Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 437-440 (2015) **ว. วิทย. กษ.** 46 : 3/1 (**พิเศษ**) : 437-440 (2558)

การลดความชื้นข้าวเปลือกในยุ้งฉางขนาดเล็กด้วยลมร้อนจากระบบท่อ
Drying Paddy in Small Scale Barn by Hot Air from Pipe System

ขวัญหทัย ห่วงแสง[1] ดลฤดี ใจสุทธิ์[1,*] กฤตภัทร คล้ายรัศมี[1] และ สมเกียรติ ปรัชญาวรากร[2]
Khanhatai Huangsaeng[1], Donludee Jaisut[1,*], Krittapat Klairasamee[1] and Somkiat Prachayawarakorn[2]

Abstract

Nowadays, shade drying without quality control is still used in drying process before storage in small scale barn. Consequently, the quantity and quality losses during process were occurred. The results for big scale barn from previous research showed that drying by hot air from pipe system was suitable for applying with small scale barn because of cost saving (it could renovate from the old bran). However, the optimum conditions of small scale barn needed to evaluate. Therefore, this study was aims to study the optimum conditions for small scale barn in terms of drying temperature, drying time and initial moisture content. The qualities of dried paddy such as head rice yield and whiteness were measured. The results illustrated that higher drying temperature affected on reducing of drying time. Higher initial moisture content affected on the quality of paddy. Head rice yield and whiteness were accepted.
Keywords: barn, drying, paddy

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการลดความชื้นข้าวเปลือกก่อนเก็บรักษาในยุ้งฉางขนาดเล็ก ส่วนใหญ่ใช้วิธีการลดความชื้นแบบการตากลาน โดยไม่มีการควบคุมคุณภาพ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียในระหว่างกระบวนการทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ จากงานวิจัยสำหรับยุ้งฉางขนาดใหญ่ที่ผ่านมา พบว่า การลดความชื้นด้วยลมร้อนจากระบบท่อ มีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากมีการลงทุนที่ไม่สูงมากนัก เพราะสามารถปรับปรุงจากยุ้งฉางเดิมที่มีอยู่ได้ แต่ทั้งนี้ ควรมีการวิจัยหาเงื่อนไขการทดลองที่เหมาะสมสำหรับยุ้งฉางขนาดเล็ก ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษา เงื่อนไขการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยลมร้อนจากระบบท่อสำหรับยุ้งฉางขนาดเล็ก โดยทดสอบหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง ระยะเวลาการอบแห้ง และความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือก รวมทั้งคุณภาพข้าวหลังผ่านกระบวนการอบแห้ง เช่น ปริมาณต้นข้าว และความขาวของข้าวสาร จากการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลต่อการลดลงของระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือกที่สูงขึ้นส่งผลต่อคุณภาพของข้าวเปลือก ปริมาณต้นข้าวและความขาวของข้าวสารอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
คำสำคัญ: การลดความชื้น, ข้าวเปลือก, ยุ้งฉาง

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดประมาณ 56.9 ล้านไร่ โดยมีแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 32.4 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 56.7 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งประเทศ ผลิตข้าวเปลือกได้ประมาณ 9.1 ล้านตัน หรือร้อยละ 47.6 ของผลผลิตข้าวทั้งประเทศ แต่ผลผลิตเฉลี่ยของภาคนี้ต่ำที่สุดคือประมาณ 314 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคใต้ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ทั้งนี้ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การลดความชื้น และ การเก็บรักษาข้าวเปลือกในสภาวะที่เหมาะสมเพื่อรอการขาย น่าจะช่วยทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพิ่มขึ้นได้ (กิติยา, 2547)

ทั้งนี้ การสร้างไซโลอาจช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เพราะ เหตุผลของการสร้าง "ไซโลข้าวเปลือก" มี สองแนวคิดคือ สร้างไซโลเพื่อเก็บกักข้าวเปลือกเพื่อชะลอการขาย และ เพื่อลดความชื้น ลดการสูญเสียด้านคุณภาพ ลดปริมาณข้าวคุณภาพต่ำที่เป็นส่วนเกินของตลาด อันเป็นกลไกที่ใช้ในการพยุงราคาข้าวและตลาดส่งออกข้าวไปยังต่างประเทศแทนการเก็บข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบัน

---

[1] ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900
[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[2]Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

อย่างไรก็ตามกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้สำรวจความเป็นไปได้ของการทำไซโลข้าวไทยในปี 2552 พบว่าการติดตั้งไซโลเป็นแบบถาวรและขนาดใหญ่ทำให้ต้นทุนการลงทุนสูงและยังมีปัญหาตามมามากมาย ทำให้การสร้างไซโลประสบกับภาวะขาดทุน ดังนั้น จึงเสนอโครงการไซโลแบบใหม่ที่ตั้งอยู่ในชุมชน เน้นการให้เกษตรกร ชุมชน และกลุ่มสหกรณ์มีส่วนร่วมในการบริหาร ซึ่งเป็นไซโลที่มีประสิทธิภาพ และราคาถูกลงกว่าเดิม โดยต้องการใช้ประโยชน์ของไซโลเพื่อลดความชื้น คงคุณภาพที่ดีของข้าวเปลือกเป็นและยังมีการแปรรูปข้าวอย่างครบวงจร จะเป็นโครงการที่มีประโยชน์ต่อเกษตรกรและชุมชนตลอดจนสังคมและประเทศชาติ ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์แล้ว พบว่า โครงการนี้มีความเป็นไปได้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากต้นทุนคงที่ คือต้นทุนในการซื้อเครื่องจักรและโรงเรือนรวมทั้ง สาธารณูปโภคสูง นอกจากนั้นต้นทุนการผลิตคือข้าวเปลือกความชื้นไม่เกิน 15% มีราคาสูง ถึงแม้ว่าจะมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มก็ตาม (ส่วนบริหารจัดการข้อมูลและปรึกษาแนะนำ, 2552)

จากเหตุผลดังกล่าว การปรับปรุงประสิทธิภาพโรงเก็บข้าวเปลือกซึ่งชุมชนมีอยู่แล้ว โดยใช้เทคนิคการลดความชื้นด้วยลมร้อน (อุณหภูมิที่ใช้ไม่ควรจะสูงเกิน 50°C สำหรับข้าวเปลือกทั่วไป และไม่ควรสูงเกิน 43°C สำหรับเมล็ดพันธุ์) โดยมีการเป่าลมร้อนผ่านท่อด้านล่างโรงเก็บเพื่อลดความชื้นในเวลากลางวัน เนื่องจากมีความชื้นสัมพันธ์ต่ำ ทั้งนี้ ระหว่างการเก็บรักษามีการเป่าด้วยอากาศแวดล้อมในเวลากลางคืน เพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเก็บ (อรรถพร และ คณะ, 2539) ซึ่งวิธีดังกล่าวจะช่วยลดความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาข้าวเปลือกในโรงเก็บได้สะดวก ไม่ยุ่งยาก ลดการสูญเสียเนื่องจากการขนถ่าย และ ลงทุนไม่สูงมากนัก ซึ่งเหมาะสมกับชุมชน ในระหว่างการเก็บรักษาอาจมีการวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ดข้าวเปลือกที่เปลี่ยนแปลง (Villareal, *et al*., 1976) เช่น ปริมาณต้นข้าว และ ความขาวของข้าวสารในระหว่างการเก็บรักษา เป็นต้น

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษา เงื่อนไขการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยลมร้อนจากระบบท่อสำหรับยุ้งฉางขนาดเล็ก โดยทดสอบหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง ระยะเวลาการอบแห้ง และความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือก รวมทั้งคุณภาพข้าวหลังผ่านกระบวนการอบแห้ง เช่น ปริมาณต้นข้าว และความขาวของข้าวสาร จากการทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการทดลอง

นำข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาเพิ่มความชื้นประมาณ 33% มาตรฐานแห้ง และ 25% มาตรฐานแห้ง โดยทำการพรมน้ำลงบนเมล็ดข้าวเปลือก จากนั้นนำไปเก็บไว้ในถังที่ปิดสนิท ในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 4°C ในช่วงประมาณ 3-4 วันแรก นำข้าวเปลือกออกมาคลุก แล้วนำกลับไปเก็บดังเดิมจนครบ 7 วัน ก่อนการทดลองอบแห้ง ปล่อยให้ข้าวเปลือกมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิแวดล้อม โดยนำข้าวเปลือกมาผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ 40°C และ 45°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 16.3 $\pm$0.5% มาตรฐานแห้ง โดยใช้อัตราการไหลของอากาศ 0.5 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีต่อลูกบาศก์เมตรข้าวเปลือก และเปิดเครื่องอบแห้งในช่วงเวลา 11.00 น. - 17.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์อากาศต่ำ จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ต่อไป สำหรับการหาความชื้นของข้าวเปลือกจะวัดโดยเครื่องวัดความชื้นของบริษัท Kett (รุ่น Grain Moisture Tester PM-600) ค่าอุณหภูมิภายในกองข้าวเปลือกวัดโดยเครื่องวัดอุณหภูมิของบริษัท CENTER (รุ่น 309 Data Logger Thermometer) และ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศถูกบันทึกโดยเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศของบริษัท EXTECH INSTRUMENTS (รุ่น SDL 550) การวัดอุณหภูมิจะใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกผลของบริษัท YOKOKAWA (รุ่น C8510 ช่วงวัดอุณหภูมิ -100 ถึง 1300°C ความละเอียด $\pm$0.2%) และการวัดความเร็วลมใช้ Hot-wire anemometer มีความละเอียด $\pm$0.1 m/s

การวิเคราะห์คุณภาพ

1. การหาร้อยละต้นข้าว โดยทำความสะอาดข้าวเปลือก ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกที่ทำความสะอาดแล้วให้ได้ 250 กรัม แล้วนำไปกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือก Satake จากนั้นขัดขาวด้วยเครื่อง McGill Miller เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งข้าวสารไว้ให้เย็น นำข้าวสารทั้งหมดไปแยกส่วนที่เป็นต้นข้าว และ ข้าวหักออกจากกันด้วยเครื่องคัดขนาดเมล็ดข้าว (Sizing device) จากนั้นชั่งน้ำหนักต้นข้าวแล้วบันทึกค่า นำค่าน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาร้อยละต้น จากสมการ

$$\text{ร้อยละต้นข้าว} = \frac{\text{น้ำหนักต้นข้าว x 100}}{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือก}} \qquad (1)$$

2. การวิเคราะห์ความขาวของข้าวสาร ใช้เครื่องวัดความขาวของบริษัท Kett รุ่น C-300 ค่าความขาวมาตรฐานเท่ากับ 86.1

ผล

Figure 1 แสดงผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง จากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลต่อการลดลงของระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยการอบแห้งที่เวลา 48 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 45 องศาเซลเซียส สามารถลดความชื้นจาก 33% มาตรฐานแห้ง เหลือ 22.4% มาตรฐานแห้ง ในขณะที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สามารถลดความชื้นจาก 33% มาตรฐานแห้ง เหลือ 27.6% มาตรฐานแห้ง ดังนั้น การทดลองนี้จึงใช้อุณหภูมิอบแห้ง 45 องศาเซลเซียส

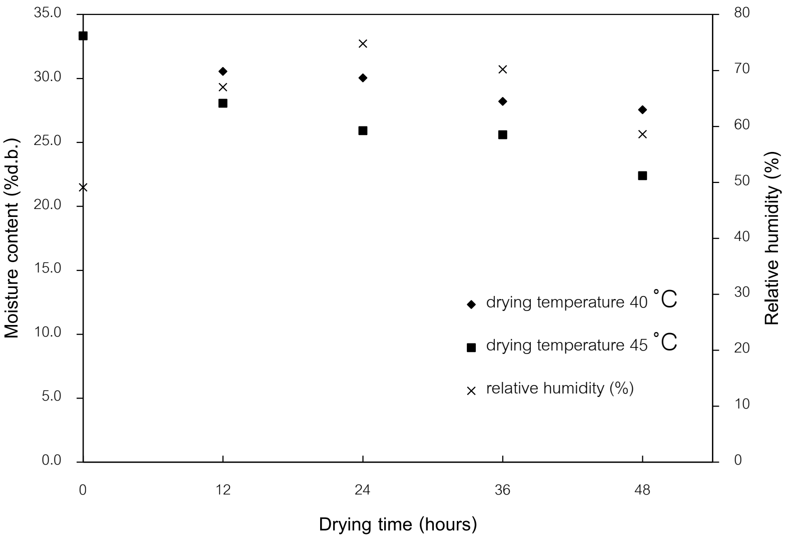

Figure 1 Change of moisture content in paddy using different drying temperature (initial moisture content of 33.3% d.b.)

ระยะเวลาที่ใช้ในการลดความชื้นข้าวเปลือกจากความชื้นเริ่มต้น 33% มาตรฐานแห้ง และ 25% มาตรฐานแห้ง แสดงใน Figure 2 โดยระยะเวลาที่ใช้ในการลดความชื้นจาก 33% มาตรฐานแห้ง เหลือประมาณ 16.3% มาตรฐานแห้ง 149 ชั่วโมง ในขณะที่ 25% มาตรฐานแห้ง ใช้เวลา 120 ชั่วโมง

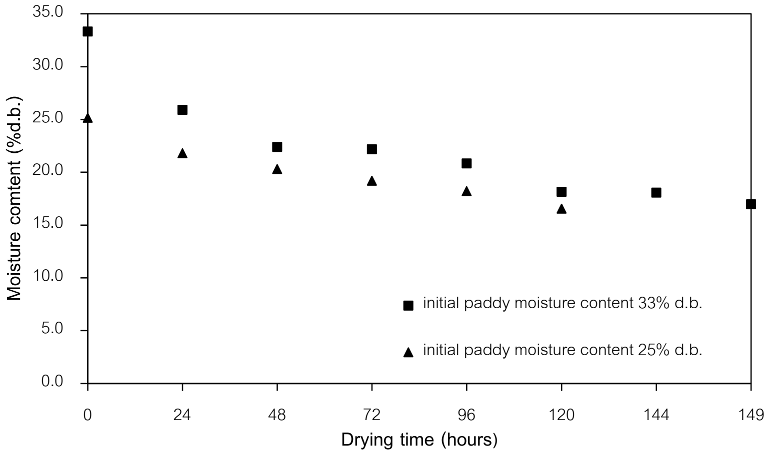

Figure 2 Change of moisture content in paddy at the different initial moisture content (drying temperature 45°C)

ผลของการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของข้าวสาร แสดงใน Table 1 พบว่า ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดของข้าวที่ผ่านการอบแห้งไม่แตกต่างกันมากนักกับข้าวอ้างอิงที่ผ่านการตากลาน โดยปริมาณข้าวเต็มเมล็ดของเงื่อนไขการอบแห้งข้าวเปลือกจากความชื้นเริ่มต้น 33% มาตรฐานเปียก เท่ากับ 56% ในขณะที่ความชื้นเริ่มต้น 25% มาตรฐานเปียกอยู่ที่ 56.5%

สำหรับค่าความขาวของข้าวสาร พบว่า ข้าวที่ผ่านการอบแห้ง จะมีความขาวลดลงเมื่อเทียบกับข้าวอ้างอิงในทุกกรณี และเมื่ออบแห้งเป็นระยะเวลานานขึ้นค่าความขาวของข้าวสารจะลดลง โดยค่าความขาวของเงื่อนไขการอบแห้งข้าวเปลือกจากความชื้นเริ่มต้น 33% มาตรฐานเปียก เท่ากับ 45.1% ในขณะที่ความชื้นเริ่มต้น 25% มาตรฐานเปียกอยู่ที่ 46.3%

Table 1 Physical properties of dried samples in various conditions

Condition	Head Rice Yield (%)	Whiteness (%)
Shade drying with initial moisture content of 33% d.b.	55.5	46.9
Shade drying with initial moisture content of 25% d.b.	57.9	47.2
hot air drying in barn with 45 °C temperature, initial moisture content of 33% d.b.	56.0	45.1
hot air drying in barn with 45 °C temperature, initial moisture content of 25% d.b.	56.5	46.3

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง และ ความชื้นเริ่มต้น ส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (Soponronnarit *et al*., 1999) โดยอุณหภูมิอบแห้งที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งสั้นลง ในขณะที่ ความชื้นเริ่มต้นสูงขึ้นจะใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้นที่อุณหภูมิอบแห้งเดียวกัน สอดคล้องกับหลักการอบแห้ง กล่าวคือ ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากกระแสอากาศไปยังวัสดุ ความร้อนส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการระเหยน้ำ ในขณะเดียวกันไอน้ำก็จะเกิดการเคลื่อนที่จากผิวของวัสดุมายังกระแสอากาศ ถ้าผิวของวัสดุมีน้ำอยู่จำนวนมากอุณหภูมิและความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวก็จะคงที่ ซึ่งส่งผลให้อากาศถ่ายเทความร้อนและอัตราการอบแห้งคงที่ และเมื่อผิวของวัสดุมีปริมาณลดลงมาก อุณหภูมิและความเข้มข้นของไอน้ำที่บริเวณผิวของวัสดุย่อมเปลี่ยนแปลงไป โดยที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นและความเข้มของไอน้ำที่ผิวของวัสดุลดลง ซึ่งส่งผลให้ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนและอัตราการอบแห้งลดลง (สมชาติ, 2542)

ทั้งนี้ ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในทุกกรณีเมื่อเทียบกับข้าวอ้างอิง อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งต่ำ การดึงน้ำออกมาที่ผิวเมล็ดเป็นไปอย่างช้าๆ ซึ่งไม่ส่งผลต่อการเกิดรอยร้าวอันเนื่องมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิและความเข้มของไอน้ำที่ผิวของวัสดุ (Soponronnarit *et al*., 1999) ส่วนความขาวของข้าวสารที่ลดลงเมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งนานขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสีที่เปลือกข้าวติดผิวเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (Juliano, 1985)

สรุป

จากการการลดความชื้นข้าวเปลือกในยุ้งฉางขนาดเล็กด้วยลมร้อนจากระบบท่อ พบว่า อุณหภูมิอบแห้ง และ ความชื้นเริ่มต้น ส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยอุณหภูมิอบแห้งที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งสั้นลง ในขณะที่ความชื้นเริ่มต้นสูงขึ้นจะใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้นที่อุณหภูมิอบแห้งเดียวกัน ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในทุกกรณีเมื่อเทียบกับข้าวอ้างอิง ความขาวของข้าวสารจะลดลงเมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งนานขึ้น

อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยว ทั้งในช่วงการอบแห้งและการเก็บรักษา เพื่อลดปริมาณการสูญเสีย และเพิ่มมูลค่าให้ข้าวเปลือก

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) และ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาเกษตรกลวิธาน และ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

เอกสารอ้างอิง

กิติยา กิจควรดี. 2547. การเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ข้าวคุณภาพดี. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย, โครงการการพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพข้าวเพื่อสร้างภาพลักษณ์ข้าวหอมมะลิไทย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 15 น.

ส่วนบริหารจัดการข้อมูลและปรึกษาแนะนำ. 2552. การศึกษาความเป็นไปได้ของการทำไซโลข้าวไทย ปี 2552 สำนักบริหารยุทธศาสตร์, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 104 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. ผลผลิตข้าว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th. (14 มิถุนายน 2557).

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2542. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. กรุงเทพฯ. 254-259.

อรรถพร อภิวัฒนานุกูล, สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, ทิพาพร อยู่วิทยา และ อดิศักดิ์ นาถกรณกุล. 2539. การชะลอความเสียหายของกองข้าวเปลือกชื้นโดยการระบายอากาศ. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 30(3): 351-363.

Juliano, B.O. 1985. Rice: Chemical and technology. 2nd ed. *In*: American Association of Cereal Chemists. Minnesota. 774 p.

Soponronnarit, S., S. Wetchacama, T. Swasdisevi and N. Poomsa-ad. 1999. Managing Moist Paddy by Drying Tempering and Ambient Air Ventilation. Drying Technology 17 (1+2): 335-344.

Villareal, R.M., A.P. Resurreccion, I. Suzuki and B.O. Juliano. 1976. Change in physicochemical properties of rice during storage. Starch 28: 88-94.