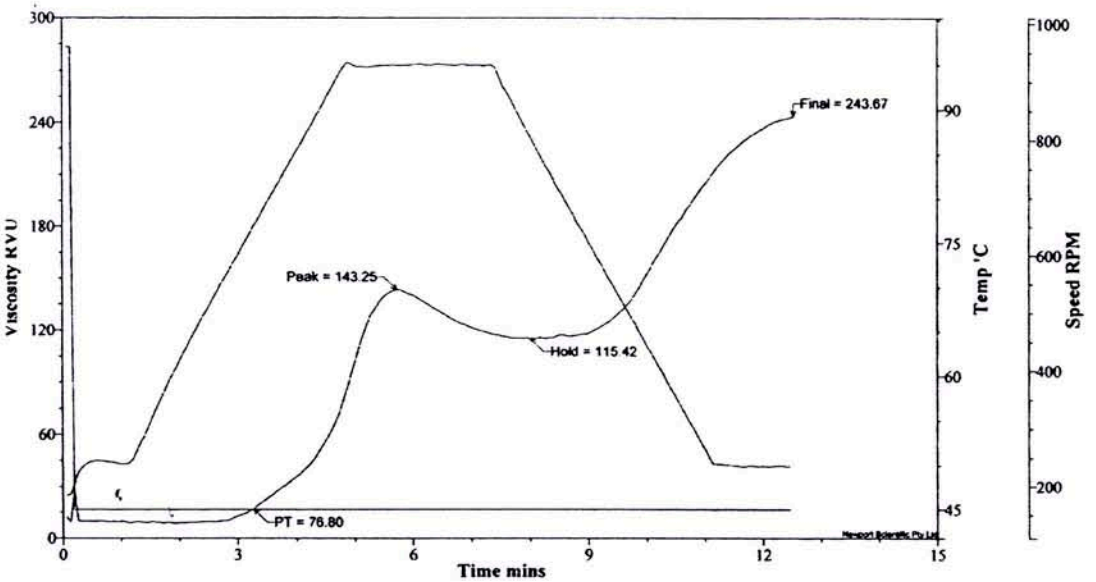
ภาพ 38 กราฟความหนืดของแป้งข้าวพันธุ์กข6

หมายเหตุ: ภาพจากผลการทดลอง



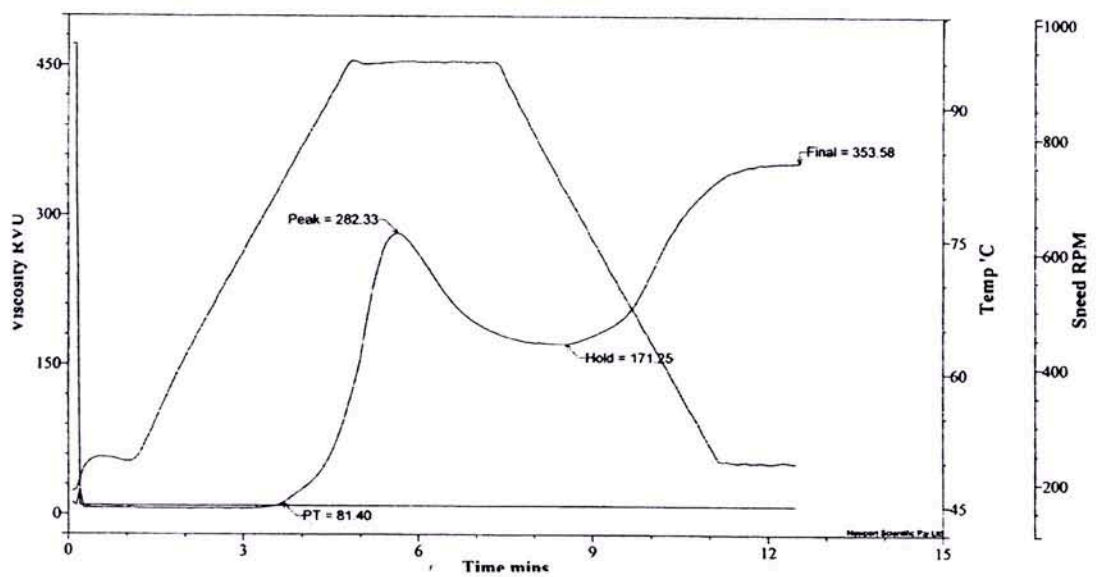
ภาพ 39 กราฟความหนืดของแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2:ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 (60:40)

หมายเหตุ: ภาพจากผลการทดลอง



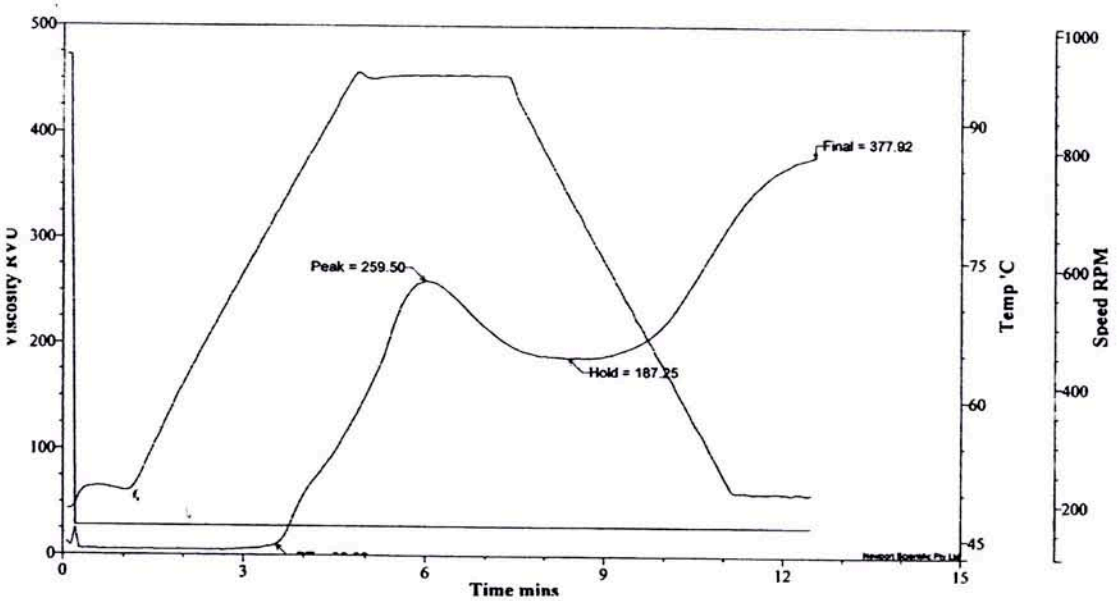
ภาพ 40 กราฟความหนืดของแป้งข้าวพันธุ์พิษณุโลก2:ข้าวพันธุ์กข6 (80:20)

หมายเหตุ: ภาพจากผลการทดลอง



ภาพ 41 กราฟความหนืดของแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1:ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 (50:50)

หมายเหตุ: ภาพจากผลการทดลอง



ภาพ 42 กราฟความหนืดของแป้งข้าวพันธุ์ชัยนาท1:ข้าวพันธุ์กข6 (70:30)

หมายเหตุ: ภาพจากผลการทดลอง

6. **ความคงตัวของแป้งสุก** (Gel consistency)

6.1 เครื่องมือ

6.1.1 เครื่องปั่นผสมของเหลวในหลอดทดลอง (Test tube mixer)

6.1.2 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

6.1.3 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

6.1.4 หลอดทดลองขนาด 13*100 มิลลิเมตร

6.1.5 เครื่องบดเมล็ดข้าวที่บดละเอียด 80-100 เมซ (Mesh)

6.2 สารเคมี

6.2.1 เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol: C_2H_5OH) ร้อยละ 95 ที่มี thymol blue ร้อยละ 0.025 (0.125 กรัม ใน ethanal, 500 มิลลิลิตร)

6.2.2 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide; KOH) ร้อยละ 85 เตรียม 0.2 N KOH (ละลาย 12.88 กรัม KOH ในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มให้เดือดแล้วปิดฝาทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร)

6.3 วิธีวิเคราะห์

6.3.1 บดเมล็ดข้าวด้วยเครื่องบด ชั่งแป้ง 0.1000 กรัม (ที่มีความชื้นร้อยละ 12) ใส่ในหลอดทดลองขนาด 13*100 มิลลิเมตร

6.3.2 เติมเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 ที่มี thymol blue ร้อยละ 0.025 ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร

6.3.3 เติม 0.2 N KOH ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

6.3.4 ปั่นของเหลวในหลอดนาน 2-3 วินาทีด้วย test tube mixer เพื่อให้แป้งละลายตัว

6.3.5 ปิดหลอดทดลองด้วยลูกแก้ว ต้มให้เดือดนาน 8 นาที ให้น้ำแป้งในหลอดสูงขึ้น 2 ส่วน 3 ของหลอด

6.3.6 ปั่นสารละลายอีกครั้งด้วย Test tube mixer เพื่อให้แป้งทั่วกัน 2-3 นาที

6.3.7 ทำให้แป้งเย็นโดยแช่หลอดทดลองในน้ำเย็นจัดนาน 20 นาที

6.3.8 นำหลอดทดลองไปวางในแนวนอนบนกระดาษกราฟ นาน 30 นาที

6.3.9 อ่านระยะทางที่แป้งสุกไหล

ตาราง 25 การอ่านค่า Gel Consistency

ระยะทางแป้งไหล (มิลลิเมตร)	ความคงตัวแป้งสุก	ข้าวสุก
25 – 40	แข็ง	แข็ง
41 – 60	ปานกลาง	ปานกลาง
61 – 100	อ่อน	อ่อน

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2545

ภาคผนวก ค การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. คัดเลือกผู้ทดสอบชิมที่สามารถชิมข้าวได้ในช่วงเวลา 10.00-11.00 น. และช่วงเวลา 14.00-15.00 น. จำนวน 30 คน ซึ่งจะใช้ผู้ทดสอบชิมชุดเดิมไปตลอดการทดลอง

2. แจ้งรายละเอียดของวิธีการทดสอบชิมข้าวหุงสุก และอธิบายเกี่ยวกับใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3. เตรียมตัวอย่างข้าวหุงสุกในอัตราส่วนต่าง ๆ ด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้าที่มีระบบอุ่นอัตโนมัติ โดยห้องเตรียมตัวอย่างและห้องทดสอบชิมจะเป็นคนละห้องกัน ผู้วิจัยตักตัวอย่างข้าวหุงสุกใส่ถ้วยพลาสติกมีฝาปิด โดยจัดเป็นชุด ๆ จัดวางในถาดพลาสติกมีช้อน และน้ำดื่มอุณหภูมิห้อง 1 แก้ว พร้อมกับใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และปากกา

ใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์.....ข้าวหุงสุก..... **วันที่ทดสอบ**.....

ชื่อ-สกุลผู้ทดสอบ.....**เวลาที่ทดสอบ**.....

คำแนะนำ ☛ กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอและบ้วนปากระหว่างตัวอย่างและให้คะแนนตามความชอบของท่านตามระดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้ข้างล่าง

การให้คะแนน ✍

9 = ชอบมากที่สุด	8 = ชอบมาก	7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย	5 = เฉย ๆ	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง	2 = ไม่ชอบมาก	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ (Appearance)	.....	.....	.....	.....	.....
สี (Color)	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่น (Odor)	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติ (Flavor) ความแข็ง (Hardness)	.....	.....	.....	.....	.....
การเกาะรวมตัวกันของตัวอย่าง (Cohesiveness)	.....	.....	.....	.....	.....
ความยืดหยุ่น (Springiness)	.....	.....	.....	.....	.....
ความเกาะติดของข้าวในปาก (Adhesiveness)	.....	.....	.....	.....	.....
การทนต่อการเคี้ยว (Chewiness)	.....	.....	.....	.....	.....
ความเหนียว (Gumminess)	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบรวม (Overall)	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

☺ **ขอขอบคุณที่กรุณาสละเวลาทำการทดสอบ** ☺

ข้อมูลสำหรับอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาพันธุ์ข้าวและอัตราส่วนการผสมที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

หากท่านมีส่วนร่วมในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผู้วิจัยขอความกรุณาให้อาสาสมัครในครั้งนี้ ได้มีโอกาสและเวลาในการอ่าน ข้อมูลข้างล่างนี้ หรือทางผู้ทำวิจัยเองได้อ่านและอธิบายให้ท่านทราบ หากท่านมีข้อข้องใจเกี่ยวกับการศึกษานี้ท่านสามารถถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจ หรือหากท่านไม่มั่นใจในความปลอดภัยท่านสามารถออกจากการทดสอบได้ตลอดเวลา ท่านจะได้รับสำเนาใบยินยอมที่ท่านลงลายมือชื่อกำกับเมื่อท่านตัดสินใจเข้าร่วมการศึกษา ทางเรารู้สึกยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ท่านเสียสละเวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้

การศึกษานี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร

1. ศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สำหรับปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 หลังการหุงต้ม โดยใช้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และข้าวเหนียวพันธุ์กข6 มาผสมในอัตราส่วนที่ต่างกัน

2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และเคมีกายภาพ ของข้าวขาวดอกมะลิ105 ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 พันธุ์พิษณุโลก2 ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และข้าวเหนียวพันธุ์กข6 ทั้งก่อนและหลังการหุงต้ม

3. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และ เคมีกายภาพ หลังการหุงต้มของข้าวเมื่อผ่านกระบวนการปรับปรุงเนื้อสัมผัสในข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สำหรับปรับปรุงเนื้อสัมผัสหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ให้ใกล้เคียงข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ทดสอบด้านประสาทสัมผัสโดยใช้การทดสอบความชอบหรือการยอมรับจากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

ท่านจะได้ประโยชน์อะไรจากการศึกษานี้

ท่านจะได้รับการฝึกฝนให้รู้จักกับคุณลักษณะในด้านต่างๆ ของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส หลังจากการฝึกฝนแล้วท่านจะได้เป็นผู้ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่ผ่านการฝึกฝนแล้วซึ่งถือว่าเป็นผู้ประเมินที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำ

ท่านจะต้องปฏิบัติตัวอย่างไร

ท่านจะถูกขอร้องให้ลงลายมือชื่อลงในใบยินยอม แสดงว่าท่านตกลงโดยความสมัครใจที่จะเข้าร่วมการศึกษานี้ และท่านจะได้ทดสอบทางประสาทสัมผัสในการทดลองนี้โดยทำการชิมเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 หลังการหุงต้มที่ผ่านการผสมข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และข้าวพันธุ์กข6 เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้ใกล้เคียงข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 โดยใช้การทดสอบความชอบหรือการยอมรับจากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ในห้องทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยภายในห้องจะแบ่งเป็นช่องเล็ก ๆ เฉพาะสำหรับผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 1 คน ท่านจะได้รับปากกาแบบรายงานผลการทดสอบ น้ำ 1 แก้ว และตัวอย่างข้าว จากนั้นท่านต้องชิมตัวอย่างเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในระหว่างการประเมินนั้นท่านต้องเงียบและห้ามปรึกษาผู้ประเมินท่านอื่น ๆ ซึ่งในขั้นตอนการแปรรูปต่างๆ นั้นจะกระทำที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีความสะอาด และมีเครื่องมือในการแปรรูปทุกชิ้นอยู่ในสภาพที่สะอาด และพร้อมใช้งานอยู่เสมอ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่อาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะได้ทดสอบชิมในระหว่างการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสนั้น มีความปลอดภัยสูงมาก

ท่านจะทำอย่างไรหากท่านไม่ต้องการเข้าร่วมการศึกษา หรือหากท่านเปลี่ยนใจระหว่างเข้าร่วมศึกษา

ถ้าท่านไม่สมัครใจท่านไม่จำเป็นต้องเข้าร่วมงานวิจัยนี้ กรณีที่ท่านสมัครใจเข้าร่วมงานวิจัยแล้ว หากท่านเปลี่ยนใจไม่ทดสอบชิมต่อไปท่านสามารถถอนตัวได้ตลอดเวลาโดยที่ไม่มีผลกระทบต่อตัวท่านและข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวกับตัวท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ

หากท่านมีคำถามเกี่ยวกับการศึกษานี้ท่านสามารถติดต่อใครได้บ้าง

ท่านสามารถติดต่อบุคคลดังต่อไปนี้ หากท่านมีคำถามหรือมีความวิตกกังวล

1. นางสาวภัทราพร คำผล (ผู้วิจัย)โทรศัพท์ 0-861-177-339
2. ผศ. ดร. เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์ (อาจารย์ที่ปรึกษา)
3. ดร. ศศิวิมล จิตรากร (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม)
4. ดร.ปวีนา น้อยทัพ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ 0-5596-2749 หรือ โทรสาร 0-5596-2703

หนังสือแสดงความยินยอมการเข้าร่วมโครงการวิจัย
กรณีที่อาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นผู้ที่บรรลุนิติภาวะ
INFORMED CONSENT FORM

การวิจัยเรื่อง .....

วันให้คำยินยอม วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้า(นาย/นาง/นางสาว).....อยู่บ้านเลขที่.....

ซอย.....ถนน.....แขวง/ตำบล.....

เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

บัตรประชาชน/ข้าราชการเลขที่.....

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับเอกสารและคำอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีวิจัย อันตรายหรืออาการข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัยหรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว ผู้วิจัยได้ตอบคำถามต่างๆที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจไม่ปิดบัง ไม่ซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ ข้าพเจ้าอนุญาตให้ผู้วิจัยเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าได้ตามที่ผู้วิจัยเห็นสมควร ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการนี้โดยความสมัครใจ และมีสิทธิ์ที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้

ผู้วิจัยและ/หรือผู้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยขอให้คำรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้าพเจ้าเป็นความลับและจะเปิดเผยเฉพาะในรูปที่เป็นการสรุปการวิจัย โดยไม่ระบุตัวบุคคลผู้เป็นเจ้าของข้อมูล และหากเกิดอันตรายหรือความเสียหายอันเป็นผลจากการวิจัยต่อข้าพเจ้า ผู้วิจัยและ/หรือผู้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจะจัดการรักษาพยาบาลให้จนกลับคืนสภาพเดิม และจะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการรักษาพยาบาลรวมทั้งชดใช้ค่าเสียหายอื่นถ้าหากมี

ผู้วิจัยแจ้งด้วยว่าข้าพเจ้าสามารถติดต่อกับผู้วิจัย คือ นางสาวภัทราพร คำผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์ (อาจารย์ที่ปรึกษา) ดร.ปวีนา น้อยทัพ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) และ ดร.ศศิวิมล จิตรากร (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) ได้ที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร โทรศัพท์ 0-5596-2749 หรือ โทรสาร 0-5596-2703

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ จึงได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....อาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ลงนาม.....ผู้วิจัย

ลงนาม.....พยาน

ลงนาม.....พยาน

เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อโครงการ การศึกษาพันธุ์ข้าวและอัตราส่วนการผสมที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสหลังหุงต้มของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์พิษณุโลก 2 ให้ใกล้เคียงข้าวขาวดอกมะลิ 105

Study of variety and appropriate mixing ratio of rice for texture improvement after cooking of chinat1 and Phitsanulok2 to .be similar to Khao Dawk Mali105 rice.

ชื่อหัวหน้าโครงการ นางสาวภัทราพร คำผล

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. เหรียญทอง ลิงห์จานุสงค์

เลขที่โครงการ/รหัส 53 02 02 0025

สังกัดหน่วยงาน/คณะ เกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การรับรอง ขอรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวข้างบนนี้ได้ผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 9/2553 เมื่อวันที่ 22 กันยายน 2553

ประเภทการรับรอง รับรองแบบเร่งรัด

ลงนาม

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุชกิจ ยะโสธรศรีกุล)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล ภัทราพร คำผล

วัน เดือน ปี เกิด 17 สิงหาคม 2526

ที่อยู่ปัจจุบัน 7 หมู่ 5 ตำบลและ อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน 55130

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน พนักงานราชการ (นักวิทยาศาสตร์) สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (สปผ.) กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2550 ผู้ช่วยนักวิจัย ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

พ.ศ. 2549 เจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ (QC.) บริษัทลำปางฟู้ดโปรดักส์ จำกัด 158 หมู่ 4 ถนนท่าล้อ-ห้วยเป้ง ตำบลบ้านเป้า อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2549 วท.บ. (อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผลงานการตีพิมพ์

ภัทราพร คำผล, ศศิวิมล จิตรากร, ปวีนา น้อยทัพ และเหรียญทอง สิงห์จานุสงค์. (2553). สมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวชัยนาท1 และพิษณุโลก2 ที่ผสมกับข้าวปทุมธานี1และกข6 ก่อนหุงต้ม. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 41(3/1), 113-116.

Phattharaphon Khomphon, Sasivimon Chittrakorn, Paweena Noitup and Riantong Singanusong. (2010). Physical and chemical properties before and after cooking of five rice varieties grown in Northern of Thailand. In TISD2010 The 3rd. Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (PP. 376-379). Khon Kaen: Faculty of engineering, Khon Kaen University