

การใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกำจัดเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่ปลูกลงในเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 3
Applications of Radio Frequency to Eradicate *Fusarium* sp. Inoculated to Rice Seeds cv. Suphan Buri 3

สายรวี กล้าการรบ^{1,2} และ สรัญญา ณ ลำปาง^{1,3}
Sairawee Klakanrob^{1,2} and Sarunya Nalumpang^{1,3}

Abstract

A test of radio frequency (RF 27.12 MHz) at appropriate temperature and exposure time for eradicating *Fusarium* sp. inoculated on rice seeds cv. Suphan Buri 3. Collection of rice seeds infected by *Fusarium* sp. was conducted at Chiang Mai Rice Seed Center, Hang Dong, Chiang Mai. Isolation of the fungus was made from the infected seeds and used for inoculation. Assessment of rice seed quality before the RF treatment was made and having germination index at 30 with 91 percent of seed germination. The RF at 27.12 MHz was treated on the rice seeds at the temperature of 65, 70 and 75 degrees Celsius for 1, 3 and 5 minutes. The result showed that RF at 75 degrees Celsius at 3 minutes was able to decrease the fungal infection at 27 percent with the seeds germination index at 36 and seed germination at 85 percent. For the control (non RF treatment) it was found that all the inoculated seeds were infected. The RF heat treatment showed its influence on decreasing the quantity of the seed-borne fungus but it affected on reduction of seed germination when increasing the exposure time and temperature of the RF heat treatment.

Keywords: Radio Frequency, *Fusarium* sp., Rice Seed cv. Suphan Buri 3

บทคัดย่อ

การทดลองใช้คลื่นความถี่วิทยุ (27.12 MHz) ในระยะเวลา และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการกำจัดเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่ปลูกลงในเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 3 ที่มีเชื้อรา *Fusarium* sp. สาเหตุโรคเมล็ดต่าง จากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวเชียงใหม่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ นำมาแยกเชื้อราที่ติดมากับเมล็ด และนำไปใช้ปลูกเชื้อลงในเมล็ดข้าว สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวก่อนการให้คลื่นความถี่วิทยุ พบว่า มีดัชนีความงอกเท่ากับ 30 และมีความงอกเมล็ดพันธุ์ร้อยละ 91 จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีการปนเปื้อนของเชื้อรามารับการใช้คลื่นความถี่วิทยุ 27.12 เมกะเฮิรตซ์ ที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75°C เป็นระยะเวลา 1, 3 และ 5 นาที พบว่าการใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้เท่ากับ 27 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีความงอก 36 และความงอกเมล็ดพันธุ์เท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ พบการเจริญเชื้อราบนเมล็ดข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการให้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ และเวลาที่เพิ่มขึ้นแม้มีผลทำให้ปริมาณเชื้อราลดลง แต่ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง

คำสำคัญ: คลื่นความถี่วิทยุ, *Fusarium* sp., เมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 3

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa*) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย แต่ยังคงประสบปัญหาทางการเกษตร และผลผลิต เนื่องจากการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวไม่ถูกต้องจึงได้รับความเสียหาย ซึ่งส่วนหนึ่งของความเสียหายก็มาจากเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว เชื้อราที่สำคัญ ได้แก่ *Curvularia lunata*, *Cercospora oryzae*, *Helminthosporium oryzae*, *Trichoconis padwickii*, *Fusarium semitectum* และ *Sarocladium oryzae* โดยเชื้อราจะเข้าทำลายตั้งแต่ระยะออกรวง

¹ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ 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 ภาควิชาชีววิทยา และโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

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

จนกระทั่งถึงระยะติดเมล็ด (สารานุกรมภูมิปัญญาท้องถิ่นไทย, 2554) ความรุนแรงของอาการเกิดจากความชื้นทำให้เชื้อราเข้าทำลายเมล็ดข้าวเปลือก ซึ่งไม่สามารถคัดทิ้งได้ในกระบวนการทำความสะอาด และคัดเมล็ด ดังนั้น

เชื้อราจึงติดไปกับเมล็ดพันธุ์ หรือผลิตภัณฑ์ (Mew and Misra, 1994) ทำให้พบปัญหาที่เกิดจากการใช้สารเคมีหลายประการ กล่าวคือ ทำให้ผลิตภัณฑ์ และกลิ่นที่เปลี่ยนไป รวมทั้งทำให้เกิดการติดของเชื้อโรคต่อสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา และที่สำคัญมากคือ เกิดสารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้ และผู้บริโภค

คลื่นความถี่วิทยุ (RF; radio frequency) เป็นเทคโนโลยีทางเลือกที่นำมาใช้ในการควบคุมเชื้อรา โดยไม่มีการปนเปื้อน หรือมีการตกค้างสารเคมีที่เป็นอันตราย คลื่นความถี่วิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปแบบของสนาม แม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน โดยไม่มีการกระจายของประจุจึงทำให้โมเลกุลของวัตถุเกิดการสั่นสะเทือนไปในทิศทางเดียวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในอดีตได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับคลื่นความถี่วิทยุมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (ณัฐศักดิ์, 2548) สำหรับการทำลายเชื้อรา และแบคทีเรียที่ติดมากับเมล็ด งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการใช้คลื่นความถี่วิทยุร่วมกับอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมเพื่อกำจัดเชื้อรา *Fusarium* sp. สาเหตุของโรคเมล็ดด่างในเมล็ดข้าวพันธุ์สุวรรณบุรี 3 และผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ด ซึ่งในการทดลองนี้ได้เลือกทดสอบกับเชื้อรา *Fusarium* sp. เนื่องจากเป็นเชื้อราสาเหตุสำคัญชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดโรคเมล็ดด่าง นอกจากนี้เชื้อรายังสามารถสร้างสารพิษฟูโมนิซินส์ (fumonisins) และซีราลีโนน (Zearalenone) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญซึ่งทำให้ผู้บริโภคมีอาการป่วย เนื่องจากบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ปนเปื้อนเชื้อรา (วิษณุ และคณะ, 2556)

อุปกรณ์และวิธีการ

แยกเชื้อรา *Fusarium* sp. จากเมล็ดพันธุ์ข้าวสุวรรณบุรี 3 ด้วยวิธี agar method ตามมาตรฐานสากลของ International Seed Testing Association (ISTA, 2006) จากนั้นปลูกเชื้อรากลับเพื่อทดสอบในการทำให้เชื้อราปนเปื้อนบนเมล็ดพันธุ์ข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าว 330 กรัม แขนในสปอร์แขวนลอยเชื้อราความเข้มข้น 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร ปริมาตร 300 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ลดความชื้นเมล็ดข้าวโดยอบที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อราด้วยวิธี agar method

ทดสอบประสิทธิภาพของคลื่นความถี่วิทยุในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยปลูกเชื้อราสาเหตุในเมล็ดข้าวตามวิธีการข้างต้น เก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุความถี่ 27.12 เมกะเฮิรตซ์ ที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75°C เป็นเวลา 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บในถุงพลาสติกปิดสนิท สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวมาตรวจสอบปริมาณของเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยวิธี agar method คำนวณเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนเชื้อรา ค่าดัชนีความงอก และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (ISTA, 2006)

ผลการทดลอง

แยกเชื้อรา *Fusarium* sp. จากเมล็ดพันธุ์ข้าวสุวรรณบุรี 3 ได้ทั้งหมด 23 ไอโซเลท ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรานี้ พบว่า โคลโคเนที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) เป็นเวลา 14 วัน มีลักษณะเส้นใยฟูสีขาว อมชมพู และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่ออายุมากขึ้น (Figure 1A) ส่วนสปอร์มีทั้งลักษณะตรง หรือโค้งเล็กน้อยมี 3 - 5 septate (Figure 1B) เมื่อทดสอบความสามารถในการปลูกเชื้อให้ปนเปื้อน 100 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธีการแช่เมล็ดในสปอร์แขวนลอย พบว่าเมล็ดข้าว มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1C)

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของคลื่นความถี่วิทยุในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยสุ่มเลือกไอโซเลท FsRSe 1 มาใช้ในการทดสอบ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องคลื่นความถี่วิทยุที่สามารถกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวอย่างชัดเจน พบว่าที่อุณหภูมิ และเวลาที่เพิ่มขึ้น คลื่นความถี่วิทยุมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 1, 3 และ 5 นาที มีการยับยั้งการเจริญของเชื้อราดีที่สุด สามารถลดปริมาณเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้เท่ากับ 23, 27 และ 27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุมีการปนเปื้อนของเชื้อรา 100 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2)

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ (27.12 เมกะเฮิรตซ์) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า ดัชนีความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวทุกชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 นาที มีค่าดัชนีความงอก 40 ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 30 สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ความงอก พบว่าที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 92 (Table 1)



Figure 1 *Fusarium* sp. (FsRSe1) isolated from rice seeds var. Suphan buri 3; (A) Colony growing on PDA for 14 days, (B) macroconidia (40X) and (C) inoculated seeds showed 100% infection after 7 days inoculation.

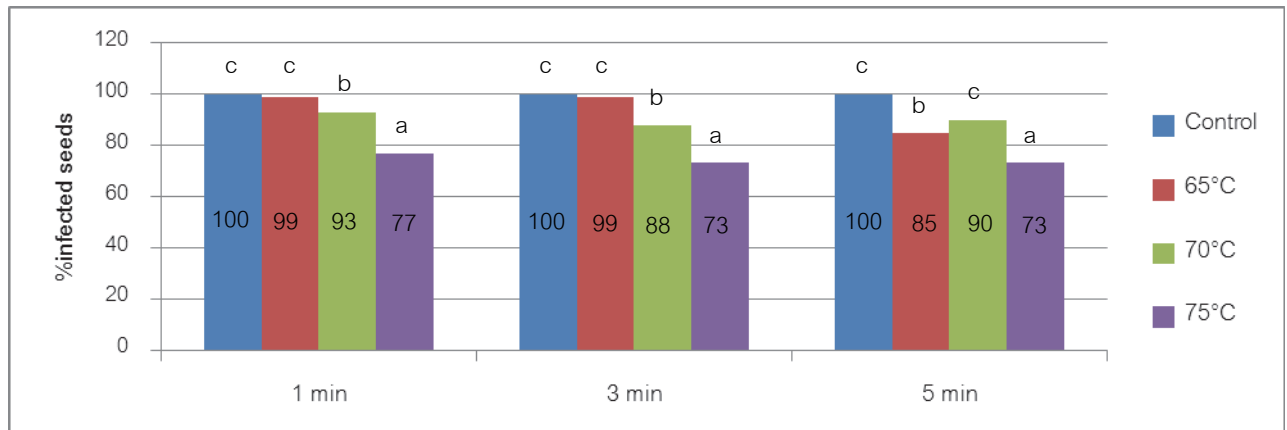


Figure 2 Percentage of the infected rice seeds cv. Suphan Buri 3 inoculated with *Fusarium* sp. after treated with radio frequency (27.12 MHz) at various temperatures and exposure times, using agar method at 7 days after treated.

Table 1 Effect of radio frequency (27.12 MHz) treated on rice seeds cv. Suphan Buri 3 inoculated with *Fusarium* sp. with at various temperature and exposure times, using agar method at 7 days after treated.

Exposition Temperature (°C)	Exposition Time (min)	Comparison of means ^{1/}	
		germination index ^{2/}	% germination
room temperature		30 d ^{3/}	91 ab
65°C	1	32 c	88 b
	3	33 c	90 ab
	5	37 b	88 b
70°C	1	35 bc	90 ab
	3	37 b	83 c
	5	40 a	92 a
75°C	1	28 d	66 d
	3	36 b	85 bc
	5	33 c	84 c
% CV		7.24	3.83
LSD _{0.05}		0.73	0.86

^{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

การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราลงได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความออกของเมล็ดพันธุ์ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Janhang *et al.* (2005) ได้ศึกษาการใช้คลื่นความถี่วิทยุในการกำจัดเชื้อรา *Trichoconis padwickii* ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าคลื่นความถี่วิทยุ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *T. padwickii* ได้

โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความมีชีวิตของเมล็ด ยังคงรักษาความงอกของเมล็ดพันธุ์ ความแข็งแรง และความมีชีวิต อยู่ที่ 80, 87 และ 97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นกระบวนการให้ความร้อนในเวลาอันสั้น (Birla *et al.*, 2004) ช่วยลดการใช้พลังงาน (Wang *et al.*, 2002) ซึ่งแตกต่างจากการให้ความร้อนด้วยวิธีอื่น จากงานวิจัยพบว่าการใช้คลื่นความถี่วิทยุสามารถควบคุมเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้ Janhang and Verasilp (2006) ศึกษาการใช้คลื่นความถี่วิทยุในการควบคุมเชื้อราและแมลงในเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าคลื่นความถี่วิทยุมีศักยภาพในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อรา โดยระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัดเชื้อรา คือ 75 °C และยังคงความมีชีวิตอยู่ที่ 61 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Vassanacharoen *et al.* (2006) ศึกษาการใช้คลื่นความถี่วิทยุในการกำจัดเชื้อรา *Fusarium semitectum* ในเมล็ดข้าวโพด (*Zea mays*) พบว่า การให้อุณหภูมิ 85 °C ลดการปนเปื้อนเชื้อรา *F. semitectum* เหลือเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ และ Akaranuchat (2009) ศึกษาการควบคุมเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์โดยการให้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อคงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ พบว่า ที่อุณหภูมิ 75 °C เป็นระยะเวลา 3 นาที สามารถกำจัดเชื้อรา *Alternaria sp.*, *A. niger* และ *Fusarium sp.* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์

การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิสูงสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อราลงได้ แต่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ผ่าน ถ้าให้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิสูง และระยะเวลามากขึ้นจะส่งผลกระทบต่อความแข็งแรง และความงอกของเมล็ดพันธุ์ ทำให้สูญเสียความเป็นเมล็ดพันธุ์

สรุป

การกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 3 ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ พบว่าเมื่ออุณหภูมิและเวลาที่เพิ่มขึ้นสามารถลดปริมาณเชื้อรา *Fusarium sp.* ได้ โดยที่อุณหภูมิ 75 °C เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้เท่ากับ 27 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดัชนีความงอกเท่ากับ 36 และเปอร์เซ็นต์ความงอกเมล็ดพันธุ์เท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยา และโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาสำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐศักดิ์ กฤตกาเมษ. 2548. ศักยภาพของคลื่นความถี่วิทยุในการนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร. *Postharvest Newsletter* 4(4) : 6-7 หน้า.
- วิษณุ ศรีลา, กุณฑลี ร่วงน้อย และชนนทราพ ยมาภัย. 2556. *Mycotoxins*. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://personal.sut.ac.th/montarop/2013_WBSITE/School_of_Biotech/Blog/Entries/2013/9/14_ภัยเงียบจาก_อะฟลาทอกซิน_และ_สารพิษจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตร.html. (24 กันยายน 2557).
- สารานุกรมภูมิปัญญาท้องถิ่นไทย. 2554. ภูมิปัญญาชาวไทย โรคและศัตรูข้าว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://app1.bedo.or.th/rice/Disease_Info.aspx?id=7. (9 ธันวาคม 2554).
- Akaranuchat, P. 2009. Control of seed-borne fungi by using radio frequency to maintain Barley Seed quality. M.S. thesis. Chiangmai University, Chiangmai. 62 p.
- Birla, S.L., S. Wang, J. Tang and G.Hallman. 2004. Improving heating uniformity of fresh fruit in radio frequency treatments for pest control. *Postharvest Biol. Technol.* 33: 205-217.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2006. *International Rules for Seed Testing*. Seed Science and Technology. Volume 30: 355 pp.
- Janhang, P., N. Kritigamas, L. Wolfgang and S. Verasilp. 2005. Using radio frequency heat treatment to control seed-borne *Trichoconis padwickii* in rice seed (*Oryza sativa* L.). *Deutcher Tropentag 2005*, Stuttgart-Hohenheim, Germany.
- Janhang, P. and Verasilp, S. 2006. Using radio frequency heat treatment to control seed-borne fungi and insect in rice seed (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105. *Agricultural Sci. J.* 37(2):77-80.
- Mew T.W. and J.K. Misra. 1994. *A Manual of Rice Seed Health Testing*. International rice research institute (IRRI). Philippines. 120 pp.
- Vassanacharoen, P., P. Janhang, N. Krittigamas, D. von Horsten, W. Lucke and S. Veerasilp. 2006. Radio frequency heat treatment to eradicate *Fusarium semitectum* in corn grain (*Zea mays*). *Agricultural Sci. J.* 37(5):180-182.
- Wang, S., J. Tang, J.A. Johnson, E. Mitcham, J.D. Hansen, R. Cavalieri, J. Bower and B. Biasi. 2002. Process protocols based on radio frequency energy to control field and storage pests in in-shell walnuts. *Postharvest Biol. Technol.* 26: 265-273.