Agricultural Sci. J. 33 : 6 (Suppl.) : 287-291 (2002) **ว. วิทย. กษ. 33 : 6 (พิเศษ) : 287-291 (2545)**

การออกแบบและสร้างเครื่องทำข้าวคั่ว
Design and Fabricating of Pop Rice Machine

สุทธิศักดิ์ ภัทรสถาพรกุล[1], ชมัยพร บุญมาก[1] และ สมคิด ทะรา[1]
Suttisak Patharasathapornkul[1], Chamaiporn Boonmak[1] and Somkid Tara[1]

Abstract

The pop rice machine was designed and fabricated and performance evaluation which consisted of three main parts. The first part was the horizontal heating chamber with the diameter and length of 30 cm and 80 cm, respectively using 1/4 hp electric motor as a power source. The speed of chamber was design at 40, 50 and 60 rpm during experimental. The second part was vertical milling chamber with the diameter and height of 20 cm and 36.5 cm, respectively. The radius of cutting blade was designed to be 14.5 cm using 1/2 hp electric motor at the speed of 3000 rpm. The third part was heating source consisting of liquid petroleum gas (LPG) and the piping system with the diameter and length of 2 cm and 75 cm, respectively. The maximum temperature of the surface chamber was adjusted up to 260 °C. At this temperature the pop rice was not burn. Sticky rice of 2 kg was used at chamber speed of 40, 50 and 60 rpm and the heating time of 20, 25 and 30 minutes, respectively. The surface temperature at chamber during the test was kept between 120-260 °C and the milling time was 2 minutes. It was found that pop rice was cooked uniformly. Base on the pop rice quality, the optimum condition was found at the speed and heating time of 40 rpm and 20 minutes, respectively. At this condition the pop rice had yellow color. The average Hue value was 87.2 degree and the average pop rice particle size was 714 μm with the maximum productivity of 6 kg/h.

Keywords: Pop rice, Pop rice machine, Sticky rice processing

บทคัดย่อ

เครื่องทำข้าวคั่วได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้น โดยมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ถังคั่วทรงกระบอกหมุนตามแนวนอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร พร้อมด้วยชุดมอเตอร์ส่งกำลังขนาด 1/4 แรงม้า สามารถปรับความเร็วรอบของถังคั่วได้ 3 ระดับ คือ 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที ส่วนที่สองคือถังบดทรงกระบอกวางแนวตั้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 36.5 เซนติเมตร ใบมีดภายในมีรัศมีการตัด 14.5 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์ขับขนาด 1/2 แรงม้า ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที และส่วนของแหล่งความร้อนเป็นรางแก๊ส LPG ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ยาว 75 เซนติเมตร สามารถให้ความร้อนกับผิวถังได้อุณหภูมิสูงสุด 260 องศาเซลเซียส โดยที่คั่วแล้วข้าวไม่ไหม้ จากการทดสอบคั่วข้าวเหนียวจำนวน 2 กิโลกรัม ที่ความเร็วรอบถังคั่ว 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20, 25 และ 30 นาที ตามลำดับ โดยปรับอุณหภูมิผิวถังให้อยู่ในช่วง 120-260 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการบด 2 นาที พบว่าข้าวที่คั่วได้มีการสุกสม่ำเสมอดี โดยการคั่วที่ความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที จะให้ข้าวคั่วที่มีคุณภาพดีที่สุด คือ ได้สีเหลือง มีค่า Hue เฉลี่ย 87.2 องศา และมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยเท่ากับ 714 ไมครอน สามารถทำการผลิตได้สูงสุด 6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

คำนำ

"ข้าว" นับเป็นอาหารหลักของชาวเอเชียและชนชาติอื่นๆ หลายประเทศทั่วโลก สามารถนำมาประกอบอาหารพื้นเมืองได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นการบริโภคในรูปของข้าวกล้อง ข้าวสาร และผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่นๆ เช่น แป้ง ขนมแป้งข้าว แอลกอฮอล์ ฯลฯ ในปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตข้าวจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งด้านพันธุ์ การเพาะปลูก รวมถึงกระบวนการแปรรูปข้าว (Yamashita, 1993) สำหรับในประเทศไทยซึ่งบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักทั้งข้าวจ้าวและข้าวเหนียว มีการนำข้าวไปประกอบอาหารทั้งคาวหวานมากมายหลายชนิดและ "ข้าวคั่ว" ก็จัดเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้เป็นเครื่องปรุงรสสำหรับประกอบอาหารพื้นเมืองของทางภาคอีสานหลายชนิด เช่น ผสมลาบ น้ำตก หมักปลาร้า รวมถึงใช้เป็นสารดูดความชื้นได้อีกด้วย (ประนอม, 2545) ซึ่งกระบวนการทำประกอบด้วยขั้นตอนของการคั่วและการบดเมล็ดข้าวเหนียว โดยส่วนมากจะทำขึ้นใช้เองในครัวเรือนหรือร้านอาหาร ซึ่งมีกรรมวิธีค่อนข้างยุ่งยากหลายขั้นตอน ดังนั้นหากมีการทำข้าวคั่วสำเร็จรูปบรรจุถุงขึ้นมาจึงน่าจะเป็นที่ต้องการและมีตลาดรองรับมากพอ ด้วยเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องทำข้าวคั่วขึ้น โดยมีลักษณะเป็นเครื่องคั่วและเครื่องบดที่ทำงานต่อเนื่อง 2 ขั้นตอน อยู่ภายในตัวเครื่องเดียวกัน สามารถปรับอัตราการ

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพ คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
Post-harvest and Processing Technology Department, Faculty of Agricultural Engineering, Rajamangala Institute of Technology, ThayaBuri, PathumThani. 12110

ให้ความร้อนและอัตราการผลิต ตลอดจนขนาดของอนุภาคในการบด เพื่อให้ได้ข้าวคั่วที่มีขนาดและคุณภาพที่เหมาะสมกับการประกอบอาหารแต่ละชนิดต่างๆ กันไป

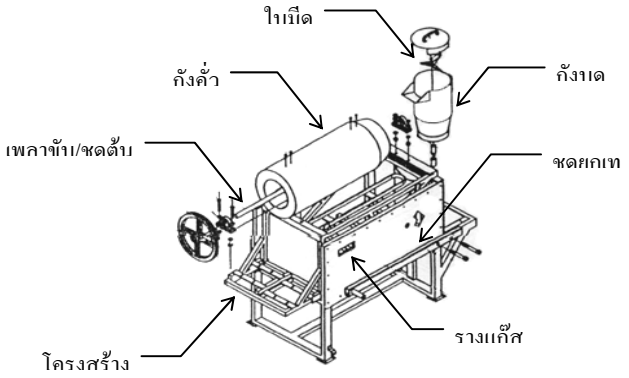
อุปกรณ์และวิธีการ

ในการออกแบบและสร้างตลอดจนทำการทดสอบประเมินสมรรถนะเครื่องทำข้าวคั่วมีการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ คือ ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ของ Binder รุ่น WTB-FED 115 เครื่องตรวจสอบหาความชื้น (Infrared Moisture Determination Balance) ของ AND รุ่น AD-4712 เครื่องวัดสี (Tristimulus Colorimeter) ของ JUKI รุ่น JC-801S เครื่องเขย่าพร้อมชุดตะแกรงร่อน (Sieve Shaker) ของ OCTAGON รุ่น 2000 (Digital) เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบสัมผัส (Thermometer) ของ Line Seiki รุ่น TC-700 อุปกรณ์วัดพลังงานไฟฟ้า (Watt-hour meter) เครื่องชั่งละเอียด (Top load balance) และเครื่องชั่งหยาบ (Under load balance)

ในการออกแบบและสร้างเครื่องทำข้าวคั่วประกอบด้วยขั้นตอนดำเนินงาน คือ ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของข้าวคั่วในท้องตลาดด้วยการเก็บตัวอย่างมาตรวจสอบหาค่าสี ขนาดอนุภาคและความชื้น เพื่อศึกษาลักษณะของข้าวคั่วที่มีใช้อยู่จริง จากนั้นจึงทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบขึ้นโดยประกอบด้วย ถังคั่ว ถังบด และแหล่งความร้อน เมื่อได้เครื่องทำข้าวคั่วแล้วจึงทำการประเมินสมรรถนะของเครื่อง เริ่มจากการปรับปริมาณแก๊สเพื่อให้ได้ความร้อนที่เหมาะสมกับการคั่ว จากนั้นทำการทดลองคั่วข้าวที่ความเร็วรอบถังคั่ว 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20, 25 และ 30 นาที ตามลำดับ วัดค่าพลังงานไฟฟ้าและปริมาณแก๊สที่ใช้ นำข้าวคั่วที่ได้ไปตรวจสอบหาค่าสี ขนาดอนุภาคและความชื้น ตามลำดับ

ผลการทดลอง

เครื่องทำข้าวคั่วที่สร้างขึ้นมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 1 โดยมีส่วนประกอบหลักดังนี้ คือ



ภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่องทำข้าวคั่ว

1. ถังคั่ว มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกวางแนวนอนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร ภายในถังมีครีบตักพลิกข้าวยาว 35 เซนติเมตร จำนวน 4 ใบ การหมุนของถังคั่ว ขับเคลื่อนด้วยชุดมอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า พร้อมเฟืองทด สามารถปรับความเร็วรอบของถั่งคั่วได้ 3 ระดับ คือ 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที

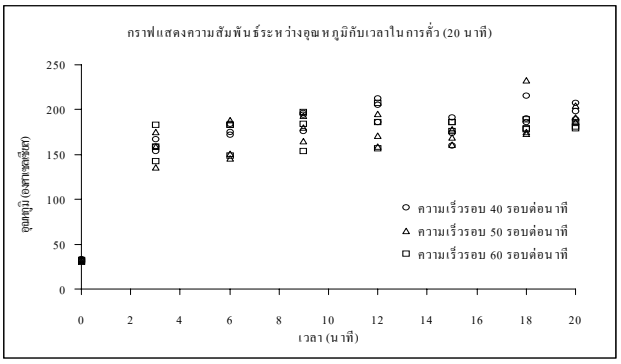
2. ถังบด มีลักษณะเป็นทรงกระบอกวางแนวตั้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 36.5 เซนติเมตร ภายในมีใบมีดตัดจำนวน 2 ใบ วางซ้อนและเยื้องกัน มีรัศมีการตัด 14.5 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์ขับขนาด 1/2 แรงม้า ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที สามารถลดขนาดเมล็ดข้าวสารได้ขนาดอนุภาคเฉลี่ย 500-1000 ไมครอน

3. แหล่งความร้อน ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ดัดโค้งเป็นรางแก๊ส LPG ยาว 75 เซนติเมตร สามารถให้ความร้อนกับผิวถังคั่วได้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 120-260 องศาเซลเซียส

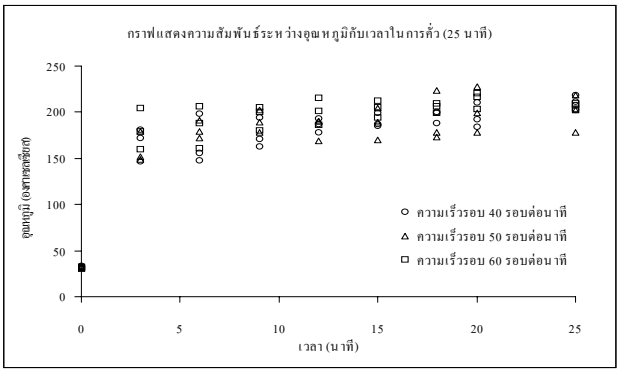
ตารางที่ 1 แสดงปริมาณต่างๆ ของข้าวคั่วจากท้องตลาด

ปริมาณ	ตัวอย่างข้าวคั่วจากท้องตลาด									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
โมดูลัสความละเอียด	2.68	1.96	2.53	2.68	2.34	2.60	2.72	2.14	2.38	2.81
ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	667	405	601	667	527	631	686	459	542	730
ค่าความสว่าง	71.0	68.1	75.5	66.1	59.9	52.4	62.2	71.9	62.4	70.6
ค่า Hue (องศา)	73.0	70.9	77.7	73.3	67.8	67.7	70.2	74.0	73.3	66.5
ความชื้น (% มาตรฐานเปียก)	7.2	9.1	7.4	8.2	6.8	7.8	8.5	7.7	9.3	6.4

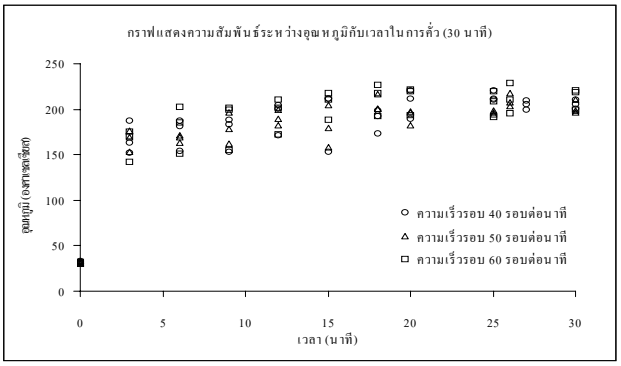
จากการเก็บตัวอย่างข้าวคั่วที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ในรูปแบบของข้าวคั่วสำเร็จรูปบรรจุถุงและการทำใช้เองในร้านอาหาร รวมทั้งหมด 10 ตัวอย่าง มาทดสอบหาขนาดอนุภาคเฉลี่ย ค่าสี และความชื้น ได้ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 5 จะพบว่าข้าวคั่วที่ใช้กันในท้องตลาดนั้นมีลักษณะละเอียดและหยาบต่างกันมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยอยู่ในช่วง 405-730 ไมครอน มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.4-9.3 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก และค่าสีจะจัดอยู่ในสีเหลืองซึ่งมีค่า Hue เฉลี่ยอยู่ในช่วง 66.5-77.7 องศา มีค่าความสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 52.4-75.5 โดยสีของข้าวจะแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ ไหม้น้อย ปานกลาง และมาก ซึ่งสังเกตได้จากค่าความสว่างของสี ในการคั่วข้าวนี้ความไหม้และความละเอียดของข้าวคั่วจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้คั่วเป็นหลัก ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามสูตรการปรุงอาหารของแต่ละท้องถิ่น



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการคั่วที่ 20 นาที



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการคั่วที่ 25 นาที

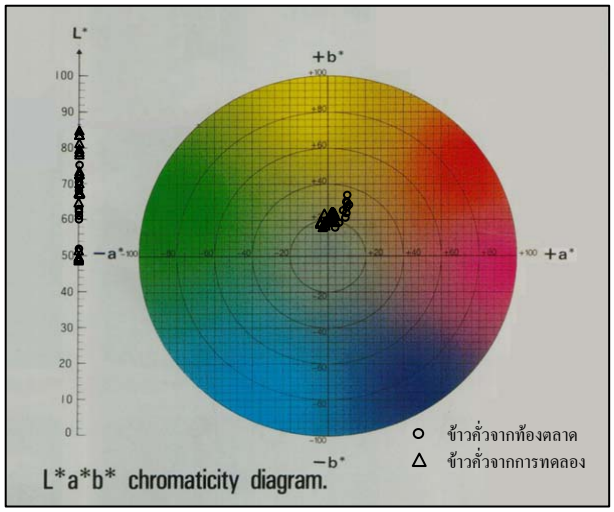


ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในการคั่วที่ 30 นาที

จากการทดสอบการคั่วข้าวที่ความเร็วรอบถังคั่ว 40, 50 และ 60 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20, 25 และ 30 นาที ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอุณหภูมิที่ผิวของถังคั่วจากกราฟในภาพที่ 2, 3 และภาพที่ 4 จะพบว่าในทุกๆ ความเร็วรอบอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวของถังคั่วจะอยู่ในช่วงเดียวกัน คือ 130-230 องศาเซลเซียส เนื่องจากทำการปรับวาล์วจ่ายแก๊ส LPG ให้คงที่ตลอดการทดลอง โดยอุณหภูมิจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่ในตอนท้ายเมื่ออุณหภูมิของข้าวเข้าใกล้กับผิวถังคั่วแล้ว

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณต่างๆ ของข้าวคั่วจากการทดลอง

ปริมาณ	ข้าวคั่วจากการทดลอง								
	40 รอบต่อนาที			50 รอบต่อนาที			60 รอบต่อนาที		
	20	25	30	20	25	30	20	25	30
โมดูลัส ความละเอียด	2.74	2.75	2.85	2.79	2.76	2.78	2.79	2.70	2.82
ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	694	701	753	720	707	715	722	675	735
ค่าความสว่าง	67.0	73.5	60.8	74.5	71.1	65.9	77.1	70.9	65.8
ค่า Hue (องศา)	87.7	87.8	86.0	87.5	86.9	86.4	89.6	86.6	85.9
ความชื้น (% มาตรฐานเปียก)	7.1	5.6	4.5	7.0	6.7	6.0	7.9	7.6	6.1
ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัสดุ)	1.36	2.83	4.27	1.09	1.63	2.99	1.60	2.63	3.19



ภาพที่ 5 แสดงค่าสีของข้าวคั่วบนแผนภาพสีระบบ Hunter

ข้าวคั่วที่ได้จากการทดลองนำมาหาขนาดอนุภาคเฉลี่ย ค่าสี ความชื้น และความสิ้นเปลืองพลังงานได้ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจะพบว่าข้าวคั่วที่ผลิตได้มีคุณภาพใกล้เคียงกับข้าวคั่วจากท้องตลาด โดยมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยอยู่ในช่วง 675-753 ไมครอน มีความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.5-7.9 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก มีสีเหลืองซึ่งมีค่า Hue เฉลี่ยอยู่ในช่วง 85.9-89.6 องศา มีค่าความสว่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 60.8-77.1 และมีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะอยู่ระหว่าง 1.09-4.27 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัสดุ เมื่อเปรียบเทียบค่าสีของข้าวคั่วบนแผนภาพสีระบบ Hunter ดังแสดงในภาพที่ 5 จะพบว่าข้าวคั่วทั้งสองกลุ่มตัวอย่างจับกลุ่มอยู่ในโทนสีเดียวกัน คือ สีเหลือง โดยจะแตกต่างกันตามค่าของความสว่างซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ ไหม้น้อยมีค่าความสว่างมากกว่า 75 ไหม้ปานกลางมีค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 60-75 และไหม้มากมีค่าความสว่างน้อยกว่า 60 ตามลำดับ

วิจารณ์

จากการออกแบบและสร้างตลอดจนการทดสอบการผลิตข้าวคั่ว จะพบว่าเครื่องทำข้าวคั่วสามารถผลิตข้าวคั่วที่มีสีกลิ่น ต่างๆ กันได้ตามความต้องการของผู้บริโภคโดยพิจารณาคุณภาพจากความสุก (ความไหม้) ด้วยการวัดค่าสีตามมาตรฐาน Hunter ซึ่งแบ่งออกตามค่าความสว่างเป็น 3 ระดับ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จากการทดลองจะแสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อสีของข้าวคั่ว ได้แก่ เวลาและความเร็วรอบในการคั่ว กล่าวคือเวลาจะทำให้ข้าวไหม้มากหรือน้อยตามที่ต้องการความเร็วรอบจะช่วยให้ข้าวคั่วสุกช้าหรือเร็วขึ้น สังเกตได้จากที่ความเร็วรอบต่ำ 40 รอบต่อนาที จะได้ข้าวคั่วที่มีความสว่างน้อยกว่าความเร็วรอบสูง สำหรับขนาดอนุภาคข้าวคั่วสามารถกำหนดได้จากเวลาในการบดโดยการทดลองนี้ได้กำหนดไว้ที่ 2 นาที ซึ่งจะได้ขนาดอนุภาคเฉลี่ยเท่ากับ 714 ไมครอน อยู่ในช่วงเดียวกันกับข้าวคั่วในท้องตลาดที่ตรวจสอบพบ (405-730 ไมครอน) เครื่องทำข้าวคั่วนี้สามารถนำไปขยายผลเพื่อทำการผลิตจริงในเชิงพาณิชย์ได้โดยการควบคุมเวลาในการคั่วและการบด เพื่อให้ได้ข้าวคั่วที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามกลุ่มของผู้บริโภคได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ที่สนับสนุนงบประมาณสิ่งประดิษฐ์ประจำปี 2545 เพื่อทำงานวิจัยชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

ประนอม ศรัยสวัสดิ์. 2545. เมล็ดพันธุ์ข้าวคั่วอีกเทคนิคเก็บรักษา. เทคโนโลยีชาวบ้าน. 14(1): 48-49.

Mujumdar, A. S. 1980. Advance in drying. Hemisphere Publishing Coperation. NewYork. 301 p.

Thomson, F. M. 1997. Handbook of Powder Science and Technology. 2 nd ed. Chapman & Hall. New York. 1000 p.

Yamashita, R. 1993. New Technology in Grain Postharvest. Farm Machinery Industrial Research Crop. Japan. 208 p.