Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 17-20 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 17-20 (2557)

การใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกำจัดเชื้อรา *Curvularia lunata* ปลูกลงในเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 3

Applications of Radio Frequency to Eradicate *Curvularia lunata* Inoculated to Rice Seeds cv. Suphan Buri 3

เดชา เพ็งอ้น[1,2] **และ สรัญยา ณ ลำปาง**[1,3]

Decha Pengon[1,2] and Sarunya Nalumpang[1,3]

Abstract

An experiment was carried out to study an appropriate temperature and exposure time of radio frequency (RF) for eradicatins *Curvularia lunata* inoculated to the rice seeds. Collection of rice seeds cv. Suphan buri 3 was made at Chiang Mai Rice Seed Center, Hangdong, Chiang Mai. Rice seeds had moisture content at 12 percent and seed germination at 92 percent *C. lunata* was isolated from the rice seeds. The fungal pathogen was inoculated to the rice seeds by soaking seeds in the spore suspension (10^6 spores/ml) for 1 hr. and left dry. The inoculated seeds were kept for 7 days before treated. A test was carried out on efficacy of RF at 27.12 MHz with the temperatures at 65, 70 and 75 degrees Celsius for 1, 3 and 5 minutes, respectively to eradicate the fungus. Results from culturing the inoculated seeds on agar (agar method) showed that the use of RF at the temperatures of 65, 70 and 75 degrees Celsius for 1, 3 and 5 minutes did not decrease percentage of inoculated seeds with *C. lunata* (100 percent), same as control treatment (non RF treated). For the between paper method, it was found that the use of RF at the temperatures of 65 and 70 degrees Celsius for 1, 3 and 5 minutes having percentages of germination of 92, 92, 93, 96, 94 and 95 respectively, compared to the control (non RF treated) which had seeds at 92 percent germination. The RF at 65 and 70 degrees Celsius for 1, 3 and 5 minutes, did not decrease percentage of seeds germination when compared with the control.

Keywords: Radio frequency, *Curvularia lunata*, Rice seed cv. Suphan Buri 3

บทคัดย่อ

ทำการทดสอบการใช้คลื่นความถี่วิทยุ และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการกำจัดเชื้อรา *Curvularia lunata* สาเหตุโรคเมล็ดด่าง ที่ปลูกลงในเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยแยกเชื้อรา *C. lunata* จากเมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 3 ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวเชียงใหม่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวมีคุณภาพเบื้องต้น ได้แก่ ความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ และความงอก 92 เปอร์เซ็นต์ การทดลองได้ปลูกเชื้อรา *C. lunata* ลงในเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยวิธีการแช่ในสปอร์แขวนลอยความเข้มข้น 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร นำไปลดความชื้นแล้วเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน จึงนำมาผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 เมกะเฮิรตซ์ ที่ระดับอุณหภูมิ 65, 70 และ 75 °C เป็นระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที ตามลำดับ พบว่าเมื่อตรวจด้วยวิธีเพาะบนอาหารวุ้น (agar method) การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 65, 70 และ 75 °C เป็นระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที ตามลำดับ ไม่สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อรา *C. lunata* ได้ โดยมีการปนเปื้อนเชื้อรา 100 เปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ นอกจากนี้เมื่อตรวจด้วยวิธีเพาะระหว่างกระดาษชื้น 2 แผ่น (between paper method) พบว่า การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 65 และ 70 °C เป็นระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที ตามลำดับ มีความงอก 92, 92, 93, 96, 94 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ มีความงอก 92 เปอร์เซ็นต์ โดยที่การให้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 65 และ 70 °C เป็นระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ

คำสำคัญ: คลื่นความถี่วิทยุ, *Curvularia lunata*, เมล็ดพันธุ์ข้าว, สุพรรณบุรี 3

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 5020 / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา, กรุงเทพ 10400

[1] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai university, Chiang Mai 50200 / Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok, 10400

[2] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2] The Graduate School Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[3] ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[3] Department of Plant pathology. Faculty of Agriculture. Chiang Mai University. Chiang Mai 50200

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทยในการดำรงชีวิตของประชากร อีกทั้งข้าวยังถูกส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอด (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ, ม.ป.ป.) แต่ยังประสบปัญหาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งปัจจัยหนึ่งมาจากการเข้าทำลายของเชื้อรา โดยมีเชื้อราที่สำคัญ ได้แก่ เชื้อรา *Curvularia lunata, Sarocladium oryzae, Fusarium semitectum* และ *Trichoconis padwickii* มักเกิดกับข้าวระยะใกล้ออกดอก และจะแสดงอาการในช่วงใกล้เก็บเกี่ยว (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) ซึ่งไม่สามารถคัดทิ้งได้ในกระบวนการทำความสะอาด และคัดเมล็ด ดังนั้นเชื้อราจึงติดไปกับเมล็ดพันธุ์ (Mew and Misra, 1994) ทำให้เชื้อราแพร่กระจายในโรงเก็บ (สมศักดิ์และเสรี, ม.ป.ป.) สารเคมีจึงเข้ามีบทบาทในการป้องกันกำจัด เพราะเป็นวิธีที่สะดวก และได้ผลรวดเร็ว แต่ยังพบปัญหาสารเคมีตกค้างในผลผลิต รวมถึงการดื้อต่อสารเคมีป้องกันกำจัด ทั้งส่งผลต่อสุขภาพของผู้ใช้ และผู้บริโภค

คลื่นความถี่วิทยุ (RF; radio frequency) อาศัยหลักการการเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน โดยความร้อนที่เกิดขึ้น 2 แบบ คือ ionic polarization และdipole rotation (Luck, 2003) จึงได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับคลื่นความถี่วิทยุ และนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตผลทางการเกษตร และประสบผลสำเร็จในการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อทำลายเชื้อรา และแบคทีเรียที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ (seed decontamination) โดยไม่ทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก (ณัฐศักดิ์, 2548) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกำจัดเชื้อรา *C. lunata* ที่ติดมากับเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 3 ที่อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการควบคุมเชื้อรา *C. lunata* และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุในการควบคุมโรคเมล็ดด่างในเมล็ดพันธุ์ข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

แยกเชื้อรา *C. lunata* จากเมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 3 ด้วยวิธี agar method ตามมาตรฐานสากลของ International Seed Testing Association (ISTA, 2006) จากนั้นปลูกเชื้อรากลับเพื่อทดสอบในการทำให้เกิดโรค โดยนำ เมล็ดพันธุ์ข้าว 330 กรัม แช่ในสปอร์แขวนลอยของเชื้อราความเข้มข้น 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร ปริมาตร 300 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ลดความชื้นเมล็ดข้าวโดยอบที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อราด้วยวิธี agar method

ทดสอบประสิทธิภาพของคลื่นความถี่วิทยุในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. lunata* ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยปลูกเชื้อราสาเหตุในเมล็ดข้าวตามวิธีการข้างต้น เก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุความถี่ 27.12 เมกะเฮิรตซ์ ที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 °C เป็นระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บในถุงพลาสติกปิดสนิท โดยออกแบบการทดลองแบบ CRD สุ่มตัวอย่าง เมล็ดข้าวมาตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อรา *C. lunata* ด้วยวิธี agar method จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนเชื้อราค่าดัชนีความงอก และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ และทดสอบด้วยวิธี between paper method แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (ISTA, 2006)

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาแยกเชื้อราจากเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 3 ได้เชื้อรา *Curvularia lunata* ทั้งหมด 20 ไอโซเลท ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่า โคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) เป็นเวลา 14 วัน มีลักษณะเส้นใยฟูสีดำกำมะหยี่ (Figure 1A) conidia จะเกิดติดเป็นช่ออยู่บนส่วนปลาย conidiophore ลักษณะ conidia มีทั้งโค้งและไม่โค้ง สีเขียว เมื่ออายุมากขึ้น เป็นสีน้ำตาล มี 3 septate เซลล์หัวและท้ายมีสีจางเกือบไม่มีสี สองเซลล์ตรงกลางมีขนาดใหญ่และสีเข้มกว่าเซลล์อื่น (Figure 1B) เมื่อทดสอบการปลูกเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยวิธีการแช่เมล็ดในสปอร์แขวนลอย ความเข้มข้น 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร พบว่าเมล็ดข้าวมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ 100 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1C)

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของคลื่นความถี่วิทยุ (27.12 เมกะเฮิรตซ์) เพื่อกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยสุ่มเชื้อราไอโซเลท CIRSe1 มาใช้ในการทดสอบด้วยวิธี agar method ที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 °C เป็นระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที ตามลำดับ พบว่าไม่สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อรา *C. lunata* ได้ โดยมีการปนเปื้อนเชื้อรา 100 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ

สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพหลังการเก็บรักษา โดยตรวจสอบด้วยวิธีเพาะระหว่างกระดาษชื้น 2 แผ่น (between paper method) พบว่า ทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน เมล็ดพันธุ์ข้าวมีเปอร์เซ็นต์ความงอก และดัชนีความงอกลดลง นอกจากนี้การใช้คลื่น

ความถี่วิทยุ ที่ระดับอุณหภูมิ 70°C เป็นระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที ตามลำดับ มีความงอก 96, 94 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ มีความงอก 92 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับที่อุณหภูมิ 65°C ทุกระยะเวลาที่ทดสอบ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่ต่างจากชุดควบคุม และที่อุณหภูมิ 75°C ทุกระยะเวลาที่ทดสอบมีเปอร์เซ็นต์ความงอกน้อยกว่าชุดควบคุม (Table 1)

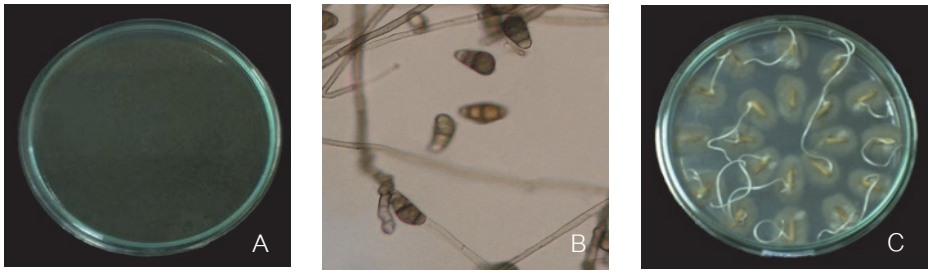

Figure 1 *Curvularia lunata* (CIRSe1) isolated from rice seeds cv. Suphan Buri 3: The fungal colony on PDA (14 days) (A); hyphae conidia and conidiophores (B); fungal colonies formed on all inoculated seeds (C)

Table 1 Efficacy of radio frequency treated on the rice seeds cv. Suphan Buri 3 at various times and temperatures on eradicating *Curvularia lunata* seed pathogen and on seed germination

Exposition Temperature (°C)	Exposition Time (min)	Comparison of mean[1/]	
		germination index[2/]	% germination
room temperature		43 c[3/]	92 b
65°C	1	46 b	92 b
	3	46 b	92 b
	5	49 a	93 b
70°C	1	44 bc	96 a
	3	42 c	94 ab
	5	43 c	95 ab
75°C	1	37 d	81 e
	3	43 c	88 c
	5	33 e	84 d
%CV		3.34	1.63
$LSD_{0.05}$		2.04	2.13

[1/]Means of 4 replication. [2/]Germination index = seeds with high strength. It will germinate faster than seeds with low strength.

[3/] Means followed by the same letter in each column are not significantly different by LSD (*P*=0.05)

วิจารณ์ผล

การให้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 °C ทุกๆ ระยะเวลาที่ทดสอบ พบว่า ไม่สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราลดลงได้ในทุกๆ ระยะเวลาซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของของกรกิตติ์ (2552) กล่าวว่า การใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกำจัดเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ระดับอุณหภูมิ 50, 60 และ 70 °C ไม่สามารถทำให้เชื้อราลดลง

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพหลังการเก็บรักษา โดยตรวจสอบด้วยวิธีเพาะระหว่างกระดาษชื้น 2 แผ่น ที่ระดับอุณหภูมิ 65°C มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่ต่างจากชุดควบคุม สำหรับที่ระดับอุณหภูมิ 70°C มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าชุดควบคุม และที่อุณหภูมิ 75°C มีเปอร์เซ็นต์ความงอกน้อยกว่าชุดควบคุม และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกๆ ระยะเวลาที่ทดสอบ จากงานวิจัยการใช้คลื่นความถี่วิทยุสามารถกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้ Vassanacharoen (2005) รายงานผลของการใช้คลื่นความถี่วิทยุในการกำจัดเชื้อสาเหตุโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์งาที่อุณหภูมิ 60, 70, 80, 85 และ 90 °C เป็นระยะเวลา 180 วินาที พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการควบคุมเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในเมล็ดพันธุ์งา คือ ที่อุณหภูมิ 70 °C ความงอกเมล็ด และความแข็งแรงลดลงเป็น 85

และ 60 เปอร์เซ็นต์ Janhang (2007) รายงานผลของการให้คลื่นความถี่วิทยุต่อการควบคุมเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่อุณหภูมิ 70, 75 และ 80 °C เป็นระยะ 1, 3 และ 5 นาที พบว่า อุณหภูมิ 80 °C เป็นระยะ 3 นาที สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อรา *Trichoconis padwickii* ได้ 84 เปอร์เซ็นต์ มีความงอก ความแข็งแรง และความมีชีวิตอยู่ที่ 80, 87 และ 97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Janhang and Verasilp (2006) รายงานการใช้ คลื่นความถี่วิทยุในการควบคุมเชื้อราและแมลงในเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่อุณหภูมิ 70, 75, 80 และ 85 °C เป็นระยะเวลา 180 วินาที พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการกำจัดแมลง และเชื้อรา คือ 75 °C สามารถลดลงการปนเปื้อน เชื้อราลง 41 เปอร์เซ็นต์ กำจัดเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และความมีชีวิตอยู่ที่ 61 เปอร์เซ็นต์

การให้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 °C ในทุกๆ ระยะเวลา ไม่สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ โดยตรวจสอบด้วยวิธี agar method พบการปนเปื้อนของเชื้อรา *C. lunata* 100 เปอร์เซ็นต์ อาจจะเกิดจากโครงสร้างของเชื้อราที่มีขนาดเซลล์ที่ใหญ่ และผนังหนา (Mew and Gonzales, 2002; Ou, 1985) ทำให้สามารถทนต่ออุณหภูมิสูง จึงทำให้ ไม่สามารถกำจัดเชื้อรา *C. lunata* ได้

สรุป

การกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 3 ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 เมกกะเฮิรตซ์ ไม่สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อรา *Curvularia lunata* ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ โดยมีการปนเปื้อนเชื้อรา 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ และความสมบูรณ์ของต้นกล้าไม่ต่างจากชุดควบคุม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการภาควิชากีฏวิทยา และโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการทำวิจัย ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาสำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรกิตติ์ เฉลยถ้อย. 2552. การใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกำจัดเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 79 หน้า

ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ. 2548. ศักยภาพของคลื่นความถี่วิทยุในการนำมาใช้กับผลิตผลทางการเกษตร. Postharvest Newsletter 4(4) : 6-7.

สมศักดิ์ วรรณศิริ และเสรี กิตติไชย. ม.ป.ป. โรคเมล็ดด่าง.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา www.forecast.doae.go.th/web/rice/34-rice-diseases/52-dirty-panicle.html (5 สิงหาคม 2555).

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2554. เตือนเกษตรกรเฝ้าระวังโรค'เมล็ดด่าง'. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.acfs.go.th /news _detail.php?ntype=09&id=8956. (5 สิงหาคม 2555).

สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ. มปป. การค้าข้าวของไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://app1.bedo.or.th/rice/GeneralInfo.aspx?id=5. (30 มิถุนายน 2555).

ISTA (International Seed Testing Association). 2006. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology. Volume 30: 355 p.

Janhang, P. and S. Verasilp. 2006. Using radio frequency heat treatment to control seed-bome fungi and insect in rice seed (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105. Agricultural Sci. J. 37(2):77-80.

Janhang, P. 2007. Effects of radio frequency heat treatment to control seed-borne fungi and seed qualities in rice seed cv. Khao Dawk Mali 105. M.S. thesis. Chiangmai University, Chiangmai. 82 p.

Lücke, W. 2003. Use of microwave- and radio frequency energy for drying purposes. Institute of agricultural engineering, Georg - august-university, Goettingen, Germany. 40 p.

Mew T.W. and J.K. Misra. 1994. *A Manual of Rice Seed Health Testing*. International rice research instute (IRRI). Philipines.120 pp.

Mew T.W. and P. Gonzales. 2002. A handbook of rice seedborne fungi. Los Bafios (Philippines): International Rice Research Institute, and Enfield, N.H. (USA): Science Publishers, Inc. 83 p.

S.H. Ou. 1985. Rice Diseases second edition. Commonwealth Mycological Institute. Commonwealth Agricultural Bureaux. pp. 317-318.

Vassanacharoen, P. 2005. Effect of radio frequency treatment on seed quality and effciency to eradicate seed-borne pathogen in sesame seed. M.S. thesis. Chiangmai University, Chiangmai. 98 p.