รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมลทิพย์ มั่นภักดี. 2533. ปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การค้าข้าวต่างประเทศ, สำนัก. 2547. ปริมาณการส่งออกข้าวของไทยระหว่างปี 2543-2547 (ม.ค.). กรมการค้าต่างประเทศ, กรุงเทพมหานคร[ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.moc.go.th[28 มีนาคม 2547].

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2543. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและแปรสภาพเมล็ด. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

งามชื่น คงเสรี. 2542. คุณภาพข้าวสารและข้าวสุก. เอกสารประกอบการฝึกอบรม. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

งามชื่น คงเสรี. 2545. หลักและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพข้าว. เอกสารประกอบการฝึกอบรม. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

จารุภัทร ลือชา. 2545. ผลของความเข้มข้นของไอโอดีนและพันธุ์ข้าวต่อคุณภาพของข้าวกล้องนึ่งและข้าวเปลือกนึ่งเสริมไอโอดีน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชุติมา อัศวเสถียร. 2543. ประสิทธิภาพการเสริมไอโอดีนในข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนานันต์ โรจนศศิธรา. 2545. การเสริมไอโอดีน สังกะสี และเหล็กโดยการเคลือบบนเมล็ดข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประณีต ผ่องแผ้ว, บรรณาธิการ. 2539. โภชนศาสตร์ชุมชน. กรุงเทพมหานคร: ลิฟวิ่งทรานส์มีเดีย.

เศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงาน. 2547. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2544/45. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร[ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://oae.go.th/statistic/yearbook/2001-02/Section1/sec1table2.xls[28 มีนาคม 2547]

อนามัย, กรม. 2532. ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

ภาษาอังกฤษ

AACC. 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 9th ed. Minnisota: American Association of Cereal Chemists.

AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th ed. Washington: The Association of Official Agricultural Chemists.

Blakeney, A. B. 1996. Quality Requirements of Cereal Grains: Rice. In R. J. Henry and P. S. Kettlewell (eds.), Cereal Grain Quality. London: Chapman and Hall.

Birch, G. G., and Priestley, R. J. 1973. Degree of Gelatinization of Cooked Rice. Die Strake. 25: 98-101.

Carson, R. A., Roberts., R. L. , and Farkas, D. F. 1976. Preparation of Quick-Cooking Rice Products Using a Centrifugal Fluidized Bed. Journal of Food Science. 41(1): 1177-1179.

Chen, J. J., Lu, S., and Lii, C. Y. 1999. Effect of Milling Methods on the Physicochemical Characteristics of Waxy Rice in Taiwan. Cereal Chemistry. 76(5): 796-798.

Desikacher, H. S. R., and Subrahmanyan, V. 1961. The Formation of Cracks in Rice Grain during Wetting and its Effect of Cooking Characteristics of the Cereal. Cereal Chemistry. 38:356-363.

Ensminger, A. H., Ensminger, M. E., James, E. K., and Robson, J. R. K. 1994. Food and Nutrition Encyclopedia. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press.

FAO. 1996. Food Fortification: Technology and Quality Control. Report of an FAO Technical Consultation. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome. Available from: http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESN/fortify/iodine.htm [2001, November19]

George, L. C., and Gessner, G. H. 1966. The Encyclopedia of Chemistry. 2nd ed. New York: Van Nortrand Reinhold.

Ghosh, A. K., and Mukherjee, S. 1988. Studies on the Development of Methods for Production of Quick-Cooking Rice. Journal of Food Science and Technology. 25: 182-185.

Grist. D. H. 1975. Rice. 5th ed. London: Longman.

Hamaker, B. R. 1972. The Influence of Rice Protein on Rice Quality. Pages: 177-193. In D. F. Houston (ed.), Rice Chemistry and Technology. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.

Hass, E. M. 2003. Excepted from Stay Health with Nutrition: The Complete Guide to Diet and Nutritional Medicine[online]. Available from: http://www.healthy.net/asp/templates/article.asp?{ageType=article&ID=2074.htm [2003, March].

Hoffpauer, D. W. 1992. Rice Enrichment for Today. Cereal Foods World. 37(10): 757-759.

Hoseney, R. C. 1994. Principle of Cereal Science and Technology. 2nd ed. Minnesota: American Assocication of Cereal Chemists.

Horigane, A. K., Toyoshima, H., Hemmi, H., Engelaar, W. M. H. G., Okubo, A., and Nagata, T. 1999. Internal Hollows in Cooked Rice Grains (Oryza sativa cv. Koshihikari) Observed by NMR Micro Imaging. Journal of Food Science. 64(1): 1-5.

Horigane, A. K., Engelaar, W. M. H. G., Toyoshima, H., Ono, H., Sakai, M., Okubo, A., and Nagata, T. 2000. Differences in Hollow Volumes in Cooked Rice Grains with Various Amylose Contents as Determined by NMR Micro Imaging. Journal of Food Science. 65(3): 408-412.

Hoshikawa, K. 1993. Quality and Shape of Rice Grains. In T. Matsuo and K. Hoshikawa (ed.), Science of the Rice Plant. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo.

Hurrell, R.F. 1998. Improvement of Trace Element Status through Food Fortification: Technological, Biological and Health Aspects. Bibl. Nutr. Dieta. 54:40-57.

Juliano, B. O., Onate, L. U., and Del Mundo, A. 1965. The Relation of Starch Composition, Protein Content and Gelatinization Temperature to Cooking and Eating Qualities of Milled Rice. Food Technology. 19: 116.

Juliano, B. O. 1971. A Simplified Assay for Milled Rice Amylose. Cereal Science Today. 16: 334-338, 340, 360.

Juliano, B. O. 1972. Rice Caryopsis and Its Composition. Pages: 16-62. In D. F. Houston (ed.), Rice Chemistry and Technology. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.

Juliano, B. O. 1979. The Chemical Basis of Rice Grain Quality. Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. International Rice Research Institute, Philippines. P.69-90.

Juliano, B. O. 1993. Rice in Human Nutrition. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, Italy.

Kainuma, Y., and Seki, C. 1986. A Study of Rice Cooking (Part 5) Boiling Time as a Factor Controlling Rice Cooling (2). J. Home Econ. Jpn. 47(9(): 877-887.

Kutsky, R. J. 1981. Handbook of Vitamins, minerals and Hormones. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold.

Lan, Y., and Kunze, O. R. 1996. Relative Humidity Effects on the Development of Fissures in Rice. Cereal Chemistry. 73: 222-224.

Li, C. F. Chang, P. Y., and Chang, J. L. 1976. Instant Rice. Food Ind. Res. and Dev. Inst. Rept. 79. Hisnchu, Taiwan.

Little, R. R., and Dawson, E. H. 1960. Histological and Histochemistry of Raw and Cooked Rice Kernels. Food Research. 25: 611-622.

Luh, B. S., Roberts, R. L., and Li, C. F. 1980. Quick-Cooking Rice. In B. S. Luh (ed.), Rice: Production and Utilization. Connecticut: AVI Publishing Company Inc.

McDowell, L. R. 1992. Minerals in Animal and Human Nutrition. San Diego: Academic Press.

Moxon, R. E. D., and Dixon, E. J. 1980. Semi-Automatic Method for the Determination of Total Iodine in Food. Analyst. 105: 344-352.

Ogawa, Y., Glenn, G. M., Orts, W. J., and Wood, D. F. 2003. Histological Structures of Cooked Rice Grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51(24): 7019-7023.

Ozai-Durrani, A. K. 1948. Quick Cooking Rice and Process for Making Same. U.S. Patent. 2,438,939. April 6.

Pascuel, C. G., and Juliano, B. O. 1983. Properties of Cell Wall Preparations of Milled Rice. Phytochemistry. 22(1): 151-159.

Perez, C. M., and Juliano, B. O. 1979. Indicators of Eating Quality for Non-Waxy Rices. Food Chemistry. 4:185.

Pomeranz, Y., and Meloan, C. E. 1994. Food Analysis: Theory and Practice. 3rd ed. New York: Chapman & Hall.

Rizk, L. F., and Doss, H. A. 1995. Preparation of Improves Quick Cooking Rice. Die Nahrung. 39(2): 124-131.

Roberts, R. L. 1972. Quick-Cooking Rice. In D. F. Houston (ed.), Rice: Chemistry and Technology. Minnisota: Association American Cereal Chemists.

Sinawat, S., and Damapongs, N. 1998. Iodine Deficiency Disorders in Thailand: Future Prospects. *Fact Sheet – Nutrition: Vol. 1 No. 5.* Available from http://www.health.moph.go.th [2001, November19]

Smith, D. A., Rao, R. M., Liuzzo, J. A., and Champagne, E. 1985. Chemical Treatment and Process Modification for Producing Improved Quick-Cooking Rice. Journal of Food Science. 50: 926-931.

Sowbhagya, C. M., Ramesh, B. S. and Bhattacharya, K. R. 1984. Improves Indices for Dimensional Classification of Rice. Journal of Food Science Agriculture. 64:1-7.

Web, B. D., and Stemmer, R. A. 1972. Criteria of Rice Quality. Pages: 102-123. In D. F. Houston (ed.), Rice Chemistry and Technology. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.

White, A., Phillip, H., and Smith, L. M. 1973. Principles of Biochemistry. 5th ed. New York: McGraw-hill.

WHO. 1996. Iodine Deficiency Disorders. Fact Sheet No. 121. World Health Organization, Geneva, Switzerland. Available from: http://www.who.int/inf-fs/en/fact121.html [2001, November15]

Zobel, H. F. 1964. X-ray Analysis of Granule Starches. In R. L. Whistler (ed.), Methods in Carbohydrate Chemistry. Vol. 4. pp. 109-113. New York: Academic Press.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของวัตถุดิบและสารประกอบไอโอดีน

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

1. ข้าวพันธุ์ ก.วก. 1 เป็นข้าวจาปอนิกา เมล็ดสั้นป้อม ที่เพาะปลูกในประเทศไทยและให้ผลิตต่อไร่สูง
2. ข้าวพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง เป็นข้าวอินดิกา เมล็ดยาว ซึ่งทนต่อสภาพดินเปรี้ยวและให้ผลผลิตต่อไร่สูง

ชนิดของสารประกอบไอโอดีน

โพแทสเซียมไอโอเดท (KIO_3) MW = 214.00 I = 59.30 % K = 18.27 % และ O = 22.43 % มีสีขาว ไม่มีสี เป็นผลึก ความหนาแน่น (d) = 3.89 ละลายน้ำได้ แต่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์

ข. 1 ปริมาณความชื้น

ดัดแปลงจากวิธีของ AACC 44-15A (1995) แบบขั้นตอนเดียว โดยใช้ขนาดถ้วยอลูมิเนียมต่างจากขนาดที่กำหนดไว้ และเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใช้อบจาก 130 ± 1 องศาเซลเซียส เป็น 105 ± 1 องศาเซลเซียส

อุปกรณ์

1. ถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด
2. ตู้อบลมร้อน WTE binder
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)

วิธีทดลอง

1. บดเมล็ดข้าว 30 –40 กรัม แล้วผสมให้เข้ากันจากนั้นชั่งมา 2-3 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียม (ที่ผ่านการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วทำทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยอลูมิเนียมเปล่า)
2. นำตัวอย่างเข้าอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง โดยเปิดฝาถ้วยอลูมิเนียม
3. นำตัวอย่างออกจากตู้อบ ปิดฝาถ้วยอลูมิเนียม แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
4. บันทึกน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่าง
5. นำตัวอย่างเข้าอบอีก 1 ชั่วโมง โดยให้ค่าความชื้นคลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 0.2
6. บันทึกน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่าง แล้วหักลบด้วนน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมเปล่า จะได้เป็นน้ำหนักหลังอบ
7. คำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

ข. 2 ปริมาณโปรตีน

ดัดแปลงจากวิธีของ AACC 46-13 (1995) หรือ AOAC 960.25 (1995) และคำนวณปริมาณโปรตีนโดยใช้แฟคเตอร์ 5.95 (Juliano, 1972)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง Satorious รุ่น A200S
2. ชุดเครื่องย่อย BUCHI Digestion Unit B 324
3. ชุดเครื่องกลั่น BUCHI Digestion Unit K 424

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟุริกเข้มข้น (H_2SO_4, AR grade)
2. สารละลายมาตรฐานกรดเกลือ (HCl, AR grade) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH, AR grade) ความเข้มข้น 40% (w/v)
4. สารละลายกรดบอริก (H_3BO_3 , AR grade) ความเข้มข้น 4 % (w/v)
5. สารเร่งปฏิกิริยาสำเร็จรูป Selenium reagent mixture (AR grade)
6. เมธิลเรด-โบรโมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ (ประกอบด้วยสารละลายเมธิล 0.2% ในแอลกอฮอล์ และสารละลายโบรโมครีซอลกรีน 0.2% ในแอลกอฮล์ ผสมกันในอัตราส่วน 5 : 1)

วิธีทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1.5 กรัม ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ใส่ใน Kjeldahl tube
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา (Selenium reagent mixture) 5 กรัม และกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร
3. นำไปย่อยด้วยเครื่องย่อย ซึ่งควบคุมอุณหภูมิการย่อย ทิ้งไว้จนตัวอย่างมีสีเขียวอ่อน ใช้เวลาประมาณ 45 นาที
4. ทิ้งให้ Kjeldahl tube เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วเตรียมขวดรูปชมพู่ เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จากนั้นนำไปรองไว้ที่ปลาย condenser ของชุดเครื่องกลั่น
5. นำ Kjeldahl tube ตัวอย่างไปกลั่นด้วยชุดเครื่องกลั่น ที่มีการควบคุมสภาวะการกลั่นดังนี้ โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาตร 65 มิลลิลิตร กรดบอริกเข้มข้น 4 ปริมาตร 70 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการกลั่น 5 นาที
6. ล้างปลายหลอด condenser ด้วยน้ำกลั่น ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่รองรับสารที่กลั่นได้ แล้วนำสารละลายที่ได้ทั้งหมดไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดเกลือความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน ได้จุดยุติที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู

7. คำนวณปริมาตรไนโตรเจนและโปรตีนจากสูตร

ปริมาณไนโตรเจน (%) = $\frac{\text{ปริมาณเกลือที่ไตเตรท (ml) X ความเข้มข้นของกรดเกลือ (N) X 1.4}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (g)}}$

ปริมาณโปรตีน (%) = ปริมาณไนโตรเจน (%) X 5.95

ข.3 ปริมาณไขมัน

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 920.85(1995)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง Satorious รุ่น A200S
2. extraction thimble
3. ชุด Soxhlet apparatus
4. เครื่องระเหยสุญญากาศ Rotary Vacuum Evaporator N-N Series รุ่น SB-651
5. โถดูดความชื้น
6. ตู้อบลมร้อน WTE binder

สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเธอร์

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 1 กรัม ใส่ใน extraction thimble
2. ใส่ extraction thimble ลงในชุด Soxhlet apparatus
3. เทปิโตรเลียมอีเธอร์ลงในขวดก้นกลมแบนที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของขวดไว้แล้ว จากนั้นต่อขวดก้นกลมเข้ากับชุด Soxhlet apparatus
4. กลั่นด้วยอัตรา 5 หรือ 6 หยด ต่อ วินาที เป็นเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง หรือ ทิ้งไว้ค้างคืนด้วยอัตรา 2 หรือ 3 หยด ต่อ วินาที
5. นำขวดก้นกลมไประเหยปิโตรเลียมอีเธอร์ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ จากนั้นนำขวดก้นกลมไปอบแห้งที่ 100 $\pm$ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักและคำนวณหาปริมาณไขมัน

ข. 4 ปริมาณอมัยโลส

ดัดแปลงจาก Iodined method ของ Juliano (1971) ตามวิธีของงามชื่น คงเสรี (2542)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) JASCO รุ่น V-530
2. เครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็ก (Magnetic stirrer)
3. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง Satorious รุ่น A200S

สารเคมี

1. เอธิลอแลกอฮอล์ 95 %
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH, AR grade) ความเข้มข้น 2 นอร์มัล
3. กรดเกลเชียลอะซีติก (CH_3COOH, AR grade) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล
4. อมัยโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่ง (Standard potato amylose) ของบริษัท Sigma Chemical
5. สารละลายไอโอดีน เตรียมโดยละลายไอโอดีน (I_2) 0.2000 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.0000 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร)

วิธีทดลอง

1. บดเมล็ดข้าวให้เป็นแป้ง ชั่งมา 0.1000 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่แห้งสนิท
2. เอธิลแอลกอฮอล์ 95 % ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 นอร์มัล ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ปั่นผสมตัวอย่างด้วยเครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็ก เป็นเวลา 10 นาที
3. เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร แล้วถ่ายสารละลายจากขวดรูปชมพู่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร โดยพยายามชะล้างน้ำแป้งจากขวดรูปชมพู่ให้หมด แล้วปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร
4. เตรียมขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรขวดใหม่ เติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร กรดเกลเชียลอะซีติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 2 มิลลิลิตรและสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร
5. ดูดน้ำแป้งตามข้อ 3 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรที่เตรียมไว้ในข้อ 4 แล้วเติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
6. วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่นแสง 620 นาโนเมตร หลังปรับด้วย blank ให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับศูนย์
7. ทำ blank โดยเติมกรดเกลเชียลอะซีติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

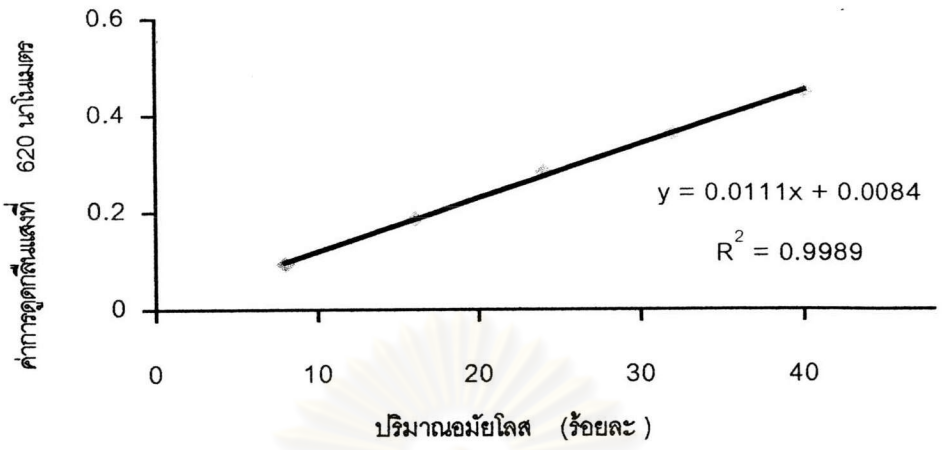
8. นำค่าการดูดกลืนแสงไปหาปริมาณ (ร้อยละ) อมัยโลส โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานที่เตรียมไว้
9. ปรับปริมาณอมัยโลสในแป้งข้าวที่วิเคราะห์ได้ให้มีระดับความชื้นร้อยละ 14.0 จากสูตร

$$\text{ปริมาณอมัยโลสในแป้งข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 14.0} = \frac{A \times 86}{100-M}$$

เมื่อ A = ปริมาณอมัยโลสในแป้งข้าวที่วิเคราะห์ได้ เป็นร้อยละ
M = ปริมาณความชื้นของแป้งข้าวที่วิเคราะห์ได้ เป็นร้อยละ

การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งอมัยโลสบริสุทธิ์ 0.0400 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่แห้งสนิท แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับวิธีวิเคราะห์ในตัวอย่างข้อ 2-3 เป็นสารละลายมาตรฐาน
2. เตรียมขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 5 ขวด เติมน้ำกลั่นขวดละ 70 มิลลิลิตร เติมกรดเกลเซียลอะซีติก ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ในขวดที่ 1 ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร ในขวดที่ 2 ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร ในขวดที่ 3 ปริมาตร 1.6 มิลลิลิตร ในขวดที่ 4 และ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ในขวดที่ 5 ตามลำดับ แล้วเติมสารละลายไอโอดีนขวดละ 2 มิลลิลิตร
3. ดูดสารละลายมาตรฐานในข้อ 1 ปริมาตร 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร ซึ่งเทียบปริมาณ อมัยโลสร้อยละ 8 16 24 32 และ 40 ตามลำดับ ใส่ในขวดที่เตรียมไว้ในข้อ 2. จากนั้นเติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร หลังจากปรับเครื่องด้วย blank
4. นำค่าการดูดกลืนแสง กับปริมาณอมัยโลสในสารละลายมาตรฐาน มาเขียนกราฟมาตรฐาน แสดงในรูปที่ 5



รูปที่ ข.1 กราฟมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณอมัยโลส
(ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำ 2 ซ้ำ)

ข. 5 การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน

ดัดแปลงจากวิธีของ Moxon และ Dixon (1980)

อุปกรณ์

1. เตาเผา (model: isotemp) item: FTO1/138 Fischer scientific work wide
2. ถ้วยกระเบื้อง
3. เครื่องแยกเหวี่ยง (Centrifuge, KUBOTA 5200)
4. เครื่องผสมสารเคมี
5. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) JASCO รุ่น V-530
6. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง Satorious รุ่น A200S

สารเคมี

1. สารละลายโพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3 AR grade) ความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมคาร์บอเนตที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 30 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
2. สารละลายซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$, AR grade) ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เตรียมโดย ละลายซิงค์ซัลเฟตที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 10 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3. สารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (KSCN, AR grade) ความเข้มข้นร้อยละ 0.023 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เตรียมโดยสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต 0.23 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
4. สารละลายโซเดียมไนไตรท์ ($NaNO_2$, AR grade) ความเข้มข้นร้อยละ 2.07 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เตรียมโดยสารละลายโซเดียมไนไตร์ทที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 2.07 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร และไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 วัน
5. สารละลายแอมโมเนียมไอออนซัลเฟต ($NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$, AR grade) เตรียมโดยละลายแอมโมเนียมไอออนซัลเฟต 77 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนประมาณ 400 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดไนตริก (HNO_3, AR grade) เข้มข้น (ความถ่วงจำเพาะ 1.42) ปริมาตร 167±1 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร คนสารละลายให้เข้ากัน

การเตรียมสารละลายไอโอดีนมาตรฐาน

1. สารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร เตรียมโดยใช้สารโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่อบแห้ง (ที่อุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง) และทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (ประมาณ 45 นาที) ปริมาณ 0.5232 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 เดือน
2. สารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร เตรียมโดยปิเปตสารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร แล้วเก็บไว้ในขวดสีชาเพื่อป้องกันแสงและไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 เดือน
3. สารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 200 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมโดยปิเปตสารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร แล้วเก็บไว้ในขวดสีชาเพื่อป้องกันแสงและไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 เดือน
4. สารละลายไอโอดีนมาตรฐานเพื่อใช้เป็น Working Standard เตรียมโดยปิเปตสารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ความเข้มข้น 200 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 0, 2, 4, 6 และ 8 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร จำนวน 5 ใบ แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

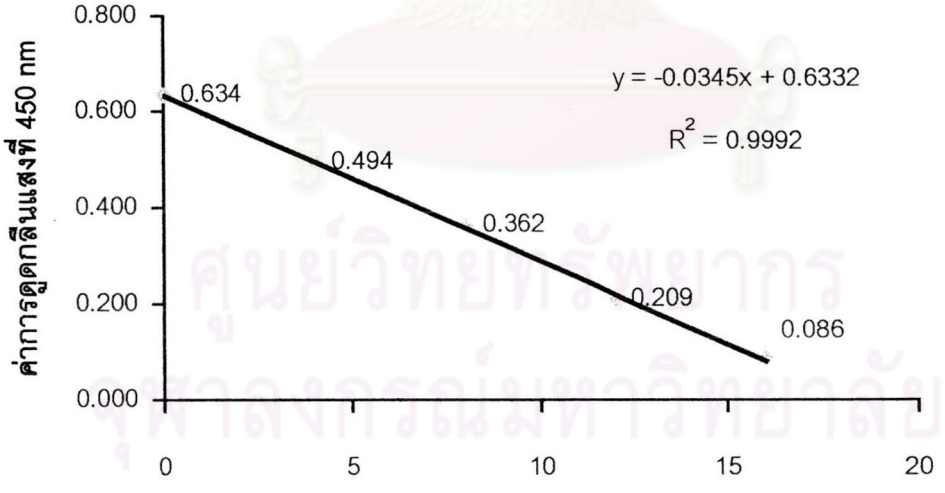
จำนวน 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปราศจากไอออนให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าขวดปรับปริมาตรให้สารละลายเข้ากันจะได้สารละลายไอโอดีนมีความเข้มข้น 0, 4, 8, 12 และ 16 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ที่เก็บไว้ในที่ไม่มีแสง และไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 เดือน

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างอาหารเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ไอโอดีน

1. ชั่งตัวอย่างอาหารที่บดละเอียดแล้ว 1 กรัม ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในถ้วยกระเบื้อง
2. ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 30 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายซิงค์ซัลเฟตความเข้มข้นร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ในตัวอย่างอาหาร ใช้แท่งแก้วคนตัวอย่างอาหารให้เข้ากับสารละลาย แล้วใช้น้ำกลั่นปราศจากไอออนปริมาตรน้อยที่สุดล้างสารละลายที่ติดอยู่บนแท่งแก้วลงในถ้วยกระเบื้อง
3. นำตัวอย่างอาหารในถ้วยกระเบื้องเข้าอบที่อุณหภูมิ 100 $\pm$ 5 องศาเซลเซียส
4. นำตัวอย่างไปเผาไล่ควันในตู้ดูดอากาศ จนไม่มีควัน จากนั้นปิดด้วยฝาปิดถ้วยกระเบื้อง นำตัวอย่างอาหารเข้าเตาเผาเริ่มจากอุณหภูมิห้อง จนถึง 550 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที เริ่มจับเวลาในการเผาที่ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที จากนั้นปิดเตาเผาและปล่อยตัวอย่างไว้ในเตาเผาอีกประมาณ 60 นาที จากนั้นนำตัวอย่างออกมา ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น
5. ปิเปตซิงค์ซัลเฟตความเข้มข้นร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ในตัวอย่างอาหารที่เผามาแล้ว 1 ครั้ง และใช้แท่งแก้วคนตัวอย่างให้เข้ากับสารละลาย ล้างสารละลายที่ติดอยู่บนแท่งแก้วลงในถ้วยกระเบื้องด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนปริมาตรน้อยที่สุด นำตัวอย่างอาหารเข้าอบอีกครั้งที่อุณหภูมิ 100$\pm$5 องศาเซลเซียส และเผาซ้ำที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าที่สมบูรณ์
6. นำตัวอย่างเถ้าที่สมบูรณ์ มาละลายด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน ปริมาตร 50 $\pm$ 0.5 มิลลิลิตร แล้วเทใส่หลอดสำหรับเหวี่ยงแยกสาร จากนั้นนำสารละลายเถ้าไปเหวี่ยงแยกที่ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายตัวอย่างส่วนใสไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

ขั้นตอนการวิเคราะห์ไอโอดีน

1. ปิเปตสารละลายส่วนใสจากตัวอย่าง สารละลายมาตรฐาน และ Blank อย่างละ 4 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นปิเปตน้ำกลั่นปราศจากไอออน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตเข้มข้นร้อยละ 0.023 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายแอมโมเนียมไอออนซัลเฟต ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมสาร
2. นำสารละลายแต่ละหลอดมาเติมสารละลายโซเดียมไนไตรท์เข้มข้นร้อยละ 2.07 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) หลอดละ 1 มิลลิลิตร โดยเว้นระยะเวลาในการเติมโซเดียมไนไตรท์แต่ละหลอดให้เท่ากัน คือ 30 วินาที ผสมสารละลายและตั้งทิ้งไว้ 20 นาที เมื่อครบ 20 นาที ต้องทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงในแต่ละหลอดทันที ที่ 450 นาโนเมตร โดยเว้นระยะเวลาในการอ่านค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแต่ละหลอดให้ห่างกัน 30 วินาที บันทึกค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแต่ละหลอดที่อ่านได้
3. นำค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละครั้งมาทำเป็นกราฟมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ ข.2 และนำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างมาเทียบหาความเข้มข้นของไอโอดีน (นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร) จากกราฟมาตรฐาน



รูปที่ ข.2 กราฟมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน (แต่ละจุดในกราฟเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสง 2 ครั้ง)

การคำนวณปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างอาหาร

ปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างอาหาร (ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม) = [(C-B) x 5]/W

เมื่อ C = ปริมาณไอโอดีนในสารละลายตัวอย่างอาหาร (นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร)คำนวณจาก

C = [(Y-intercept)-OD]/slope

Y-intercept = ค่าการดูดกลืนแสงที่จุดตัดแกน Y

OD = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

Slope = ผลต่างของค่าการดูดกลืนแสงในแนวแกน Y / ผลต่างของค่าการดูดกลืนแสงในแนวแกน X

B = ค่าเฉลี่ยปริมาณไอโอดีนในสารละลาย Blank(ng./ml.)

5 = ตัวคูณที่ได้จากการใช้น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร (กรัม)

ข. 6 การสลายของเมล็ดในด่าง (Alkali digestion)

ดัดแปลงจากวิธีของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี โดย งามชื่น คงเสรี (2542)

อุปกรณ์

1. จานพลาสติก (petri dish) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 13.5 เซนติเมตร

สารเคมี

1. สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.7 ± 0.05 % เตรียมโดยชั่งน้ำหนักสารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH, AR grade) 19.54 กรัม นำมาละลายในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มและทิ้งให้เย็นแล้ว และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร (น้ำที่ต้มให้เดือดแล้วทิ้งให้เย็นโดยปิดฝาไม่ให้อากาศเข้า และนำมาใช้ทันที) เก็บสารละลายนี้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง

วิธีทดลอง

1. สุ่มเมล็ดข้าวสารเต็มเมล็ด ที่ไม่มีรอยแตกร้าว 25 เมล็ด (ทำ 2 ซ้ำ) ใส่ในจานพลาสติก
2. วางจานพลาสติกบนพื้นสีดำ (เพื่อช่วยให้ประเมินค่าชัดเจนขึ้น)
3. เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.7 % ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิดฝา
4. ตั้งทิ้งไว้ 23 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
5. อ่านค่าการสลายตัวของเมล็ดในด่าง จากตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 การให้คะแนนค่าการสลายตัวของเมล็ดในด่าง และอุณหภูมิแป้งสุก

คะแนน	ลักษณะการสลายตัว	ระดับการสลายตัว	อุณหภูมิแป้งสุก
1	เมล็ดไม่เปลี่ยนแปลง	ต่ำ	สูง (> 74°C)
2	เมล็ดพองตัว	ต่ำ	สูง (> 74°C)
3	เมล็ดพองตัว มีแป้งกระจายตัวออกจากเมล็ดเป็นวงแคบ	ต่ำ-ปานกลาง	สูง-ปานกลาง
4	เมล็ดพองตัว มีแป้งกระจายตัวออกจากเมล็ดเป็นวงกว้าง	ปานกลาง	ปานกลาง (70-74°C)
5	เมล็ดแตกปริเป็นทางขวางหรือยาว แป้งกระจายตัวออกจากเมล็ดเป็นวง	ปานกลาง	ปานกลาง
6	เมล็ดสลายรวมกับแป้งที่กระจายออกมา	สูง	ต่ำ (< 69°C)
7	เมล็ดสลายตัวจนหมด	สูง	ต่ำ

ข. 7 ปริมาตร (Bulk volume) (กมลทิพย์ มั่นภักดี, 2533)

อุปกรณ์

กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร

วิธีทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างข้าว 10 กรัม
2. เตรียมเมล็ดงาที่ทราบปริมาตรที่แน่นอน
3. เทเมล็ดงาสลับกับข้าวลงในกระบอกตวง เขย่าจนปริมาตรคงที่
4. อ่านค่าปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของตัวอย่าง

$$\text{ค่า bulk volume} = \frac{\text{ปริมาตรของข้าวกับเมล็ดงา (มล.)} - \text{ปริมาตรของเมล็ดงา (มล.)}}{\text{น้ำหนักแห้งของข้าว (กรัม)}}$$

$$\%\ \text{Volume increase} = \frac{(\text{ค่า bulk volume ของข้าวที่แช่น้ำ} - \text{ค่า bulk volume เริ่มต้น})}{\text{ค่า bulk volume เริ่มต้น}} \times 100$$

ข. 8 ร้อยละการเกิดเจลาติไนเซชันโดยวิธี Differential Alkaline Solubility

ดัดแปลงวิธีของ Birch และ Priestly, 1973

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) JASCO รุ่น V-530
2. เครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge, KUBOTA 5200)
3. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง Satorious รุ่น A200S

สารเคมี

1. สารละลายไอโอดีน เตรียมโดยละลายไอโอดีน (I_2) 0.2000 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.0000 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
2. สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH, AR Grade) ความเข้มข้น 5 นอร์มัล
3. กรดไฮโดรคลอริก (HCl, AR Grade) ความเข้มข้น 0.2 นอร์มัล

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างข้าว 0.1000 กรัม ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้ชะตัวอย่างที่ติดตามข้างขวดให้หมดประมาณ 45 มิลลิลิตร
2. แกว่งขวดวัดปริมาตรเบา ๆ ให้ตัวอย่างกระจายตัว แล้วจึงปิเปตสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 5 นอร์มัล 2 มิลลิลิตร ลงไป ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันดี 5 นาที
3. นำสารละลายที่ได้ไปแยกเหวี่ยงที่ 4500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที
4. เมื่อครบเวลา 25 นาที หลังจากการเติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ลงในตัวอย่างข้าว ปิเปตสารละลายส่วนใสที่ได้จากข้อ 3. 1 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มีกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.2 นอร์มัล 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แล้วเขย่าให้เข้ากันดี
5. ปิเปตสารละลายไอโอดีน 0.1 มิลลิลิตร ลงไป เขย่าให้เข้ากันดี จับเวลา 10 นาที
6. วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ 600 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้เป็นค่า a
7. ทำการทดลองซ้ำเช่นเดิมอีกครั้ง โดยเปลี่ยนปริมาณสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 5 นอร์มัล เป็น 5 มิลลิลิตร และกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.2 นอร์มัล เป็น 2.5 มิลลิลิตร ค่าการดูดกลืนแสงที่บันทึกเป็นค่า b
8. นำค่าการดูดกลืนแสง a หารด้วยค่าการดูดกลืนแสง b นำไปแทนในกราฟมาตรฐานเพื่อหาค่าระดับการเจลาติไนเซชัน

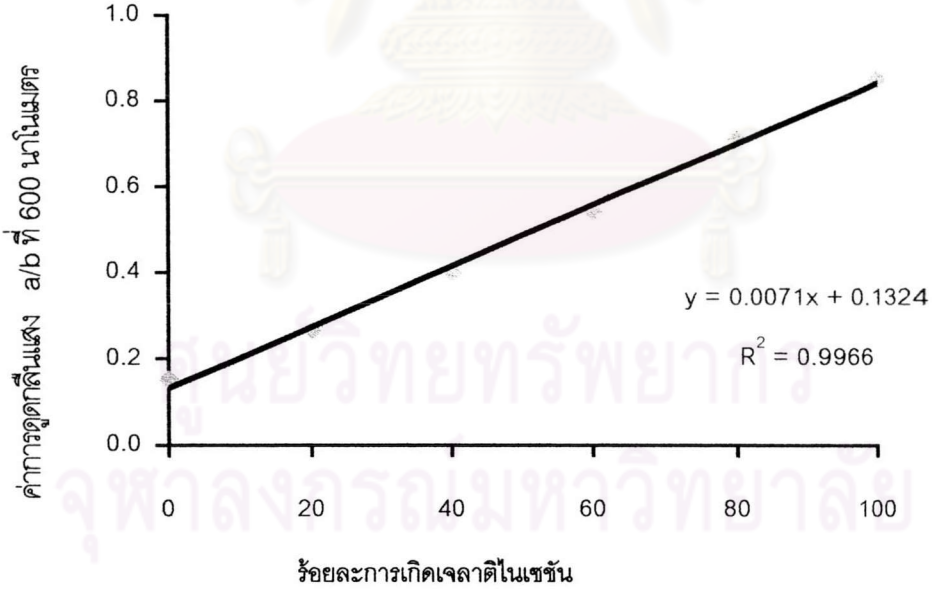
การสร้างกราฟมาตรฐาน

การเตรียมตัวอย่างข้าว

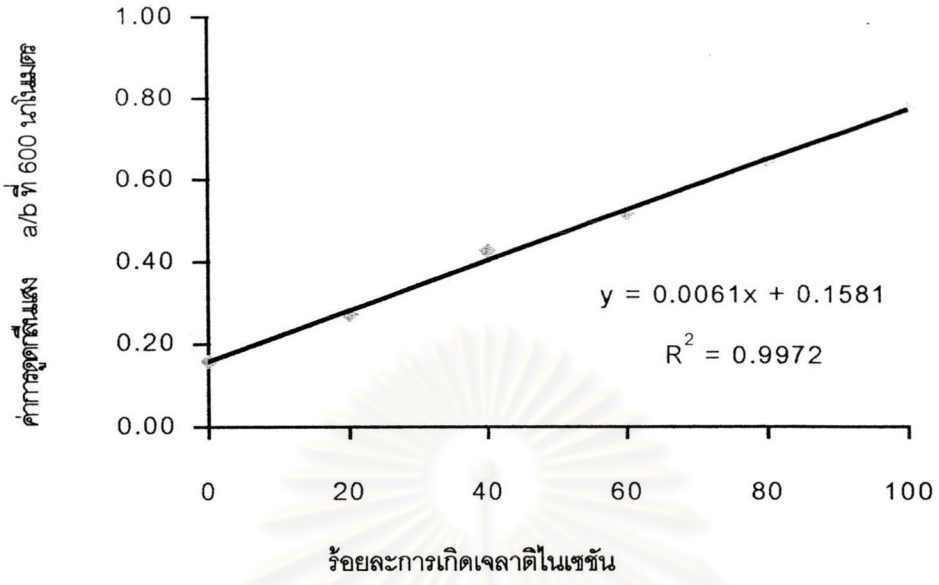
1. เตรียมแป้งข้าวที่ระดับการเจลาติไนเซชัน 0 เปอร์เซ็นต์ โดยบดข้าวสารแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช
2. เตรียมแป้งข้าวที่ระดับการเจลาติไนเซชัน 100 เปอร์เซ็นต์ โดยนำข้าวสารผสมน้ำอัตราส่วน 1 ต่อ1.5 ไปนึ่งในหม้อนึ่งอัดไอ ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง จากนั้นบดข้าวและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช
3. ผสมแป้งข้าวที่มีระดับการเจลาติไนเซชันที่ 0 20 40 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ จากแป้งข้าวจากข้อ 1 และ 2 ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน (น้ำหนักแห้ง)

การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ทำการทดลองตามวิธีการทดลองข้อ 1 – 7
2. สร้างกราฟมาตรฐานโดยให้ระดับการเจลาติไนเซชันเป็นแกน X และค่าการดูดกลืนแสง (a/b) เป็นแกน Y



รูปที่ ข.3 กราฟมาตรฐานของร้อยละการเกิดเจลาติไนเซชันของข้าวพันธุ์ ก.วก. 1 แต่ละจุดเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทำ 2 ซ้ำ)



รูปที่ ข.4 กราฟมาตรฐานของร้อยละการเกิดเจลาติไนเซชันของข้าวพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง (แต่ละจุดเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทำ 2 ซ้ำ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบที่ใช้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหุงสุกเร็วก่อนการที่คืนรูป

ชื่อ _____ เพศ _____ อายุ _____ วันที่ _____

โปรดพิจารณาและประเมินคุณลักษณะของตัวอย่างข้าวหุงสุกเร็วก่อนการคืนรูป ทีละตัวอย่าง โดยให้คะแนนคุณลักษณะและคะแนนการยอมรับรวมดังเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง _____ _____ _____ _____ _____
สีของเมล็ดข้าว 9 ขาว 7 ขาว-ครีม 5 เทา-เหลือง 3 น้ำตาลอ่อน 1 น้ำตาลแก่	
ความสมบูรณ์ของเมล็ด 9 เมล็ดสมบูรณ์ทั้งหมด 7 มีเมล็ดหักบางส่วนของข้าวทั้งหมด 5 มีเมล็ดหักกึ่งหนึ่งของข้าวทั้งหมด 3 มีเมล็ดหักเกินกว่ากึ่งหนึ่งของทั้งหมด 1 เมล็ดหักทั้งหมด	
การเกาะตัวกันของเมล็ด (Separation) 9 เมล็ดแยกตัวกันดี 7 เมล็ดแยกจากกันบางส่วน 5 เมล็ดติดกัน 3 เมล็ดติดกันมาก 1 เมล็ดเกาะตัวเป็นก้อน ๆ	
การยอมรับรวม 9 ยอมรับมากที่สุด 8 ยอมรับมาก 7 ยอมรับปานกลาง 6 ยอมรับเล็กน้อย 5 เฉย 4 ไม่ยอมรับเล็กน้อย 3 ไม่ยอมรับปานกลาง 2 ไม่ยอมรับมาก 1 ไม่ยอมรับมากที่สุด	

ข้อเสนอแนะ _____

_____

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวหุงสุกเร็วที่คืนรูปแล้ว

ชื่อ _____ เพศ _____ อายุ _____ วันที่ _____

โปรดพิจารณาและประเมินคุณลักษณะของตัวอย่างข้าวหุงสุกเร็วก่อนการคืนรูป ทีละตัวอย่าง โดยให้คะแนนคุณลักษณะและคะแนนการยอมรับรวมดังเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง _____ _____ _____ _____ _____
สีของเมล็ดข้าว 9 ขาว 7 ขาว-ครีม 5 เทา-เหลือง 3 น้ำตาลอ่อน 1 น้ำตาลแก่	
ความสมบูรณ์ของเมล็ด 9 เมล็ดสมบูรณ์ทั้งหมด 7 มีเมล็ดหักบางส่วนของข้าวทั้งหมด 5 มีเมล็ดหักกึ่งหนึ่งของข้าวทั้งหมด 3 มีเมล็ดหักเกินกว่ากึ่งหนึ่งของทั้งหมด 1 เมล็ดหักทั้งหมด	
การเกาะตัวกันของเมล็ด (Separation) 9 เมล็ดแยกตัวกันดี 7 เมล็ดแยกจากกันบางส่วน 5 เมล็ดติดกัน 3 เมล็ดติดกันมาก 1 เมล็ดเกาะตัวเป็นก้อน ๆ	
ลักษณะเนื้อสัมผัส 9 นุ่มพอเหมาะ 7 นิ่มเล็กน้อย 5 แข็งเล็กน้อย 3 แข็งปานกลาง หรือเละ 1 แข็งกระด้างมาก หรือเละมาก	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง ____ ____ ____ ____ ____
กลิ่น 9 มีกลิ่นหอมของข้าวสุกตามธรรมชาติ 7 มีกลิ่นหอมข้าวสุกเพียงเล็กน้อย 5 ไม่มีกลิ่นหอม 3 มีกลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อย 1 มีกลิ่นแปลกปลอมชัดเจน	
รสชาติ 9 มีรสหวานปะแล่มของข้าวสุกตามธรรมชาติ 7 มีรสหวานปะแล่มของข้าวสุกเพียงเล็กน้อย 5 ปราศจากรสชาติ จืด 3 มีรสผิดปกติเล็กน้อย เช่น เฝื่อน 1 มีรสผิดปกติเด่นชัด	
การยอมรับรวม 9 ยอมรับมากที่สุด 8 ยอมรับมาก 7 ยอมรับปานกลาง 9 ยอมรับเล็กน้อย 5 เฉย 4 ไม่ยอมรับเล็กน้อย 3 ไม่ยอมรับปานกลาง 2 ไม่ยอมรับมาก 1 ไม่ยอมรับมากที่สุด	

* กรณีที่มีกลิ่นหรือรสชาติแปลกปลอม โปรดระบุ

ข้อเสนอแนะ _____

_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ง.1 ปริมาณความชื้นและอัตราการขยายตัวของข้าวสารพันธุ์ ก.วก.1 ที่แช่ในน้ำที่สภาวะแตกต่างกัน

อุณหภูมิการแช่ (องศาเซลเซียส)	เวลาการแช่ (นาที)	ความชื้น*, ร้อยละ, (Mean ± SD)	อัตราการขยายตัว**, (Mean ± SD)
30	15	28.89 ± 1.09	1.23 ± 0.01
	30	29.87 ± 0.28	1.25 ± 0.02
	45	30.66 ± 0.52	1.26 ± 0.01
	60	30.59 ± 0.10	1.31 ± 0.02
45	15	29.14 ± 0.91	1.22 ± 0.01
	30	29.66 ±0.45	1.25 ± 0.01
	45	31.81 ± 0.97	1.26 ± 0.01
	60	31.42 ± 0.97	1.37 ± 0.01
60	15	29.81 ±0.95	1.23 ± 0.01
	30	33.34 ±0.32	1.25 ± 0.02
	45	35.21 ± 0.05	1.38 ± 0.01
	60	41.87 ± 0.89	1.43 ± 0.03

* ค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ

** ค่าที่ได้จากการคำนวณ, อัตราการขยายตัว = ปริมาตรของข้าวหลังการแช่ / ปริมาตรข้าวสารเริ่มต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.2 ปริมาณความชื้น[1] และอัตราการขยายตัว[1] ของข้าวสารพันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่แช่ในน้ำที่สภาวะแตกต่างกัน

อุณหภูมิการแช่ (องศาเซลเซียส)	เวลาการแช่ (นาที)	ความชื้น*, ร้อยละ, (Mean ± SD)	อัตราการขยายตัว**, (Mean ± SD)
30	15	25.51 ± 1.32	1.13 ± 0.02
	30	26.03 ± 1.04	1.13 ± 0.01
	45	25.87 ± 1.16	1.13 ± 0.01
	60	25.89 ± 1.02	1.14 ± 0.01
45	15	25.10 ± 1.15	1.13 ± 0.02
	30	25.82 ± 1.60	1.13 ± 0.01
	45	26.21 ± 1.38	1.14 ± 0.01
	60	25.93 ± 0.61	1.14 ± 0.03
60	15	25.92 ± 1.00	1.14 ± 0.01
	30	25.79 ± 0.72	1.13 ± 0.01
	45	26.40 ± 0.84	1.15 ± 0.01
	60	26.59 ± 1.21	1.15 ± 0.01

* ค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ

** ค่าที่ได้จากการคำนวณ, อัตราการขยายตัว = ปริมาตรของข้าวหลังการแช่ / ปริมาตรข้าวสารเริ่มต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.3 ค่าการเกิดเจลาติไนเซชันและสัดส่วนการดูดน้ำกลับของ Precooked rice จากข้าวพันธุ์ ก.วก.1 ที่มีใช้เวลาการต้มในน้ำเดือดและอุณหภูมิการทำแห้งแตกต่างกัน

เวลาการต้ม (นาที)	ค่าการเกิดเจลาติไนเซชัน, ร้อยละ, (Mean ± SD)	สัดส่วนการดูดน้ำกลับ[1] (Mean ± SD)
2	46.28 ± 6.36	1.79 ± 0.07
4	60.44 ± 0.51	2.01 ± 0.08
6	74.64 ± 0.30	2.27 ± 0.06
8	84.88 ± 0.23	2.41 ± 0.01
10	99.21 ± 0.04	2.67 ± 0.08

1 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, สัดส่วนการดูดน้ำกลับ = น้ำหนักข้าวที่เพิ่มขึ้น / น้ำหนักข้าวสารเริ่มต้น

a,b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $p \leq 0.05$

ตารางที่ ง.4 ค่าการเกิดเจลาติไนเซชันและสัดส่วนการดูดน้ำกลับของ Precooked rice จากข้าวพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง ที่มีใช้เวลาการต้มในน้ำเดือดและอุณหภูมิการทำแห้งแตกต่างกัน

เวลาการต้ม (นาที)	ค่าการเกิดเจลาติไนเซชัน, ร้อยละ, (Mean ± SD)	สัดส่วนการดูดน้ำกลับ[1] (Mean ± SD)
2	35.62 ± 0.37	1.84 ± 0.04
4	53.80 ± 1.86	2.29 ± 0.05
6	69.95 ± 0.39	2.74 ± 0.04
8	87.79 ± 0.42	2.85 ± 0.00
10	99.80 ± 0.20	3.25 ± 0.04

1 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, สัดส่วนการดูดน้ำกลับ = น้ำหนักข้าวที่เพิ่มขึ้น / น้ำหนักข้าวสารเริ่มต้น

a,b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $p \leq 0.05$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.5 ค่าการเกิดเจลาติไนเซชัน ค่าอัตราการขยายตัว[1]และสัดส่วนความยาวเมล็ด[2]ที่เพิ่มขึ้นของข้าวหุงสุกเร็วจากพันธุ์ ก.ว.ก.1 ที่มีใช้สภาวะการให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดและการทำแห้งแตกต่างกัน

อุณหภูมิการทำแห้ง precooked rice (องศาเซลเซียส)	เวลาการต้ม (นาที)	ค่าการเกิดเจลาติไนเซชัน ร้อยละ, (Mean ± SD)	อัตราการขยายตัว (Mean ± SD)	สัดส่วนความยาวเมล็ดที่เพิ่มขึ้น, (Mean ± SD)[3]
80	2	57. 74 ± 1.25	1.43 ± 0.02	1.21 ± 0.07
	4	69.14 ± 0.13	1.62 ± 0.06	1.32 ± 0.90
	6	84.32 ± 0.40	1.68 ± 0.04	1.39 ± 0.61
	8	93.94 ± 1.12	1.74 ± 0.04	1.44 ± 0.79
	10	98.83 ± 0.68	1.81 ± 0.01	1.48 ± 0.27
100	2	57.16 ± 1.48	1.58 ± 0.01	1.26 ± 0.29
	4	69.87 ± 0.24	1.67 ± 0.04	1.35 ± 0.51
	6	85.38 ± 1.03	1.83 ± 0.00[c]	1.42 ± 2.23
	8	94.96 ± 2.35	1.90 ± 0.01	1.47 ± 1.41
	10	99.45 ± 0.15	2.01 ± 0.02	1.50 ± 0.97

1 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, อัตราการขยายตัว = ปริมาตรของข้าวหุงสุกเร็ว / ปริมาตรข้าวสารเริ่มต้น

2 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, สัดส่วนความยาวเมล็ดที่เพิ่มขึ้น = ความยาวเมล็ดข้าวหุงสุกเร็ว / ความยาวเมล็ดข้าวสารเริ่มต้น

3 ค่า SD ของสัดส่วนความยาวเมล็ดเป็นค่าที่แสดงเป็นค่าที่คูณด้วย 10^2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.6 ค่าการเกิดเจลาติไนเซชัน ค่าอัตราการขยายตัวและสัดส่วนความยาวเมล็ดที่เพิ่มขึ้น Precooked rice จากข้าวพันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่มีใช้เวลาการต้มในน้ำเดือดและอุณหภูมิการทำแห้งแตกต่างกัน

อุณหภูมิการทำแห้ง precooked rice (องศาเซลเซียส)	เวลาการต้ม (นาที)	ค่าการเกิดเจลาติไนเซชัน, ร้อยละ, (Mean ± SD)	อัตราการขยายตัว[1] (Mean ± SD)	สัดส่วนความยาวเมล็ดที่เพิ่มขึ้น (Mean ± SD)
80	2	58. 69 ± 0.06	1.44 ± 0.002	1.17 ± 0.76
	4	71.06 ± 0.03	1.63 ± 0.02	1.28 ± 0.62
	6	81.20 ± 1.70	1.67 ± 0.03	1.38 ± 0.10
	8	91.89 ± 0.16	1.73 ± 0.02	1.47 ± 0.10
	10	99.76 ± 0.26	1.80 ± 0.01	1.50 ± 0.81
100	2	60.54 ± 1.71	1.42 ± 0.004	1.22 ± 1.66
	4	72.60 ± 1.34	1.59 ± 0.002	1.30 ± 0.14
	6	82.62 ± 0.54	1.71 ± 0.02	1.41 ± 0.48
	8	93.75 ± 0.66	1.73 ± 0.01	1.47 ± 0.29
	10	99.58 ± 0.67	1.78 ± 0.05	1.51 ± 0.10

1 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, อัตราการขยายตัว = ปริมาตรของข้าวหุงสุกเร็ว / ปริมาตรข้าวสารเริ่มต้น

2 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, สัดส่วนความยาวเมล็ดที่เพิ่มขึ้น = ความยาวเมล็ดข้าวหุงสุกเร็ว / ความยาวเมล็ดข้าวสารเริ่มต้น

3 ค่า SD ของสัดส่วนความยาวเมล็ดเป็นค่าที่แสดงเป็นค่าที่คูณด้วย 10^2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.7 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏของข้าวหุงสุกเร็วจากข้าวพันธุ์ ก.วก. 1 ก่อนการคืนรูป (คะแนนเต็ม 9)

อุณหภูมิการทำแห้ง (องศาเซลเซียส)	เวลาการต้ม (นาที)	สี (Mean ± SD)	ความสมบูรณ์ของเมล็ด (Mean ± SD)	การเกาะติดกันของเมล็ด (Mean ± SD)	การยอมรับรวม (Mean ± SD)
80	2	6.92±0.49	7.58 ± 1.51	8.42 ± 0.85	7.75 ± 1.61
	4	6.33±1.26	6.83 ± 1.99	7.83 ± 1.19	6.83 ± 1.39
	6	6.17±1.01	6.50 ± 1.56	7.33 ± 1.11	6.33 ± 1.38
	8	6.42±1.61	6.33 ± 1.39	6.08 ± 1.08	5.92 ± 1.17
	10	5.92±1.08	6.17 ± 1.55	5.17 ± 1.53	5.58 ± 1.39
100	2	7.67 ± 0.73	8.25 ± 0.99	7.92 ± 1.18	8.08 ± 0.71
	4	7.50 ±1.18	7.67 ± 1.12	6.42 ± 1.70	7.08 ± 1.08
	6	7.33 ±1.20	7.50 ± 1.20	6.17 ± 1.71	6.67 ± 0.75
	8	7.00 ± 1.00	6.58 ± 1.45	6.17 ± 1.38	6.42 ± 0.78
	10	7.08 ± 1.01	6.17 ± 1.66	6.00 ± 1.42	6.25 ± 0.93

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.8 ค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏของข้าวหุงสุกเร็วจากข้าวพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง ก่อนการคืนรูป (คะแนนเต็ม 9)

อุณหภูมิการทำแห้ง (องศาเซลเซียส)	เวลาการต้ม (นาที)	สี (Mean ± SD)	ความสมบูรณ์ของเมล็ด (Mean ± SD)	การเกาะติดกันของเมล็ด (Mean ± SD)	การยอมรับรวม (Mean ± SD)
80	2	8.33 ±1.04	8.00 ± 1.30	9.00 ± 0.00	8.33 ± 0.93
	4	7.25 ±1.09	7.50 ± 1.18	8.00 ± 1.19	7.75 ± 1.03
	6	6.83 ±1.28	6.42 ± 1.33	7.00 ± 1.15	6.00 ± 1.57
	8	6.42 ±1.33	6.25 ±1.18	7.42 ± 0.77	6.50 ± 1.05
	10	6.75 ±1.09	6.25 ± 1.63	6.83 ± 1.18	5.58 ± 1.61
100	2	8.58 ± 0.77	8.17 ± 1.19	8.75 ± 0.44	8.42 ± 0.63
	4	7.42 ± 0.87	7.83 ± 0.83	7.19 ± 1.18	7.67 ± 1.04
	6	6.83 ±1.63	7.08 ± 1.36	7.42 ± 1.12	7.08 ± 0.80
	8	7.08 ± 1.26	7.25 ± 1.32	7.08 ± 0.95	6.58 ± 1.27
	10	6.58 ± 1.61	6.83 ± 1.75	7.00 ± 1.00	5.75 ± 1.44

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.9 ค่าสัดส่วนการดูดน้ำกลับและค่าดัชนีความขาวของข้าวหุงสุกเร็วจากพันธุ์ ก.ว.ก. 1 ได้จากสภาวะการผลิตและใช้เวลาการคืนรูปแตกต่างกัน

อุณหภูมิการทำแห้ง Precooked rice (องศาเซลเซียส)	เวลาการต้มข้าวสาร (นาที)	เวลาการคืนรูปข้าวหุงสุกเร็ว (นาที)	สัดส่วนการดูดน้ำกลับ	ค่าดัชนีความขาว
80	4	3	2.33 ± 0.01	66.07 ± 0.01
		5	2.45 ± 0.04	65.33 ± 0.99
		7	2.78 ± 0.06	65.27 ± 0.28
	6	3	2.51 ± 0.15	66.71 ± 0.29
		5	2.84 ± 0.08	66.16 ± 0.35
		7	2.95 ± 0.01	65.67 ± 0.05
	8	3	2.60 ± 0.04	65.99 ± 2.75
		5	2.84 ± 0.05	65.28 ± 0.09
		7	3.10 ± 0.03	64.94 ± 0.67
100	4	3	2.35 ± 0.08	66.93 ± 0.54
		5	2.69 ± 0.11	65.08 ± 0.82
		7	2.99 ± 0.08	64.79 ± 0.57
	6	3	2.43 ± 0.06	66.31 ± 0.49
		5	2.85 ± 0.04	65.91 ± 0.01
		7	3.02 ± 0.04	65.13 ± 0.11
	8	3	2.55 ± 0.04	65.73 ± 0.03
		5	2.95 ± 0.01	64.27 ± 0.14
		7	3.16 ± 0.04	64.27 ± 2.63

1 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, สัดส่วนการดูดน้ำกลับ = น้ำหนักข้าวหุงสุกเร็วที่เพิ่มขึ้น / น้ำหนักข้าวสารเริ่มต้น

2 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, ดัชนีความขาว = $100 - \sqrt{(100-L)^2 + a^2 + b^2}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.10 ค่าสัดส่วนการดูดน้ำกลับและค่าดัชนีความขาวของข้าวหุงสุกเร็วจากพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง ได้จากสภาวะการผลิตและใช้เวลาการคืนรูปแตกต่างกัน

อุณหภูมิการทำแห้ง Precooked rice (องศาเซลเซียส)	เวลาการต้มข้าวสาร (นาที)	เวลาการคืนรูปข้าวหุงสุกเร็ว (นาที)	สัดส่วนการดูดน้ำกลับ	ค่าดัชนีความขาว
80	4	3	2.16 ± 0.00	65.51 ± 0.80
		5	2.60 ± 0.04	65.33 ± 0.99
		7	2.71 ± 0.02	65.27 ± 0.28
	6	3	2.39 ± 0.04	66.71 ± 0.29
		5	2.80 ± 0.01	66.16 ± 0.35
		7	3.00 ± 0.07	65.67 ± 0.05
	8	3	2.55 ± 0.10	65.99 ± 2.75
		5	2.95 ± 0.03	65.28 ± 0.09
		7	3.17 ± 0.02	64.94 ± 0.67
100	4	3	2.28 ± 0.04	68.50 ± 0.12
		5	2.63 ± 0.04	68. 66 ± 0.40
		7	2.89 ± 0.01	66.25 ± 0.52
	6	3	2.43 ± 0.04	67.64 ± 0.84
		5	2.85 ± 0.05	67.49 ± 0.78
		7	3.04 ± 0.04	66.15 ± 0.42
	8	3	2.59 ± 0.01	67.75 ± 0.72
		5	2.96 ± 0.09	67.28 ± 0.61
		7	3.19 ± 0.01	66.49 ± 0.14

1 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, สัดส่วนการดูดน้ำกลับ = น้ำหนักข้าวหุงสุกเร็วที่เพิ่มขึ้น / น้ำหนักข้าวสารเริ่มต้น

2 ค่าที่ได้จากการคำนวณ, ดัชนีความขาว = $100 - \sqrt{(100-L)^2 + a^2 + b^2}$

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของข้าวสารพันธุ์ก.วก.1 ที่แช่ในน้ำที่สภาวะแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	2	1.5760	
อุณหภูมิการแช่ (A)	2	93.0902	0.0000**
Error REP*A	4	0.0891	
เวลาการแช่ (B)	3	46.8379	0.0000**
A*B	6	18.5976	0.0000**
Error REP*A*B	18	0.5008	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการขยายตัวของข้าวสารพันธุ์ก.วก.1 ที่แช่ในน้ำที่สภาวะแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	2	0.00112	
อุณหภูมิการแช่ (A)	2	0.01368	0.0010**
Error REP*A	4	0.00022	
เวลาการแช่ (B)	3	0.03392	0.0000**
A*B	6	0.00495	0.0000**
Error REP*A*B	18	0.00026	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของข้าวสารพันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่แช่ในน้ำที่สภาวะแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	2	12.8154	0.0004
อุณหภูมิการแช่ (A)	2	0.59312	0.0932
Error REP*A	4	0.13033	
เวลาการแช่ (B)	3	0.82717	0.0294*
A*B	6	0.21628	0.4647
Error REP*A*B	18	0.21986	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการขยายตัวของข้าวสารพันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่แช่ในน้ำที่สภาวะแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	2	0.00030	0.5676
อุณหภูมิการแช่ (A)	2	0.00043	0.4611
Error REP*A	4	0.00046	
เวลาการแช่ (B)	3	0.00043	0.1057
A*B	6	0.00010	0.7818
Error REP*A*B	18	0.00018	

ตารางที่ จ.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการเกิดเจลาติไนเซชันของ Precooked rice จากข้าวพันธุ์ ก.วก.1 ที่ผ่านการต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส

Source	DF	MS	P
REP	1	4.21	
เวลาการต้ม (A)	4	2144.96	0.0000**
Error	4	16.37	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนการดูดน้ำกลับของ Precooked rice จากข้าวพันธุ์ ก.วก.1 ที่ผ่านการต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส

Source	DF	MS	P
REP	1	0.00242	
เวลาการต้ม (A)	4	0.77761	0.0001**
Error	4	0.06125	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการเกิดเจลาติไนเซชันของ Precooked rice จากข้าวพันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่ผ่านการต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส

Source	DF	MS	P
REP	1	0.15	
เวลาการต้ม (A)	4	1323.80	0.0000**
Error	4	0.95	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนการดูดน้ำกลับของ Precooked rice จากข้าวพันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่ผ่านการต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส

Source	DF	MS	P
REP	1	0.00529	
เวลาการต้ม (A)	4	0.58557	0.0000**
Error	4	0.00052	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการเกิดเจลาติไนเซชันของข้าวหุงสุกเร็ว พันธุ์ ก.วก.1 ที่มีใช้สภาวะการให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดและการทำแห้งแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	0.10	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	1.62	0.5418
เวลาการต้ม (B)	4	1211.63	0.0000**
A*B	4	0.45	0.8336

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าอัตราการขยายตัวของข้าวหุงสุกเร็ว พันธุ์ ก.วก.1 ที่มีใช้สภาวะการให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดและการทำแห้งแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	0.00221	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	0.9661	0.1309
เวลาการต้ม (B)	4	0.10019	0.0000**
A*B	4	0.00312	0.0076**

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนความยาวเมล็ดที่เพิ่มขึ้นของข้าวหุงสุกเร็ว พันธุ์ ก.ว.ก.1 ที่มีใช้สภาวะการให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดและการทำแห้งแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	0.00002	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	0.00578	0.0374*
เวลาการต้ม (B)	4	0.04073	0.0000**
A*B	4	0.00009	0.6144

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการเกิดเจลาติไนเซชันของข้าวหุงสุกเร็วจ พันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่มีใช้สภาวะการให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดและการทำแห้งแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	1.57360	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	8.41105	0.0387*
เวลาการต้ม (B)	4	1030.53	0.0000**
A*B	4	0.72044	0.5625

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าอัตราการขยายตัวของข้าวหุงสุกเร็ว พันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่มีใช้สภาวะการให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดและการทำแห้งแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	0.00002	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	0.00005	0.4296
เวลาการต้ม (B)	4	0.07762	
A*B	4	0.00099	0.0000**

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนความยาวเมล็ดที่เพิ่มขึ้นของข้าวหุงสุกเร็ว พันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่มีใช้สภาวะการให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดและการทำแห้งแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	3.327×10^{-35}	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	0.00288	0.1051
เวลาการต้ม (B)	4	0.06676	0.0000**
A*B	4	0.00028	0.0576

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสัดส่วนการดูดน้ำกลับของข้าวหุงสุกเร็ว พันธุ์ก.วก. 1 ที่ได้จากสภาวะการผลิตและใช้เวลาการคืนรูปแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	0.00218	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	0.04134	0.2204
เวลาการต้ม (B)	2	0.22023	
A*B	2	0.01898	0.0021**
เวลาการคืนรูป (C)	2	0.87503	
A*C	2	0.02308	0.0000**
B*C	4	0.00977	0.0138*
A*B*C	4	0.00156	0.0860

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$), ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าดัชนีความขาวของข้าวหุงสุกเร็วพันธุ์ก.วก. 1 ที่ได้จากสภาวะการผลิตและใช้เวลาการคืนรูปแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	0.00147	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	0.98340	0.5582
เวลาการต้ม (B)	2	2.44401	0.2366
A*B	2	0.36079	0.7485
เวลาการคืนรูป (C)	2	5.27076	0.0213*
A*C	2	0.36070	0.6988
B*C	4	0.18967	0.9367
A*B*C	4	0.15741	0.9540

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสัดส่วนการดูดน้ำกลับของข้าวหุงสุกเร็ว พันธุ์เฉี้ยงพัทลุงที่ได้จากสภาวะการผลิตและใช้เวลาการคืนรูปแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	0.00071	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	0.03004	0.4097
เวลาการต้ม (B)	2	0.38448	0.0000**
A*B	2	0.00634	0.0835
เวลาการคืนรูป (C)	2	1.11535	0.0000**
A*C	2	0.00259	0.1522
B*C	4	0.00074	0.6462
A*B*C	4	0.00211	0.1927

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.18 ค่าดัชนีความขาวของข้าวหุงสุกเร็วจากพันธุ์เฉี้ยงพัทลุงได้จากสภาวะการผลิตและใช้เวลาการคืนรูปแตกต่างกัน

Source	DF	MS	P
REP	1	0.02200	
อุณหภูมิการทำแห้ง (A)	1	0.64803	0.5701
เวลาการต้ม (B)	2	2.44245	0.2855
A*B	2	0.60501	0.6764
เวลาการคืนรูป (C)	2	4.47497	0.0336*
A*C	2	0.61893	0.5489
B*C	4	0.12558	0.9694
A*B*C	4	0.30923	0.8624

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ จ.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไอโอดีนในข้าวสารและข้าวหุงสุกเร็วพันธุ์ ก.วก.1

Source	DF	MS	P
REP	2	0.28	
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	7474.53	0.0000
Error	6	0.77	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไอโอดีนในข้าวสารและข้าวหุงสุกเร็วพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง

Source	DF	MS	P
REP	2	0.23	
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	7282.73	0.0000
Error	6	0.13	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการเกิดเจลาติไนเซชันของข้าวสาร ข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมและไม่เสริมไอโอดีนพันธุ์ ก.วก. 1

Source	DF	MS	P
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	6348.12	0.0000
Error	8	2.90	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสัดส่วนการดูดน้ำกลับ ของข้าวสาร ข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมและไม่เสริมไอโอดีนพันธุ์ ก.วก. 1

Source	DF	MS	P
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	0.30054	0.0000
Error	8	0.00060	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรของข้าวสาร ข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมและไม่เสริมไอโอดีนพันธุ์ ก.วก 1

Source	DF	MS	P
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	0.35947	0.0000
Error	8	0.00046	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวเมล็ดของข้าวสาร ข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมและไม่เสริมไอโอดีนพันธุ์ ก.วก 1

Source	DF	MS	P
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	4.19850	0.0000
Error	8	0.01317	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการเกิดเจลาติไนเซชันของข้าวสาร ข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมและไม่เสริมไอโอดีนพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง

Source	DF	MS	P
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	6579.55	0.0000
Error	8	1.40	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสัดส่วนการดูดน้ำกลับ ของข้าวสาร ข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมและไม่เสริมไอโอดีนพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง

Source	DF	MS	P
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	0.07069	0.0000
Error	8	0.00120	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรของข้าวสาร ข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมและไม่เสริมไอโอดีนพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง

Source	DF	MS	P
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	0.25530	0.0000
Error	8	0.00057	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ จ.28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวเมล็ดของข้าวสาร ข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมและไม่เสริมไอโอดีนจากพันธุ์เฉี้ยงพัทลุง

Source	DF	MS	P
ประเภทของตัวอย่างข้าว	3	6.58628	0.0000
Error	8	0.02343	

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ภาคผนวก ฉ

นิยามศัพท์เฉพาะ

dry weight basis (dwb) หมายถึง น้ำหนักแห้ง

wet weight basis (dwb) หมายถึง น้ำหนักเปียก

Thai RDI หมายถึง ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันของคนไทย

สัดส่วนการดูดน้ำกลับ (rehydration ratio) หมายถึง ปริมาณความชื้นหรือน้ำที่ข้าวสามารถดูดซึมได้, คำนวณจากน้ำหนักของที่หลังการแช่หรือต้มเปรียบเทียบกับน้ำหนักข้าวเริ่มต้น

สัดส่วนความยาวเมล็ดที่เพิ่มขึ้น (elongation ratio) หมายถึง ความยาวของข้าวหลังการต้มหรือทำแห้งเปรียบเทียบความยาวเมล็ดข้าวเริ่มต้น

อัตราการขยายตัว (expansion ratio) หมายถึง ปริมาตรของของข้าวหลังการแช่น้ำหรือต้มหรือทำแห้งเปรียบเทียบปริมาตรเมล็ดข้าวเริ่มต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปัฐมนันท์ พงศ์นพรัตน์ เกิดวันที่ 30 มกราคม 2521 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540 และเข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย