Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 40-43 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 40-43 (2558)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อราบนเมล็ดข้าวเปลือกระหว่างเก็บรักษาในยุ้งข้าวที่มีการลดความชื้นด้วยการเป่าอากาศแวดล้อม

The Change of Seed Infection on Paddy during Storage in Barn with Air Ventilation Drying

รังสิมันตุ์ ธีระวงศ์ภิญโญ[1] เนตรนภิส เขียวขำ[1,2] สมศิริ แสงโชติ[1,2] วัศพล เบญจกุล[1] มัณฑนา มาแม้น[1]และ ดลฤดี ใจสุทธิ์[1]

Rungsimun Thirawongphinyo[1], Netnapis Khewkhom[1,2], Somsiri Sangchote[1,2], Watsapol Benjakul[1], Muntana Mamand [1] and Donrudee Jaisut[1]

Abstract

The objective of this research was to study fungal infection on paddy from increase efficiency in barn paddy system storage using air ventilation. To solve problem in paddy drying by sun drying on the ground and management of paddy storage in a farmer community was studied to decrease risk of seed quality loss in seed production. Paddy seed sample for experiments were collected 'Khao Dawk Mali 105' (KDML105) and 'RD6' from 2 barns located in Ban Nonsung, Tumbon Kumkao, Amphoe Khaowong, Kalasin province. In each barn was contained 7 tons of new harvested paddy. After harvest, air ventilation was applied for 2 hr every month. Seed samplings were done in 5 points at middle of pile and 3 points at top of pile. Contaminating fungi were enumerated by blotter method. All fungi were isolated and identified and percentage infection of samples calculated. Moisture content (MC) and seed germination were examined. The major fungi found as external contaminants of KDML105 paddy seed were *Cladosporium* sp. *Curvularia lunata* และ *Nigrospora* sp. 46.3, 11.1 and 7.5%, respectively and on RD6 paddy seed showed 17.5 8.7 and 15% respectively. Storage paddy showed increasing contamination level of *Rhizopus* sp. and *Penicillium atramentosum* in 12-16 weeks. Initial MC of paddy KDML105 and RD6 were 13.8 and 11.7%, respectively. The MC of KDML105 seed at middle of pile and top of pile were 12.55 and 11.50%, respectively and MC of RD6 were 11.30 and 11.08%, respectively. The different of MC between before and after air ventilation running was 0-0.4%. Seed germination of paddy KDML105 and RD6 were highest 96 and 88% after 16 weeks of storage.

Keywords: seed infection, paddy, barn, air ventilation

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อราบนเมล็ดข้าวเปลือก จากการปรับปรุงประสิทธิภาพโรงเก็บข้าวเปลือกระดับชุมชนด้วยการเป่าอากาศแวดล้อม เพื่อหาทางแก้ปัญหาการลดความชื้นข้าวเปลือกและการจัดการข้าวเปลือกในโรงเก็บของกลุ่มเกษตรกรที่ลดความชื้นแบบการตากลานซึ่งมีความเสี่ยงต่อความสูญเสียด้านคุณภาพในการผลิตเมล็ดพันธุ์ การทดลองใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (KDML105) และข้าวเหนียว กข6 (RD6) ที่เก็บในยุ้งข้าวของเกษตรกร 2 แห่งในพื้นที่ บ้านโนนสูง ต. คุ้มเก่า อ. เขาวง จ. กาฬสินธุ์ แต่ละยุ้งบรรจุข้าวเก็บเกี่ยวใหม่ประมาณ 7 ตัน เป่าอากาศแวดล้อมภายในยุ้ง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทุกเดือน เป็นเวลานาน 4 เดือน สุ่มตรวจบริเวณกลางกอง 5 จุด และบนกอง 3 จุด ตรวจปริมาณเชื้อราบนเมล็ดข้าวเปลือกที่ติดจากแปลงและเชื้อราโรงเก็บ ด้วยวิธี blotter จำแนกชนิดเชื้อราและปริมาณของเมล็ดที่ติดเชื้อ ตรวจวัดความชื้นของเมล็ด และตรวจวัดความงอกของเมล็ด เชื้อราที่พบมากที่สุดบนเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ KDML105 คือเชื้อรา *Cladosporium* sp. *Curvularia lunata* และ *Nigrospora* sp. ร้อยละ 46.3 11.1 และ 7.5 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ RD6 มีค่าร้อยละ 17.5 8.7 และ 15 ตามลำดับ ปริมาณเชื้อรา *Rhizopus* sp. และ *Penicillium atramentosum* เพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บข้าวเปลือก 12-16 สัปดาห์ ค่า MC เริ่มต้นของเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ KDML105 และ RD6 เมื่อนำมาเข้ายุ้งข้าว มีค่าร้อยละ 13.8 และ 11.7 ตามลำดับ ตลอดการเก็บรักษาพบว่า MC เฉลี่ยกลางกองและบนกองของเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ KDML105 เท่ากับร้อยละ 12.55 และ 11.50 ตามลำดับ ส่วนข้าวเปลือกพันธุ์ RD6 เท่ากับร้อยละ 11.30 และ 11.08 ตามลำดับ เมื่อวัดค่า

[1] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400

ความชื้นเฉลี่ยเปรียบเทียบก่อนและหลังการเป่าอากาศแวดล้อม พบว่าความชื้นลดลงร้อยละ 0-0.4 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความงอกของข้าวเปลือกพันธุ์ KDML105 และ RD6 มีค่าสูงที่สุดคือร้อยละ 96 และ 88 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 16 สัปดาห์

คำสำคัญ: การติดเชื้อของเมล็ด, ข้าวเปลือก, ยุ้ง, การเป่าลม

คำนำ

การปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องเหมาะสมเป็นการลดความสูญเสียข้าว เนื่องจากเมล็ดเป็นสิ่งมีชีวิต มีการหายใจ การลดความชื้นเมล็ดจึงมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา อัตราการเสื่อมคุณภาพ และการเข้าทำลายของเชื้อราและแมลงศัตรูในโรงเก็บ เมล็ดข้าวมีโอกาสรับเชื้อราจากการคลุกเคล้ากับเมล็ดที่มีเชื้อโรคติดมา (อรุณี, 2521) โรคเมล็ดพันธุ์จะทำให้เกิดผลกระทบที่เกี่ยวกับความแข็งแรงของเมล็ด ความงอกต่ำ ส่งผลต่อความมีชีวิตเกิดความผิดปกติทางกายภาพ (กรรณิการ์, 2552) วิไลและคณะ 2552 ได้รายงานการศึกษาว่าความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เป็นโรคเมล็ดด่างจะลดลงมากที่สุดเมื่อถูกเชื้อ *Fusarium semitetum* ทำลาย รองลงมาคือ *Bipolaris oryzae Sarocladium oryzae* และ *Curvularia lunata* ตามลำดับ ระดับความรุนแรงของโรคเมล็ดด่างที่เพิ่มมากขึ้น มีผลให้อายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวลดลง หากมีความรุนแรงของโรคเมล็ดด่างมากกว่าร้อยละ 25 จะทำให้อายุการเก็บรักษาลดลงอย่างรวดเร็วและความงอกต่ำกว่าร้อยละ 80 จะพบเชื้อราหากข้าวมีความชื้นสูงจะทำให้มีศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวเข้าทำลาย จะปรากฏเชื้อราในโรงเก็บบนเมล็ดข้าว เป็นเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* และ *Penicillium* (อัญชลี, 2547; อัศวิน, 2547) ดังนั้นหลังจากการเก็บเกี่ยวควรลดความชื้นเมล็ดให้แห้งโดยเร็วที่สุด โดยลดความชื้นข้าวเปลือกให้เหลือร้อยละ 12-14 เพื่อลดอัตราการหายใจของเมล็ด ลดการเกิดเชื้อราซึ่งเป็นสาเหตุให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพเร็วยิ่งขึ้น การลดความชื้นมี 2 วิธี คือ 1) วิธีธรรมชาติ (natural drying or sun drying) ได้แก่ การใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งของความร้อนโดยมีการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นตัวช่วยพาความชื้นออกจากเมล็ดข้าวทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลง เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมากที่สุด แต่มีข้อเสียคือใช้แรงงานและพื้นที่ตากมาก และไม่สามารถทำได้หากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย รวมทั้งไม่สามารถควบคุมคุณภาพของข้าวที่ต้องการลดความชื้นได้ 2) เครื่องอบ (artificial drying) มีหลายวิธี เช่น การใช้เครื่องอบแห้งด้วยไมโครเวฟ การอบแห้งด้วยไอน้ำยิ่งยวด การอบแห้งด้วยสุญญากาศ การอบแห้งด้วยปั๊มความร้อน การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด การอบแห้งในแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป (Rossi *et al*., 1992; Vázques *et al*., 1997 and Mongpraneet *et al*., 2002) ส่วนการอบแห้งด้วยลมร้อนเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมาก เพราะมีต้นทุนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นที่กล่าวมา เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนสามารถใช้แหล่งความร้อนได้จากหลายแหล่ง จากการศึกษาการจัดการข้าวหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรในพื้นที่ บ้านโนนสูง ต. คุ้มเก่า อ. เขาวง จ. กาฬสินธุ์ พบว่าการเก็บเกี่ยวข้าวใช้แรงงานคน ข้าวที่เกี่ยวแล้วจะถูกมัดฟ่อนและตากวางรายภายในแปลงนาเพื่อลดความชื้นของเมล็ด 2-3 วัน จากนั้นนำมานวดเพื่อให้ได้เมล็ดข้าวเปลือกและนำมาเก็บไว้ในยุ้งฉางทันทีเป็นเวลา 5-6 เดือน โดยไม่มีการจัดการระบายความชื้นอีกเลย และเมล็ดบางส่วนถูกนำไปใช้เพาะกล้าในฤดูกาลปลูกในปีหน้า งานวิจัยจึงได้ทำการศึกษาการลดความชื้นด้วยการเป่าอากาศแวดล้อมในโรงเก็บ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความชื้นของเมล็ด ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อราบนเมล็ดข้าวเปลือก และความงอกของเมล็ด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาปริมาณเชื้อราบนเมล็ดข้าวเปลือกและการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดในยุ้งข้าวที่มีการลดความชื้นด้วยการเป่าอากาศแวดล้อม

การทดลองใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (KDML105) และ กข6 (RD6) ที่เก็บในยุ้งข้าวของเกษตรกร 2 แห่งในพื้นที่ บ้านโนนสูง ต. คุ้มเก่า อ. เขาวง จ. กาฬสินธุ์ โดยติดตั้งระบบการวางแนวท่อลมโดยใช้อากาศแวดล้อมให้มีอากาศไหลเวียน โดยเป่าอากาศเดือนละ 1 ครั้งๆ ละ 2 ชั่วโมง และอัตราการไหลของอากาศประมาณ 0.3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที เป็นเวลา 16 สัปดาห์ สุ่มเก็บตัวอย่างบริเวณกลางกอง 5 จุด และบนกอง 3 จุด แล้วนำมาตรวจสอบดังนี้

1.1 ตรวจปริมาณเชื้อราบนเมล็ดข้าวเปลือกที่ติดจากแปลงและเชื้อราโรงเก็บ ด้วยวิธี blotter สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวจำนวน 400 เมล็ด ใช้ปากคีบที่ลนไฟฆ่าเชื้อคีบกระดาษเพาะเมล็ดที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วจำนวน 7 แผ่น จุ่มลงในน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อจนกระดาษเพาะเมล็ดอิ่มตัวด้วยน้ำ นำกระดาษเพาะเมล็ดมาวางบนจานเลี้ยงเชื้อ คีบตัวอย่างเมล็ดข้าววางบนกระดาษเพาะเมล็ดในจานเลี้ยงเชื้อ จานละ 25 เมล็ด จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราภายใต้กล้อง stereo

1.2 ตรวจวัดการความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกทั้ง 2 สายพันธุ์ ในระหว่างการเก็บรักษา ด้วยเครื่อง Grain moisture tester model PM-600 Kett Electric Laboratory

2. ศึกษาความสัมพันธ์ของอายุการเก็บรักษาที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

นำตัวอย่างข้าวเปลือกพันธุ์ KDML105 ที่สุ่มเก็บแต่ละบริเวณในข้อ 1 มารวมกัน แล้วสุ่มมา 4 ซ้ำ การหาร้อยละของความงอก โดยเพาะเมล็ดที่ได้รับการผึ่งให้แห้งในร่ม โดยวิธีเพาะแบบ between paper ใช้เมล็ด 50 เมล็ดต่อซ้ำ เพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ทำเช่นเดียวกันในข้าวเปลือกพันธุ์ RD6

ผลและวิจารณ์ผล

ปริมาณเชื้อราที่พบมากในข้าวเปลือกทั้งสองพันธุ์เมื่อเก็บรักษาในยุ้งข้าวเป็นเวลา 16 สัปดาห์ คือเชื้อรา *Cladosporium* sp. ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือเชื้อรา *Curvularia lunata Nigrospora* sp. เมื่อเก็บรักษาจากเวลา 12-16 สัปดาห์มีปริมาณเชื้อราโรงเก็บ ได้แก่ *Rhizopus* sp. และ *Penicillium atramentosum* เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว (Table 1, 2) ความชื้นเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิอากาศในการเก็บรักษา(Table 3) การเป่าลมช่วยลดความชื้นสะสมของกองเมล็ดข้าวเปลือก ทำให้ปริมาณเชื้อราพวก field fungi ไม่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อความงอกของเมล็ด ค่าความงอกของข้าวเปลือกพันธุ์ KDML105 และ RD6 มีค่าสูงที่สุดคือร้อยละ 96 และ 88 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 16 สัปดาห์ (Figure 1) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว (กรมการข้าว, 2552)

Table 1 Fungal infection on KDML105 paddy seed at 16 weeks storage in barn with monthly air ventilation drying (AVD)

	Seed infection (%)								
	Before AVD					After AVD			
KDML105	week 0	1	2	3	4	8	12	16	Average
Aspergillus flavus	0.1	-	-	-	-	0.2	-	0.7	**0.1c**[1/]
A. parasiticus	-	-	-	-	-	0.1	-	0.1	**0.0c**
A. niger	-	-	-	-	0.2	0.1	-	0.1	**0.1c**
Penicillium atramentosum	-	0.2	-	0.3	0.7	1.6	0.5	4.4	**1.0c**
Rhizopus sp.	0.3	0.3	0.3	0.6	0.3	0.8	0.1	6.2	**1.1c**
Alternaria padwikii	0.1	3.7	-	4.6	3.2	0.7	0.1	0.9	**1.6c**
Alternaria sp.	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	**0.2c**
Bipolaris oryzae	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.1	**0.2c**
Curvularia lunata	11.9	11.2	10.3	10.8	7.8	11.1	9.3	16.3	**11.1b**
Cladosporium sp.	39.3	62.2	55.4	69.7	53.7	50.4	19.2	20.8	**46.3a**
Fusarium moniliforme	0.4	1.2	0.9	0.9	1.3	1.3	-	0.5	**0.8c**
Phoma sp.	-	-	-	-	0.1	4.1	1.3	1.8	**0.9c**
Nigrospora sp.	10.9	7.5	11.0	8.7	9.8	6.3	4.1	1.5	**7.5b**

[1/] Mean values within the last column followed by the same letter are not significantly different ($p<0.05$) by DMRT

Table 2 Fungal infection on RD6 paddy seed at 16 weeks storage in barn with monthly air ventilation drying

	Seed infection (%)				
RD6	week 4	8	12	16	Average
Aspergillus flavus	-	0.1	-	2.7	**0.7b**[1/]
A. parasiticus	-	-	-	0.3	**0.1b**
A. niger	0.0	0.1	0.1	3.9	**1.0b**
A. terrues	0.1	-	-	0.7	**0.2**
Penicillium atramentosum	0.3	0.2	0.1	18.6	**4.8b**
Rhizopus sp.	0.1	0.2	0.2	4.7	**1.7b**
Alternaria padwikii	0.7	0.7	0.4	0.5	**0.5b**
Alternaria sp.	-	0.1	0.1	-	**0.1b**
Bipolaris oryzae	0.1	0.1	0.2	-	**0.1b**
Curvularia lunata	2.7	4.9	13.3	7.9	**8.7b**
Cladosporium sp.	37.9	25.9	17.8	8.7	**17.5a**
Fusarium moniliforme	1.2	0.8	-	8.6	**3.1b**
Phoma sp.	0.3	2.5	2.6	1.0	**1.6b**
Nigrospora sp.	30.1	13.2	16.3	0.4	**15.0a**
Chaetomium sp.	0.3	0.3	-	0.1	**0.2b**

[1/] Mean values within row followed by the same letter are not significantly different ($p<0.05$) by DMRT

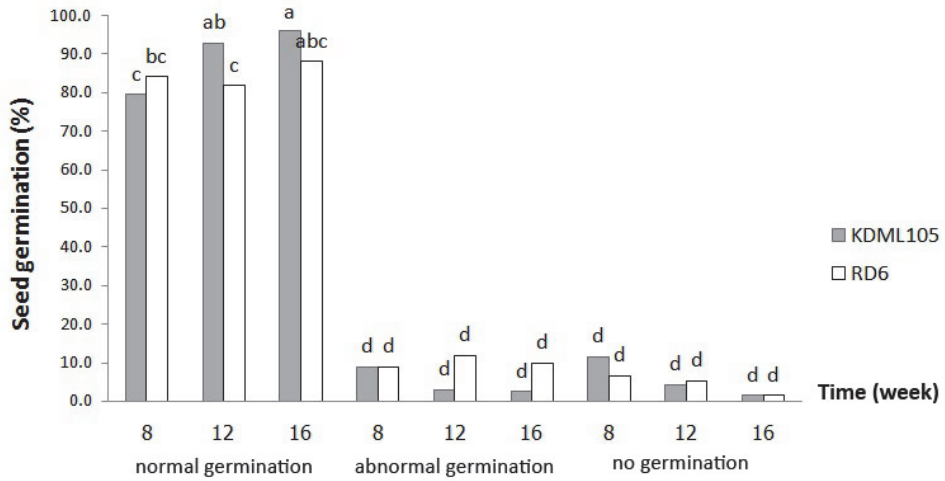

Figure 1 Seed germination of KDML105 and RD6 paddy seed at 16 weeks storage in barn with monthly air ventilation drying (AVD)

Table 3 Moisture content of KDML105 and RD6 paddy seed at 16 weeks storage in barn with air ventilation drying (AVD) monthly for 2 hrs

variety	Time	% Moisture content (MC)							
		Initial	Week 1	2	3	4	8	12	16
KDML105	before AVD (7 am)	13.8ab	12.5cde	12.4cde	12.4cde	14.2a	11.7def	11.8def	11.3ef
	after AVD (1 pm)	13.6ab	12.7abc	12.0def	12.4cde	11.9def	11.2ef	11.6def	10.8f
RD6	before AVD (7 am)	11.7a	11.6ab	11.2bcde	11.3abc	10.8e	11.1cde	11.6ab	11.2bcde
	after AVD (1 pm)	11.6ab	11.3abcd	11.0cde	11.3abc	11.3abc	10.9de	11.3abcd	11.4abc

[1/] Mean values within row followed by the same letter are not significantly different ($p<0.05$) by DMRT

สรุป

ข้าวเปลือกพันธุ์ KDML105 และ RD6 ที่เก็บรักษาโดยเป่าอากาศแวดล้อมภายในยุ้งข้าว เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทุกเดือน มีผลให้ความชื้นเมล็ดลดลงจากความชื้นเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความชื้นก่อนและหลังเป่าอากาศแวดล้อมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตลอดการเก็บรักษาตรวจพบเชื้อรา *Cladosporium* sp. เฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งไม่เป็นเชื้อสาเหตุโรคในเมล็ดข้าวเปลือก ส่วนเชื้อสาเหตุโรคเมล็ดด่างที่พบคือ *Curvularia lunata* พบร้อยละ 8.7-11.1 ซึ่งไม่ทำให้ค่าความงอกของข้าวเปลือกพันธุ์ KDML105 และ RD6 ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2552. ระเบียบกรมการข้าวว่าด้วยคุณภาพมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ พ.ศ. 2552. สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว กรมการข้าว.

กรรณิการ์ พรหมพันธุ์ใจ. 2552. คู่มือการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิไล ปาละวิสุทธิ์, ดวงอร อริยพฤกษ์ และพรสุรี กาณจนา. 2552. ศึกษาสารเคมีที่ใช้ทำลายระยะพักตัวและเร่งการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว. หน้า 365-388. *ใน*: ผลงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ข้าว ปี 2544 - 2551. กรุงเทพฯ.

อรุณี จันทรสนิท. 2521. โรคและจุลินทรีย์เมล็ดพันธุ์. กองการข้าว, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อัญชลี ประเสริฐศักดิ์. 2547. เมล็ดพันธุ์ข้าวและการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5, กรมวิชาการเกษตร. 81 หน้า.

อัศวิน เนตรถนอมศักดิ์. 2547. เชื้อราในโรงเก็บ และสารพิษบนข้าวกล้อง ภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาโรคพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 48 น.

Mongpraneet, S., T. Abe and T. Tsurusaki. 2002. Accelerated drying of welsh onion by far infrared radiation under vacuum condition. Journal of Food Engineering 55: 147-156.

Rossi, S. J., L. C. Neves and T. G. Kieckbusch. 1992. Thermodynamic and Energetic Evolution of a Heat Pump Applied to the Drying of Vegetable. Elsevier Science Publishers 1475-1484.

Vázquez, G., F. Chenlo, R. Moreria and E. Cruz. 1997. Grape drying in a pilot plant with a heat pump. Drying Technology-An International Journal 15: 899-920.