รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงพาณิชย์. 2547. สถิติการส่งออกสินค้ามาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย[online]. Available from: http://www.dft.moc.go.th1/ [2005, June 5]

กิติยา กิจควรดี. 2545. การเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ข้าวคุณภาพดี. ใน คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย, หน้า 47-60. กรุงเทพมหานคร: บริษัทจิรวัฒน์เอ็กซ์เพรส จำกัด.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. 292 หน้า. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

งามชื่น คงเสรี. 2545. มาตรฐานข้าว. ใน คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย, หน้า 31-45. กรุงเทพมหานคร: บริษัทจิรวัฒน์เอ็กซ์เพรส จำกัด.

ทินกร สีเสียดค้า. 2548. การวิเคราะห์ 2-อะเซทิล-1-พิโรลีน โดยตรงในเมล็ดข้าวด้วยเฮดสเปซ-แก๊สโครมาโทกราฟี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธรรณพ เหล่ากุลดิลก. 2548. ผลของการเสริมไอโอดีนต่อคุณภาพการสีข้าวและสมบัติทางเคมีกายภาพของเมล็ดข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นเรศ มีโส. 2541. การประเมินสมรรถนะของระบบอบแห้งในโรงสีข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นิสากร ปานประสงค์. 2547. ข้าวพืชพันธุ์เพื่อชีวิต. ใน บทความพิเศษในนิตยสาร UPDATE ปีที่ 19 ฉบับที่ 206 ประจำเดือนพฤศจิกายน, หน้า 35-46. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด (มหาชน).

นันทวรรณ รักพงษ์. 2547. อิทธิพลของการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่มีผลต่อการสังเคราะห์และการสะสมปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญมี ศิริ, สุกัญญา วงศ์พรชัย, ศักดิ์ดา จงแก้วเจริญ และศิริพร ศรีล้อม. 2546. ผลการลดความชื้น และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพการขัดสีของข้าวหอมมะลิ 105. สัมมนาวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติ 2 (21-22สิงหาคม): 4 หน้า.

เปี่ยมศิลป์ ทองทิพย์. 2540. การอบแห้งเมล็ดในมะม่วงหิมพานต์ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดหมุน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พิพัฒน์ อมตฉายา. 2538. การอบแห้งข้าวเปลือกและข้าวโพดในที่เก็บและการเก็บรักษาในสถานที่ใช้งานจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เพลงพิณ ศิวาพรรักษ์. 2541. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไมโลสคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พัสกร เจียตระกูล, เมธินี เหว่ซึ่งเจริญ และศุภศักดิ์ ลิมปิติ. 2546. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวขาวดอกมะลิ 105. สัมมนาวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติ 2 (21-22สิงหาคม): 10 หน้า.

เมธินี เหว่ซึ่งเจริญ, ศุภศักดิ์ ลิมปิติ, ทวีชัย นิมาแสง และพัสกร เจียตระกูล. 2546. การรักษาข้าวขาวดอกมะลิให้คงความหอมด้วยวิธี Grain Chilling. เครือข่ายข้อมูลวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว (9 มกราคม): 12 หน้า.

สุทธินี วานิชสำราญ. 2545. การเพิ่มปริมาณต้นข้าวของข้าวคุณภาพต่ำโดยการแช่ร่วมกับการอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สมเกียรติ ปรัชญาวรากร, สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, ปราศรัย ชลิดาพงศ์ และอดิศักดิ์ นาถกรน. 2537. การออกแบบและทดสอบการอบแห้งข้าวเปลือกในถังเก็บ. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.) ปีที่ 28: 451-462.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2532. การอบแห้งข้าวเปลือกในประเทศไทย. การประชุมใหญ่ทางวิชาการหัวข้อเทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (26-28 ตุลาคม): 780-788.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ และสมชาย ฉิมสกลธนากร. 2533. การทดสอบการอบแห้งข้าวเปลือกในถังเก็บและแบบเป็นงวด. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.) ปีที่ 24: 92-101.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7. หน้า 101-123. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เอกสงวน ชูวิสิฐกุล. 2544. เทคโนโลยีการผลิตข้าวพันธุ์ดี. 137 หน้า. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

อรอนงค์ ศรีพวาทกูล, สมเกียรติ ปรัชญาวรากร และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2537. การอบแห้งข้าวเปลือกโดยวิธีฟลูอิไดซ์เบดอย่างต่อเนื่อง:การทดลองและจำลองแบบปัญหา. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชนูปถัมภ์ 5(1): 9-24.

ภาษาอังกฤษ

A.O.A.C. 1990. Official method of analysis. Association of official analytical chemists.15th ed. Washington D. C.: Association of official analytical chemists.

Bao, J. Z., and Berman C. J. 2003. The functionality of rice starch. In Starch in food, Eliasson A. C. (ed.), Boca Raton Boston New York Washington, D. C., pp. 215-263.

Barber, S. 1972. Milled rice and change during aging. In Rice Chemistry and Technology,1st ed., Houston, D. F. (ed.), American Association of Cereal Chemists Inc., St.Paul, Minnsesota, USA., pp. 215-263.

Bason, M. L., Gras, P. W., Banks, H. J., and Esteves, L. A. 1990. A qualitative study of the influence of temperature, water activity and storage atmosphere on the yellowing of paddy endosperm. J.Cereal Sci. 12: 193-201.

Buttery, R. G., Juliano, B. O., and Ling L. C. 1982. 2-Acetyl-1-pyrroline: an important aroma component of cooked rice. Chem.Ind.(London). 958-959.

Buttery, R. G., Juliano, B. O., and Ling L. C. 1983a. Identification of rice aroma compound 2-acetyl-1-pyrroline in pandan leaves. Chem.Ind.(London). 478.

Buttery, R. G., Juliano, B. O., and Turnbaugh, J. G. 1983b. Cooked rice aroma and 2- acetyl-1-pyrroline. J.Agric.Food Chem. 31: 823-826.

Buttery, R. G., Ling, L. C., and Mon, T. R. 1986. Quantitative analysis of 2-acetyl-1-pyrroline in rice. J.Agric.Food Chem. 34: 112-114.

Chrastil, J. 1990a. Chemical and physiochemical changes of rice during storage at different temperature. J.Cereal Sci. 11: 71-85.

Chrastil, J. 1990b. Protein-starch internations in rice grain. Influence of storage on oryzenin and starch. J.Agric.Food Chem. 38: 1804-1809.

Cnossen, A. G., Jimenez, M. J., and Siebenmorgen, T. J. 2003. Rice fissuring response to high drying and tempering temperatures. J. Food.Eng. 59: 61-69.

Da-Wen Sun. 1999. Comparison and selection of EMC / ERH isotherm equations of rice. J.Stored Prods.Research. 35: 249-264.

Hofmann, T., and Schieberle, P. 1998. 2-Oxopropanal, hydroxy-2-propanone and 1-pyrrolines important intermediates in the generation of the roast-smelling food flavor compounds 2-acetyl-1-pyrroline and 2-acetyltetrahydropyridine. J.Agric.Food Chem. 46: 2270-2277.

Hoseney, R. C. 1998. Structure of cereals. In Principles of cereal Science and Technology, 2nd ed., The American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minnsesota, USA., pp.16.

Hovmand, S. 1987. Fluidized bed drying. In Handbook of Industrial Drying, Mujumdar,A. S. (ed.), New York and Basel., pp.165-170.

Huang, S. C., Shiau, C. Y.,Liu, T. E., Chu, C. L., and Hwang, D. F. 2005. Effects of rice bran on sensory and physico-chemical properties of emulsified pork meatballs. Meat Sci. 70: 613-619.

Juliano, B. C., and Perez, C. M. 1983. Major factors affecting cooked milled rice hardness and cooking time. J.Texture Stud. 14: 235-243.

Juliano, B. O. 1985. The rice grain and its gross composition. In Rice Chemistry and Technology, Juliano, B. O. (ed.), 2nd ed., The American Association of Cereal Chemists Inc., St.Paul, Minnsesota, USA., pp.1-57.

Laksanalamai, V., and Ilangantileke, S. 1993. Comparison of aroma compound (2-Acetyl-1-pyrroline) in leaves from pandan *(Pandanus amaryllifolius)* and Thai fragrant rice (Khao Dawk Mali-105). Cereal Chem. 70(4): 381-384.

Lorieux, M., Petrov, M., Huang, N., Guiderdoi, E., and Ghesquiere, A. 1996. Aroma in rice: genetic analysis of a quantitative trait. Theor.Appl.Genet. 93: 1145-1151.

Mahatheeranont, S., Keawsard, S., and Dumri, K. 2001. Quantification of the rice aroma compound, 2-acetyl-1-pyrroline, in uncooked Khao Dawk Mali 105 Brown Rice. J.Agric.Food Chem. 49: 773-779.

Poomsa-ad, N., Soponronnarit, S., Prachayawarakorn, S., and Terdyothin, A. 2002. Effect of tempering on subsequent drying of paddy using fluidisation technique. Drying Tech. 20(1): 195-210.

Rudi, V., Veerle, D., Jan, A., Bart, G., Harry, R., and Michel H, K. 2006. Structural transformations during gelatinization of starches in limited water: combined wide- and small-angle X-ray scattering study. Biomac. 7: 1231-1238.

Soponronnarit, S., and Prachayawarakorn, S. 1994. Optimum strategy for fluidized bed paddy drying. Drying Tech. 12(7): 1667-1686.

Sunthonvit, N., Srzednicki, G., and Craske, J. 2003. Effect of high temperature drying on the flavour component in Thai fragrant rice varieties. Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Drying Conference. 249-259.

Taweerattanapanish, A., Soponronnarit, S., Wetchakama, S., Kongseri, N., and Wongpiyaachon, S. 1999. Effects of drying on head rice yield using fluidization technique. Drying Tech. 17: 345-353.

Webb, B. D., Pomeranz, Y., Afework, S., Lai, F. S., and Bollich, C. N. 1986. Rice grain hardness and its relationship to some milling, cooking, and processing characteristics. Cereal Chem. 63: 27-30.

Widjaja, R., Craske, J. D., and Wootton, M. 1996. Changes in volatile components of paddy,brown and white fragrant rice during storage. J.Sci.food Agric. 71: 218-224.

Wiset, L., Srzednicki, G., and Driscoll, R. H. 2003. Effects of high temperature drying on physicochemical properties of rice. Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Drying Conference. 261-269.

Wongpornchai, S., Sriseadka, T., and Choonvisase, S. 2003. Identification and quantitation of the rice aroma compound, 2-acetyl-1-pyrroline, in bread flower (*Vallaris glabra* Ktze). J.Agric.Food Chem. 51: 457-462.

Wongpornchai, S., Dumri, K., and Jongkaewwattana, S. 2004. Effect of dryings and storage time on the aroma and milling quality of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105. Food Chem. 87: 407-414.

Yoshihashi, T., Huong, N. T. T., and Inatomi, H. 2002. Precusors of 2-acetyl-1-pyrroline, a potent flavor compound of an aromatic rice variety. J.Agric.Food Chem. 50: 2001-2004.

Yajima, I., Yanai, T., Nakamura, M., Sakakibara, H. And Habu, T. 1978. Volatile flavor components of cooks rice. Agric.Biol.Chem. 42: 1229-1233.

Zhou, Z., Robards, K., Helliwell, S., and Blanchard, C. 2002. Ageing of stored rice: changes in chemical and physical attributes. J.Cereal Sci. 35: 65-78.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ก.1 การวิเคราะห์ a_w

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องวัด a_w ของ Testo รุ่น 650, บริษัท Tesco, Gmb H & Co

วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งหัว probe กับอุปกรณ์การวัด
2. เปิดเครื่อง หน้าจอจะแสดงค่า % และ ^{o}C
3. นำตัวอย่างใส่ลงใน cup แล้ววางลงบนแท่นวัด ปิดฝาแท่นวัดให้สนิท
4. เลื่อนเคอร์เซอร์โดยกดปุ่มลูกศรเพื่อเลือก mode " a_w value"
5. หน้าจอจะแสดงเป็นลูกศร $\rightleftharpoons$ รอจนกระทั่งค่าคงที่ บันทึกค่าที่อ่านได้
6. เวลาต้องการเปลี่ยนตัวอย่าง จะกดปุ่ม ESC นำตัวอย่างเก่าออกใส่ตัวอย่างใหม่ กดปุ่มที่ตัวเครื่องที่ตำแหน่ง mode " a_w value" เพื่อให้เครื่องทำการอ่านค่าต่อไป

ก.2 การหาความชื้นของข้าวเปลือก

วิธีของ A.O.A.C. (1990)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตู้อบลมร้อนของ Memmert รุ่น model 600, Germany

วิธีการทดลอง

1. ชั่งมวลของกระป๋องซึ่งจะใช้บรรจุข้าวเปลือกที่จะหาความชื้น บันทึกค่า
2. นำข้าวเปลือกที่ต้องการหาความชื้นใส่ในกระป๋องประมาณ 30-50 กรัม
3. ชั่งมวลรวมของข้าวเปลือกและกระป๋องที่บรรจุ บันทึกค่า
4. นำกระป๋องที่มีข้าวเปลือกเข้าตู้อบและตั้งอุณหภูมิไว้ที่ $103^{o}C$
5. เมื่อครบ 72 ชั่วโมง นำกระป๋องออกมาเก็บไว้ในขวดแก้วซึ่งมีตัวดูดความชื้นป้องกันไม่ให้ข้าวดูดความชื้นจากอากาศ และปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับกับอุณหภูมิอากาศแวดล้อม
6. เมื่อกระป๋องที่เย็นแล้วนำมาชั่งอีกครั้ง บันทึกค่าและคำนวณหาค่าความชื้นตามความสัมพันธ์ดังนี้

ความชื้นในหน่วยเศษส่วนมาตรฐานแห้ง = (มวลตามข้อ 3 - มวลตามข้อ 6) / (มวลตามข้อ 6 - มวลตามข้อ 1)

ความชื้นในหน่วยเศษส่วนมาตรฐานเปียก = (มวลตามข้อ 3 - มวลตามข้อ 6) / (มวลตามข้อ 3 - มวลตามข้อ 1)

ก.3 การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

วิธีของสุทธินี วานิชสำราญ (2545)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกยางชนิด Statake Thu 35A
2. เครื่อง Mc.Gill Miller
3. เครื่องคัดขนาดของเมล็ดข้าว (Sizing device)
4. เครื่องชั่ง Sartorius ที่ทีความละเอียด $\pm$0.01 กรัม ชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 3200 กรัม

วิธีการทดลอง

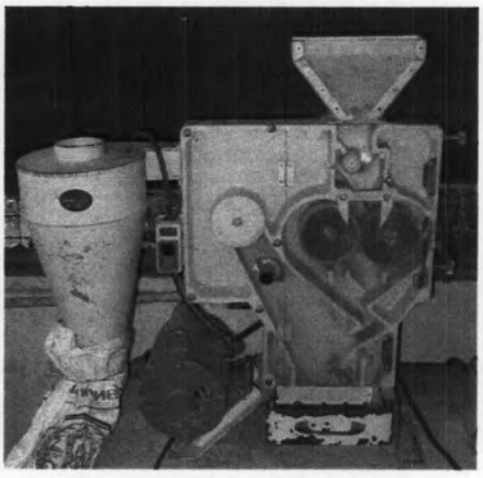
1. ทำความสะอาดข้าวเปลือกโดยผ่านเครื่องคัดแยก (Aspirator) เพื่อดูดเอาเมล็ดลีบและสิ่งเจือปนต่างๆออก ส่วนหิน กรวด ทราย หรือเหล็ก คัดแยกออกด้วยมือ
2. ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกที่ทำความสะอาดแล้วตัวอย่างละ 250 กรัม
3. นำไปกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือก (Satake) จนเปลือกหลุดออกหมด
4. ชั่งน้ำหนักข้าวกล้องที่ได้จากการกะเทาะเปลือกออกแล้วบันทึกค่าไว้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

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

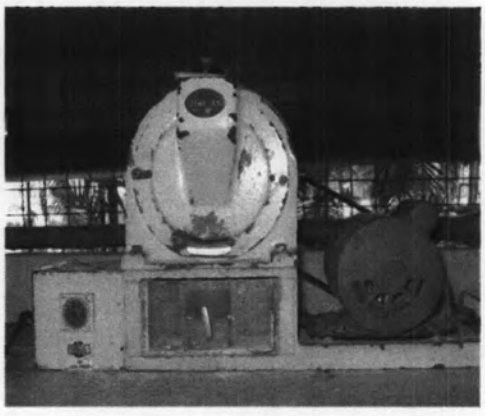
$$\% \text{ ข้าวหัก} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าวสาร} - \text{น้ำหนักข้าวต้น}) \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}$$

$$\% \text{ รำ} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าวกล้อง} - \text{น้ำหนักข้าวสาร}) \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}$$

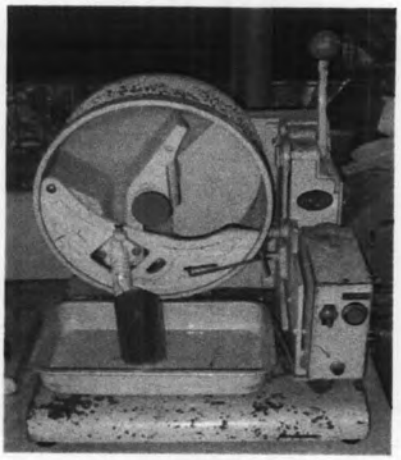
$$\% \text{ แกลบ} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าวเปลือก} - \text{น้ำหนักข้าวกล้อง}) \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวเปลือก}}$$



รูปที่ ก.1 เครื่องกะเทาะเปลือก (Satake)



รูปที่ ก.2 เครื่องขัดข้าว (Mc.Gill.Miller)



รูปที่ ก.3 เครื่องคัดขนาดเมล็ดข้าว (Sizing device)

ก.4 สีของเมล็ดข้าวสาร

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องวัดสีในระบบ C.I.E.LAB Minolta รุ่น CR 300

วิธีการทดลอง

1. กด ON พร้อม All data
2. กด Enter
3. กด Index set
4. เลือกแหล่งแสง (D65) แล้วกด ENTER
5. กด Calibrate หลังจากนั้นให้ป้อนค่า Y = 93.2 x = 0.3157 และ y = 0.3321
6. ยิงแผ่น Calibrate 1 ครั้ง
7. กด Color space
8. วัดตัวอย่าง เครื่องจะพิมพ์ค่า L a* และ b* ที่อ่านได้
9. หากต้องการหาค่าเฉลี่ยให้กด Statistic กด Enter
10. นำค่า b* มารายงานเป็นค่าความเหลืองของข้าวสาร และนำค่า L a* และ b* มาคำนวณดัชนีความขาวจากวิธีของ Huang และคณะ (2005) ตามสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีความขาว(White index)} = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$$

ก.5 ปริมาณสาร 2AP

วิธีของทินกร สีเสียดค้า (2548)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง Gas Chromatography (GC, 6890N series US 10533020 Made in China)
2. เครื่อง Headspace auto-sampler (HS, G1888 Agilent Technologies Network Headspace Sampler)
3. เครื่องปั่นไฟฟ้า
4. ตะแกรงขนาด 45 mesh
5. เครื่องชั่งที่มีความละเอียด $\pm$0.001 กรัม
6. ขวด vial ใช้บรรจุตัวอย่างข้าว
7. septum และ ฝาอลูมิเนียม
8. เข็มฉีดสารมาตรฐานภายใน ขนาดบรรจุในหน่วยไมโครลิตร (µl)

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่างเมล็ดข้าวมากะเทาะเปลือก แล้วบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 45 mesh
2. ชั่งน้ำหนักผงข้าว 1.000 ± 0.001 กรัม ลงในขวด vial
3. เติมสารละลายมาตรฐานภายใน 2,4-dimethylpyridine (DMP) ความเข้มข้น 1000 ppm ในตัวทำละลาย isopropanol ปริมาตร 1 µl
4. ปิด septum และฝาอลูมิเนียม โดยใช้ crimper อัดฝาให้ปิดสนิท
5. นำเข้าวางใน sample tray ของเครื่อง HS-GC
6. ผลที่ได้จะแสดงเป็นโครมาโตแกรมของสาร 2AP และสารละลายมาตรฐาน DMP คำนวณหาน้ำหนักของสาร 2AP ได้โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานสาร 2AP

การสร้างกราฟมาตรฐานสาร 2AP

การสร้างกราฟมาตรฐานทำเพื่อใช้เทียบวิเคราะห์ปริมาณสาร 2AP ในตัวอย่างเมล็ดข้าว โดยใช้วิธีเทียบกับสารมาตรฐานภายใน DMP ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. นำสาร 2AP ที่ได้จากการสังเคราะห์และทำให้บริสุทธิ์มากขึ้นมาเตรียมสารมาตรฐาน 2AP ที่มีความเข้มข้น 1000 ppm ในตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน
2. ใช้ข้าวไม่หอมพันธุ์เหลืองพิจิตรแทนตัวอย่างข้าวที่ไม่มีสาร 2AP นำมาเตรียม

ตัวอย่างตามวิธีการทดลองข้างต้น จำนวน 7 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ในแต่ละตัวอย่างเติมสารมาตรฐาน 2AP ที่มีความเข้มข้น 1000 ppm ปริมาตร 0.5 , 1.0 , 2.0 4.0 , 6.0 , 8.0 และ 10.0 µl ตามลำดับ และทุกตัวอย่างเติมสารมาตรฐานภายใน DMP เข้มข้น 1000 ppm ปริมาตร 1.0 µl

3. วิเคราะห์ตัวอย่างข้าวด้วยเครื่อง Headspace Gas Chromatography จากนั้นสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนโดยน้ำหนักของสาร 2AP / DMP และอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสาร 2AP / DMP ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ ก.1 และได้กราฟมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 ปริมาตรของสารมาตรฐาน 2AP ที่มีวามเข้มข้น 1000 ppm ในตัวทำละลายไดคลอโรมีเทนที่เติมลงในตัวอย่างข้าวพันธุ์เหลืองพิจิตร (พันธุ์ไม่หอม) เพื่อใช้ในการสร้างกราฟมาตรฐาน

ขวดที่	1	2	3	4	5	6	7
ปริมาตรที่เติมของสารละลายมาตรฐาน 2AP ที่มีความเข้มข้น 1000 ppm ในตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน (µl)	0.5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
น้ำหนักของสาร 2AP ในขวดตัวอย่างที่มีข้าวพันธุ์เหลืองพิจิตร (µg)	0.5	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
อัตราส่วนน้ำหนัก 2AP ในขวดตัวอย่างต่อกรัมของน้ำหนักข้าวพันธุ์เหลืองพิจิตร	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0
อัตราส่วนโดยน้ำหนักของ 2AP ต่อ DMP	0.5	1	2	4	6	8	10
ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้พีค 2AP	1754	3860	6409	6280	14167	18712	7367
ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้พีค 2,4-DMP	8455	10327	9415	4958	7670	7442	2351
ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค 2AP / DMP	0.207	0.377	0.681	1.292	1.878	2.542	3.138

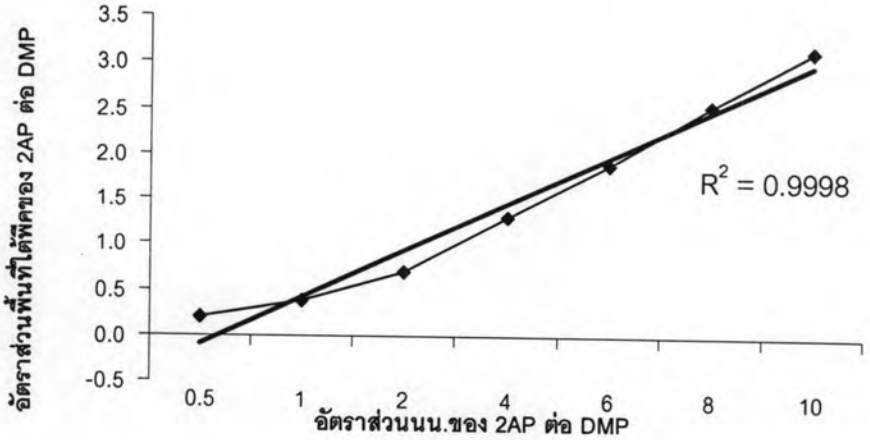
4. จากกราฟมาตรฐาน 2AP (รูปที่ ก.1) ได้สมการ

$$y = 0.3078x + 0.0601$$

เมื่อ x = อัตราส่วนนน.ของ 2AP ต่อ DMP

y = อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค 2AP ต่อ DMP

5. คำนวณหาปริมาณ 2AP ได้



รูปที่ ก.4 กราฟมาตรฐานของ 2AP

สภาวะของเครื่อง HS-GC ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

Gas Chromatography

- Capillary column รุ่น HP-5 (5% phenyl 95% methylpolysiloxane) ความยาว 30.0 m เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 530.0 µm ความหนาของ liquid phase 1.5 µm
- แก๊สตัวพา HS, N_2 อัตราการไหล 3.0 ml/min
- อุณหภูมิของตัวนำสารเข้า 230°C
- โปรแกรมอุณหภูมิของคอลัมน์
  - อุณหภูมิเริ่มต้น 45°C
  - อุณหภูมิที่สอง 65°C
  - อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 0.5°C / min
  - อุณหภูมิสุดท้าย 225°C
- ปริมาตรของสารที่ฉีด 1.0 µl
- Split ratio 1:1
- อุณหภูมิของ FID 250°C

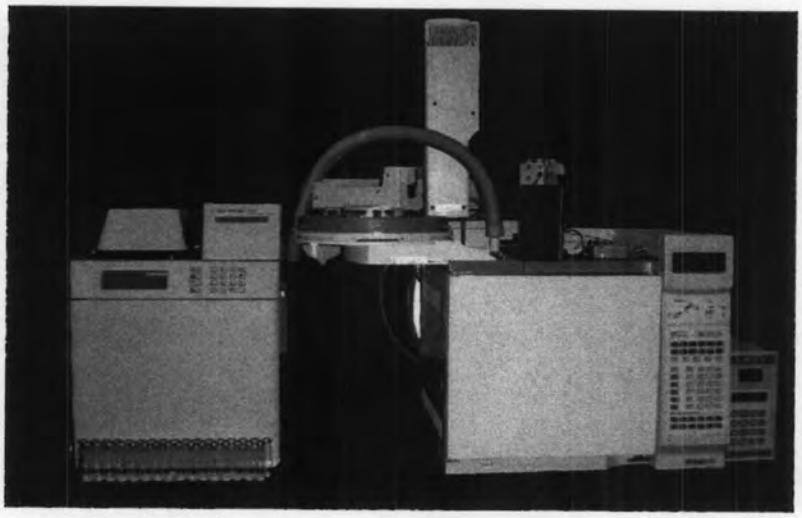
  (ใช้ detector ชนิด Flame Ionization Detector)

Headspace auto-sampler

- อุณหภูมิของตู้อบ 140°C
- อุณหภูมิของลูพตัวอย่าง 150°C
- อุณหภูมิของท่อนำตัวอย่าง 160°C

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เวลาเข้าสู่สมดุลของขวดตัวอย่าง 5.00 นาที
- เวลาในการเพิ่มความดัน 0.60 นาที
- เวลาในการเติมลูพตัวอย่าง 0.10 นาที
- เวลาสมดุลของลูพตัวอย่าง 0.60 นาที
- เวลาในการฉีดสาร 0.40 นาที



รูปที่ ก.5 เครื่อง Headspace Gas Chromatography

ก.6 การปรับความชื้นข้าวเปลือก

1. คำนวณจากสูตร

$$W_f = W_i \frac{(1-MC_i)}{(1-MC_f)}$$

เมื่อ MC_i = ความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่างที่ต้องการปรับความชื้น

MC_f = ความชื้นสุดท้ายที่เราต้องการหลังปรับความชื้น

W_i = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_f = น้ำหนักตัวอย่างสุดท้ายหลังปรับความชื้นแล้ว (กรัม)

$$W_w = W_f - W_i$$

W_w = น้ำหนักน้ำ (กรัม) ที่ต้องเติมเพื่อปรับความชื้นให้ได้ปริมาณความชื้นตามที่ต้องการ

2. หลังจากปรับความชื้นแล้ว ตัวอย่างจะถูกนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องเย็น ทำการคลุกตัวอย่างทุกวันประมาณ 7 วัน

ก.7 ปริมาณข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลองอบแห้ง 1 ครั้ง

1. ในการทดลองใช้ตัวอย่างข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นก่อนการอบแห้งที่ 35% db เทตัวอย่างข้าวเปลือกลงในกระบอกตวงให้มีปริมาตร 1000 cm^3 แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก พบว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่มีค่าความชื้น 35% db ปริมาตร 1000 cm^3 หนัก 635 กรัม
2. Soponronnarit และ Prachayawarakorn (1994) ได้เสนอความสูงเบดที่เหมาะสมในการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องฟลูอิไดซ์เบดคือ 9.5 cm ซึ่งเครื่องฟลูอิไดซ์เบดที่ใช้ในการทดลอง มีห้องอบเป็นรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 cm ปริมาตรข้าวเปลือกที่ต้องใช้ต่อครั้งประมาณ 2984.51 cm^3
3. ดังนั้นปริมาตรข้าวเปลือกที่ต้องใช้ต่อครั้ง 2984.51 cm^3 ต้องใช้ข้าวเปลือกในการอบแห้งประมาณ 1900 กรัม

ก.8 การใช้เครื่องฟลูอิไดซ์เบด

1. เปิดเครื่องฟลูอิไดซ์เบด ปรับอุณหภูมิให้ได้ตามเงื่อนไขการทดลอง เปิดทิ้งไว้ประมาณ 30 นาทีเพื่อให้สภาวะการทำงานคงที่
2. ปิดสวิทซ์พัดลม ป้อนข้าวเปลือก 1900 กรัม ลงในห้องอบแห้ง
3. เปิดสวิทซ์พัดลม ปรับความเร็วของอากาศในห้องอบให้ได้ 2.5 m/s
4. ปล่อยข้าวเปลือกในห้องอบออกทางช่องสำหรับนำตัวอย่างออก
5. ทิ้งให้เครื่องทำงานประมาณ 15 นาทีเพื่อให้สภาวะการทำงานคงที่
6. ปิดสวิทซ์พัดลม ป้อนตัวอย่างข้าวเปลือกที่จะใช้ในการทดลองจริงๆ 1900 กรัมลงในห้องอบแห้ง
7. เปิดสวิทซ์พัดลม ทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเพื่อลดความชื้นให้ได้ตามต้องการ
8. เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด ปล่อยข้าวเปลือกออกแล้วแบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วนส่วนที่ 1 นำตัวอย่างหลังการอบไปใส่ในภาชนะที่มีฝาปิดแล้ววัดอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือก ส่วนที่ 2 นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่เหลือไปอบแห้งในโรงเก็บต่อไป

รูปที่ ก.6 เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ ข.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปริมาณความชื้นข้าวเปลือกกับเวลาของตัวอย่างอ้างอิง

เวลา (วัน)	ความชื้น (% db)
1	34.74 $\pm$ 0.12
2	31.47 $\pm$ 0.31
3	24.60 $\pm$ 0.66
4	16.73 $\pm$ 0.24
5	15.91 $\pm$ 0.31
6	16.33 $\pm$ 0.11
7	15.92 $\pm$ 0.10
8	15.57 $\pm$ 0.10
9	14.63 $\pm$ 0.10
10	15.20 $\pm$ 0.18

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ข.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปริมาณความชื้นข้าวเปลือก (% db) กับเวลาของตัวอย่างข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งที่ 100 115 125 135 และ 150°C

เวลา (นาที)	ความชื้น (% db)				
	อุณหภูมิอบแห้ง (°C)				
	100	115	125	135	150
0.00	34.60 ± 0.64	36.07 ± 0.63	35.42 ± 0.56	36.37 ± 0.54	35.34 ± 0.08
0.50	32.93 ± 0.32	32.88 ± 0.14	32.89 ± 0.20	33.15 ± 0.46	31.77 ± 0.31
1.00	31.79 ± 1.23	31.69 ± 0.13	31.12 ± 0.49	30.45 ± 1.26	29.38 ± 0.34
1.50	30.26 ± 0.40	30.63 ± 0.41	29.45 ± 0.30	28.68 ± 0.59	29.96 ± 0.29
2.00	29.55 ± 0.06	29.41 ± 0.92	26.71 ± 0.23	25.66 ± 0.73	24.28 ± 0.34
2.50	28.15 ± 1.03	27.39 ± 0.78	25.10 ± 0.37	23.35 ± 1.00	21.69 ± 0.66
3.00	27.00 ± 0.41	25.42 ± 0.35	23.91 ± 0.31	21.62 ± 1.02	20.01 ± 0.42
4.00	25.45 ± 0.60	22.97 ± 0.34	21.09 ± 0.36	18.89 ± 0.94	17.25 ± 0.67
5.00	23.28 ± 0.26	20.20 ± 0.30	17.79 ± 0.95	16.77 ± 1.24	15.41 ± 0.24
6.00	21.63 ± 0.43	18.51 ± 0.71	16.79 ± 0.51	14.98 ± 1.05	13.66 ± 0.39
8.00	18.54 ± 0.33	15.75 ± 0.43	14.34 ± 0.36	12.40 ± 0.70	11.24 ± 0.24
10.00	16.59 ± 0.52	14.04 ± 0.41	13.28 ± 0.18	11.02 ± 0.50	8.98 ± 0.25

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ข.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเมล็ดข้าวเปลือก (°C) กับเวลาของตัวอย่างข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งที่ 100 115 125 135 และ 150°C

เวลา (นาที)	อุณหภูมิเมล็ดข้าวเปลือก (°C)				
	อุณหภูมิอบแห้ง (°C)				
	100	115	125	135	150
0.00	28.00 ± 0.00	28.00 ± 0.00	28.00 ± 0.00	28.00 ± 0.00	28.00 ± 0.00
0.50	47.50 ± 0.71	52.50 ± 0.71	52.50 ± 0.71	57.00 ± 0.00	60.50 ± 2.12
1.00	56.00 ± 0.00	60.00 ± 0.00	60.00 ± 0.00	68.00 ± 0.00	67.00 ± 1.41
1.50	60.50 ± 0.71	67.00 ± 0.00	68.00 ± 0.00	75.00 ± 0.00	77.00 ± 0.00
2.00	63.50 ± 0.71	71.50 ± 0.71	74.50 ± 0.71	79.50 ± 0.71	83.00 ± 1.41
2.50	65.50 ± 0.71	73.50 ± 0.71	76.00 ± 0.00	84.50 ± 0.71	86.00 ± 0.00
3.00	67.50 ± 0.71	76.00 ± 0.00	79.50 ± 0.71	87.50 ± 0.71	91.50 ± 0.71
4.00	70.50 ± 0.71	80.00 ± 0.00	82.50 ± 0.71	92.50 ± 0.71	98.00 ± 1.41
5.00	73.00 ± 0.00	82.50 ± 0.71	85.50 ± 0.71	96.50 ± 0.71	100.00 ± 0.00
6.00	75.50 ± 0.71	85.50 ± 0.71	91.50 ± 0.71	99.50 ± 0.71	104.50 ± 3.54
8.00	78.50 ± 0.71	89.50 ± 0.71	94.50 ± 0.71	104.50 ± 0.71	110.00 ± 1.41
10.00	81.00 ± 0.00	92.00 ± 0.00	96.50 ± 0.71	109.00 ± 0.00	112.00 ± 1.41

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ข.4 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (db) กระเปาะเปียก (wb) และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ของอากาศที่อุณหภูมิห้องในระหว่างการอบแห้งในโรงเก็บ

สัปดาห์	db (°C)	wb (°C)	% RH	% RH เฉลี่ย	db (°C) เฉลี่ย
1	29.0	26.0	71.0		
2	30.0	26.5	75.0		
3	29.5	26.5	75.0		
4	31.0	28.0	79.0	75.00	29.88

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ข.5 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (db) กระเปาะเปียก (wb) และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ของอากาศที่อุณหภูมิห้องในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

เดือน	สัปดาห์	db (°C)	wb (°C)	% RH	% RH เฉลี่ย	db (°C) เฉลี่ย
1	1	30.0	26.5	75.0		
1	2	30.0	26.0	72.0		
1	3	30.0	26.5	75.0		
1	4	29.0	24.5	69.0	72.75	29.75
2	1	29.5	26.0	75.0		
2	2	30.0	26.0	72.0		
2	3	29.5	26.0	75.0		
2	4	29.0	26.0	78.0	75.00	29.50
3	1	29.0	25.5	75.0		
3	2	29.0	25.5	75.0		
3	3	30.0	26.0	72.0		
3	4	29.0	25.0	71.0	73.25	29.25
4	1	27.5	25.5	84.0		
4	2	30.0	27.0	78.0		
4	3	28.0	24.5	74.0		
4	4	30.0	27.5	80.0	79.00	28.88
5	1	30.0	26.0	72.0		
5	2	30.0	26.0	72.0		
5	3	29.0	26.0	78.0		
5	4	28.5	25.5	77.0	74.75	29.38
6	1	29.0	25.5	75.0		
6	2	28.0	24.5	74.0		
6	3	29.0	24.0	65.0		
6	4	29.0	25.0	71.0	71.25	28.75

ตารางที่ ข.6 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (db) กระเปาะเปียก (wb) และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ของอากาศที่ 15°C ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

เดือน	สัปดาห์	db (°C)	wb (°C)	% RH	% RH เฉลี่ย	db (°C) เฉลี่ย
1	1	15.0	13.0	78.0		
1	2	15.0	13.0	78.0		
1	3	14.0	13.0	89.0		
1	4	14.0	12.0	78.0	80.75	14.50
2	1	14.0	13.0	89.0		
2	2	14.5	12.5	78.0		
2	3	14.0	12.0	78.0		
2	4	14.0	13.0	89.0	83.50	14.13
3	1	15.0	14.0	89.0		
3	2	14.5	13.5	89.0		
3	3	14.0	13.0	89.0		
3	4	13.0	11.0	77.0	86.00	14.13
4	1	14.0	13.0	89.0		
4	2	14.5	13.5	89.0		
4	3	14.0	12.0	78.0		
4	4	14.5	13.5	89.0	86.25	14.25
5	1	15.0	13.0	78.0		
5	2	15.0	13.0	78.0		
5	3	13.0	12.0	88.0		
5	4	12.5	11.5	88.0	83.00	13.88
6	1	14.0	13.0	89.0		
6	2	14.0	12.0	78.0		
6	3	13.0	11.0	77.0		
6	4	14.0	12.0	78.0	80.50	13.75

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน a_w ที่ระยะเวลา 0 เดือน

Source	a_w		
	df	MS	F
อุณหภูมิอบแห้ง	5	1.044E-04	12.163*
error	18	8.583-06	
total	23		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความชื้นที่ระยะเวลา 0 เดือน

Source	ความชื้น (% db)		
	df	MS	F
อุณหภูมิอบแห้ง	5	0.246	18.023*
error	18	1.367E-02	
total	23	23	

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่ระยะเวลา 0 เดือน

Source	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น		
	df	MS	F
อุณหภูมิอบแห้ง	5	206.886	162.255*
error	18	1.275	
total	23		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีความขาวของข้าวสารที่ระยะเวลา 0 เดือน

Source	ดัชนีความขาว		
	df	MS	F
อุณหภูมิอบแห้ง	5	2.701	28.114*
error	18	9.61E-02	
total	23		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเหลืองของข้าวสารที่ระยะเวลา 0 เดือน

Source	b*		
	df	MS	F
อุณหภูมิอบแห้ง	5	1.152	49.302*
error	18	2.337E-02	
total	23		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณ 2AP ที่ระยะเวลา 0 เดือน

Source	2AP (ppm)		
	df	MS	F
อุณหภูมิอบแห้ง	5	0.252	178.406*
error	18	1.410E-03	
total	23		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวน a_w ที่ระยะเวลา 6 เดือน

Source	a_w		
	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน) (A)	3	2.689E-03	173.530*
อุณหภูมิอบแห้ง (B)	5	2.011E-04	12.978*
อุณหภูมิเก็บรักษา (C)	1	4.471E-04	28.850*
A*B	15	1.139E-04	7.347*
A*C	3	1.209E-04	7.800*
B*C	5	4.464E-05	2.880*
A*B*C	15	2.844E-05	1.835*
error	144	1.550E-05	
total	192		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความชื้นที่ระยะเวลา 6 เดือน

Source	ความชื้น (% db)		
	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน) (A)	3	2.385	153.313*
อุณหภูมิอบแห้ง (B)	5	0.635	40.820*
อุณหภูมิเก็บรักษา (C)	1	0.966	62.096*
A*B	15	0.177	11.407*
A*C	3	0.344	22.134*
B*C	5	5.946E-02	3.823*
A*B*C	15	3.663E-02	2.355*
error	144	1.555E-02	
total	192		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นที่ระยะเวลา 6 เดือน

Source	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น		
	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน) (A)	3	99.928	90.724*
อุณหภูมิอบแห้ง (B)	5	1412.837	1282.707*
อุณหภูมิเก็บรักษา (C)	1	16.910	15.352*
A*B	15	4.195	3.809*
A*C	3	1.891	1.717
B*C	5	1.152	1.046
A*B*C	15	0.319	0.290
error	144	1.101	
total	192		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีความขาวของข้าวสารที่ระยะเวลา 6 เดือน

Source	ดัชนีความขาว		
	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน) (A)	3	32.082	386.871*
อุณหภูมิอบแห้ง (B)	5	16.730	201.751*
อุณหภูมิเก็บรักษา (C)	1	4.934	59.503*
A*B	15	0.730	8.807*
A*C	3	0.708	8.541*
B*C	5	0.630	7.597*
A*B*C	15	0.505	6.091*
error	144	8.293E-02	
total	192		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเหลืองของข้าวสารที่ระยะเวลา 6 เดือน

Source	b*		
	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน) (A)	3	15.989	252.894*
อุณหภูมิอบแห้ง (B)	5	4.842	76.588*
อุณหภูมิเก็บรักษา (C)	1	4.392	69.474*
A*B	15	0.438	6.933*
A*C	3	0.489	7.731*
B*C	5	0.141	2.234
A*B*C	15	0.123	1.945*
error	144	6.320E-02	
total	192		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณ 2AP ที่ระยะเวลา 6 เดือน

Source	2AP (ppm)		
	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน) (A)	3	3.501	2521.712*
อุณหภูมิอบแห้ง (B)	5	0.983	707.801*
อุณหภูมิเก็บรักษา (C)	1	3.126	2251.531*
A*B	15	2.858E-02	20.585*
A*C	3	0.352	253.382*
B*C	5	1.836E-02	13.224*
A*B*C	15	6.313E-03	4.547*
error	144	1.388E-03	
total	192		

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

รายละเอียดข้อมูลการทดลองเพิ่มเติมในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน

ตารางที่ ข.19 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อ a_w

เดือน	a_w
0	0.741 ± 0.005^a
2	0.726 ± 0.006^c
4	0.734 ± 0.007^a
6	0.730 ± 0.007^b

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.20 ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อ a_w

อุณหภูมิอบแห้ง (^oC)	a_w
control	0.736 ± 0.007^a
100	0.735 ± 0.009^a
115	0.735 ± 0.006^a
125	0.730 ± 0.006^c
135	0.733 ± 0.011^b
150	0.736 ± 0.011^a

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.21 ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาต่อ a_w

อุณหภูมิเก็บรักษา (^oC)	a_w
15	0.736 ± 0.007^a
อุณหภูมิห้อง	0.733 ± 0.010^b

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.22 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิอบแห้งต่อ a_w

การเก็บรักษา	a_w					
	อุณหภูมิอบแห้ง (^oC)					
เดือน	control	100	115	125	135	150
0	0.742 ± 0.004^{abcd}	0.746 ± 0.002^{ab}	0.740 ± 0.002^{cde}	0.732 ± 0.003^{fgh}	0.744 ± 0.002^{abcd}	0.745 ± 0.003^{abc}
2	0.731 ± 0.004^{fghi}	0.729 ± 0.003^{ghi}	0.730 ± 0.003^{fghi}	0.722 ± 0.005^{kl}	0.723 ± 0.007^{jkl}	0.721 ± 0.005^{l}
4	0.739 ± 0.003^{de}	0.739 ± 0.004^{de}	0.741 ± 0.002^{bcd}	0.735 ± 0.002^{ef}	0.739 ± 0.003^{de}	0.747 ± 0.003^{a}
6	0.732 ± 0.007^{fgh}	0.727 ± 0.008^{hij}	0.731 ± 0.006^{fghi}	0.730 ± 0.003^{fghi}	0.726 ± 0.001^{ijk}	0.733 ± 0.002^{fg}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.23 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อ a_w

การเก็บรักษา	a_w			
	เดือน 0	เดือน 2	เดือน 4	เดือน 6
15°C	0.741 ± 0.005^{a}	0.728 ± 0.005^{c}	0.740 ± 0.004^{a}	0.733 ± 0.005^{b}
อุณหภูมิห้อง	0.741 ± 0.005^{a}	0.724 ± 0.006^{d}	0.739 ± 0.005^{a}	0.727 ± 0.007^{cd}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.24 ผลของอุณหภูมิอบแห้งกับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อ a_w

การเก็บรักษา	a_w					
	อุณหภูมิอบแห้ง (°C)					
อุณหภูมิเก็บรักษา (°C)	control	100	115	125	135	150
15	0.737 ± 0.007^{a}	0.737 ± 0.008^{a}	0.737 ± 0.005^{a}	0.731 ± 0.005^{ab}	0.737 ± 0.007^{a}	0.737 ± 0.010^{a}
อุณหภูมิห้อง	0.735 ± 0.007^{ab}	0.734 ± 0.010^{ab}	0.733 ± 0.007^{ab}	0.729 ± 0.006^{b}	0.729 ± 0.013^{b}	0.736 ± 0.012^{a}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.25 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อความชื้น

เดือน	ความชื้น (% db)
0	14.85 ± 0.25^{a}
2	14.43 ± 0.19^{b}
4	14.82 ± 0.23^{a}
6	14.46 ± 0.28^{b}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.26 ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อความชื้น

อุณหภูมิอบแห้ง (^{o}C)	ความชื้น (% db)
control	14.69 ± 0.18^{ab}
100	14.74 ± 0.33^{a}
115	14.64 ± 0.18^{b}
125	14.36 ± 0.16^{c}
135	14.67 ± 0.40^{ab}
150	14.73 ± 0.35^{a}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.27 ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาต่อความชื้น

อุณหภูมิเก็บรักษา (^{o}C)	ความชื้น (% db)
15	14.71 ± 0.27^{a}
อุณหภูมิห้อง	14.57 ± 0.33^{b}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.28 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิอบแห้งต่อความชื้น

การเก็บรักษา	ความชื้น (% db) อุณหภูมิอบแห้ง (^{o}C)					
เดือน	control	100	115	125	135	150
0	14.86 ± 0.15^{bcde}	15.11 ± 0.04^{a}	14.73 ± 0.08^{def}	14.41 ± 0.15^{hij}	14.98 ± 0.14^{ab}	14.98 ± 0.04^{ab}
2	14.65 ± 0.05^{fg}	14.52 ± 0.15^{ghi}	14.58 ± 0.12^{fgh}	14.30 ± 0.08^{j}	14.31 ± 0.18^{j}	14.26 ± 0.10^{j}
4	14.77 ± 0.10^{cdef}	14.95 ± 0.09^{abc}	14.75 ± 0.17^{def}	14.51 ± 0.16^{ghi}	14.91 ± 0.26^{bcd}	15.02 ± 0.12^{ab}
6	14.50 ± 0.17^{ghi}	14.37 ± 0.19^{ij}	14.50 ± 0.21^{ghi}	14.23 ± 0.12^{j}	14.50 ± 0.47^{ghi}	14.67 ± 0.27^{efg}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.29 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อความชื้น

การเก็บรักษา	ความชื้น (% db)			
	เดือน 0	เดือน 2	เดือน 4	เดือน 6
15°C	14.85 ± 0.25[a]	14.51 ± 0.17[c]	14.84 ± 0.25[a]	14.65 ± 0.24[b]
อุณหภูมิห้อง	14.85 ± 0.25[a]	14.35 ± 0.18[d]	14.80 ± 0.21[a]	14.27 ± 0.19[d]

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.30 ผลของอุณหภูมิอบแห้งกับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อความชื้น

การเก็บรักษา	ความชื้น (% db)					
	อุณหภูมิอบแห้ง (°C)					
อุณหภูมิเก็บรักษา (°C)	control	100	115	125	135	150
15	14.74 ± 0.15[ab]	14.82 ± 0.25[a]	14.69 ± 0.11[ab]	14.38 ± 0.15[c]	14.82 ± 0.28[a]	14.81 ± 0.31[a]
อุณหภูมิห้อง	14.65 ± 0.21[ab]	14.65 ± 0.39[ab]	14.59 ± 0.22[b]	14.34 ± 0.18[c]	14.53 ± 0.45[bc]	14.66 ± 0.37[ab]

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.31 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

เดือน	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น
0	51.97 ± 6.71^{c}
2	54.12 ± 6.19^{b}
4	55.03 ± 5.94^{a}
6	55.02 ± 6.09^{a}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.32 ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

อุณหภูมิอบแห้ง (°C)	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น
control	63.36 ± 0.81^{a}
100	43.19 ± 1.62^{e}
115	51.54 ± 2.39^{d}
125	53.60 ± 2.27^{c}
135	56.14 ± 1.05^{b}
150	56.38 ± 1.64^{b}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.33 ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

อุณหภูมิเก็บรักษา (°C)	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น
15	53.74 ± 6.24^{b}
อุณหภูมิห้อง	54.33 ± 6.41^{a}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.34 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิอบแห้งต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

การเก็บรักษา	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น อุณหภูมิอบแห้ง (°C)					
เดือน	control	100	115	125	135	150
0	62.44 ± 0.79^{b}	41.23 ± 1.18^{o}	47.97 ± 0.25^{j}	50.62 ± 0.95^{k}	54.91 ± 0.30^{fg}	54.63 ± 1.87^{gh}
2	63.47 ± 0.61^{ab}	43.10 ± 1.09^{n}	52.42 ± 0.89^{j}	53.65 ± 1.71^{hi}	56.03 ± 0.76^{def}	56.09 ± 1.03^{de}
4	63.73 ± 0.59^{a}	44.46 ± 1.26^{m}	52.81 ± 1.34^{ij}	55.08 ± 1.60^{efg}	56.77 ± 0.79^{cd}	57.30 ± 0.92^{c}
6	63.79 ± 0.44^{a}	43.98 ± 0.71^{mn}	52.97 ± 1.72^{ij}	55.07 ± 1.10^{efg}	56.85 ± 0.89^{cd}	57.48 ± 0.70^{c}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.35 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

การเก็บรักษา	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น			
	เดือน 0	เดือน 2	เดือน 4	เดือน 6
15°C	51.97 ± 6.78	53.75 ± 6.23	54.61 ± 5.92	54.63 ± 6.02
อุณหภูมิห้อง	51.97 ± 6.78	54.50 ± 6.27	55.44 ± 6.06	55.41 ± 6.26

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.36 ผลของอุณหภูมิอบแห้งกับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

การเก็บรักษา	เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น					
	อุณหภูมิอบแห้ง (°C)					
อุณหภูมิเก็บรักษา (°C)	control	100	115	125	135	150
15	63.12 ± 0.72	43.19 ± 1.69	50.96 ± 1.97	53.20 ± 2.14	55.85 ± 0.83	56.11 ± 1.52
อุณหภูมิห้อง	63.59 ± 0.85	43.20 ± 1.60	52.12 ± 2.68	54.01 ± 2.39	56.42 ± 1.18	56.64 ± 1.75

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.37 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อดัชนีความขาวของข้าวสาร

เดือน	ดัชนีความขาว
0	66.05 ± 0.81^{a}
2	65.40 ± 0.82^{b}
4	64.61 ± 0.83^{c}
6	64.21 ± 0.80^{d}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.38 ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อดัชนีความขาวของข้าวสาร

อุณหภูมิอบแห้ง (^{o}C)	ดัชนีความขาว
control	64.49 ± 0.78^{e}
100	66.01 ± 1.03^{a}
115	65.82 ± 0.96^{b}
125	65.16 ± 0.74^{c}
135	64.65 ± 0.63^{d}
150	64.28 ± 0.94^{f}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.39 ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาต่อดัชนีความขาวของข้าวสาร

อุณหภูมิเก็บรักษา (^{o}C)	ดัชนีความขาว
15	65.23 ± 1.02^{a}
อุณหภูมิห้อง	64.91 ± 1.11^{b}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.40 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิอบแห้งต่อดัชนีความขาวของข้าวสาร

การเก็บรักษา	ดัชนีความขาว					
	อุณหภูมิอบแห้ง (^{o}C)					
เดือน	control	100	115	125	135	150
0	65.48 ± 0.40^{efg}	67.32 ± 0.46^{a}	66.70 ± 0.22^{b}	66.07 ± 0.17^{cd}	65.50 ± 0.09^{efg}	65.21 ± 0.09^{fgh}
2	64.57 ± 0.49^{ij}	66.43 ± 0.39^{bc}	66.20 ± 0.35^{cd}	65.59 ± 0.21^{ef}	64.81 ± 0.38^{hi}	64.77 ± 0.44^{hi}
4	64.09 ± 0.35^{klm}	65.12 ± 0.37^{gh}	65.87 ± 0.96^{de}	64.55 ± 0.25^{ijk}	64.01 ± 0.17^{lm}	64.04 ± 0.18^{lm}
6	63.80 ± 0.43^{m}	65.17 ± 0.55^{fgh}	64.53 ± 0.25^{ijk}	64.43 ± 0.28^{ijkl}	64.25 ± 0.25^{jklm}	63.10 ± 0.85^{n}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.41 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อดัชนีความขาวของข้าวสาร

การเก็บรักษา	ดัชนีความขาว			
	เดือน 0	เดือน 2	เดือน 4	เดือน 6
15°C	66.05 ± 0.81[a]	65.69 ± 0.77[a]	64.79 ± 1.01[bc]	64.38 ± 0.41[cd]
อุณหภูมิห้อง	66.05 ± 0.81[a]	65.10 ± 0.78[b]	64.44 ± 0.58[cd]	64.04 ± 1.03[d]

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.42 ผลของอุณหภูมิอบแห้งกับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อดัชนีความขาวของข้าวสาร

การเก็บรักษา	ดัชนีความขาว					
	อุณหภูมิอบแห้ง (°C)					
อุณหภูมิเก็บรักษา (°C)	control	100	115	125	135	150
15	64.75 ± 0.61[de]	66.02 ± 1.14[ab]	66.16 ± 0.87[a]	65.16 ± 0.81[cd]	64.76 ± 0.62[de]	64.51 ± 0.70[def]
อุณหภูมิห้อง	64.22 ± 0.86[ef]	66.01 ± 0.94[ab]	65.49 ± 0.95[bc]	65.16 ± 0.69[cd]	64.53 ± 0.64[def]	64.05 ± 1.11[f]

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.43 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อความเหลืองของข้าวสาร

เดือน	b*
0	9.25 ± 0.51^{d}
2	9.85 ± 0.53^{c}
4	10.31 ± 0.47^{b}
6	10.56 ± 0.51^{a}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.44 ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อความเหลืองของข้าวสาร

อุณหภูมิอบแห้ง (°C)	b*
control	9.99 ± 0.65^{c}
100	9.42 ± 0.70^{e}
115	9.70 ± 0.75^{d}
125	10.06 ± 0.62^{c}
135	10.31 ± 0.47^{b}
150	10.48 ± 0.50^{a}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.45 ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาต่อความเหลืองของข้าวสาร

อุณหภูมิเก็บรักษา (°C)	b*
15	9.84 ± 0.64^{b}
อุณหภูมิห้อง	10.14 ± 0.75^{a}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.46 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิอบแห้งต่อความเหลืองของข้าวสาร

การเก็บรักษา	b*					
	อุณหภูมิอบแห้ง (^{o}C)					
เดือน	control	100	115	125	135	150
0	9.01 ± 0.30^{h}	8.57 ± 0.03^{i}	8.91 ± 0.15^{h}	9.25 ± 0.02^{gh}	9.80 ± 0.04^{f}	9.96 ± 0.04^{ef}
2	10.23 ± 0.25^{de}	9.09 ± 0.40^{h}	9.46 ± 0.38^{g}	9.78 ± 0.22^{f}	10.23 ± 0.20^{de}	10.29 ± 0.24^{cde}
4	10.30 ± 0.33^{cde}	10.00 ± 0.38^{ef}	9.80 ± 0.66^{f}	10.64 ± 0.30^{bc}	10.53 ± 0.23^{bcd}	10.57 ± 0.14^{bcd}
6	10.42 ± 0.34^{bcd}	10.02 ± 0.36^{ef}	10.61 ± 0.37^{bc}	10.58 ± 0.22^{bcd}	10.68 ± 061^{b}	11.09 ± 0.47^{a}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.47 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อความเหลืองของข้าวสาร

การเก็บรักษา	b*			
	เดือน 0	เดือน 2	เดือน 4	เดือน 6
15°C	9.25 ± 0.52^{f}	9.65 ± 0.54^{e}	10.10 ± 0.53^{cd}	10.36 ± 0.30^{bc}
อุณหภูมิห้อง	9.25 ± 0.52^{f}	10.04 ± 0.45^{d}	10.51 ± 0.30^{ab}	10.77 ± 0.59^{a}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.48 ผลของอุณหภูมิอบแห้งกับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อความเหลืองของข้าวสาร

การเก็บรักษา	b*					
	อุณหภูมิอบแห้ง (°C)					
อุณหภูมิเก็บรักษา (°C)	control	100	115	125	135	150
15	9.84 ± 0.55	9.32 ± 0.75	9.42 ± 0.56	9.96 ± 0.58	10.19 ± 0.31	10.32 ± 0.34
อุณหภูมิห้อง	10.14 ± 0.72	9.52 ± 0.66	9.97 ± 0.82	10.17 ± 0.67	10.43 ± 0.57	10.63 ± 0.58

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.49 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อปริมาณ 2AP

เดือน	2AP (ppm)
0	0.9716 ± 0.2337^{a}
2	0.6407 ± 0.2462^{b}
4	0.4464 ± 0.2263^{c}
6	0.3642 ± 0.2107^{d}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.50 ผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อปริมาณ 2AP

อุณหภูมิอบแห้ง (^{o}C)	2AP (ppm)
control	0.9354 ± 0.3980^{a}
100	0.6424 ± 0.2762^{b}
115	0.5771 ± 0.2658^{c}
125	0.5450 ± 0.2701^{d}
135	0.4846 ± 0.2363^{e}
150	0.4499 ± 0.2565^{f}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.51 ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาต่อปริมาณ 2AP

อุณหภูมิเก็บรักษา (^{o}C)	2AP (ppm)
15	0.7333 ± 0.2576^{a}
อุณหภูมิห้อง	0.4781 ± 0.3400^{b}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.52 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิอบแห้งต่อปริมาณ 2AP

การเก็บรักษา	2AP (ppm)					
	อุณหภูมิอบแห้ง (^{o}C)					
เดือน	control	100	115	125	135	150
0	1.4547 ± 0.0566^{a}	0.9964 ± 0.0291^{b}	0.9179 ± 0.0100^{bc}	0.8954 ± 0.0268^{bc}	0.7738 ± 0.0281^{cde}	0.7912 ± 0.0400^{cd}
2	0.9725 ± 0.2141^{b}	0.6513 ± 0.1995^{defg}	0.6069 ± 0.1945^{efg}	0.5871 ± 0.2122^{fgh}	0.5313 ± 0.1996^{ghi}	0.4953 ± 0.1742^{ghij}
4	0.7431 ± 0.2634^{cdef}	0.5133 ± 0.1903^{ghij}	$0.4199 \pm 0.1689^{fhijk}$	0.3678 ± 0.1409^{ijkl}	0.3440 ± 0.1456^{ijkl}	0.2900 ± 0.1229^{kl}
6	0.5715 ± 0.2825^{fgh}	$0.4084 \pm 0.1897^{hijkl}$	0.3637 ± 0.1797^{ijkl}	0.3295 ± 0.1618^{jkl}	0.2893 ± 0.1451^{kl}	0.2229 ± 0.1444^{l}

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.53 ผลของระหว่างระยะเวลาในการเก็บรักษากับอุณหภูมิอบแห้งต่อปริมาณ 2AP

การเก็บรักษา	2AP (ppm)			
	เดือน 0	เดือน 2	เดือน 4	เดือน 6
15°C	0.9716 ± 0.2362[a]	0.8226 ± 0.1647[b]	0.6047 ± 0.1992[c]	0.5344 ± 0.1592[cd]
อุณหภูมิห้อง	0.9716 ± 0.2362[a]	0.4588 ± 0.1665[d]	0.2881 ± 0.1124[e]	0.1941 ± 0.0704[e]

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.54 ผลของอุณหภูมิอบแห้งกับอุณหภูมิเก็บรักษาต่อปริมาณ 2AP

การเก็บรักษา	2AP (ppm)					
	อุณหภูมิอบแห้ง (°C)					
อุณหภูมิเก็บรักษา (°C)	control	100	115	125	135	150
15	1.1062 ± 0.2448[a]	0.7763 ± 0.1635[b]	0.7035 ± 0.1630[bc]	0.6644 ± 0.1881[bc]	0.5988 ± 0.1556[bcd]	0.5507 ± 0.1904[cde]
อุณหภูมิห้อง	0.7647 ± 0.4531[b]	0.5084 ± 0.3043[cde]	0.4507 ± 0.2921[de]	0.4255 ± 0.2915[de]	0.3704 ± 0.2516[e]	0.3491 ± 0.2794[e]

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ค
การนำเสนอผลงานและตีพิมพ์

1. ธัญญารัตน์ เตชทรัพย์อมร, รริศรา อิ่มภาประเสริฐ, ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล, วรรณา ตุลยธัญ และ สุเมธ ตันตระเธียร. 2006. ผลการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน และอุณหภูมิในการเก็บต่อปริมาณ 2AP และคุณภาพการสีของข้าวขาวดอกมะลิ 105. Proceedings of the 8th Agro-Industrial Conference: Food Innovation, Bitec Bangna, Bangkok, Thailand. (15-16 มิถุนายน 2545): 8 หน้า. (CD ROM)

2. Borompichaichartkul, C., Wiset, L., Tulayatun, V., Tuntratean, S., Thetsup-amorn, T., Impaprasert, R., and Waedalor, I. 2006. Comparative study of effects of drying methods and storage conditions on aroma and quality attributes of Thai Jasmine rice. Proceedings of the 15 th International Drying Symposium (IDS) Budapest Hungary. (20-23 August 2006). Volumn C: 1394-1401.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวธัญญารัตน์ เตชทรัพย์อมร เกิดวันที่ 19 ตุลาคม 2523 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตจาก สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (เกียรตินิยมอันดับ 2) ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อปีการศึกษา 2545